

DESARROLLO DEL GEOPORTAL DE LA UNIVERSIDAD DEL VALLE, SEDE
MELÉNDEZ, DISPONIBLE EN APLICATIVOS MÓVILES

AUTORES
RODRIGO LEAL GUANCHA
WILMER MUÑOZ HERRERA

UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE INGENIERÍAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL Y GEOMÁTICA
PROGRAMA DE INGENIERÍA TOPOGRÁFICA
SANTIAGO DE CALI
2016

DESARROLLO DEL GEOPORTAL DE LA UNIVERSIDAD DEL VALLE, SEDE
MELÉNDEZ, DISPONIBLE EN APLICATIVOS MÓVILES

AUTORES
RODRIGO LEAL GUANCHA
WILMER MUÑOZ HERRERA

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
INGENIERO TOPOGRÁFICO

DIRECTOR
MAURICIO EDILBERTO RINCÓN ROMERO, PhD

UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL Y GEOMÁTICA
PROGRAMA DE INGENIERÍA TOPOGRÁFICA
SANTIAGO DE CALI
2016

Nota de aceptación:

Aprobado por el Comité de Grado en
cumplimiento de los requisitos exigidos por
la Universidad del Valle para optar por el
título de Ingeniero Topográfico

Nombre _____
Jurado

Nombre _____
Jurado

Santiago de Cali, _____

Este trabajo va dedicado a todas las personas que están interesadas en el tema de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), Infraestructuras de Datos Espaciales y Geoportales, en las metodologías generales de implementación de sistemas, en el desarrollo de nuevas propuestas en sistemas de información y la implementación de aplicativos móviles en sistemas de información geográfica. En este trabajo se busca despertar el interés de los estudiantes universitarios en el manejo de la información espacial, como también motivar el uso de estas herramientas para la gestión Universitaria del día a día.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Universidad del Valle, por ser la institución educativa que nos acogió durante estos cinco años de preparación. En la cual encontramos muchos beneficios para el futuro desarrollo de nuestras vidas. Agradecemos a nuestras familias, por impulsarnos a seguir adelante en los momentos más difíciles. A nuestros amigos que han sido parte fundamental en nuestras vidas académicas y por último agradecemos a los docentes, quienes se encargaron de formarnos como ingenieros de alto nivel para contribuir al desarrollo de la región y del país.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	15
CAPÍTULO 1	17
1.1 CONTEXTUALIZACIÓN DEL PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
1.2 ANTECEDENTES	18
1.2.1 APLICACIONES DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN EN OTRAS UNIVERSIDADES DEL MUNDO	25
1.3 JUSTIFICACIÓN	54
1.4 OBJETIVOS	56
1.4.1 OBJETIVO GENERAL	57
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	57
CAPÍTULO 2	58
2.1 REVISIÓN DE LA LITERATURA	58
2.1.1 INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES.	58
2.1.1.1 ¿QUÉ ES UNA IDE?	58
2.1.1.2 ELEMENTOS QUE LA COMPONEN	58
2.1.1.3 FUNCIONALIDADES QUE PERMITEN LAS IDE	60
2.1.2 SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)	61
2.1.3 GENERALIDADES, TECNOLOGÍAS Y RECURSOS DE LOS GEOPORTALES	64
2.1.3.1 ¿QUÉ ES UN GEOPORTAL?	64

2.1.3.2 LAS TECNOLOGÍAS QUE ESTÁN DETRÁS DE LOS GEOPORTALES	65
2.1.3.3 RECURSOS DE UN GEOPORTAL	65
2.1.4 SERVICIOS DE LOCALIZACIÓN	69
2.1.5 DE LOS SISTEMAS PROPUESTOS PARA LA ORIENTACIÓN DE PERSONAS	71
CAPÍTULO 3	76
3.1 METODOLOGÍA	76
3.1.1 ETAPA 1: LEVANTAMIENTO Y ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS	76
3.1.1.1 OBJETIVO GENERAL DEL SISTEMA	76
3.1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL SISTEMA	76
3.1.1.3 RECOLECCIÓN Y DEPURACIÓN DE LOS DATOS	77
3.1.1.4 DEFINICIÓN DEL ENTORNO GEOGRÁFICO DEL SISTEMA	78
3.1.1.5 ALCANCES DEL SISTEMA	78
3.1.1.6 LIMITACIONES DEL SISTEMA	79
3.1.1.7 IDENTIFICACIÓN PARA LO CUAL NO ESTÁ FACULTADO EL SISTEMA.	80
3.1.1.8 DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LOS REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA	81
3.1.1.9 DESCRIPCIÓN DE PROCESOS A PLANTEAR COMO SOLUCIÓN DEL PROBLEMA	81
3.1.1.10 IDENTIFICACIÓN DE LOS MÓDULOS DEL SISTEMA	82
3.1.1.11 MÓDULO DE USUARIOS Y DEFINICIÓN DE USUARIOS	83
3.1.1.12 MÓDULO DE SEGURIDAD	83
3.1.1.13 MÓDULO DE CONSULTA	84
3.1.1.14 MÓDULO PROCESAMIENTO	85

3.1.1.15 MÓDULO DE RESPUESTA	85
3.1.2 ETAPA 2: DISEÑO DEL SISTEMA	86
3.1.2.1 MODELO CONCEPTUAL DEL SISTEMA	87
3.1.2.2 OPERATIVIDAD, DIAGRAMA DE FLUJO DEL SISTEMA	88
3.1.2.3 ELEMENTOS DEL SISTEMA	89
3.1.2.4 MODELO LÓGICO DEL SISTEMA	90
3.1.2.5 MODELO DE LA BASE DE DATOS	92
3.1.2.6 ESTRUCTURA DE LA BASE DE DATOS.	93
3.1.2.7 MODELO CARTOGRÁFICO	94
3.1.2.8 MODELO FÍSICO	96
3.1.3 ETAPA 3: IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA	111
3.1.4 ETAPA 4: PRUEBAS	115
 CAPÍTULO 4	 117
4.1 RESULTADOS	117
4.2 DISCUSIÓN	120
 CAPÍTULO 5	 124
5.1 CONCLUSIONES	124
5.2 RECOMENDACIONES	125
 ANEXO A. CÓDIGO PÁGINA INICIO GEOPORTAL WEB	 127
 ANEXO B. CÓDIGO PHP, ALGORITMO DE RUTEO DILJKSTRA	 147
 ANEXO C. CÓDIGO PHP, SUPERBUSCADOR	 155

ANEXO D. CÓDIGO PHP, CÁLCULO CENTROIDE	157
ANEXO E. CÓDIGO PHP, AUTOCOMPLETAR BÚSQUEDAS	158
ANEXO F. CÓDIGO PHP, CONSULTA CLICK	159
ANEXO G. CÓDIGO DE DESARROLLO DE APP MÓVIL HIBRIDA	160
ANEXO H. ENCUESTA DE SATISFACCIÓN	178
ANEXO I. METADATOS	183
BIBLIOGRAFÍA	224

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Ejemplos: consultas alfa numéricas en el sistema UVManos	84
Tabla 2 Información que contiene la ventana flotante en la cartografía	85
Tabla 3 Tipos de Entidades y la manera como se representan cartográficamente	95
Tabla 4 Tipos de entidades generales encontradas en levantamiento de campo.	97
Tabla 5 Entidades creadas en formato Shapefile	98
Tabla 6 Atributos relacionados por entidad	100
Tabla 7 Características de servidor físico	108
Tabla 8 Características asociadas a la red de conexión	110
Tabla 9 Tabla de chequeo de los procesos llevados a cabo para el desarrollo del sistema UVManos.....	116
Tabla 10 Estado de los requerimientos iniciales	118

LISTA DE FIGURAS

Fig. 1 Interfaz de gráfica de la app móvil para iOS	26
Fig. 2 Sitios de Parqueo.....	27
Fig. 3 Rutas para bicicletas.....	27
Fig. 4 Mapa de Árboles.....	27
Fig. 5 Camino seguros nocturnos	27
Fig. 6 Fotografía aérea 2008	27
Fig. 7 Mapa general del campus.....	27
Fig. 8 Rutas de acceso caminando	28
Fig. 9 Fotografía aérea 1947	28
Fig. 10 Módulo de Navegación	28
Fig. 11 Menú principal de la aplicación University Oregon (Versión más actual)...	28
Fig. 12 Captura de pantalla del sistema (SCASUC).....	30
Fig. 13 Esquema relacional de tablas de la base de datos implementada por Kbar et al. (2012)	30
Fig. 14 Página de Inicio del GIS aplicado a la Universidad Rey Saud.....	31
Fig. 15 Muestra del “About” o “acerca de” del sistema	31
Fig. 16 Menú de ayuda en dónde se explican cada una de las funcionalidades del sistema.....	32
Fig. 17 Compatibilidad del Software Microsoft Silverlight, tomado de la página Microsfot Support (2016)	33
Fig. 18 Portal web del sistema UJI Smart Campus	36
Fig. 19 Listado de edificios	36

Fig. 20 Consulta por nombre de instalaciones, UJI Smart Campus	36
Fig. 21 Consulta por departamento, UJI Smart Campus	36
Fig. 22 Consulta por nombre o apellido, UJI Smart Campus.....	36
Fig. 23 Consulta por código de espacio, UJI Smart Campus	36
Fig. 24 Consulta por código de persona, UJI Smart Campus.....	37
Fig. 25 Gestor de capas, UJI Smart Campus.....	37
Fig. 26 Leyenda, UJI Smart Campus	37
Fig. 27 Ventana flotante informativa, UJI Smart Campus.....	38
Fig. 28 Ejemplo de ruta en el sistema UJI Smart Campus	38
Fig. 29 Edificio modelado, Universitat Jaume I	39
Fig. 30 Edificio real, Universitat Jaume I	39
Fig. 31 Escenario principal del visualizador 3D de la Universidad Jaume I	40
Fig. 32 Menú principal Universitat Jaume I, Aplicación Android	41
Fig. 33 Estacionamiento de bicicletas en el campus y alrededores.....	41
Fig. 34 Paradas de autobuses	41
Fig. 35 Navegación en realidad aumentada Smart UJI AR	42
Fig. 36 Superposición de íconos, Smart UJI AR	42
Fig. 37 Tipos de búsquedas que se pueden realizar en el "University of Maryland Campus Enterprise GIS".....	42
Fig. 38 Gestor de capas del "University of Maryland Campus Enterprise GIS"	43
Fig. 39 Herramienta "Directions" del "University of Maryland Campus Enterprise GIS"	44
Fig. 40 Información adicional que guarda el geoportal de la Universidad de Maryland.....	45
Fig. 41 Página principal del "Stanford Campus Map"	46

Fig. 42 Gestor de Capas “Stanford Campus Map”	46
Fig. 43 Módulo de Rutas o Navegación “Stanford Campus Map”	46
Fig. 44 Leyenda del "Stanford Campus Map"	47
Fig. 45 Representación espacial de la Universidad Javeriana Sede Bogotá.....	48
Fig. 46 Representación espacial Universidad del Valle Sede Cali Ciudad Universitaria Meléndez	48
Fig. 47 Representación cartográfica Universidad Nacional de Colombia sede Medellín.....	49
Fig. 48 Mapa dinámico de la Universidad Nacional sede Bogotá.....	50
Fig. 49 Sistema UVícate de la Universidad del Valle	50
Fig. 50 Herramienta interactiva de la Universidad ICESI	51
Fig. 51 Sistema SigCampus, Universidad de los Andes	52
Fig. 52 Señales guía en mal estado.....	55
Fig. 53 Señales informativas alteradas	55
Fig. 54 Cifra sobre percepción de los usuarios sobre la amplitud de la Ciudad Universitaria Meléndez	55
Fig. 55 Respuestas de los usuarios sobre si alguna vez necesito ayuda para encontrar un sitio en la Ciudad Universitaria Meléndez	56
Fig. 56 Funcionalidades que permiten realizar los diferentes tipos de SIG	64
Fig. 57 Evolución de la web 1.0 a web 2.0 donde los usuarios interactúan con los servicios o aplicaciones	67
Fig. 58 Arquitectura de un Geoportal	68
Fig. 59 Campus Universitario de la Universidad del Valle, sede Meléndez	78
Fig. 60 Módulos del Sistema UVManos	83
Fig. 61 Modelo conceptual del sistema UVManos	88
Fig. 62 Diagrama de flujo del sistema.....	88

Fig. 63 Modelo lógico de acceso al sistema.....	91
Fig. 64 Modelo Lógico General del Sistema UVManos	92
Fig. 65 Modelo de la base de datos del sistema UVManos.....	94
Fig. 66 Ejemplo de toma de datos fotográficos y video gráficos.....	98
Fig. 67 Errores de Topología de Líneas Evaluado	101
Fig. 68 Limites Abiertos	102
Fig. 69 Superposición de Polígonos	102
Fig. 70 Características de la aplicación “shp2pgsql” de PostGIS ejecutada sobre consola CMD	103
Fig. 71 Implementación de la base de datos del sistema "Univalle en sus Manos - UVManos" en PostgreSQL.....	103
Fig. 72 Código para la llamada del Servicio WMS de GeoServer	104
Fig. 73 Conectividad de la Escuela de Ingeniería Civil y Geomática a Internet ...	109
Fig. 74 Esquema de la estructuración de los llamados por parte del índice o sitio web del geoportal	113
Fig. 75 Diagrama representativo de la implementación del sistema WEB UVManos	114
Fig. 76 Diagrama representativo del desarrollo móvil del sistema UVManos	115
Fig. 77 Interfaz general sistema UVManos en portal web	117
Fig. 78 Interfaz general sistema UVManos en versión móvil.....	118

Introducción

Uno de los principales problemas que enfrentan las personas cuando llegan a un lugar o un espacio amplio, es identificar la ubicación exacta del sitio de interés que buscan; este problema es más complejo cuando se visita un sitio por primera vez, desencadenando pérdida de tiempo, desgaste físico, mayores costos y/o posiblemente pérdida de oportunidades importantes. Esta situación no es ajena en la Universidad del Valle y ha sido de gran impacto para la Ciudad Universitaria Meléndez, la cual está localizada en la ciudad de Santiago de Cali – Colombia, cuenta con un área de 1, 000,000 m², alberga infraestructura para 208 aulas de clase, 35 salas de cómputo, 27 auditorios y 120 laboratorios, además de espacios deportivos, recreacionales y administrativos los cuales se interconectan con senderos peatonales y vías que en su totalidad representan 18,56 Km de recorrido interno. Esta compleja infraestructura y diversidad de espacios hace que los usuarios que la visitan, entre ellos estudiantes, profesores, empleados y visitantes externos se extravíen dentro de la Ciudad Universitaria Meléndez intentando buscar un sitio que para ellos en un inicio puede ser desconocido.

Teniendo en cuenta esta problemática, en el presente trabajo se desarrolló una metodología que tiene como base la teoría general de sistemas, con el propósito de concebir un sistema de información geográfica que permite orientar personas dentro de la Ciudad Universitaria Meléndez, aprovechando las funcionalidades de dispositivos móviles (Smartphone, Tablet, entre otros), siendo la principal ventaja de estos, el poder brindar al usuario la posibilidad de consultar información en cualquier momento y lugar.

Este sistema de información geográfica se enmarca dentro del proyecto llamado “Univalle en sus Manos – UVManos” con el cual se busca responder a las preguntas más comunes de los usuarios, que son: ¿En dónde queda...? Y ¿Cómo llegó a...?. Para ello fue necesario contar con una base de datos geográfica que relacionara los espacios, la infraestructura física y el personal de planta que labora en la Ciudad Universitaria Meléndez. Igualmente el desarrollo técnico es llevado a cabo para la puesta en marcha de un portal Web y de una App Móvil. Con estos productos se pretendió brindar información al público en general para reducir esta problemática, o en el mejor de los casos ponerle fin.

En este informe se encuentra toda la información de manera detallada acerca del proceso de elaboración del sistema, empezando por la conceptualización del planteamiento del problema a abordar, algunos antecedentes de cómo se ha dado solución a otros problemas y una justificación que sustenta el desarrollo del proceso metodológico, al igual que sus objetivos. Posteriormente en el Capítulo 2 se presenta una revisión de la literatura que expone la evolución de los SIG en

materia de software, hardware y las soluciones a este tipo de problemas de ubicación en sitios cerrados respecto de otras latitudes. Seguido del Capítulo 3 en el cual se encontrará la metodología propuesta. En el Capítulo 4 los resultados obtenidos y la discusión. Por último en el Capítulo 5 las conclusiones del trabajo y recomendaciones para trabajos futuros.

Capítulo 1

1.1 CONTEXTUALIZACIÓN DEL PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Universidad del Valle es la institución de educación superior más importante del suroccidente colombiano; a lo largo de su trayectoria ha enfrentado un sin número de procesos de crecimiento que han dado como resultado la infraestructura académica que se conoce hoy en día. La ciudad Universitaria Meléndez está ubicada en la ciudad de Santiago de Cali y es uno de los espacios más concurridos de este municipio Universidad del Valle(2005). Lo anterior se evidenció y sustentó con base a una cronología histórica de cambio físico y de diversidad académica universitaria, cambios y avances que se han venido desarrollando desde el año 1945, año en el que se fundó la Universidad Industrial del Valle.

En un breve recuento histórico, las primeras escuelas y facultades que dieron origen a la Universidad Industrial del Valle fueron: la Facultad de Ingeniería, la Escuela de Comercio Superior y Administración de Negocios, la Escuela de Enfermería y la Facultad de Agronomía. Cuatro años más tarde en 1949 se sumó la Facultad de Química Industrial, de Ingeniería Eléctrica y de Arquitectura. Posteriormente en 1950 se fundó la Facultad de Medicina y por último en 1954 se cambia el nombre institucional al nombre actual, Universidad del Valle.

La expansión académica ha sido uno de los objetivos de la Universidad del Valle, por consiguiente en el año 1962 se creó la oficina de planeación universitaria que tiene como objetivo diseñar la planeación general de la Universidad, elaborar planes para la construcción de nuevas sedes con el fin de ampliar las coberturas. De este modo en 1971 se tenía en un 60% la construcción del campus universitario, el cual se desarrolló en un predio de 1,000,000 m² donado por los hermanos Garcés Giraldo, que a la fecha es el Ciudad Universitaria Meléndez, donde se trasladó toda la oferta académica que funcionó en la sede Santa Librada (hoy en día Colegio Santa Librada) y sede San Fernando, donde solo quedaron la Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud Universidad del Valle(2005).

Esta extensión de área tan grande de la Ciudad Universitaria Meléndez, donde hay cabida para 208 aulas de clase, 35 salas de computo, 27 auditorios, 120 laboratorios, entre otros espacios destinados para las actividades académicas, deportivas, recreacionales como también administrativas, puede entenderse desde una mirada operativa como un problema para los usuarios (estudiantes, profesores, funcionarios y público externo) que diariamente están en contacto directo con la Universidad. Problema que radica principalmente en el

desconocimiento de la planta física al igual que los servicios que se ofrecen al interior de ésta; por consiguiente el efecto percibido es la dificultad para llegar a un destino o dar con su inmediata ubicación a causa de la falta de información disponible a lo cual se suma la falta de señalización dentro del campus. Según *Bonells et al. (2012)* en un estudio sobre movilidad en espacios internos y externos afirma que en promedio una persona que busca un destino dentro de un espacio interno como una Universidad invierte 33% más de tiempo.

Por otra parte, si se tiene en cuenta las cifras de la Oficina de Planeación y Desarrollo Institucional *OPDI (2013)* las cuales evidencian que el periodo comprendido entre 1993 y 2008 esta Ciudad Universitaria pasó de 15,147 a 30,320 estudiantes, descendiendo a una cifra de 25,473 personas matriculadas en 2010. Se puede observar que un alto número de personas interactúa diariamente con la Universidad del Valle a ellas se suman las personas del público externo.

Lo anterior son las razones por las cuales el proyecto “Univalle en sus Manos – UVManos” está propuesto para resolver estos problemas de localización y orientación peatonal dentro de la Ciudad Universitaria Meléndez de la Universidad del Valle para poder garantizar una correcta movilidad de los usuarios en general.

1.2 ANTECEDENTES

El objetivo de esta sección es presentar la definición y evolución de algunos conceptos enfocados en el marco de las ciudades universitarias, igualmente la manera como se abordan diferentes problemáticas o situaciones dentro de los campus universitarios. Teniendo en cuenta como eje fundamental, la implementación de sistemas, así como también la aplicabilidad de los diferentes avances tecnológicos en materia de sistemas de orientación.

En primera instancia se abarca el concepto de campus expuesto por *Kwok (2015)*, quien lo destaca como una porción de terreno en el cual se encuentran edificaciones, salones de clase, salas residenciales, centros de estudios, comedores y áreas de recreación. Por otra parte expone que plasmar de manera digital lo que se observa en el mundo real respecto de los campus universitarios es lo que se conoce como *i-campus* o campus inteligentes, estos se interpretan como un campus que tiene la capacidad de dar respuesta a todas las situaciones que se presentan en su funcionamiento diario.

Dentro de las posibilidades a las que puede responder un *i-campus*, se encuentran situaciones de seguridad, como lo expone *Chang (2012)*, donde habla acerca de la importancia de tener en los campus educativos buenas condiciones de seguridad en especial para los niños.

La metodología empleada por *Chang* (2012), consistió en el despliegue de lectores RFID en un área de interés, que para el caso objeto de estudio optó por los alrededores de escenarios como: piscina, campos de recreación, sitio de lavado y sitio de reciclaje de la *National Taitung University Laboratory Elementary School*. No obstante, la definición de estos lugares son producto de un procedimiento que utiliza un modelo de lectura virtual para estimar la potencia de retrodispersión de las señales en conjunto con la Búsqueda Tabu o *Tabu Search* (procedimiento heurístico para resolver problemas de optimización), lo cual permitió encontrar las mejores localizaciones de despliegue de los lectores RFID. La completitud del sistema se lleva a cabo adicionando un centro de control que tiene como base operativa servidores interconectados con los sensores de lectura RFID mediante una red de área local. Este centro de control en últimas es el encargado de recibir y procesar la información proveniente de las etiquetas de radio frecuencia.

Es así como *Chang* (2012), utiliza la tecnología de identificación por radio frecuencia (RFID), para brindar a profesores y padres de familia un sistema que monitorea las actividades de los estudiantes o situaciones que se presentan en la escuela. A través de este sistema obtienen información de controles de entrada y salida, monitoreo de condiciones médicas, monitoreo de riesgos o amenazas de estudiantes y el monitoreo del buen uso de todos los servicios ofrecidos por la escuela como lo son servicios de préstamo de libros entre otros.

Por otra parte *Benedito-bordonau et al.* (2013), resalta la idea de que los campus universitarios son como mini ciudades debido a factores como los servicios que aporta, la infraestructura en conjunto con sus redes de comunicación y transporte. Estas características particulares en su efecto plantean la hipótesis de que las ciudades y las ciudadelas universitarias comparten problemáticas. Entre ellas lo expuesto por *Perez et al.* (2015), dónde destacan la problemática de la heterogeneidad en las bases de datos, que dicho en otras palabras es cuando cada dependencia maneja información de manera independiente lo que conlleva a que se restrinja la información o su acceso se encuentre limitado. Por estas razones *Perez et al.* (2015), hace énfasis en la importancia de tener un solo sitio de consulta de datos abierto al público de manera general.

Respecto a considerar las ciudades universitarias como mini ciudades, es correcto afirmar que en ellas se pueden presentar situaciones de riesgo o emergencia. Basado en esta idea *Jiyeong* (2007), discute acerca de los diferentes riesgos o peligros que se pueden presentar de manera general en cualquier sitio, sin embargo en su investigación enmarca estos riesgos en el contexto de los campus universitarios. Riesgos como por ejemplo: ataques terroristas, incendios, terremotos, desastres naturales, entre otros, lo cual según *Jiyeong* (2007), es un tema que abre otra puerta para las *GIScience* (término que hace referencia a todas las tecnologías y procedimientos que se utilizan en la implementación de sistemas de información geográfica) en la gestión de desastres.

Bajo esas probabilidades de riesgo en las ciudades universitarias, *Jiyeong* (2007) elaboró un modelo de datos de navegación tridimensional que relaciona el interior de un edificio con el ambiente externo. Este modelo fue aplicado en el edificio *McEniry* de la *University of North Carolina at Charlotte* para representar los accesos peatonales.

Jiyeong (2007) en su aplicación utiliza un Modelo de Datos de Red Geométrica para extraer y representar la conectividad y relación espacial de la estructura interna del edificio. Este es un modelo de datos topológico que representa la conectividad entre objetos discretos y las propiedades geométricas de objetos en tres dimensiones (por ejemplo la ubicación en el espacio 3D, la distancia entre dos habitaciones, y la longitud de un pasillo). Basado en este modelo, el autor planteó otro modelo de datos de navegación tridimensional que relaciona el interior de un edificio con el ambiente externo. En este nuevo planteamiento los espacios son representados por medio de nodos, en otras palabras una habitación es un nodo, al igual que una escalera también lo es, los bordes de la estructura se toman para la representación de caminos que describen los movimientos peatonales entre los nodos, así el modelo se usó para simular situaciones de operaciones de emergencia en la infraestructura.

Con base en la misma forma de las temáticas que se abordan, se puede decir que el compendio de servicios que se ofrecen al interior de los campus universitarios son mejorados mediante la implementación de sistemas, como lo explican *Wang and Jia* (2012), al exponer como ejemplo los sistemas implementados de tarjetas inteligentes que ayudan al mejoramiento de la gestión de las actividades internas de una institución universitaria, como es el caso de los diferentes servicios que estas ofrecen: biblioteca, servicio médico, alimentación, alojamiento, finanzas, etc.

La oferta de servicios está ligada al buen funcionamiento de la infraestructura en general. Esto significa que las redes de servicios o equipos (redes de acueducto y alcantarillado, redes eléctricas, redes de telefonía, internet, entre otras redes o en su efecto maquinaria o equipos) que complementan las edificaciones también deben de estar en óptimas condiciones. Por ende, es necesario realizar labores de inspección operativa y de mantenimiento, sin embargo esta operatividad puede ser sencilla o dispendiosa, sencilla cuando el área a inspeccionar es pequeña, dispendiosa cuando se trata de planificar este tipo de operaciones en una infraestructura muy grande.

Basados en esta idea *Koch et al.* (2014), expone de manera general los problemas que se tienen en la etapa de gestión de instalaciones de operación y mantenimiento en las edificaciones. Entre estos problemas se encuentran la falta de información digitalizada, debido que los documentos análogos son difíciles de entender además que este tipo de información la mayor parte del tiempo se encuentra dispersa. Esto conlleva a que se torne difícil la localización de los objetivos a inspeccionar, lo que se traduce en pérdidas de tiempo y costo.

Identificada la problemática *Koch et al. (2014)*, presentaron un sistema que se encarga de guiar al personal de mantenimiento al interior de las edificaciones con base a marcadores naturales a través de un escenario de realidad aumentada aplicado a dispositivos móviles. Estos marcadores naturales llevan ese nombre debido que es posible encontrarlos en el interior de las edificaciones en la mayoría de los casos, ejemplo de estos marcadores son: las señalizaciones de salida o “exit”, señales de posición de extintores, precaución, salidas de emergencia, entre otras. Este tipo de marcadores según el autor son tratados como marcadores de imagen, debido a que estas señales poseen una forma rectangular con un límite fuerte y un contenido visual interno distintivo.

El sistema implementado por *Koch et al. (2014)*, posee en su marco metodológico la implementación de una orden de trabajo digital (DWO, por sus siglas en inglés), la cual es basada en *Building Information Modeling* y lo que se denomina fase de gestión de instalaciones (FM). *Building Information Modeling* es un método que se utiliza para generación y gestión de las características físicas y funcionales de las edificaciones o instalaciones. Mientras tanto (FM) posee instrucciones para la realización del mantenimiento en las diferentes instalaciones, ejemplo de ello son programas de mantenimiento y manuales.

En efecto una orden de trabajo digital (DWO) contiene la siguiente información según *Koch et al. (2014)*:

- Localización o ubicación del punto de inicio dónde se encuentra el operador de mantenimiento, al mismo tiempo la localización del componente al cual se le realizará el mantenimiento y las marcas naturales a lo largo de la ruta de navegación.
- Información sobre la navegación a manera de instrucciones para realidad aumentada, la cual se compone de flechas, distancias, modelos virtuales, mapas, entre otros.
- Información de mantenimiento tales como guías o manuales.

Por otra parte *Koch et al. (2014)*, previamente realiza el reconocimiento y la predefinición de los marcadores naturales para el sistema. Después del reconocimiento es posible estimar la posición del operador con base a la distancia entre el marcador y el operador, así como la orientación acorde al campo de visión de la cámara.

De esta manera cada marcador natural guarda información de navegación que se representa de manera instructiva a través de visualizaciones en vivo en la función de la cámara de los dispositivos móviles. Estas visualizaciones además se complementan con mapas 2D y 3D, dónde se incluyen distancia a objetos, flechas de dirección, entre otros ítems *Koch et al. (2014)*.

Este sistema propuesto por *Koch et al.* (2014), se implementó a modo de prueba en la Universidad Ruhr de Bochum de Alemania, así, demostraron la viabilidad y el potencial del marco propuesto con base a todas las pruebas realizadas por los autores al sistema. Pruebas que consistían en la evaluación del rendimiento, la variación de tipos de marcadores respecto de su tamaño y forma, al igual que pruebas con diferentes resoluciones de cámaras y condiciones de iluminación, entre otras.

Lee and Akin (2011), afirman que se ha avanzado en la introducción de sistemas de software que ayudan a la labor de operación y mantenimiento. Este tipo de sistemas permiten tener la ubicación exacta de los objetivos a inspeccionar o reparar, evitando de esta manera las pérdidas de tiempo y los fallos administrativos.

Según *Yunchen and Shanshan* (2010) este tipo de sistemas relacionados con lo espacial de algún modo ayudan a la mejora o el aprovechamiento adecuado de los recursos limitados y al apoyo de la gestión diaria universitaria, provisionando una base fiable para el desarrollo, la toma de decisiones y la gestión científica, al ofrecer servicios de consulta, navegación, análisis espaciales entre otros.

Por su parte *Low and Lee* (2014) expresan la necesidad de los usuarios poder ubicarse dentro de los campus universitarios, al mostrar el desarrollo de su aplicación llamada SunMap+. Esta aplicación para dispositivos móviles se muestra como parte de la evolución en el área de los sistemas de navegación, debido a que su desarrollo toma alternativas de bajo costo, realidad aumenta y al mismo tiempo el aprovechamiento de todos los sensores y funcionalidades que poseen los teléfonos y dispositivos móviles.

Para el desarrollo de SunMap+ *Low and Lee* (2014) utilizaron técnicas de reconocimiento de imagen realizadas mediante el SDK Vuforia, de esta manera se identifican lugares dentro del campus lo que posibilita determinación de la posición del usuario, incluso en espacios confinados. Sin embargo con la posibilidad de que esta opción no funcione correctamente debido a que no se tienen registros previos de imágenes, *Low and Lee* (2014) alternativamente implementan un sistema PDR el cual cumple la función de rastrear los pasos que realiza el usuario, lo que hace posible determinar la cantidad de pasos que el usuario realiza, así como también la distancia recorrida y la dirección del usuario.

Bajo esa misma temática *Nagaosa and Hozumi* (2013) mencionan que en el mercado existen propuestas de navegación en general para peatones, como las desarrolladas por Google, Navitime y Yahoo! Sin embargo muestra otra posibilidad de desarrollo, como es la localización entre personas en tiempo real a través de dispositivos móviles y lo enmarca dentro del contexto de los campus universitarios.

El sistema propuesto por *Nagaosa and Hozumi* (2013) plantea encontrar una persona, sin la necesidad de usar un mapa convencional como guía. En ese sentido el sistema solo indica la dirección hacia dónde se encuentra el objetivo y la distancia, los cuales se representan mediante una flecha a través de la visualización en vivo de la cámara del dispositivo móvil, por lo tanto el recorrido de navegación lo define el usuario de manera intuitiva. Para la elaboración de lo anterior, previamente el aplicativo toma las posiciones GPS de los usuarios y las reporta en un servidor de posicionamiento.

No obstante también se han presentado propuestas para solucionar los problemas de navegación y localización de personas en condición de ceguera, prueba de ello, es el estudio propuesto por *AlAbri et al.* (2014). En este estudio desarrollaron un sistema que permite a estudiantes con ceguera navegar hacia y desde las aulas de clase, el cual funciona mediante un aplicativo móvil que recibe instrucciones de comandos de voz. El sistema se complementa además con un bastón inteligente que se conecta con el dispositivo móvil a través de tecnología bluetooth, esta herramienta ayuda a que el usuario esquivе los obstáculos en el camino así como alertarlo si se desvía de éste. Finalmente el aplicativo posee una configuración de emergencia de tal manera que si el usuario se encuentra en situación de riesgo o extraviado puede usar el comando de voz “help” y automáticamente el aplicativo comparte la ubicación del usuario a través de un mensaje de texto a otro teléfono móvil de confianza establecido por el usuario.

El sistema implementado por *AlAbri et al.* (2014) llamado “NavEye”, se desarrolló sobre la plataforma Android, dónde trabajaron con la librería Java OpenStreetMap Editor (JOSM) la cual se utilizó para la edición de rutas de navegación. Mientras tanto, para la identificación de los comandos de voz se utilizan los servidores de Google, debido que Android cuenta con esta configuración en sus dispositivos.

Por su parte *Hammadi et al.* (2012) exponen una metodología para la navegación interna que puede ser implementada en diferentes escenarios como: campus universitarios, centros comerciales, aeropuertos, museos, entre otros escenarios de gran amplitud dónde obtener información de ubicación es una tarea compleja. Esta metodología de sistemas de información tiene en cuenta la tecnología de Comunicación de Campo Cercano (*NFC, Near Field Communication*, por sus siglas en inglés) y el escaneo de información por medio de códigos de respuesta rápida (*QR, Quick Response por sus siglas en inglés*). Ambos métodos son utilizados para dos propósitos: almacenar un registro de enlace URL y almacenar coordenadas de localización en diferentes etiquetas NFC o QR para cada información.

En el proceso *Hammadi et al.* (2012) utilizan el software Sketch Up de Google para realizar mapas en 2D y 3D, así como Quantum GIS (QGIS) para la adición de atributos y para el diseño de rutas. Por otra parte el sistema gestor de bases de datos PostgreSQL con su extensión PostGIS es usado para almacenar la

información y edición de la misma, de esta manera el sistema cuenta con una base de datos que alimenta a MapServer para la visualización de mapas en línea.

Con todo lo anterior desarrollado por *Hammadi et al.* (2012), el esquema funcional del sistema es el siguiente: el usuario al iniciar la aplicación puede utilizar dos módulos, utilizar el sensor NFC del dispositivo móvil o escanear un código QR a través de la cámara del móvil. Al usar cualquiera de estas formas operativas el dispositivo se enlaza por medio de una URL con el servidor de mapas, de esta manera el usuario descarga información de mapas del edificio de interés. Una vez realizada esta tarea, el usuario escanea un código QR o etiqueta NFC de localización, la cual tiene precargadas las coordenadas del sitio, ubicando al usuario en el mapa. Finalmente el usuario realiza una búsqueda en el módulo de búsqueda para luego trazar una ruta de acceso hacia su objetivo.

En ese mismo sentido *Ozdenizci et al.* (2011) también expone una metodología para la navegación interna en donde se tienen en cuenta la tecnología NFC (Near Field Communication), sin embargo contrario a lo que expone *Hammadi et al.* (2012), afirma que la metodología basada en NFC se encuentra limitada en estos momentos debido a que los dispositivos móviles de gama media y baja en la mayoría de los casos no poseen sensores NFC en comparación con equipos de gama alta, mientras que es probable encontrar cualquier dispositivo tipo Smartphone con una cámara digital integrada y que por tanto hace del código QR un método más genérico.

En la actualidad muchos de estos servicios se realizan a través de la computación en nube como lo explican *Hirsch and Ng* (2011), exponiendo que “*la plataforma en nube tiene propiedades de elasticidad y agrupación de recursos. La elasticidad significa que los recursos pueden ser rápidos y a menudo escalado de forma automática, horizontal o verticalmente. Agrupación de recursos significa que una infraestructura de nube puede ejecutar varios servicios (independientes)*”. Lo anterior permite a futuro plantear un modelo de *i-campus* con diversos pilares esenciales como: *iLearning*: apoya a los alumnos y profesores a adquirir conocimiento, *iSocial*: se centra en redes sociales dentro del contexto educativo, *iManagment*: abarca aspectos físicos del campus, *iGreen*: abarca temas de energías inteligentes, políticas verdes y sostenibilidad, *iGovernance*: se encarga de aspectos organizativos de la institución, *iHealth*: proporciona asistencia sanitaria, salud y monitorización remota de epidemias.

Este concepto de campus integral inteligente (*i-campus*) no es nuevo según *Ng et al.* (2010), es un concepto que se exploró en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (Massachusetts Institute of Technology, MIT) en el marco del programa MIT-Microsoft Alliance. Sin embargo *Ng et al.* (2010) plantea que hasta el momento muchos han estudiado la idea y que se ha cubierto a forma investigativa y experimental pero de una manera parcial del concepto y que pocos han llevado el concepto a un nivel holístico de campus inteligente, en esa medida

su propósito fue presentar la "investigación" y "desarrollo" de *elementos del concepto integral* con el fin de crear un campus inteligente de clase mundial (*iCampus*).

En efecto la idea de *iCampus* propuesta por *Ng et al.* (2010), se abarca de manera conceptual, tanto así que expone que este tipo de idea se debe de empezar a planificar y tener en cuenta mucho antes de la construcción de las edificaciones, con el objeto de evitar que se restrinja la capacidad del concepto como tal y que por el contrario permita realizar interacciones mutuas entre la solución del concepto y el diseño del campus.

Ng et al. (2010) al igual que *Hirsch and Ng* (2011) también plantea que el concepto de *iCampus* es completamente multidisciplinario pues abarca temas relacionados como la informática, la medicina, la ingeniería, las redes sociales, entre otras disciplinas que en conjunto ayudan a reducir los costos operativos, impulsar el aprendizaje, extender su oferta educativa quitando limitaciones de frontera, así como aumentar la productividad entre otros factores como la atracción de nuevos estudiantes.

En esta sección inicial de antecedentes se observa que muchos son los tipos de sistemas y servicios que se pueden ofrecer a nivel universitario mediante herramientas informáticas. Lo anterior como consecuencia del desarrollo de la Internet y el desarrollo tecnológico en general. Ejemplo de ello han sido el desarrollo de los dispositivos móviles que sin duda alguna llegaron para mejorar la gran cantidad de servicios, incluidos los servicios de localización. Sin embargo estos últimos necesitan de buenas plataformas operativas para que las personas puedan obtener un buen servicio.

Respecto de esta clase de servicios es necesario que estos sean ininterrumpidos, que funcionen en varios escenarios de manera que se pueda determinar la posición de las personas en todo momento y que finalmente permitan responder a tres preguntas: ¿Dónde estoy?, ¿Dónde está mi destino? y ¿Cómo llego?

A continuación se expondrán una serie de antecedentes reales que se han ejecutado en otras latitudes en materia de geoportales, sistemas para la localización y gestión universitaria.

1.2.1 Aplicaciones de los sistemas de información en otras universidades del mundo

En esta sección se detalla en profundidad aplicaciones realizadas en otras universidades para el mejoramiento de la navegación y orientación en el interior de sus zonas universitarias, así como también se expone los tipos de recursos informáticos y tecnologías empleadas en materia de manejo de información

geográfica. Por consiguiente, se divide los antecedentes en internacionales y nacionales.

El primer caso internacional a exponer es el de la Universidad de Oregon, esta universidad colocó a disposición una aplicación para dispositivos móviles en plataformas iOS en la cual ofrecieron a sus usuarios, la posibilidad de obtener todo tipo de información respecto de la universidad.

Este aplicativo móvil es desarrollado por el departamento de geografía de la Universidad de Oregon y su laboratorio de infografía llamado “*InfoGraphics Lab*” en conjunto con el apoyo de la Oficina de Comunicaciones de la Universidad. “*InfoGraphics Lab*”, es un equipo multidisciplinario con conocimientos en sistemas de información geográfica y en la utilización de APIs de mapeo web de Esri. En este equipo hacen parte estudiantes graduados en desarrollo web, licenciados en cartografía y personal de planta de la facultad.

Gracias a su experiencia en el manejo de herramientas de Esri, para el desarrollo de este aplicativo el equipo de trabajo utilizó la API de ArcGIS enfocada en iOS, además que buscaban desarrollar una app que permitiera tener superposiciones vectoriales de alta resolución como imágenes en mosaico de la universidad utilizando la memoria caché de los teléfonos inteligentes.

Ken Kato director del proyecto, expuso a través de *Arc News* (2010) que uno de los aspectos importantes a tener en cuenta fue la simplicidad de una interfaz que permitiera realizar búsquedas, selecciones y mostrar los resultados, así como también mostrar las opciones de navegación y la selección de mapas personalizados. En la Fig. 1 se puede observar una de las primeras versiones llevadas a cabo por el equipo de trabajo de “*InfoGraphics Lab*”.

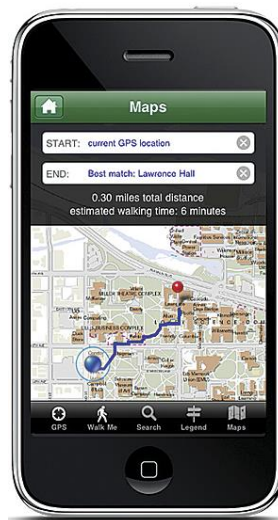


Fig. 1 Interfaz de gráfica de la app móvil para iOS

Dentro de las características de esta App móvil se destacan las siguientes funcionalidades: mostrar al usuario su posición basada en GPS, un mapa para la gestión del tránsito y parqueo de vehículos (Fig. 2), mapa de rutas de bicicletas (Fig. 3), mapa arbóreo del campus (Fig. 4), mapa de senderos seguros en horas nocturnas (Fig. 5), fotografía aérea del año 2008 (Fig. 6), mapa general del campus con los nombres de los edificios y sitios de interés (Fig. 7), mapa de rutas de acceso peatonales para desplazamiento (Fig. 8), fotografía aérea de 1947 (Fig. 9) y un módulo de navegación (Fig. 10).

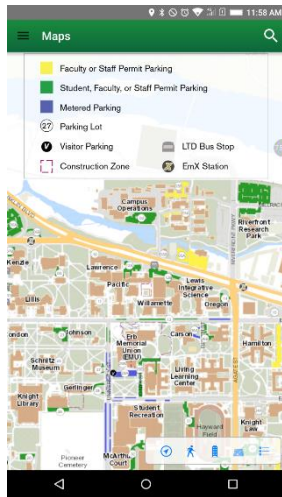


Fig. 2 Sitios de Parqueo

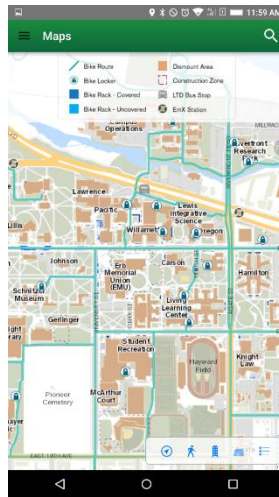


Fig. 3 Rutas para bicicletas



Fig. 4 Mapa de Árboles

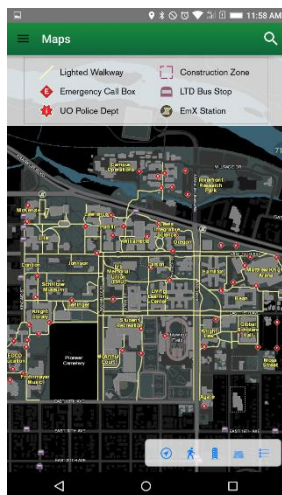


Fig. 5 Camino seguros nocturnos



Fig. 6 Fotografía aérea 2008



Fig. 7 Mapa general del campus



Fig. 8 Rutas de acceso caminando

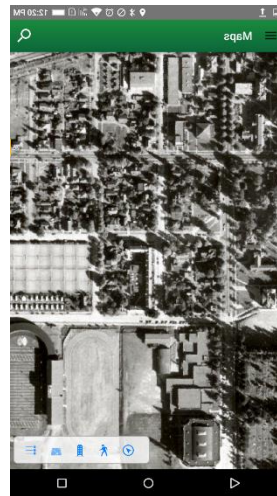


Fig. 9 Fotografía aérea 1947



Fig. 10 Módulo de Navegación

No obstante la aplicación móvil en su menú principal posee íconos que hacen referencia a otros servicios que se ofrecen a través de la misma, como lo muestra la Fig. 11, en estas opciones el usuario puede conocer noticias, encontrar salones de clases, accesos y salidas en casos de emergencia, localizar actividades en el campus, ver fotos y videos informativos entre otras alternativas.

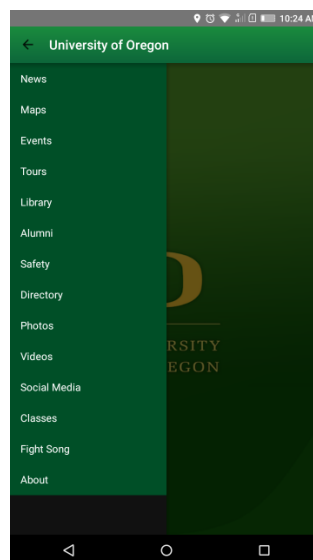


Fig. 11 Menú principal de la aplicación University Oregon (Versión más actual)

En el desarrollo de este aplicativo móvil, adicional a la API de iOS de ESRI, también utilizaron Flash (entorno de trabajo para la creación de aplicaciones),

.NET (flujo de trabajo de Microsoft de similitud funcional con Java y desarrollos PHP) y ArcGIS Server.

No obstante es de anotar que el servicio de mapas de la Universidad de Oregon también está disponible para visualizaciones en navegadores web el cuál se encuentra en el siguiente enlace <http://map.uoregon.edu/>, cabe destacar que este servicio es igual en ambas plataformas, móviles y web. Toda la anterior información referente al aplicativo de la Universidad de Oregon se encuentra en *Arc News* (2010) y en *Arc User* (2011).

Este tipo de sistema implementado por la Universidad de Oregon es un sistema muy completo sin embargo utiliza herramientas de software licenciado lo cual puede ser un impedimento según *Steiniger and Hunter (2013)*, las herramientas de software libre son mucho más dinámicas porque se puede modificar y tienen mucho más para aportar.

Por su parte en la Universidad King Saud localizada en Arabia Saudita, *Kbar et al. (2012)*, desarrollaron un sistema con el objetivo de compartir información en el interior del campus universitario basados en la localización de usuarios. Este sistema permite realizar búsquedas por palabras claves y búsquedas de acuerdo al perfil de usuario, de esta manera es sencillo para la comunidad universitaria encontrar información relevante de los departamentos, investigadores, proyectos en ejecución, herramientas, conocimientos e inclusive eventos que se están realizando dentro de la universidad.

El sistema cuenta con la posibilidad de que cada usuario pueda crear un perfil, de esta manera se optimizan los resultados al buscar perfiles similares basados en búsquedas previas realizadas. Esta manera permite establecer una red de contactos profesionales para el apoyo del trabajo diario universitario.

Smart and Context Aware Search for University Campus (SCASUC), es el nombre del sistema desarrollado por *Kbar et al. (2012)* el cual está implementado en un servidor SQL que permite a usuarios realizar consultas por medio de navegadores web en dispositivos remotos como ordenadores y teléfonos móviles a una base de datos relacional.

Los dispositivos remotos establecen comunicación con el servidor por medio de la red Wifi universitaria. En este sistema no se tiene en cuenta la localización del usuario por medio de GPS, sin embargo se reconoce la ubicación del usuario mediante la identificación IP de la red Wifi, así es posible mostrar información del sitio dónde está el usuario, como por ejemplo una descripción del lugar y sus investigadores asociados, eventos realizados o eventos próximos a realizarse en el sitio.

La Fig. 12, es una interfaz gráfica que muestra cómo se expone la información al usuario, en ella se evidencia en la zona superior izquierda los tipos de búsquedas que se pueden realizar, en la parte superior derecha, la fotografía aérea, muestra el sitio en dónde se encuentra el usuario, también se evidencian otros elementos que anteriormente se mencionaron como una lista de investigadores, una descripción general del sitio y eventos a realizar.

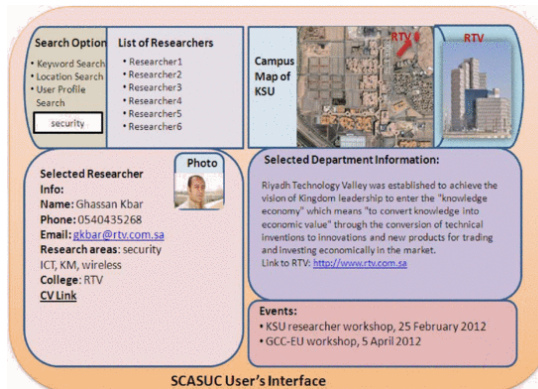


Fig. 12 Captura de pantalla del sistema (SCASUC)

La base de datos del sistema (SCASUC), consta de una serie de tablas principales que guardan información respecto de: edificios, nombre de investigadores, eventos, palabras claves de búsqueda y especialidad de los investigadores. A su vez estas tablas se asocian a otras por medio de llaves primarias, almacenando así toda la información necesaria para que el sistema funcione correctamente, en la Fig. 13 se puede observar por ejemplo que a la tabla edificios se le asocian otros parámetros como lo son: id del edificio, mapa, foto, dirección IP, localización, descripción del edificio y tamaño de imagen.

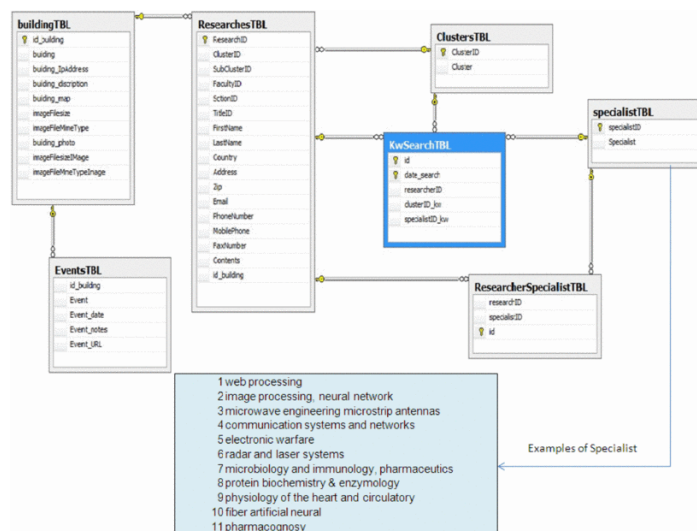


Fig. 13 Esquema relacional de tablas de la base de datos implementada por Kbar et al. (2012)

Todo el programa implementado por *Kbar et al. (2012)* se realizó con base a lenguajes de programación SQL y tecnología Wifi, no obstante se evidencia que también es usado el lenguaje de programación HTML para poder desarrollar las páginas web de consulta. Este sistema según *Kbar et al. (2012)* *“representa una solución inteligente de apoyo, flexible y barata que puede ser utilizada por estudiantes y docentes”*.

Por otra parte en el año 2011 la Universidad del Rey Saud lanzó un sistema de información geográfica para la gestión universitaria el cual se llama Campus Web GIS como se muestra en la Fig. 14 y es desarrollado conjuntamente entre la unidad de sistemas de información geográfica universitaria y la empresa Geotech Inc, como lo muestra la Fig. 15.



Fig. 14 Página de Inicio del GIS aplicado a la Universidad Rey Saud

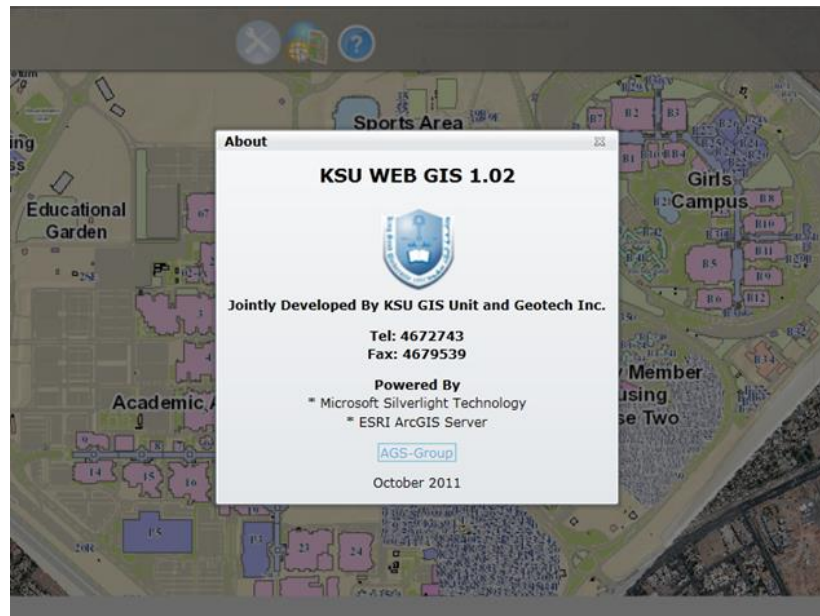


Fig. 15 Muestra del “About” o “acerca de” del sistema

Este aplicativo Web cuenta con la posibilidad de realizar búsquedas básicas, localizar un distrito, un edificio, hacer mediciones sobre la cartografía, entre otras funcionalidades, como se evidencia en la Fig. 16.

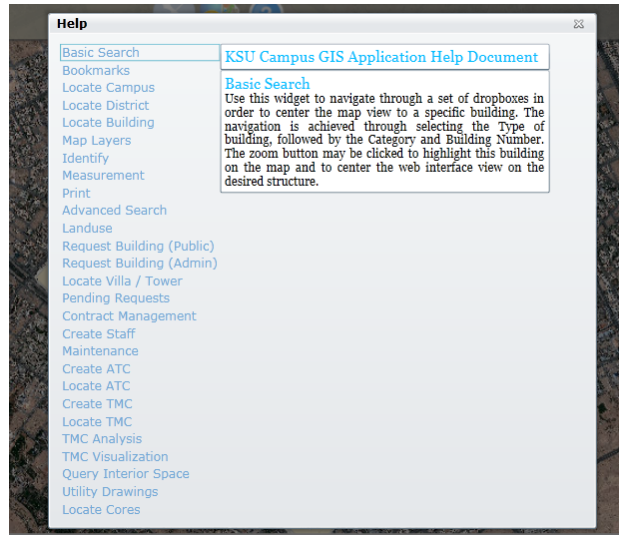


Fig. 16 Menú de ayuda en dónde se explican cada una de las funcionalidades del sistema

No todas las opciones mencionadas en la Fig. 16 están abiertas al público, el sistema cumple con restricciones de seguridad, para poder acceder a todas las funciones es necesario contar con un nombre de usuario y contraseñas institucionales.

A pesar de ello la versión de libre acceso permite realizar algunas funciones de las que se encuentran en la Fig. 14 o página inicial del sistema, estas funciones son:

Basic Search: realización de búsquedas básicas en dónde es necesario especificar el tipo de edificio, la categoría y por último el número de edificio. Todas estas opciones se escogen en el sistema por medio de listas despegables, esto brinda una gran ventaja al sistema puesto que la información se encuentra organizada y ordenada en listados.

Locate Campus: la Universidad Rey Saud posee varios campus o varias sedes, para tal efecto existe esta herramienta que permite en primera medida localizar la sede que desea ver en pantalla.

Locate District: permite ubicar los diferentes distritos dentro de la universidad, los cuales están definidos en la cartografía por medio de polígonos que encierran muchas entidades a su vez, como por ejemplo edificaciones, parques, tiendas, entre otras. Ejemplo, si en una zona están las residencias de estudiantes, alrededor de 30 edificios, entonces esta zona encerrada en un solo polígono es el distrito de residencias de estudiantes o torres de estudiantes.

Map Layers: esta función solamente permite aumentar o disminuir el contraste de tres capas las cuales son etiquetas, mapa base y mapa satelital, en otras palabras permite ocultar o visualizar estas tres capas.

Identify: es una función que permite al usuario obtener información de cualquier entidad representada sobre la cartografía base con solo dar clic encima de ella.

Mesurare: permite realizar mediciones de distancia y área sobre la cartografía base, así como también conocer las coordenadas (x, y) de un punto sobre la cartografía con base al sistema de referencia asociado.

Cualquier persona en el mundo puede tener acceso a estas cinco funcionalidades, sin embargo el sistema tiene una gran desventaja. Para poder visualizar el geoportal hace falta tener un ordenador con versiones anteriores a Windows 8 debido a que se debe tener instalado en el ordenador Microsoft Silverlight (estructura para la creación de aplicaciones web similar a Adobe flash) y en versiones posteriores a Windows 7 este software no se puede instalar.

Según Microsoft Support (2016) Microsoft Silverlight puede ejecutarse sobre las últimas versiones de navegadores web, pero sigue teniendo la misma limitante respecto del sistema operativo (Fig. 17). En otras palabras se puede tener la última versión de Google Chrome, Safari o Firefox como navegadores Web pero si no se posee una versión anterior a Windows 8 no se puede visualizar el sistema.

Compatible Operating Systems and Browsers

Operating System	Internet Explorer 9	Internet Explorer 8	Internet Explorer 7	Internet Explorer 6	Firefox 3.6+ / 4+	Safari 4+	Chrome 12+
Windows Vista	✓	✓	✓	-	✓	-	✓
Windows 7	✓	✓	-	-	✓	-	✓
Windows 7 SP1	✓*	✓	-	-	✓	-	✓
Windows Server 2008 SP2	-	-	✓	-	✓	-	✓
Windows Server 2008 R2 SP1	✓*	✓*	-	-	✓	-	✓
Windows Server 2003, Windows XP SP2, SP3	-	✓	✓	-	✓	-	✓
Macintosh OS 10.5.7+ (Intel-based)	-	-	-	-	✓	✓	-

* Supports 64-bit mode

Silverlight 4 Compatible Operating Systems and Browsers found [here](#).

Fig. 17 Compatibilidad del Software Microsoft Silverlight, tomado de la página Microsoft Support (2016)

El geoportal “*Campus Web GIS*” de la Universidad del Rey Saud se probó sobre un ordenador con Windows 7, instalando Microsoft Silverlight e Internet Explorer 9. A través de Internet Explorer 9 se accede al enlace <http://webgis.ksu.edu.sa/>, enlace dónde se aloja el aplicativo GIS.

Otro caso de implementación de sistemas de información en universidades es el de la Universidad de Jaume I de Castelló en España, dónde *Benedito-bordonau et*

al. (2013) desarrollaron el sistema UJI Smart Campus con el cual ponen a disposición toda la información referente de la universidad en un solo sitio web de consulta.

UJI Smart Campus tiene en su implementación una Geodatabase que se basa en *"Implementing the Local Government Information Model with ArcGIS 10"*, un modelo de base de datos para ArcGIS 10 que se encuentra disponible en línea en el centro de recursos de ArcGIS, *ArcGIS Resources* (2010).

Benedito-bordonau et al. (2013) adaptaron este modelo de base de datos al caso de la Universidad de Jaume I, permitiendo almacenar información espacial y alfanumérica. La información alfanumérica almacena características de los espacios como: número de espacio, nombres propios, número de piso, entre otros, mientras la información espacial es modelada para ambientes internos y externos con base a información vectorial y en formato raster. Toda la información espacial es transformada hacia un solo sistema de referencia espacial, lo que permite utilizar conjuntamente la información.

UJI Smart Campus consume otros servicios web que le permite utilizar la información que se almacena en otros servidores, un ejemplo es la información de recursos humanos universitarios, la cual se encuentra en el Directorio Institucional de la Universitat Jaume I (LDAP). Este servicio guarda información importante referente a profesores e investigadores, información tal como: email, número de despacho, número de teléfono, unidad organizacional y dirección web.

El geoportal también hace uso de un servicio que guarda información de cada departamento de la universidad, esto les permitió obtener los despachos asociados a cada departamento, el nombre, el código del departamento y la dirección web de cada departamento.

Lo más importante realizado por *Benedito-bordonau et al.* (2013) fue la creación y publicación de servicios de mapas a través de *ArcGIS Server* para visualizar cartografía exterior e interior de los edificios del campus a través de la web. Servicios que se complementan con otros tres servicios de mapas, uno destinado para el servicio de parking el cual permite observar los espacios de parqueo en todo el campus, estacionamientos para personas con discapacidad y puntos de carga y descarga de labores de mantenimiento, otro servicio que guarda información acerca de la ubicación de contenedores de residuos sólidos y de reciclaje y finalmente un servicio que guarda información de puntos de comercio, restaurantes, servicios universitarios, asesorías jurídicas, entre otros aspectos generales.

Las tecnologías utilizadas por *Benedito-bordonau et al.* (2013), aparte de la API de ESRI para iOS, se destaca el servidor de mapas con ArcGIS 10.11 como recurso principal del sistema, de esta manera no solo les permitió sacar provecho la API

para iOS sino que además sacaron provecho a la API de ArcGIS para JavaScript en todo lo referente a la visualización de mapas.

El desarrollo web respecto del cliente o sitio web público, fue llevado a cabo por *Benedito-bordonau et al.* (2013) con base a la utilización de lenguajes de programación HTML, JavaScript, PHP y CSS. JavaScript para hacer el entorno web más dinámico, PHP para poner aspectos de manera automática y suministrar información a través de URL, mientras que CSS es utilizado para desarrollar el sitio web como un entorno adaptativo que permita el ajuste a cualquier pantalla de cualquier dispositivo remoto.

Benedito-bordonau et al. (2013) afirman además que se “*optó por seguir los principios de la Transferencia de Estado Representacional (REST) utilizando java*”, así se consigue que el conjunto de servicios web sean escalables y que puedan ser reutilizados de forma intuitiva.

Por otra parte para hacer la interfaz web más amigable, funcional e intuitiva, todos los gráficos y botones en la elaboración de este sistema fueron creados mediante el software *Adobe Photoshop CS3*.

La Fig. 18 muestra el sistema UJI Smart Campus implementado en la web (el cual se puede observar en: <http://smart.uji.es/>), aquí se puede visualizar varias funcionalidades. En la esquina superior derecha se observan tres tipos de botones: imprimir, compartir en redes sociales y un botón en forma de bloque que al hacer clic muestra el listado de edificios, Fig. 19.

En la esquina superior izquierda (Fig. 18) se observan las siguientes funcionalidades del sistema: opción de búsqueda, administración de capas, visualización de leyenda, módulo de navegación peatonal, un menú que trata temas energéticos y un enlace web que traslada al usuario a una visualización en 3D, además del botón de home, localización y opciones de zoom del geoportal.

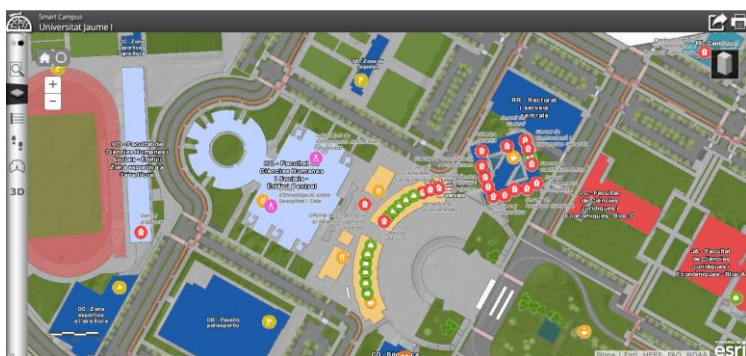


Fig. 18 Portal web del sistema UJI Smart Campus

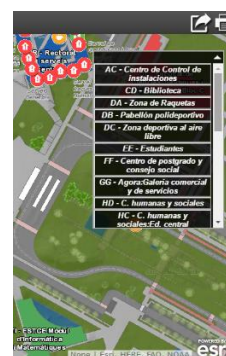


Fig. 19 Listado de edificios

En la opción de búsqueda, el usuario puede realizar cinco tipos de consulta al sistema: búsqueda por nombre de instalaciones Fig. 20, búsqueda por departamentos Fig. 21, búsqueda por nombre o apellido Fig. 22, búsquedas por código de espacio Fig. 23 y búsqueda por código de persona Fig. 24.



Fig. 20 Consulta por nombre de instalaciones, UJI Smart Campus



Fig. 21 Consulta por departamento, UJI Smart Campus



Fig. 22 Consulta por nombre o apellido, UJI Smart Campus



Fig. 23 Consulta por código de espacio, UJI Smart Campus



Fig. 24 Consulta por código de persona, UJI Smart Campus

El gestor de capas en el sistema UJI Smart Campus (Fig. 25) permite seleccionar entre mapa base a color o escala de grises, como también activar o desactivar capas informativas como lo son las capas de sitios de parqueo, contenedores o sitios de recolección de basuras e instalaciones. Esta última hace referencia a cafeterías, puntos de comercio, entre otros.

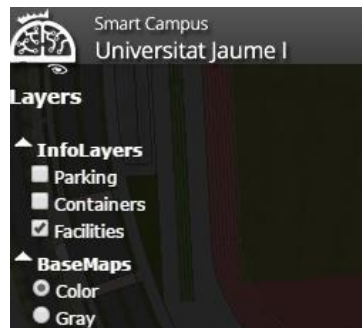


Fig. 25 Gestor de capas, UJI Smart Campus

La leyenda del sistema UJI Smart Campus permite al usuario interpretar el significado de los íconos, colores y demás representaciones superpuestas sobre la cartografía (mapa base), como lo muestra la Fig. 26.

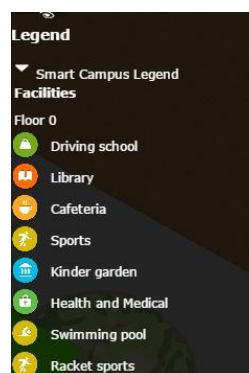


Fig. 26 Leyenda, UJI Smart Campus

El módulo de navegación peatonal cumple la función de mostrar al usuario los caminos, rutas o senderos para la cómoda transición de un lugar a otro. En el sistema existen dos maneras de acceder a este módulo, la primera es haciendo clic directamente en el ícono de navegación (ícono en forma de huellas de zapato Fig. 27) y la segunda es a través de la ventana flotante que surge en el sistema luego de realizar una consulta. En esta ventana flotante se accede al módulo de navegación a través del enlace “Add to route” como lo muestra la Fig. 27.



Fig. 27 Ventana flotante informativa, UJI Smart Campus

El módulo de navegación funciona mediante la adición de dos puntos, un origen y un destino que se seleccionan sobre la cartografía o por el enlace “Add to route”. Con esta información el sistema calcula la ruta de acceso teniendo en cuenta los senderos establecidos, esta ruta puede tener en consideración a las personas con movilidad reducida, cuando se realiza una configuración del módulo a través del ícono representado por una persona en silla de ruedas, como lo muestra la Fig. 28 en la parte superior izquierda, aquí también se observa cómo se resalta en el mapa base, la ruta de un sitio a otro con color azul.

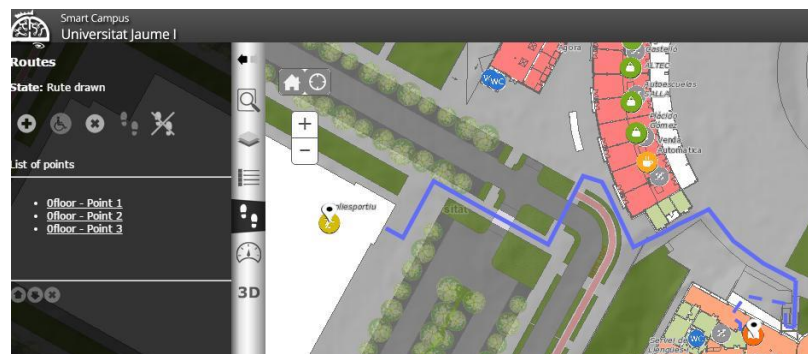


Fig. 28 Ejemplo de ruta en el sistema UJI Smart Campus

El menú de temas energéticos del geoportal presuntamente está implementado para observar el consumo de electricidad, gas y agua en las instalaciones universitarias en tiempo real, sin embargo actualmente no muestra funcionalidad alguna, pero denota una idea interesante para el monitoreo de los consumos energéticos de cada dependencia universitaria.

El enlace para ver el campus de la universidad en tres dimensiones es una aplicación reciente de la UJI Smart Campus que fue desarrollada por Sara (2013) como tesis de maestría. Este proyecto se llamó “*Virtual Campus for the University Jaume I, Castellón, Spain.*”, proyecto que permitió que se muestre al usuario un escenario de bloques con texturas y colores tal cual como es la infraestructura del campus en el mundo real, lo que permite identificarlos fácilmente en el sistema. Las Fig. 29 y Fig. 30, muestran una comparativa entre un edificio modelado y un edificio real de la Universitat Jaume I.



Fig. 29 Edificio modelado, Universitat Jaume I



Fig. 30 Edificio real, Universitat Jaume I

La creación de todo el modelado en tres dimensiones de la planta física universitaria se llevó a cabo con la herramienta *CityEngine* de *ESRI*. Todo el modelado es basado en archivos *CAD* en 2D, datos disponibles en *geotadabases* universitarias y recursos de mapas como *google maps* y *bing maps*. Estos dos últimos recursos de mapas son usados como una guía visual para que el equipo de trabajo reduzca el tiempo de labores de campo y ayude a recordar cómo son las fachadas de los edificios.

Los procedimientos para la creación de datos en 3D se realizaron a través de modelados manuales, dónde una vez finalizados se les asignan texturas o lo que se denomina texturizar el modelo, procedimiento que consiste en añadir acabados digitales o texturas por medio de fotografías. Sin embargo, también se puede modelar a través de lenguaje de modelado procesal, procedimiento que puede definirse como un lenguaje de programación que usa algoritmos y reglas teniendo en cuenta los atributos asignados en formatos shape.

Sara (2013) empleó ambos métodos de modelación en el desarrollo del proyecto, sin embargo una vez los modelos en tres dimensiones son finalizados se publican en línea a través del visualizador web de *CityEngine*, herramienta basada en

WebGL, tecnología que permite ver contenido en 3D en buscadores Web sin instalación de *plug-ins* adicionales.

El enlace de este servicio se encuentra en *University Jaume I* (2013), en este sitio los usuarios pueden realizar las siguientes acciones: consultar espacios, administrar capas, realizar capturas de pantalla, modificar el escenario acorde a la posición del sol, compartir a través de redes sociales y realizar comentarios de la aplicación. La Fig. 31, muestra el escenario principal del visualizador 3D, los íconos de administración de capas, búsquedas, configuraciones, entre otros.



Fig. 31 Escenario principal del visualizador 3D de la Universidad Jaume I

Conjuntamente a todos estos servicios web la Universidad Jaume I también lanzó una aplicación para dispositivos móviles, con sistemas operativos iOS y Android. Esta aplicación llamada “*Universitat Jaume I*”, va dirigida a la comunidad universitaria como a la ciudadanía de Castelló-España.

Para el caso de la comunidad universitaria, ésta debe autenticarse en la aplicación por medio de un usuario y una contraseña, de esta manera le permite acceder a servicios como: recibir avisos del aula virtual o utilizar la mensajería instantánea de la UJI. Adicionalmente esta aplicación permite, encontrar la ubicación exacta de un despacho u oficina mediante consultas y lo representa sobre un mapa de la universidad, así como visualizar las últimas noticias, consultar el directorio institucional y consultar las redes sociales de la Universitat Jaume I, ver Fig. 32.

En esta aplicación se encuentra un servicio de movilidad, al cual pueden acceder todos los usuarios en general, este servicio permite obtener información del sistema Bici-CAS y del sistema de autobuses de la ciudad. El primer sistema muestra la disponibilidad de bicicletas, ver Fig. 33, mientras que del sistema de autobuses permite conocer los tiempos estimados de llegada de los autobuses en

cualquier parada de Castelló, ver Fig. 34. En esta aplicación el sistema se apoya en los servicios de *google maps*.

Por otra parte la aplicación se puede configurar en tres idiomas: valenciano, castellano e inglés. La información relacionada con esta aplicación móvil llamada “*Universitat Jaume I*” se encuentra en (Servei de Comunicació i Publicacions (2014).



Fig. 32 Menú principal Universitat Jaume I, Aplicación Android



Fig. 33 Estacionamiento de bicicletas en el campus y alrededores



Fig. 34 Paradas de autobuses

Smart UJI AR es otra aplicación que se lanzó para la Universidad Jaume I, esta aplicación es creada por “*ubik Geospatial Solutions*” y es basada en tecnología *ESRI* y *Metaio Creator*. El propósito de Smart UJI AR es orientar a los usuarios en el interior de la universidad a través de realidad aumentada, tecnología que permite a los usuarios moverse dentro del campus de una manera intuitiva, encontrando fácilmente su destino.

Smart UJI AR calcula la mejor ruta entre el usuario y su destino, aplicando un algoritmo no especificado el cual ayuda a calcular la menor distancia, este algoritmo funciona obteniendo una matriz de coordenadas, dónde cada una de ellas representa una posición sobre la ruta. Cabe anotar que la menor distancia se calcula cuando el usuario realiza la consulta.

Esta aplicación móvil funciona a través de la cámara del teléfono, en dónde se superponen etiquetas flotantes, ver Fig. 35 y Fig. 36. Los creadores esperan implementarla en ambientes internos del campus *Geospatial Solutions* (2016).



Fig. 35 Navegación en realidad aumentada Smart UJI AR

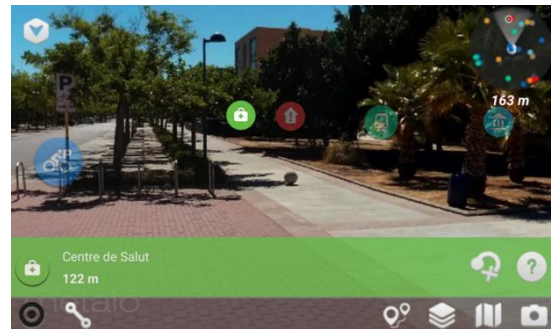


Fig. 36 Superposición de íconos, Smart UJI AR

La Universidad de Maryland localizada en el condado de Prince George cerca de Washington DC, Estados Unidos, lanzó el “*University of Maryland Campus Enterprise GIS*”, éste se encuentra disponible en <http://maps.umd.edu/map/>.

Esta aplicación Web de mapas permite realizar búsquedas de los diferentes espacios y escenarios del campus de la Universidad de Maryland, éstas se pueden realizar de dos maneras, la primera, a través de la escritura en un cuadro de búsqueda y la segunda, a través de una selección por medio de clic sobre listas desplegables. La Fig. 37, muestra en la esquina superior izquierda el cuadro de búsquedas y debajo de este las listas desplegables de búsquedas.

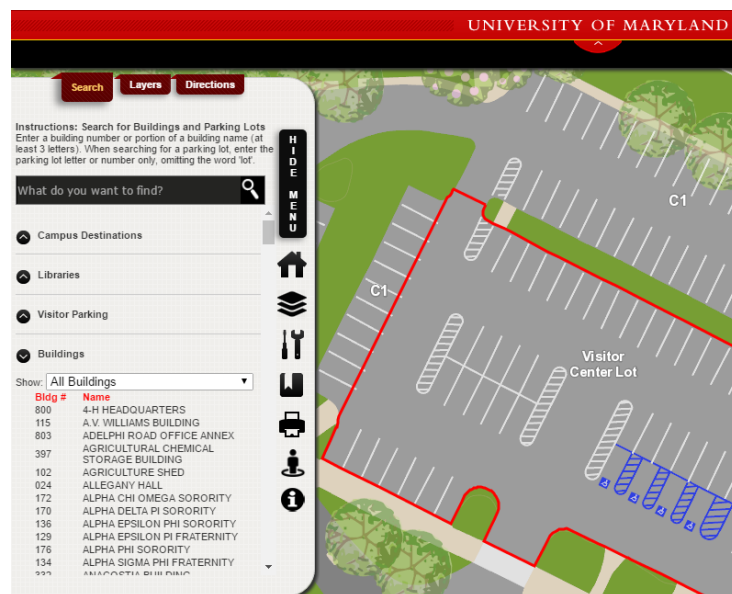


Fig. 37 Tipos de búsquedas que se pueden realizar en el "University of Maryland Campus Enterprise GIS"

Esta aplicación cuenta con un gestor de capas o administrador de capas, Fig. 38. A través de este gestor el usuario puede obtener más información representada sobre la cartografía base, algunos ejemplos son:

- Observar las rutas de transporte, paradas de autobuses, estacionamiento de bicicletas, paradas de rutas férreas, entre otros temas de transporte de interés general.
- Observar un inventario de árboles o plantas.
- Observar curvas de nivel o la topografía del terreno, así como los límites del campus.
- En el tema de la seguridad pública se observa en el mapa los teléfonos públicos disponibles en caso de emergencia.
- Servicios de comida como restaurantes, cafeterías, tiendas, entre otros.
- Servicios sanitarios.
- Áreas destinadas para el consumo de cigarrillo, áreas en construcción, información de la localización de cámaras de seguridad y entre otros servicios relacionados con la conservación del medio ambiente y la sustentabilidad.

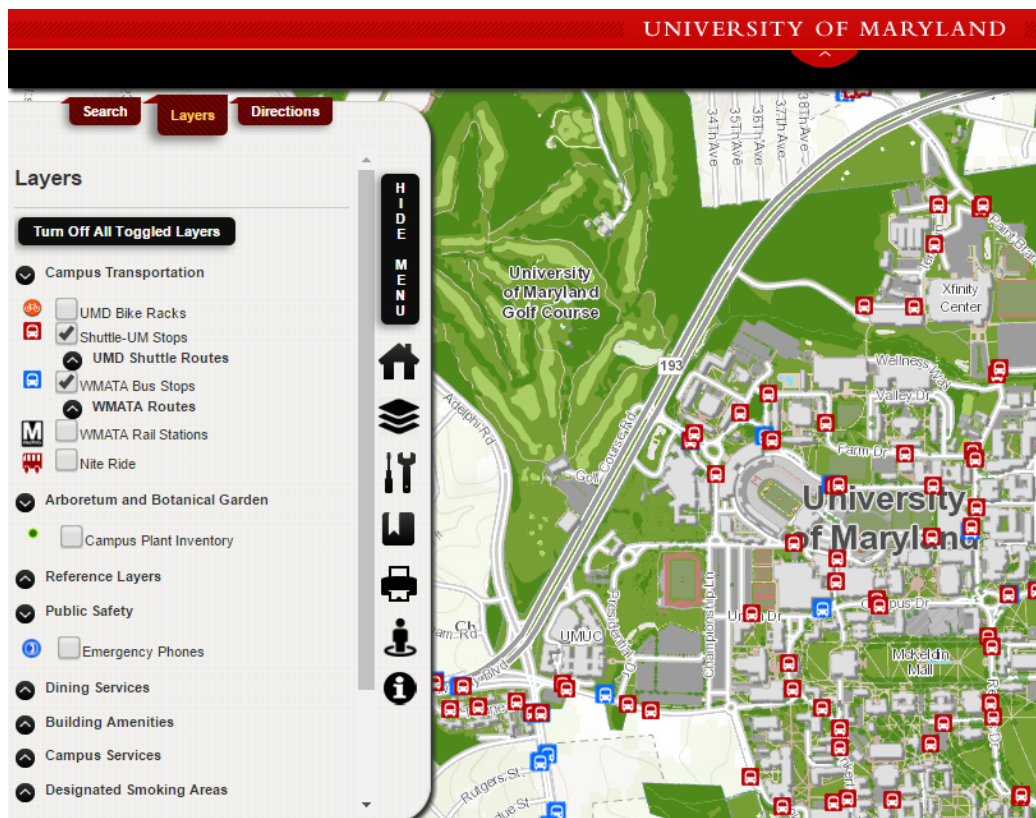


Fig. 38 Gestor de capas del "University of Maryland Campus Enterprise GIS"

Por último, el "University of Maryland Campus Enterprise GIS", ofrece a los usuarios la herramienta de direcciones llamada "Directions". A través de esta herramienta se consulta la ruta de acceso o el camino a seguir para ir de un lugar a otro. La herramienta funciona seleccionando un origen y un destino, se oprime el botón "Find Route" o encontrar ruta y automáticamente la ruta se observa en el mapa base de la universidad, como también la distancia a recorrer y la unidad de medida de la distancia, la Fig. 39 es un ejemplo de lo anterior

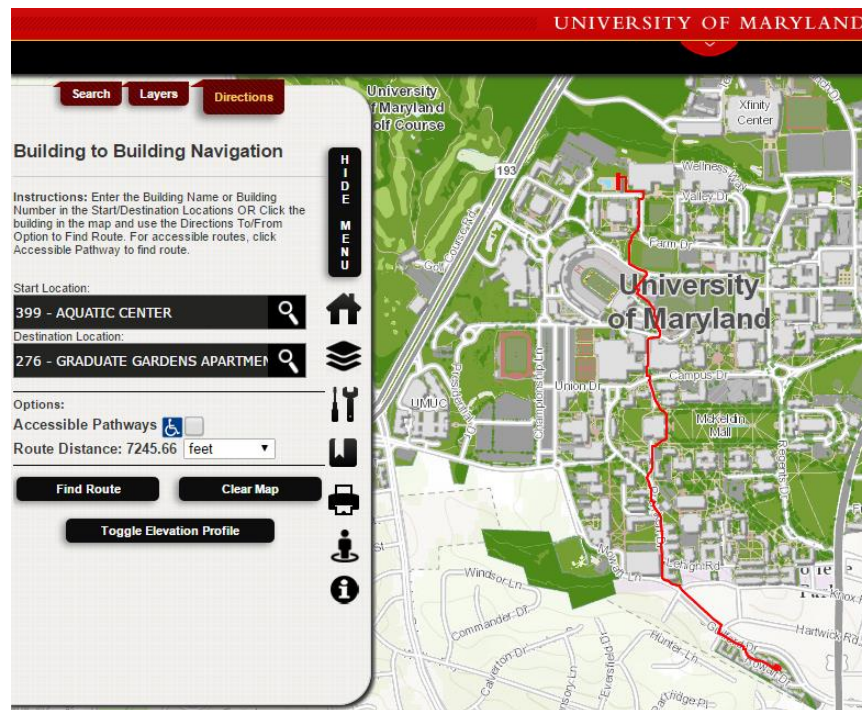


Fig. 39 Herramienta "Directions" del "University of Maryland Campus Enterprise GIS"

Adicionalmente la herramienta "Directions" posee la opción de calcular rutas para personas en condiciones de movilidad reducida, para este caso se selecciona el ícono representado por un dibujo en silla de ruedas y se procede igual.

"University of Maryland Campus Enterprise GIS" por otra parte también guarda otro tipo de información de interés general, como lo son el año de construcción de los edificios, año de remodelación, áreas destinadas para sus diferentes usos académicos, así como imágenes de los edificios. Las Fig. 40, muestra un tipo de información que guarda el sistema referente a cada espacio o edificio.



Fig. 40 Información adicional que guarda el geoportal de la Universidad de Maryland

El sistema implementado por la Universidad de Maryland es desarrollado con base a aplicaciones de ESRI como lo son “ArcGIS for JavaScript API” (versión 3.14) y “ArcGIS Server 10.3.1” como servicio de mapas web. Adicionalmente utiliza otros servicios de mapas establecidos y estandarizados por ESRI y Google, los cuales se utilizan como cartografía base para el sistema.

El desarrollo de este sistema se logró mediante un esfuerzo colaborativo de la División de Tecnología de la Información (“*Division of Information Technology (Div-IT)*”), la Administración de Instalaciones (“*Facilities Management (FM)*”), el Departamento de Servicios de Transporte (“*Department of Transportation Services (DOTS)*”) y el Departamento de Ciencias Geográficas (“*Department of Geographical Sciences (DGS)*”).

Por último en el mismo sitio Web del sistema “*University of Maryland Campus Enterprise GIS*”, en la sección de ayuda “*Help*”, detallan otros aspectos que incluso colocan en desventaja el sistema. Por ejemplo mencionan que el sistema no fue optimizado para pantallas menores como tablets, teléfonos o para interacción táctil, que no todas las capas del sistema que se encuentran en el gestor de capas no tienen la misma visualización de escala (niveles de zoom). Además de que ciertas características pueden diferir en diferentes navegadores Web y para finalizar que las imágenes de ESRI no son compatibles con los servicios de Google.

Otra aplicación es llevada a cabo por la Universidad de Stanford en Palo Alto California (Estados Unidos), su sistema de información es llamado “*Stanford Campus Map*” (ver Fig. 41) y almacena información espacial de todo el campus, permitiendo así a los usuarios realizar búsquedas e interactuar con el sistema.

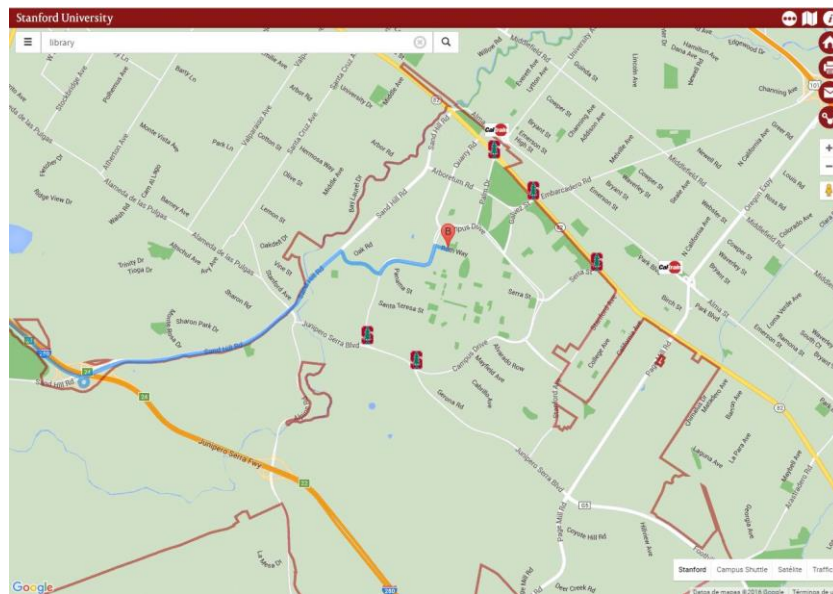


Fig. 41 Página principal del "Stanford Campus Map"

Cuenta con un gestor de capas que permite visualizar información respecto de algunos temas como los sistemas de transporte, seguridad en el campus y puntos de interés general como bibliotecas, cafeterías, parqueaderos, entre otros (Fig. 42). Adicional a esto ofrece un servicio de cálculo de rutas que permite al usuario conocer rutas de navegación para ir de un lugar a otro que incluso pueden tener en cuenta el modo de transporte del usuario (vehículo propio, transporte público, bicicleta o ir caminando) (ver Fig. 43).

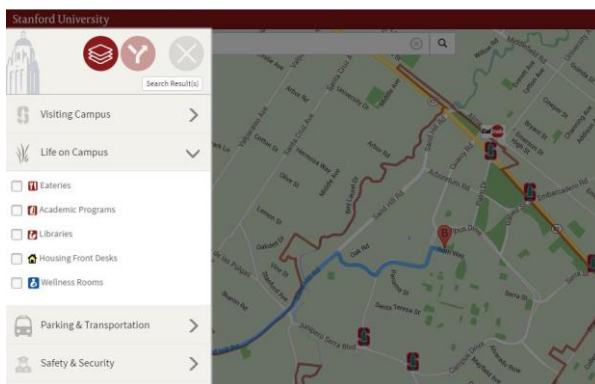


Fig. 42 Gestor de Capas "Stanford Campus Map"

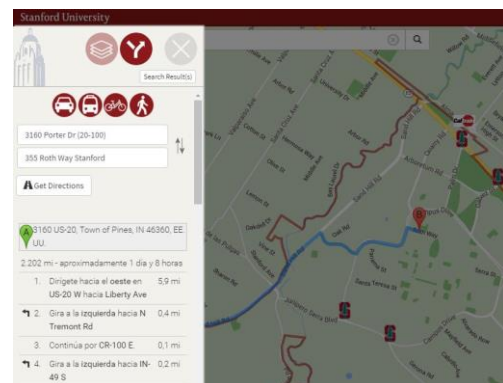


Fig. 43 Módulo de Rutas o Navegación "Stanford Campus Map"

Los resultados del módulo de rutas se muestran en el costado izquierdo del geoportal a través de un paso a paso de navegación que le informa en que sitios girar y las distancias a recorrer (ver Fig. 43) como también una representación gráfica en el mapa base.

Para interpretar toda la información que se encuentra en el mapa base el sistema posee una leyenda que permite interpretar la información que se haya superpuesta (ver Fig. 44) de esta manera se conoce que significa o que representa cada ícono.

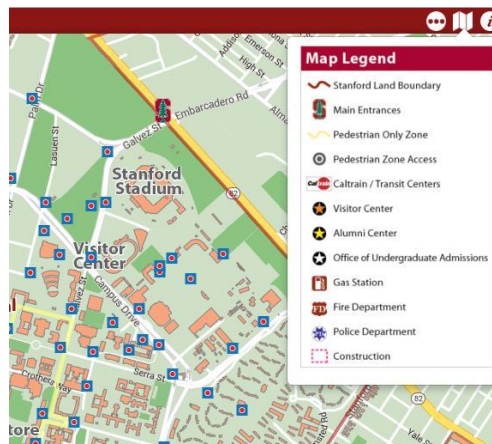


Fig. 44 Leyenda del "Stanford Campus Map"

Todo el geoportal se basa en los servicios de Google Maps y Google Street Viewer, mientras que el desarrollo HTML se basa en JavaScript y librerías CSS como Bootstrap. Por su parte al observar el servicio de rutas se puede ver que el sistema utiliza las rutas establecidas por Google Maps, pues el sistema es capaz de trazar una ruta desde una ciudad a las afueras del campus hasta un edificio dentro de la Universidad.

Por otra parte en el contexto Colombiano las universidades tanto públicas como privadas tratan de dar a conocer sus campus universitarios hacia el público en general. En estos intentos se pueden observar metodologías empleadas como los tour virtuales, que son maneras de mostrar los campus universitarios a través de fotografías acompañadas de textos informativos que relatan al usuario acerca de la historia evolutiva de las universidades.

Sin embargo estas metodologías no ofrecen una referenciación espacial que oriente exactamente a los usuarios, son metodologías de carácter informativo que al final resultan vacías en temas de orientación. Por el contrario en este último tema las Universidades Colombianas se han limitado a ofrecer la información espacial en un contexto plano y simple, entonces es ahí donde aparecen cartografías temáticas como si fuesen dibujos animados, ejemplo de ellos son las Fig. 45, Fig. 46 y Fig. 47.

Estas representaciones cartográficas son difíciles de interpretar en muchas ocasiones si tomamos en consideración que quien hace la búsqueda en la cartografía es el mismo usuario y no un sistema, por lo tanto se hace difícil

encontrar en estos mapas la ubicación en dónde el usuario esta y el destino a dónde quiere llegar.



Fig. 45 Representación espacial de la Universidad Javeriana Sede Bogotá



- | | | | |
|---|--|--|--------------------------------------|
| 1. Edif. 305 Agora | 12. Edif. 331 Torre Ingeniería | 23. Edif. 345 Ingeniería Mecánica | 34. Edif. 390 CDU |
| 2. Edif. 306 Fondo Acumulativo | 13. Edif. 332 Auditorios Ingenierías | 24. Edif. 346 Ingeniería Civil y Geomática | 35. Edif. 391 Coliseo |
| 3. Edif. 301 Administración Central | 14. Edif. 333 Álvaro Escobar Navia - Aulas | 25. Edif. 347-348-349-350 Ing. de Materiales | 36. Edif. 380 Arquitectura |
| 4. Edif. 310 Servicio de Salud | 15. Edif. 334 Ing. Química y de Alimentos | 26. Edif. 353 - 354 Ingeniería Eléctrica | 37. Edif. 381 Ed. Física y Deporte |
| 5. Edif. 313 Fac. Artes Integradas | 16. Edif. 335 Facultad de Ingenierías | 27. Edif. 355 Ingeniería | 38. Edif. 382 Diseño Gráfico |
| 6. Edif. 317 El Cree | 17. Edif. 336 - 338 Ingeniería Química | 28. Edif. 356 Laboratorio Alta Tensión | 39. Edif. 383 Comunicación Social |
| 7. Edif. 318 Tulo Ramírez | 18. Edif. 340 Ingeniería de Alimentos | 29. Edif. 358 Gestión Documental | 40. Edif. 384 Ser. Médico, Geografía |
| 8. Edif. 315 Ciencias del Leguaje | 19. Edif. 341 Ingeniería Sanitaria y Ambiental | 30. Edif. 360 Laboratorio Hidráulica | 41. Edif. 386 Fac. Humanidades |
| 9. Edif. 352 Herbario | 20. Edif. 342 CECIM | 31. Edif. 351 Ingeniería | 42. Edif. 387 Ciencias Sociales |
| 10. Edif. 319 Biblioteca Central | 21. Edif. 343 Ingeniería - Aulas | 32. Ingenierías | 43. Edif. 388 Educ. y Pedagogía |
| 11. Edif. 320 Fac. Ciencias Naturales y Exactas | 22. Edif. 344 Ing. Recursos Naturales y del Ambiente | 33. Vestidores CDU | 44. Edif. 389 Cafetería Central |
| | | | 45. Edif. 385 Humanidades |
- A Ingreso Carrera 100 - Vehicular B Ingreso Av. Paso Ancho - Vehicular C Ingreso Av. Paso Ancho - Peatonal
 D Ingreso Calle 85 - Servicio de Salud E Ingreso Calle 86 - Vehicular F Ingreso Carrera 16 - Vehicular
- Área de Planificación Física
Alc. Javier Calderón

Fig. 46 Representación espacial Universidad del Valle Sede Cali Ciudad Universitaria Meléndez

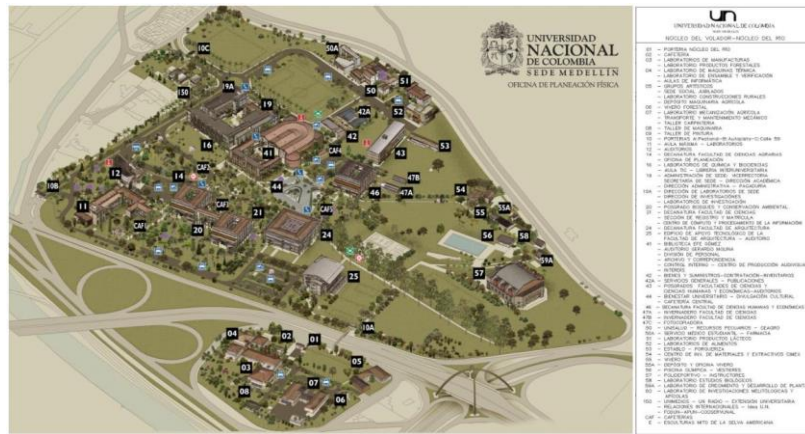


Fig. 47 Representación cartográfica Universidad Nacional de Colombia sede Medellín

Aparte de ello se ha intentado plantear algunas herramientas dinámicas que permitan realizar una interacción más agradable y cercana con el usuario, pero han sido herramientas que se basan en animaciones web, que en primera medida a los usuarios les cuesta trabajo utilizarlas debido a que tienen que aprender a usarlas porque son poco intuitivas.

Algunos ejemplos de este tipo de herramientas han sido desarrollados por Universidad Nacional sede Bogotá (Fig. 48), la Universidad del Valle (Fig. 49) con su sistema “Uvícate” y la Universidad ICESI de Cali (Fig. 50).

El sistema de la Universidad Nacional permite visualizar recorridos sobre la cartografía del campus universitario, así como establecer rutas de acceso de un lugar a otro y ofrecer información dinámica de la planta física universitaria como fotografías en conjunto con textos descriptivos.

En el caso de la Universidad del Valle el sistema Uvícate, ofrece la posibilidad de ubicar edificios por medio de la inserción del número de edificio, como también permite buscar las facultades y especialidades de la universidad. Este sistema además está acondicionado con información en texto e imágenes para cada edificio.

Por último el sistema implementado por la Universidad ICESI es de similares características al de la Universidad del Valle, la única diferencia es que en él no se pueden realizar entradas de texto, solamente opera mediante la interacción de clic por medio del puntero.

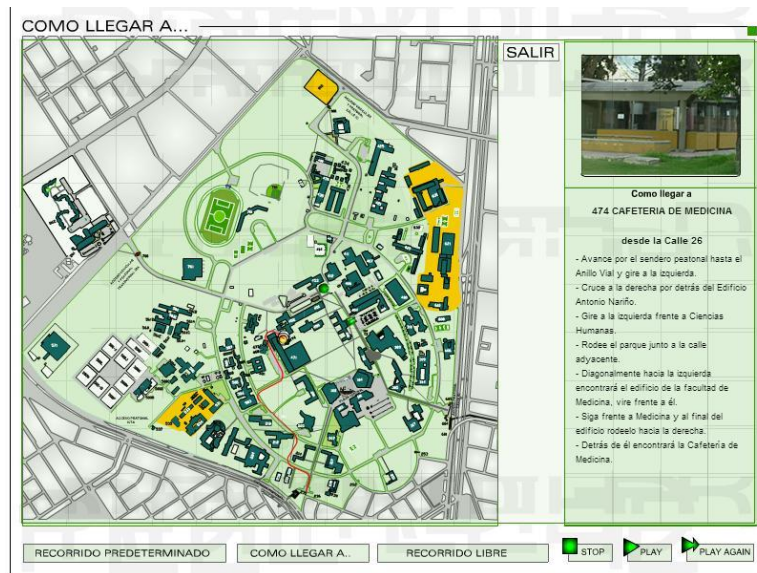


Fig. 48 Mapa dinámico de la Universidad Nacional sede Bogotá



Fig. 49 Sistema UVícate de la Universidad del Valle



Fig. 50 Herramienta interactiva de la Universidad ICESI

Estos tres sistemas representados en las Fig. 48, Fig. 49 y Fig. 50 son desarrollados con base al reproductor multimedia Adobe Flash Player, el cual permite visualizar los mapas o animaciones en formatos SWF que se adaptan y representa sobre páginas de código HTML.

Por otro lado al realizar una comparación entre casos internacionales y casos nacionales actuales, se encontró que la Universidad de los Andes es al parecer la única interesada en desarrollar sistemas de información geográfica aplicados en los ambientes universitarios. Prueba de lo anterior es el sistema “*SigCampus*” (Fig. 51) desarrollado y diseñado por Xsystem Ltda con “*copyright*” de la Universidad de los Andes, éste se puede observar en el siguiente enlace: *Universidad de los Andes* (2016).



Fig. 51 Sistema SigCampus, Universidad de los Andes

Este sistema plantea un entorno dinámico de ver la información, a través de él es posible ubicar los diferentes espacios y escenarios de la universidad. Cuenta con un gestor de capas que cumple la funcionalidad de leyenda cartográfica y un panel de búsquedas en el cual se puede teclear o seleccionar el tipo de búsqueda a través de listas desplegables.

Dentro de sus características geométricas el sistema cuenta con herramientas que permiten al usuario realizar mediciones de distancias y áreas sobre la cartografía, así como cálculos de áreas de cobertura.

Por último cuenta con todas las herramientas básicas con las que debe contar un geoportal como: herramientas de zoom, paneo, posición inicial, entre otras. Todo el sistema es montado sobre la plataforma “MapGuide”, una plataforma en web de libre acceso que se utiliza para el desarrollo de aplicaciones de mapas y servicios web geográficos. Esta plataforma tiene a disposición un visor interactivo, así como también una base de datos XML para la gestión de contenidos OSGeo (2016).

Cabe anotar que toda la información del geoportal de la Universidad de los Andes no está abierta al público en general, para acceder a ella hace falta tener un usuario y una contraseña del plantel educativo. En esta medida el sistema cuenta con parámetros de seguridad para acceder a la información.

A pesar de todo ello el sistema “SigCampus” es muy estricto en asemejarse a un sistema de información geográfica, esto hace que sea apetecible al público no experimentado en el manejo de este tipo de sistemas.

Basados en esta investigación, se observa diversos sistemas aplicados en ambientes universitarios como los sistemas aplicados a la gestión de los servicios estudiantiles, los enfocados en la seguridad y monitoreo de niños o los que mejoran los servicios de mantenimiento de las instalaciones físicas, los desarrollados para el mejoramiento en prevención del riesgo y por último los sistemas para el mejoramiento de la calidad de vida de personas en condiciones de discapacidad.

En materia de orientación de personas también se evidencia el desarrollo de sistemas en esta área, algunos muy completos como el de la Universidad de Maryland, otros con problemas de limitación en la plataforma como el de la Universidad Rey Saud, muy sencillos como el de la Universidad de Stanford, más sofisticados como los de las Universidades de Oregón y muy destacados como el de la Universidad de Jaume I que poseen aplicaciones móviles, plataformas que ofrecen aplicativos en tres dimensiones y hasta aplicaciones que ofrecen el servicio de realidad aumentada.

Todas estas evidencias concluyen la importancia que las instituciones universitarias cuenten con una buena infraestructura en sistemas y que actualmente es necesario poner la información en plataformas sofisticadas como las geográficas.

Estas plataformas como los geoportales servirán para la integración de diferentes servicios universitarios, así como lo hace la Universidad Jaume I que incluso pretende monitorear el consumo energético de sus plantas físicas en tiempo real. Es aquí donde se empieza a enmarcar el concepto campus inteligentes “*Smart Campus*”, que básicamente radica en la creación de sistemas inteligentes que facilitan los procesos diarios, sistemas en donde los servicios web geográficos ya hacen parte .

Con la creación de estas nuevas herramientas se empieza a eliminar la heterogeneidad de las bases de datos entre dependencias y se plantearían nuevos desarrollos para el mejoramiento de la calidad universitaria, pues hay un gran número de necesidades insatisfechas que se pueden solucionar mediante implementación de sistemas de información geográfica.

Respecto a las tecnologías, el avance en materia de hardware y software, como el desarrollo de los dispositivos móviles, el desarrollo de computadoras con alta capacidad de procesamiento, los programas por ordenador así como la diversidad en lenguajes de programación, han ayudado que cada vez se implementen nuevos sistemas geográficos con nuevos y mejores servicios.

1.3 JUSTIFICACIÓN

En esta sección se presentan la justificación por la cual se desarrolla el proyecto, basándose en evidencia fotográfica, cifras y evidencia bibliográfica, así como también se exponen los beneficios que se esperan obtener con la implementación de este trabajo.

La sede Meléndez, sede principal de la Universidad del Valle, es un centro educativo que cuenta con un área de 1,000,000 m² en donde tienen cavidad 208 aulas de clase, 35 salas de computo, 27 auditorios, 120 laboratorios, entre otros espacios destinados para las actividades académicas, deportivas, recreacionales como también administrativas, en donde según la Oficina de Planeación y Desarrollo Institucional OPDI (2013) en el periodo comprendido entre 1993 y 2008 esta sede pasó de 15,147 a 30,320 personas matriculadas y que al año 2010 esa cifra descendió a 25,473 estudiantes. Todo lo anterior, así como los eventos que se desarrollan al interior de la Universidad bien sean periódicos o temporales (feria del libro, festivales, conferencias, entre otros) que atraen un alto número de personas hace que sea necesario brindar una oportuna orientación al interior de la Universidad.

Lo anterior se sustenta con un estudio llevado a cabo en la Universidad Nacional de Colombia por *Bonells et al.* (2012), donde mencionan las pérdidas de tiempo que tienen los usuarios en el tema de la orientación peatonal en ambientes internos y externos. Este estudio hace énfasis en que la mayor pérdida de tiempo se da en las intersecciones de caminos, debido a la gran cantidad de opciones de viaje, como a la interpretación de señales informativas.

Esta problemática es corroborada por *Paiva* (2013), donde realizó un estudio en el “*Viana do Castelo Polytechnic Institute*”, demostró en su investigación que un 85% de los usuarios llegan o han llegado tarde a sus clases en sus primeros intentos cuando inicia un nuevo periodo académico, debido que no encuentran los espacios destinados para estas actividades a tiempo.

Esta misma problemática se ha manifestado en los usuarios que confluyen en la Universidad del Valle sede Meléndez (ambiente interno). Dentro de sus factores causales de estas pérdidas de tiempo de los usuarios están: la gran amplitud del campus universitario, la pésima señalización en los principales caminos peatonales de la ciudad universitaria. Muestra de lo anterior se observa en la Fig. 52 y la Fig. 53, donde se aprecia el deterioro y mal estado de las señales informativas, lo que afecta la orientación de los usuarios al interior de la ciudad universitaria.



Fig. 52 Señales guía en mal estado



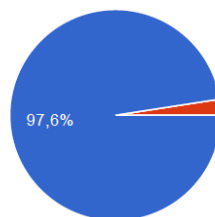
Fig. 53 Señales informativas alteradas

Fuente: Elaboración Propia

Estas condiciones hacen que los usuarios busquen otras fuentes de información para orientarse dentro del campus, tal como lo afirman Nagasaka et al. (2012) “los usuarios con dificultades para encontrar un destino y si están visitando el lugar por primera vez, se ven en la necesidad de preguntarle a la gente de la zona”, que para el caso en estudio sede Meléndez puede agravar el problema debido a que la misma comunidad de manera general no conoce toda la amplitud universitaria.

Se corroboró mediante un cuestionario simple dónde se preguntó a 41 personas a través de Internet, si la Universidad del Valle sede Meléndez es lo suficientemente grande para extraviarse y no encontrar un destino, 97.6% respondió afirmativamente, como se muestra en la Fig. 54. Adicionalmente se preguntó si alguna vez habían necesitado la ayuda de un tercero para encontrar un destino, del total de encuestados el 12.2% dijo que “sí”, 48.8% “casi siempre”, 39% “raras veces” y un 0% consideró la opción de “nunca” (ver Fig. 57).

1. ¿Considera usted que la Universidad es lo suficientemente grande como para que a una persona se le dificulte encontrar un espacio o un lugar dónde ella quiere ir?



Si	40	97.6%
No	1	2.4%

Fig. 54 Círculo sobre percepción de los usuarios sobre la amplitud de la Ciudad Universitaria Meléndez

2. ¿Alguna vez usted necesitó la ayuda de una tercera persona para poder encontrar un destino dentro de la Universidad del Valle sede Meléndez?

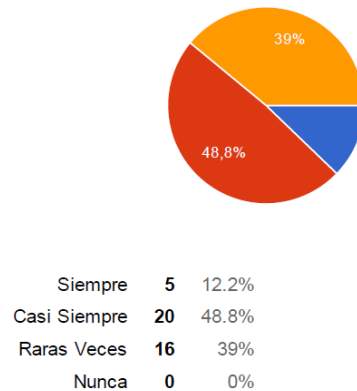


Fig. 55 Respuestas de los usuarios sobre si alguna vez necesito ayuda para encontrar un sitio en la Ciudad Universitaria Meléndez

Las condiciones actuales de ubicación en la sede Meléndez perjudican a los usuarios ya que es significativa la pérdida de tiempo y de recursos monetarios, que como consecuencia se pueden presentar pérdidas de oportunidades ya sean académicas, de negocios o laborales.

Finalmente, a corto plazo se beneficiará la comunidad universitaria en general, a largo plazo se espera que se agreguen nuevas funciones al sistema para que sea incluso una fuente rica de información para la toma de decisiones en los diferentes campos administrativos, de investigación o de gestión universitaria dentro del campus, tal como lo menciona *Hirsch and Ng* (2011), al hablar de los campus inteligentes.

1.4 OBJETIVOS

El proyecto “Univalle en sus Manos – UVManos” busca poner a disposición de los usuarios, información de la planta física de la sede Meléndez. Este sistema debe estar a disposición de los usuarios a través de un aplicativo diseñado para dispositivos móviles y en un portal web para navegadores que se encuentran actualmente en el mercado.

Una vez implementado el sistema se espera ayude a resolver los problemas de localización dentro del campus, garantizando de esta manera la accesibilidad de las personas y mejorando así las condiciones operativas, funcionales y de gestión para toda la comunidad universitaria. Bajo esa misma dinámica se plantean entonces los objetivos generales y los objetivos específicos para el correcto desarrollo de este proyecto.

1.4.1 *Objetivo General*

Desarrollar el geoportal de la Universidad del Valle sede Meléndez que comprenda toda la infraestructura física y académica del plantel educativo para que esté al alcance del público en aplicativo móvil y plataforma web, dando respuesta a las preguntas ¿en dónde queda...? y ¿como llego a...?.

1.4.2 *Objetivos Específicos*

- Realizar una búsqueda bibliográfica respecto a conceptos, metodologías empleadas y tipos sistemas de información implementados en otras universidades o instituciones educativas alrededor del mundo.
- Plantear todo el esquema metodológico pertinente sobre el desarrollo de un sistema de información geográfica para la adecuada implementación del sistema “Univalle en sus manos – UVManos”.
- Implementar un sistema de información en línea para la orientación de usuarios dentro del campus universitario Meléndez que permita realizar consultas, conocer la planta física y determinar rutas de acceso.

Capítulo 2

Este capítulo aborda una revisión de la literatura la cual se encuentra estructurada de la siguiente manera: Infraestructura de Datos Espaciales, Sistemas de Información Geográfica, Geoportales, Servicios de Localización y por último sistemas propuestos para la orientación de personas. El principal objetivo de esta sección es diferenciar la orientación y filosofía de cada uno de estos ítems, de manera que el lector tenga claridad sobre los diferentes enfoques que tienen estos temas.

2.1 REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1.1 *Infraestructura de datos espaciales.*

2.1.1.1 *¿Qué es una IDE?*

Infraestructura de Datos Espaciales, (IDE, término acuñado en 1993 por el US National Research Council), tiene como principal objetivo el de tener a disposición un acceso a la información geográfica de manera estandarizada *Committee* (1993), permitiendo tener interoperabilidad para compartir, intercambiar, analizar y acceder a la información geográfica, en otras palabras significa que cualquier tipo de información geográfica se pueda utilizar y combinar con otra, sin tener problemas para modificarla o visualizarla.

2.1.1.2 *Elementos que la componen*

Una infraestructura de datos espaciales está definida por una serie de recursos heterogéneos, como: los datos, la tecnología, políticas, normas, el recurso humano, los usuarios y las actividades conexas necesarias para adquirir, procesar, distribuir, utilizar, mantener y conservar los datos espaciales a través de todos los niveles de gobierno, los sectores sin ánimo de lucro, privado y la academia, según The Federal Geographic Data Committee (FGDC) de los Estados Unidos.

Los datos o información, deben estar al alcance de los usuarios y en algunos casos contar con debidas restricciones para su uso, a esto se suma la importancia de acompañar la información geográfica con sus respectivos metadatos, los cuales se describen como los datos en su parte técnica y semántica, que permiten conseguir el máximo beneficio de una infraestructura de datos espaciales, (*Ramírez et al.*, 2008). A través de ellos es posible obtener información sobre la

calidad de la información, actualidad, disponibilidad, capacidades técnicas, restricciones, entre otras características que se puedan adjudicar a la información geográfica.

Las políticas por su parte hacen referencia a normatividades de los gobiernos para regular y fomentar el uso de la información geográfica. Estas normativas también son aplicables a través de acuerdos entre instituciones públicas y organismos privados para la reducción de esfuerzos y gastos (*Power; et al.*, 2012). Igualmente el marco legal hace parte de las políticas de la infraestructura de datos espaciales, mediante este aspecto se tienen en cuenta las licencias, los derechos de autor de la información, responsabilidades, entre otras.

En lo referente al recurso humano, se enfatiza en el personal que tiene encomendada la tarea de garantizar el funcionamiento del desarrollo web y del recurso informático. Según la “*Global Spatial Data Infrastructure Association (GSDI)* (2009) el recurso humano es importante debido que este debe educarse dentro de la metodología de implementación de una IDE, en parte porque dicho proceso es largo, puede durar años y tener costos elevados, por tanto es necesario que las personas que hacen parte del recurso humano en lo posible acompañen todo el proceso, por esta misma razón las IDE se fundamentan en procesos constantes y en economías estables.

Ramírez et al. (2008), señalan que la tecnología también juega un papel fundamental en la implementación de las IDE, por tal motivo se han implementado nuevos servicios por parte de las IDE que van enfocados hacia el mejoramiento de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), algunos de ellos como los servicios de catálogo (CSW), los servicios de visualización de mapas (WMS), servicios (WFS) y servicios (WCS).

Estos servicios de mapas WMS, WFS y WCS a su vez también son estándares web que se han venido desarrollando por diferentes consorcios como la World Wide Web Consortium (W3C) y Open Geospatial Consortium (OGC), en lo que respecta a la distribución de la información en línea acorde a lo expuesto por *Brovelli et al.* (2014), donde cada uno de ellos tiene una funcionalidad en particular.

CMA o WEB Feature Servicios (WFS) es un servicio en donde por medio de peticiones se pueden obtener características geográficas a través de la web que se realizan mediante llamados a una plataforma según *Vretanos* (2005), de dónde se pueden obtener características basadas en restricciones espaciales o no espaciales, obtener descripciones de las propiedades características de un objeto, crear, eliminar, actualizar o bloquear una instancia de función o entidad, según (*Rafoss et al.*, 2010).

Al igual que este servicio, el servicio WCS según *Steiniger and Hunter (2013)* es similar al WFS con respecto de proporcionar acceso a características geográficas, pero la diferencia consiste en que el servicio WCS devuelve a los usuarios coberturas integrales, un conjunto de características o una cobertura de rejilla, estas se ejemplifican por medio de una fotografía o por ejemplo datos aéreos de elevación, en general representan fenómenos espacio variables.

Por su parte los servicios WMS acorde a lo expuesto por *Beaujardiere (2006)*, estos son descritos como interfaces HTTP, donde se solicitan imágenes de mapas que previamente están registrados en bases de datos geoespaciales distribuidas, este tipo de servicio permite interactuar entre diversas capas o combinar desde diversos servidores.

A la fecha existe una serie de protocolos y estándares de acceso a la información, como las normas ISO 19100 y especificaciones del Open Geospatial Consortium (OGC) de esta manera se garantiza una democratización de la información geográfica (*Argeich; et al., 2012*).

Estos servicios en conjunto con los demás estándares web se están enmarcando en un contexto al que se le llama la web Geoespacial que según *Lake and Farley (2007)* lo definen como “*una colección integrada, reconocible de los servicios WEB geográficamente relacionados y datos que abarca varias jurisdicciones y regiones geográficas*”.

Los usuarios es otro de los componentes de las IDE, implícitamente tienen la tarea de probar sistemas y dar a conocer sus opiniones al respecto. Según *Bordignon et al. (2012)* se ha observado un incremento de la utilización de servicios que permitan crear, publicar y compartir mapas con el objeto de brindar información a otros mediante la utilización de plataformas de libre acceso como “*Google Maps*” o “*OpenStreetMaps*”, donde estos no tienen que tener formación de ninguna clase para la utilización de estos sistemas. En esa misma directriz el desarrollo de la web 2.0 ha permitido que usuarios empiecen a compartir contenidos en línea fomentando un desarrollo colaborativo, como desarrollar comunidades y proyectos voluntarios que van en la retroalimentación de las IDE.

2.1.1.3 Funcionalidades que permiten las IDE

Una infraestructura de datos espaciales establecida adecuadamente permite que usuarios expertos en el manejo de la información geográfica, así como algunos inexpertos realicen diferentes tareas con la información geográfica. Algunas de esas funcionalidades son: buscar, visualizar, acceder, realizar operaciones de análisis, realizar transformaciones y descargar información, *Power; et al. (2012)*.

Buscar entidades geográficas por consultas alfanuméricas, verificar si existe información geográfica de determinada zona, al igual que sus metadatos de información.

Visualizar todo tipo de información geográfica haciendo superposiciones de mapas y datos en formato raster, incluso con diferentes sistemas de referencia asociados y propiedades totalmente diferentes.

Realizar operaciones como transformación de sistemas de referencia, análisis de superficies, creación de perfiles, entre otros.

Descargar la información geográfica en el caso que se requiera hacer un mayor análisis de la información con la ayuda de un sistema de información geográfico (SIG).

De esta forma las IDE han empezado a romper viejas tradiciones basadas en la disponibilidad de la información geográfica para unos pocos usuarios, sus recursos heterogéneos han hecho posible la publicación de información en la web democratizando el uso de la misma e incluso apoyándose en proyectos desarrollados por comunidades de usuarios. Lo anterior ha conllevado a que entidades definan estándares aplicables a la información como por ejemplo el OGC, el consorcio World Wide Web (W3C) y las normas definidas por la ISO.

2.1.2 Sistemas de información geográfica (SIG)

En la sección anterior se habló de las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE), la cual se resume como un conjunto de recursos heterogéneos que va encaminada a la democratización de la información a través de estándares y tecnología.

En esta sección se hablará de los sistemas de información geográfica, sus funcionalidades principales, la manera en como facilitan el proceso de analizar la información geográfica y los campos de acción dónde son usados para la toma de decisiones.

Los sistemas de información geográfica, son plataformas de software que permiten la manipulación de la información espacial de una manera mucho más sencilla.

Estos sistemas se fueron desarrollando como consecuencia de que los análisis espaciales anteriormente eran dispendiosos de realizar, un ejemplo de ello es: ¿cómo determinar la cantidad de predios de una ciudad que debe impuestos? o cómo contabilizar manualmente las parcelas para conocer la ocupación por manzanas, estas tareas generaban pérdidas de recursos, problemas de

actualización de la información, entre otros factores, según la *Dirección Provincial de Ordenamiento Urbano y Tierra de Buenos Aires (2011)*.

Según *Beaumont et al. (2005)*, los sistemas de información geográfica (SIG) tomaron auge cuando se enfocaron como intra-organizacionales en el sistema empresarial con propósitos tales como: realizar análisis de costos y al mismo tiempo análisis de retorno de inversiones para la toma de decisiones, garantizando de ante mano la realización de las tareas más baratas de lo habitual, mejor y más rápido, como también para generar nuevos ingresos e incluso para la evaluación de los clientes que permitiese generar nuevas estrategias de mercado.

Por otra parte, los sistemas de información geográfica (SIG) al ser su fuente principal la información geográfica, han recibido mucha contribución por parte de algunos avances tecnológicos y metodológicos en materia de posicionamiento, adquisición de datos y análisis de la información, según *Goodchild (2009)*.

En el tema de posicionamiento destaca por ejemplo la completitud del sistema GPS en los años 80's y el desarrollo de servicios basados en éste y más reciente la apertura de la tecnología de identificación por radio frecuencia (Radio-frequency identification (RFID)) que aunque no está al nivel del sistema GPS, es en una herramienta útil para la obtención de coordenadas en espacios cerrados dónde el acceso de la señal de GPS puede ser nula.

De acuerdo a las formas de adquisición de los datos *Goodchild (2009)* destaca fuentes de información tecnológicas como las imágenes de sensores remotos, los aviones no tripulados (UAV), tecnología LiDAR y actualmente la adquisición de información cartográfica libre a través de portales como Wikimapia y OpenStreetMap.

Por último *Goodchild (2009)*, afirma que la popularización de internet en los años 90's, ayudó a que desarrolladores compartieran datos geoespaciales a lo que hoy en día se representan por medio de sitios web en donde es fácil observar información o sencillamente descargar datos.

Toda la información que sea ingresada a un sistema de información geográfica puede ser manipulada a manera de introducción de nuevos datos, procesamiento y relacionamiento de la información con el propósito de realizar análisis.

El fuerte de este tipo de sistemas no es el almacenamiento de la información, el fuerte son su capacidad para la interpretación de patrones, tendencias, análisis de relaciones, inventarios y gráficos, con este abanico de posibilidades y dependiendo del juicio de expertos en cualquier campo de acción es posible modelar escenarios a corto, mediano y largo plazo que prueben o desaprueben hipótesis para la toma de decisiones.

En la actualidad son muchos los propósitos para los cuales se utilizan los sistemas de información geográfica (SIG) entre ellas se encuentra la gestión y planificación del territorio, la administración del catastro urbano y rural, redes de servicios, infraestructura u obras públicas; inventario de comercios e industrias; estudios de mercado de suelo, impuestos o consolidación urbana; diagnósticos urbanos, zonificación de usos del suelo, análisis de información sociodemográfica, entre otros temas que involucren variables geográficas.

Ahora este tipo de software SIG se ha desarrollado bajo dos modalidades, software licenciado y software libre, según (*Steiniger and Hunter* (2013)). El primero es el que implica costos de operación, es decir es necesario contar con una licencia otorgada por la casa matriz que desarrolla el software para su uso.

Sin embargo en la modalidad de software libre se han presentado grandes avances, primero que todo este tipo de licencias permite acceder al código fuente del software lo que para entidades públicas y empresas significa adaptar el software hacia necesidades específicas de los proyectos.

Por otra parte también permite la redistribución del software hacia otros usuarios, de este modo los proyectos de investigación y empresas ahorran costos de operación. Aunque hay que aclarar que software libre no es lo mismo que software gratuito, puede presentarse el caso que se pueda acceder al código fuente del programa pero que éste no se pueda modificar, adaptar y repartir hacia otros usuarios, por esta razón se distinguen entre software de código abierto y software libre "*Free and Open Source Software*".

Teniendo en cuenta todo lo anterior respecto a las licencias y el procesamiento de la información, *Steiniger and Weibel* (2009) realizaron una clasificación de este tipo de sistemas de la siguiente manera: SIG de escritorio, sistemas de administración de bases de datos espaciales, servidor de mapas web, servidores SIG, clientes SIG web, SIG móvil, librerías y extensiones. La Fig. 56 muestra un enfrentamiento entre las tareas que realiza y el tipo de software SIG.

Tareas típicas que se pueden realizar con diferentes software SIG									
Tarea SIG vs. Software SIG	Consulta/Selección	Almacenamiento	Exploración	Creación de Mapas	Edición	Análisis	Transformación	Creación	Conflación
SIG de Escritorio									
Visor	•	•	•	○					
Editor	•	•	•	•	•		○	•	
Analista Pro	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Sistemas de Administración de Bases de Datos Espaciales	•	•				○	•		
Servidores de Mapas Web	•		•	•	○			○	
Servidor SIG	•	•		•		•	•		•
Clientes Web SIG									
– Cliente Ligero	•		•						
– Cliente Pesado	•	•	•	•	•	•		•	
SIG Móvil	•	•	•		•			•	
Bibliotecas SIG		•		•		•	•		•

Fig. 56 Funcionalidades que permiten realizar los diferentes tipos de SIG

Fuente: Adaptado al español de Steiniger and Hunter (2013)

En síntesis los Sistemas de Información Geográfica son utilizados para la gestión y administración de la Información Geográfica en los diversos campos de acción que se requiera o para tareas sencillas en las que puedan tener lugar para la solución de problemas o toma de decisiones.

Lo anterior hace que su uso sea indispensable en los proyectos de generación de cartografía o nuevos servicios web, puesto que representan un paso intermedio en el proceso cuando brindan la funcionalidad de manipulación y edición de la información. Ahora los sistemas libres han contribuido a nuevos desarrollos por parte de comunidades enfocadas en Servicios de Información Geográfica, como son los temas de servicios de mapas, del cual se hablará en el siguiente ítem.

2.1.3 Generalidades, tecnologías y recursos de los geoportales

2.1.3.1 ¿Qué es un geoportal?

Previamente se habló de las infraestructuras de datos espaciales como un conjunto de recursos heterogéneos. Por su parte, los geoportales son parte de la esencia de las IDE, pues son considerados sitios web que permiten acceder a la información geográfica con el objeto de visualizar la información y en algunos casos editarla y realizar análisis.

Por su parte *Beaumont et al.* (2005), lo define de una manera técnica, como un sitio web principal, conectado a un servidor web, que contiene una base de datos de información de metadatos sobre los datos y servicios geográficos. A su vez planteada una sub-clasificación de estos en: geoportales de catálogo los cuales se interesan en la organización de datos geográficos y el fácil acceso a estos y los geoportales de aplicación los cuales proporcionan servicios web geográficos en línea que a su vez son dinámicos, como por ejemplo: los servicios de enrutamiento y servicios de mapas.

2.1.3.2 *Las tecnologías que están detrás de los geoportales*

Cuando se navega en internet es común encontrar cientos de páginas web, sin embargo todas estas páginas no son iguales a nivel tecnológico, lo mismo pasa con los geoportales, estos poseen una estructura de sistemas y software detrás para su funcionamiento, además de todos los estándares que se deben de cumplir como parte de las infraestructuras de datos espaciales, debido a que son sistemas que se han desarrollado como una manera de entrar a los recursos de información geográfica disponibles en la web (*Nikolaos et al.*, 2005).

De manera general algunos de los elementos que debe tener un geoportal para su funcionamiento son los siguientes:

- Servidores de aplicaciones
- Sistemas operativos
- Lenguajes de programación
- Lenguajes de hipertexto
- Librerías de interfaces gráficas
- Librerías para visor geográfico
- Motores para la gestión de bases de datos
- Motores para la gestión de bases de datos geográficas
- Servidores de Mapas

Fuente: Geoportales y visores geográficos en Colombia, (Franco, 2016)

2.1.3.3 *Recursos de un geoportal*

Entre algunos de los recursos de los geoportales están: el visor geográfico, los geo servicios, los metadatos, la documentación, términos y condiciones de uso, contacto y responsables, la identidad institucional y la ayuda para los usuarios (*Franco, 2016*).

El visor geográfico de alguna forma u otra el usuario lo percibe de una manera empírica como el sitio web. En él se plasman todas las herramientas que servirán para tener un uso óptimo del mismo. Algunas de estas herramientas son: herramientas de paneo, zoom, escalas gráficas, herramientas para cálculos geométricos, menús de consultas cartográficas, entre otras herramientas que pueden contener los visores geográficos.

Los geoservicios son el medio que permite que la información no solo sea desplegada en el geoportal sino que además, pueda expandir sus fronteras ya sea hacia otras plataformas en web o en su efecto hacia sistemas de información geográfica.

Estos geoservicios han estado ligados a las Infraestructuras de datos espaciales y en conjunto con el desarrollo del internet ha aportado mucho a este campo dónde principalmente se destacan estándares y protocolos de comunicación los cuales han sido fundamentales para la distribución de la información.

Estos estándares según lo expuesto por el autor *Tait* (2005) son: Transmission Control Protocol/Internet Protocol (TCP/IP), Hyper Text Transport Protocol (HTTP), Hyper Text Markup Language (HTML), y Extensible Markup Language (XML), también se incluye el software, la computación física y la infraestructura de redes, los cuales permiten la interoperabilidad de la web.

Interoperabilidad se le llama a la forma como se navega en la web, haciendo recientemente referencia a la evolución de la navegación en web que cambio de ser un canal de una vía a ser un canal de doble vía, lo que se llamó un cambio de web 1.0 a ser web 2.0 como lo expone *De Longueville* (2010) y se muestra la Fig. 57.

Lo anterior ha dado como resultado la permisividad de que usuarios interactúen con la web 2.0 a través de llamadas de protocolo HTTP estándar (es decir, GET, POST, PUT, DELETE) las cuales se realizan mediante JavaScript (AJAX), que para el caso de los servicios web geográficos dichas peticiones se realizan a aplicaciones en línea que son basadas en servicios de mapas como lo son: Mapa Web Services - WMS, Web Feature Servicios - CMA y los servicios de cobertura web - WCS, que como se mencionó antes son estándares de servicios que se han impulsado con base al desarrollo de las IDE.

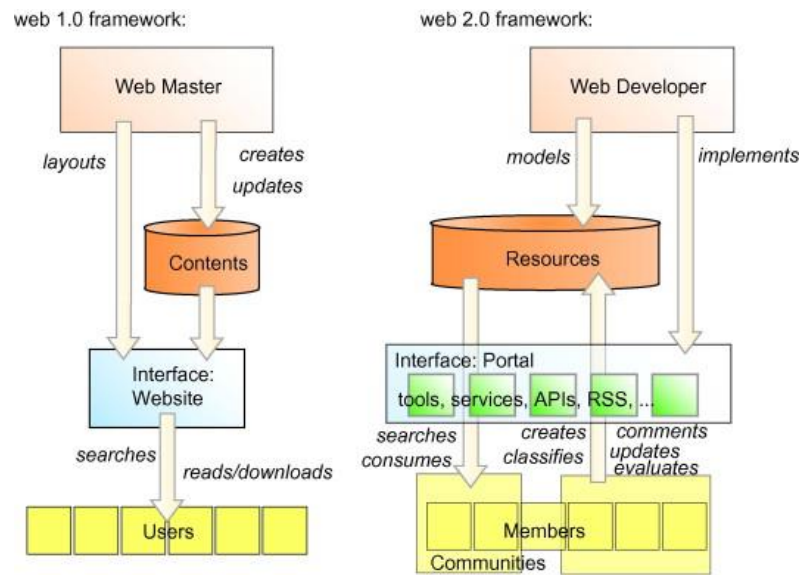


Fig. 57 Evolución de la web 1.0 a web 2.0 donde los usuarios interactúan con los servicios o aplicaciones

Fuente: De Longueville (2010)

Por su parte las bases de datos geográficas almacenan la información de los geoservicios o de cualquier sistema de información, en la mayoría de casos los sistemas de información geográfica son útiles para gestionar las bases de datos geográficas y realizar operaciones de edición y actualización.

Los sistemas gestores de bases de datos orientados a objetos o en su efecto motores gestores de bases de datos geográficas, son funcionales para administrar y gestionar las bases de datos geográficas. *Kerschberg* (1990) los describe como sistemas en donde los objetos complejos se almacenan en clases y que cada clase tienen asociado un conjunto de operaciones llamados métodos, esto con el propósito de realizar la operación en una sola instancia, básicamente un mensaje se envía a la clase para que realice cierta operación.

En ese sentido acorde a lo anterior expuesto la publicación de información geográfica se hace mediante tres componentes como lo explica el autor *Tait* (2005), un sitio web que presenta la aplicación geográfica o portal, un servicio web que publica datos geográficos y un software de administración de datos que maneja un entorno que puede ser relacional para la manipulación de información tipo raster y vectorial. La Fig. 58 muestra algunos de los componentes a tener en cuenta para la implementación de un geoportal, las tecnologías que utiliza al igual que sus estándares.

Componentes	Elementos	Ambientes	Funciones
Portal WEB	Sitios WEB	HTML, HTTP, XSL, XML, JSP, ASP	Búsqueda, Visor de Mapas, Publicación, Administración
	Controles WEB	Java Beans, .NET	Consulta, Diccionario geográfico, cartografía, Editar, geocodificación
Servicios web	Servicios WEB Geográficos	XML, SOAP, WSDL, WMS, WFS, GML	Consulta, Mapa render / función, Transacción, Geocode
Gestió de Datos	SGBD	SQL	Raster, Vector, Tabular
	Geografía y Datos Tabulares		

Fig. 58 Arquitectura de un Geoportal

Fuente: Adaptado al español de Tait (2005)

Componentes: Identifica las principales componentes en la arquitectura de un geoportal.

Elementos: Define los elementos funcionales para cada componente.

Ambientes: Hace referencia a los estándares usados de la tecnología de la información para la implementación de cada elemento de la arquitectura.

Funciones: Identifica las capacidades específicas en cada elemento de la arquitectura.

Toda esta arquitectura ya sea de protocolos, de desarrollo web o de lenguajes de programación ha mejorado la experiencia del usuario puesto que no es necesario que el geoportal o el sitio web tenga que cargar toda la información repetidas veces, solo lo necesario o lo que el usuario está interesado en observar De Longueville (2010).

A parte de los metadatos que acompañan la información como se mencionó en el capítulo de las IDE, es importante también la documentación respecto de la información, debido que en la mayoría de los casos la información es derivada de estudios o ensayos de campo. Por lo tanto por medio de la documentación se brinda la posibilidad al usuario de comprender la manera en cómo se obtuvieron los datos, las metodologías que se emplearon en su obtención así como el propósito de la información.

Por último otros recursos de los geoportales son las secciones de ayuda para guiar al usuario, los términos y condiciones de uso que por lo general deja en claro quiénes son los autores de la información y el motivo por el cual se creó la fuente

de información, los formularios de contacto que están a disposición de los usuarios con el objeto de que los usuarios establezcan un enlace directo de comunicación con los desarrolladores de los geoportales y finalmente la identidad institucional que es lo que caracteriza el patrocinio de la herramienta, además es posible añadir otros recursos que son propios del desarrollo de páginas web.

En este capítulo acorde a la revisión literaria se conoció que para llegar al desarrollo de los geoportales han sido necesarias las infraestructuras de datos espaciales y el desarrollo plataformas como los sistemas de información geográfica. Las IDE como primera medida por su aporte en la estandarización de redistribución de la información a través de servicios geográficos y los SIG debido a que han sido eficaces para la manipulación de la información geográfica así como para los análisis a través de modelos, dónde últimamente a todos este tipo de recursos según *Goodchild* (2009) se han incorporado inclusive el tema de la minería de datos.

A pesar que las IDE, los SIG y los geoportales tienen objetivos distintos guardan mucha similitud. Todos utilizan heterogeneidad de recursos donde su base principal es la información geográfica. Adicionalmente con el aporte de estándares de geoservicios como los servicios WFS, WMS, WCS entre otros, es más fácil compartir la información, lo que hace posible que los sistemas geográficos puedan ser distribuidos, lo que significa que puedan utilizar información geográfica en línea de diversas fuentes, tema que aplica tanto para IDE, SIG y geoportales. A lo anterior se suma el aumento del rendimiento de los ordenadores al igual que la mejora de la comunicación en banda ancha para las aplicaciones basadas en red, (*Brovelli et al.*, 2014). Un ejemplo de lo anterior descrito es el estudio de *Lin et al.* (2013), el cual desarrolló un sistema para el ofrecimiento de datos de efecto invernadero que puede ser utilizado a nivel mundial.

Por otra parte se mencionó en la investigación el amplio espectro que tienen los sistemas de información en la solución de problemas en diferentes áreas del conocimiento. Sobre esta base *Beaumont et al.* (2005), menciona que han ayudado a la interoperabilidad de las instituciones públicas al poner en común sus recursos informáticos, facilitando así la gestión en el desarrollo de políticas ambientales, la evaluación del impacto, la planificación y uso del suelo y la preparación previa ante los desastres naturales en cuestión de vigilancia y respuesta oportuna.

2.1.4 Servicios de Localización

Actualmente con el desarrollo las aplicaciones o Apps en dispositivos móviles (Tablet, Smartphone u otro dispositivo móvil), según *Burke et al.* (2006), se ha involucrado a las personas en una creciente variedad de disciplinas en las que se incluyen las de carácter geográfico, debido a la explotación de los sensores que

poseen estos dispositivos móviles (pantallas táctiles, GPS, acelerómetros, brújulas, entre otros). Lo anterior como una consecuencia de que las personas están en constante permanencia con estos dispositivos al alcance de la mano según *Rehrl et al.* (2012), dónde se ha logrado incluso que los sistemas de navegación antes disponibles para los vehículos ahora emigren hacia las personas particulares o peatones *Arikawa et al.* (2007). Esa popularización por ejemplo del GPS acorde a lo expuesto por *Turner* (2006) marcaron el comienzo de la neogeografía lo que se convierte en una disciplina al alcance de cualquier persona.

Estas aplicaciones geográficas con nociones de servicios para los usuarios en general y a través de dispositivos móviles se les conoce acorde a lo expuesto por *Deidda et al.* (2013), como servicios basados en la localización, servicios de reconocimiento de ubicación (LAS, Location aware service) o Location Based Service (LBS) como se le conoce en inglés, la cual tiene aplicabilidad en diferentes campos de acción, como los servicios de búsqueda (búsqueda de hospitales más cercanos), los servicios de comercialización (entrega de mensajes publicitarios), los servicios de seguimiento (localización de camiones en logística), entre otros (*Wu et al.*, 2015).

En el desarrollo de este concepto de los LBS se suman otras temáticas que lo retroalimentan y tienen un sentido más antropológico, estas temáticas abarcan temas como el análisis del contexto de la ubicación de los usuarios acorde a lo expuesto por *Dey* (2001) quién define el contexto como: *“cualquier información que puede ser utilizada para caracterizar la situación de una entidad”*, donde *“una entidad es una persona, lugar u objeto que se considera importante para la interacción entre un usuario y una aplicación”*.

Mientras tanto la segunda temática que tiene gran relevancia y va de la mano con la evaluación del contexto, es la que compete al tema de la modelación de los usuarios, que según el autor *Jameson* (2001), abarcan una amplia gama de propiedades que comprenden temas como: estados actuales de los usuarios, comportamientos e incluso propiedades o predicciones a largo plazo. En síntesis es fundamental el modelado de las perspectivas del usuario, la ubicación, el contexto y los datos en general en una aplicación LBS.

Lo anteriormente mencionado en el contexto de los dispositivos móviles, converge en el buen diseño de las aplicaciones para estos servicios geográficos, por ende se toman consideraciones en cuanto a diseño de interfaces, métodos de visualización incluyendo algunos enfoques de razonamiento que se espera que estén incluidos en las Apps (aplicaciones móviles) para que puedan responder a preguntas básicas como: ¿Dónde estoy actualmente?, ¿Qué son y donde quedan los lugares cercanos de interés? o ¿Cómo llegar allí?, que al fin y al cabo son ingredientes que deben estar contenidos en la temática del LBS, según *Jiang and Yao* (2006). Sin embargo una aplicación de LBS muchas veces puede ser

específica, *May et al.* (2003) encontraron por ejemplo que los puntos de referencia son mucho más importantes que cualquier otra información, ya sea el nombre de las calles o las distancias en un contexto de orientación peatonal.

Por otra parte basados en el documento de *Li* (2006), en este tema de los servicios basados en la localización (LBS), existen diversas líneas de investigación, entre ellos están: la información móvil y sus redes, los sistemas de posicionamiento, los servicios distribuidos con sus componentes, las bases de datos y contenidos de los datos, GIScience o ciencias de la información geográfica y la interacción de persona ordenador. Este último es en cual se enfoca para desarrollar un modelo para comprender la manera en como los usuarios adquieren la información espacial a través de sus dispositivos móviles con el propósito de realizar sus tareas espaciales, teniendo en cuenta información de tres elementos que son: el ambiente, los individuos y los dispositivos móviles.

2.1.5 *De los sistemas propuestos para la orientación de personas*

En el punto anterior, se habló de los servicios Location Based Service (LBS) o servicios basados en la localización como se le conoce en español así como del buen uso que se le ha dado a los dispositivos móviles en materia de sistemas basados en información geográfica, a continuación plasmaremos algunos desarrollos que se han llevado cabo en otras latitudes en el marco de LBS destinados a la orientación de personas u a otros servicios en general, haciendo énfasis primordialmente en las soluciones planteadas en el área universitaria.

Acorde a lo expuesto por *Shekhar et al.* (2004) los sistemas de navegación siempre deben de estar disponibles y habilitados para el usuario, es decir procurar que en todo momento funcionen. Adicionalmente menciona que los métodos de navegación han ido evolucionando pasando por sistemas como los compass magnéticos (brújula), odómetros hasta sistemas complejos como los que tenemos en la actualidad como el GPS (Global Position System) y los sistemas de navegación internos (indoor navigation). Éstos últimos se basan en sensores de radio frecuencia, sensores infrarrojos, entre otros que se usan en espacios cerrados como lo son construcciones o edificios, según *Li and Lu* (2012) uno de los propósitos de este tipo de navegación es familiarizar a las personas con los lugares nuevos que nunca han frecuentado o que empiezan a frecuentar donde la señal de GPS no funciona adecuadamente.

Independientemente de los métodos de navegación actuales la manera como operan estos sistemas de orientación es a través de puntos de interés afirma *F. Poinssatte* (2001), a los cuales se le instala o predefine algún tipo de contenido que por lo general van acorde a preguntas que el sistema espera resolver, estos cuestionamientos son: ¿Dónde estoy?, ¿Cómo llegar a los puntos de interés?, ¿Cuánto esfuerzo necesito para llegar?, lo anterior con base al lugar donde se

encuentran los usuarios (*Pontikakis and Twaroch, 2006*). En ese sentido según *Ying et al. (2012)* la posición de los usuarios se obtienen a través de coordenadas sobre una cartografía predefinida, de esta manera es como se accede a la posición en tiempo real sin importar cuál sea el propósito o finalidad del sistema.

En la literatura se encuentran desarrollos enfocados en el campo de la orientación de personas en varias áreas, un primer ejemplo es el planteado por *Huang and Bian (2009)*, es un sistema que se basa en redes bayesianas y métodos analíticos de jerarquía de procesos para recomendar destinos turísticos de manera específica acorde al comportamiento de los viajes a nivel personal y de otros usuarios. Todo este sistema es implementado en tres niveles: en el primer nivel se encuentran los navegadores web estándares por el cual el usuario interactúa enviando peticiones y recibiendo resultados, el segundo nivel consta de los servidores los cuales son servidores web y servidores de mapas web, y por último en el tercer nivel se encuentran los servidores web espaciales en conjunto con sus servicios de mapeo y funcionalidades espaciales. En el desarrollo de este sistema cabe destacar que se usaron diferentes métodos para la recolección de datos, esto le permitió estudiar dos aspectos de preferencia de los usuarios: el primer aspecto consta de las diferencias de los usuarios para los tipos de información necesaria (información de ruta e información de mapa) y el segundo aspecto preferencia de los usuarios en el tema de encontrar caminos o rutas.

Lo anteriormente planteado por *Huang and Bian (2009)*, se encuentra enfocado en el área del turismo, sin embargo esto no quiere decir que este tipo de sistemas de información no se puedan generalizar, por el contrario, *Tsai (2011)* lo demuestra mediante un sistema de recuperación de información desarrollado en Singapur, el cual permite conocer la ubicación de sitios a través de la web y representar el resultado en mapas por satélite, este buscador web reconoce localizaciones ya sea: basadas en nombre de áreas, nombres de edificios, nombres comerciales y categorías de negocios, también existe la posibilidad de tener en cuenta la localización del usuario en sus búsquedas.

Un objeto de estudio complementario a los dos planteamientos anteriores, gracias a que no se tuvo en cuenta la navegación interna u orientación interna para los usuarios, es el llevado a cabo por *Liu et al. (2010)*, estos autores se enfocaron en un entorno más pequeño como lo es un entorno aeropuerto, en él realizaron dos experimentos con el propósito de investigar las búsquedas que se realizan a través de dispositivos móviles basados con información de la localización del usuario, el primer experimento compara el rendimiento de las búsquedas en diferentes contextos de usuarios y el segundo al igual que el primero evalúa el rendimiento pero esta vez colocando a los usuarios bajo presión a través de niveles de requisitos de información.

Los tres planteamientos mencionados anteriormente *Huang and Bian (2009)*, *Tsai (2011)* y *Liu et al. (2010)*, son propuestas de solución de problemas por fuera del

área académica y universitaria, sin embargo se observa de manera general que este tipo de sistemas guardan similitud ya que disponen de información hacia el público y resuelven problemas de orientación. Esto indica que los procesos metodológicos entre un sistema u otro son muy similares, a pesar de que los objetivos para cada sistema sean diferentes o estén enmarcados en distintas áreas.

En el área académica, la revisión de la literatura en materia de sistemas de orientación de personas y sistemas en general, muestra diversos trabajos en varias universidades alrededor del mundo e institutos de educación superior. Muchas de ellas con diferentes objetivos, pero guardan la similitud de compartir información. Estos objetivos parten desde el planteamiento de redes sociales orientadas en mejorar la productividad universitaria, pasando por sistemas enfocados en compilar toda la información espacial universitaria de manera unificada en software y metodologías de sistemas de información geográfica (SIG), propuestas enfocadas hacia la orientación de personas donde se tienen en cuenta los dos tipos de navegación (navegación interna y navegación externa), como también enfoques propuestos de navegaciones 3D al igual que desarrollo de sistemas para personas en condiciones de discapacidad.

En busca de mejorar y tener un entorno de trabajo más productivo *Kbar et al.* (2012) en la Universidad King Saud localizada en Arabia Saudita desarrollaron una aplicación que ofrece información basada en la localización de los usuarios dentro del campus universitario, así como también búsquedas por palabras claves y búsquedas de acuerdo al perfil del usuario, permitiendo encontrar de esta manera información relevante de los departamentos, investigadores, proyectos en ejecución, herramientas, conocimientos e inclusive eventos que se están realizando dentro de la universidad. El sistema llamado Smart and Context Aware Search for University Campus (SCASUC) esta implementado en un servidor SQL al cual los usuarios realizan la consulta a una base de datos relacional, accediendo por medio de la red wifi del campus en sus dispositivos remotos, ya sean ordenadores o teléfonos móviles que posean un navegador web. Esta tecnología wifi logra reconocer la ubicación de los usuarios acorde a la IP por lo cual no es necesario el uso del sistema GPS.

Por su parte *Benedito-bordonau et al.* (2013), a pesar que su enfoque va al mejoramiento de un ambiente productivo al igual que *Kbar et al.* (2012), este se sustenta en la idea de eliminar la heterogeneidad que existe en la información cuando esta se maneja por secciones y pone como ejemplo la Universidad de Jaume I, donde la información referente al personal investigativo y profesores lo maneja el directorio institucional de la universidad al cual se accede a través del sistema (LDAP) mientras que por otro lado la oficina técnica de obras y proyectos (OTOP) coordina y dirige las nuevas construcciones y mantenimiento de edificios y exteriores del campus, además que es la encargada de la gestión energética de todos los edificios de la universidad.

Esta heterogeneidad en la información permitió a *Benedito-bordonau et al.* (2013), plantear el proyecto denominado UJI Smart Campus o SmartUJI el cual englobó en una sola aplicación el acceso a toda la información desde un solo punto y de fácil acceso para los usuarios. Este visor web basado en mapas, usa tecnología ESRI permitiendo diversas funcionalidades e integra una geodatabase posibilitando que la información este actualizada de este modo mejoran la gestión de toda la información que maneja la universidad es de las áreas que más trabajo y esfuerzo requiere, incluyendo la orientación de personas.

Además de los sistemas de orientación de personas y de los sistemas de información geográfica en general para el área académica, también se han mostrado desarrollos y avances en materia de la navegación interna y externa, como el desarrollado por *Paiva* (2013) dónde desarrolló una aplicación disponible en dispositivos móviles basada en navegación interna, es decir, que poco se usa el sistema GPS. El propósito fue proporcionar a las personas un servicio de ubicación dentro de un espacio universitario cerrado en donde la señal del GPS es escasa, esto les permitió a los usuarios ubicar sitios, personas y otros servicios. Bajo esa misma dirección pero con mejoras se han propuesto sistemas duales, es decir de navegación interna y externa a la vez, como el propuesto por *Jacob et al.* (2009) en el campus de la National University of Ireland Maynooth (NUIM), dónde se planteó un desarrollo de sistema guía peatonal que permitiese a los conferencistas internacionales ubicarse dentro del campus mejorando así la logística de los eventos realizados en el sitio.

De igual forma *Nikander et al.* (2013) desarrollaron un sistema de navegación móvil que a su vez es dual y que de manera conceptual no tiene nada diferente al planteado *Jacob et al.* (2009), solo que es adaptado para la Aalto University Otaniemi en Finlandia y es un prototipo que tiene en cuenta las plantas físicas de todos los niveles de los edificios de la ciudad universitaria y se complementa externamente con los mapas de “OpenStreetmaps” y “Bing Maps”, cabe anotar que el sistema realiza rutas de orientación desde el exterior hasta el interior de los edificios.

Por su parte *Biczok et al.* (2014), realizaron un estudio de medición con base a usuarios registrados en la plataforma MazeMap, en este estudio tuvieron en cuenta estadísticas de uso, patrones de movilidad urbana y redes espacio-lógicas desde un ILBS en tiempo real que cubría toda la universidad. Esta plataforma que comenzó como un proyecto de investigación y desarrollo entre Trondheim Wireless y NTNU (Norwegian University of Science and Technology) *Krogstie* (2012), se convirtió en un servicio de posicionamiento para la navegación tanto en interior como en exterior del campus universitario, permitiéndole a los usuarios ver mapas del campus, buscar diferentes salones o espacios (aseo, aparcamiento, etc.) definiendo rutas de acceso en sus dispositivos ya sean computadoras, tabletas y teléfonos inteligentes. La diferencia de este sistema con los propuesto por *Jacob et al.* (2009) y *Nikander et al.* (2013), consiste en que fue necesario poner toda la

información respecto a la infraestructura en un solo sitio tal como lo hicieron *Benedito-bordonau et al.* (2013) en la Universidad de Jaume I.

No obstante, en esta temática no se ha dejado de lado los casos especiales de personas que padecen alguna discapacidad, como la ceguera, por ende en la literatura se encuentran desarrollos como el de *Serrão et al.* (2012), dónde implementaron un sistema que beneficia la navegación peatonal para personas con discapacidad visual, este sistema es basado en un sistema de información geográfica que almacena puntos de referencia que ayudan a la localización del usuario dentro en un edificio para su rastreo y definición de rutas para su orientación, todo el sistema es funcional a nivel interno (indoor navigation) y puede ser usado además por cualquier persona en general.

De estas temáticas se puede inferir que ha existido un gran avance en materia de metodologías y desarrollo de tecnologías a tal punto que se logra introducir los sistemas de información geográfica en el tema de la computación ubicua, así como lo exponen *Zipf and Jöst* (2006), al destacar temáticas sobre el contexto del usuario y de las situaciones por las cuales éste atraviesa, del mismo modo presentan diversos enfoques para el desarrollo de servicios móviles dedicados al tema de la navegación peatonal o de automóviles teniendo en cuenta el uso de ontologías para el manejo adecuado de las estructuras de datos.

Por otro lado, recientemente se han incrementado los escenarios virtuales en 3D como una base para la interacción social y se nombran “*virtual campuses*” cuando se enfocan hacia el contexto de las universidades, el cual es definido como algo metafórico para proveer a los usuarios un rango de herramientas para el aprendizaje según *Fominykh et al.* (2008), por consiguiente es necesaria la investigación para aumentar la velocidad de transmisión de datos a través de las redes para escenarios virtuales en 3D, así como los tipos de consultas y la definición de rutas basadas en sistemas de información geográfica (SIG) para este tipo de escenarios según *Dan et al.* (2008).

Capítulo 3

Este capítulo expone el proceso metodológico con el cual se dio solución a la problemática. En el proceso se obviara la parte de *Ingeniería de Sistemas* debido que esta es abordada en el transcurso de todo el documento a través de: la identificación del problema, el diagnóstico de la situación actual, los antecedentes, la justificación y la definición del sistema que se espera obtener. Este capítulo se estructura a partir de la etapa de *levantamiento y análisis de requerimientos* para el sistema, el *diseño del sistema*, la *implementación* y por último la etapa de *pruebas*.

3.1 METODOLOGÍA

3.1.1 *Etapas 1: levantamiento y análisis de requerimientos*

En esta etapa se establece los aspectos claves para la construcción del sistema desde un punto de vista operativo, para dar respuesta al usuario, donde se tiene en cuenta las opiniones de los usuarios más frecuentes en la ciudad universitaria Meléndez tales como: profesores, alumnos y funcionarios, que por su parte han enfrentado el problema de orientación día a día y que cada uno de ellos ha solucionado de manera diferente.

3.1.1.1 *Objetivo general del sistema*

Entregar al público en general a través de información geográfica la localización de las instalaciones, servicios, espacios y personal relacionado con la ciudad universitaria Meléndez de manera que pueda orientar a los usuarios al interior del campus respondiendo a las preguntas ¿Dónde queda? o ¿Cómo llego a?, siendo éstas las más frecuentes al realizar una visita, se entiende por preguntas de tipo espacial : ¿Dónde queda la oficina del profesor Mauricio Rincón? o ¿Cómo llego al coliseo Alberto León?

3.1.1.2 *Objetivos específicos del sistema*

Basados en el levantamiento de requerimientos, se identifican las necesidades del sistema y elementos para lograr dar respuesta a las dificultades presentes, se resumen los siguientes objetivos específicos:

- ✓ Ubicar espacialmente al usuario dentro del mapa base mediante el sensor GPS disponible en dispositivos móviles a través de una conexión a Internet.
- ✓ Contar con una base de datos geográfico donde permita contener información asociada a nombres del personal que labora en la universidad, sitios de interés, información de rutas vehiculares y peatonales, oficinas, espacios académicos y espacios en general.
- ✓ Dar respuesta a las consultas requeridas por los usuarios a través de una búsqueda en general que al mismo tiempo permita identificar la ruta de navegación peatonal dentro de la ciudad universitaria, representándola sobre el mapa base.
- ✓ Permitir regresar en cualquier momento al estado inicial.
- ✓ Manipular diferentes mapas bases en el sistema, tales como: mapa temático, mapa tridimensional y una aerofotografía digital.
- ✓ Representación a través de íconos de los sitios de interés particulares dentro de la ciudad universitaria, tales como: parqueaderos, ciclistas, fotocopadoras, tiendas de comercio y baños.
- ✓ Brindar a los usuarios información general acerca del equipo de trabajo que desarrolló el sistema.
- ✓ Ofrecer los mismos servicios tanto en la aplicación móvil como en aplicación web.

3.1.1.3 *Recolección y depuración de los datos*

El proyecto contó con información base desarrollada por el grupo de investigación en simulación y modelación dinámica espacial de la Universidad del Valle (GISMODEL) en formato shapefile para la representación de los espacios de la Universidad en su sede Meléndez también con información en formato shapefile de las redes peatonales de la Universidad del Valle desarrollada por el grupo de investigación en transporte tránsito y vías (GITTV). Por otra parte, la oficina de planeación y desarrollo institucional de la Universidad del Valle aportó mapas en formato CAD que se utilizaron como guía para el trazado de los diferentes espacios universitarios dentro del campus Meléndez.

A pesar de la información que ofreció la oficina de planeación de la Universidad del Valle, no son datos verídicos, debido a que gran parte de las construcciones al interior de los edificios son construcciones livianas (módulos, cubículos o separadores en panel yeso), por ello mucha información real no aparece en los planos. A esto se suma que la información no se encontró georreferenciada, pero si guardaba la forma geométrica que ayudo significativamente en el proceso de digitalización.

Por otra parte, toda la información se verificó y actualizó manualmente teniendo en cuenta el objetivo principal del proyecto, por lo tanto solo se consideraron los atributos de los diferentes espacios, no se contó con información exacta de dimensiones geométricas como es el caso de mediciones de áreas o longitudes, ya que no es el objetivo principal del sistema.

Para la actualización de la información se realizó un recorrido por toda la ciudad universitaria dónde se recopiló información como: números de los edificios, números de las oficinas, números y nombres de los espacios, nombres de los profesores, nombres de los laboratorios y nombres de los caminos. Adicionalmente en el recorrido se tomó apuntes y registros de video. Posteriormente se realizaron labores de oficina, las cuales consistieron en redibujar zonas de la universidad en un software SIG como Qgis desarrollado por la comunidad de Quantum GIS Project (Steiniger and Hunter, 2013) y actualizar la información recolectada en campo.

Todos los metadatos de la información del sistema se puede observar en el Anexo I. Metadatos.

3.1.1.4 Definición del entorno geográfico del sistema

La institución universitaria Universidad del Valle sede Meléndez localizada en la ciudad de Santiago de Cali departamento del Valle del Cauca-Colombia, fue la definida como el entorno geográfico del sistema, la cual comprende un área de 1.000.000 m², ver Fig. 59.



Fig. 59 Campus Universitario de la Universidad del Valle, sede Meléndez

Fuente: Elaboración Propia

3.1.1.5 Alcances del sistema

El sistema se diseñó de tal manera que se pueda utilizar a través de una conexión a Internet para equipos de escritorio. Para los dispositivos móviles se implementó

una aplicación la cual ofrece el servicio de consultas sin conexión a Internet, sin embargo para otros servicios como la ubicación del usuario mediante el GPS y el servicio de aerofotografía es necesario contar con una conexión a Internet.

Para el uso del sistema no es necesario tener cuenta de acceso al sistema, es decir no existe un módulo de seguridad para usuarios en general, ya que el objetivo de la herramienta es que funcione como una aplicación de orientación peatonal para todo público.

A través de UVManos, nombre que se le dio al sistema, los usuarios pueden realizar búsquedas generales mediante palabras claves, que cuenta con un módulo de autocompletado para facilitar las peticiones por parte de los usuarios.

Una vez efectuada la consulta el sistema responde por medio de representaciones cartográficas, para lo cual resalta el resultado en el mapa base por medio de una ventana flotante que muestra información del sitio y que además brinda la opción de calcular la ruta peatonal o ruta de acceso al lugar (¿cómo llegar?). Para este caso UVManos resalta la ruta en el mapa base que guía al usuario hasta su destino dependiendo del sitio de origen o donde se éste se encuentre, UVManos también permite definir el origen mediante búsqueda, geolocalización o por clic sobre el mapa.

A través de la versión de escritorio los usuarios pueden acceder a otros vínculos web referentes a la universidad como lo son: biblioteca, correo, directorio, mapa del sitio y english versión, del mismo modo se puede restablecer por defecto el aplicativo a su estado inicial, recibir información respecto al grupo de trabajo encargado del desarrollo y alternar entre diferentes mapas bases (MapBox, mapa temático o vista desde una aerofotografía). Todo lo anterior se maneja en las versiones móviles excepto los enlaces web hacia otras dependencias universitarias como se mencionó antes.

3.1.1.6 *Limitaciones del sistema*

El sistema solo contempla información cartográfica de la Universidad del Valle sede Meléndez, sin embargo solo está facultado para responder aquello que se encuentra en la base de datos geográfica pues el sistema no podrá responder aquello que no se encuentre en esta.

El sistema propuesto no es apto por el momento para personas en condiciones de discapacidad como personas que sufran de algún tipo de limitación visual ya que no posee información auditiva o sonora, además al difundirse por medios tecnológicos como terminales de red de computador o dispositivos móviles se hace imposible la representación en un lenguaje braille. Tampoco es apto para definir rutas de navegación para personas con movilidad reducida como es el caso

de las personas en sillas de ruedas, debido a que las rutas que arroja el aplicativo son netamente peatonales de una red de caminos general del campus universitario, es decir no tienen en cuenta si hay gradas, rampas u algún tipo de obstáculo que puede ser de impedimento para este tipo de usuarios.

Por otra parte es indispensable que los clientes del sistema, en especial los clientes de escritorio cuenten con una conexión a Internet que permita la comunicación de doble vía entre los dispositivos y el servidor en donde se almacena toda la información.

En el caso de los dispositivos móviles con GPS, el posicionamiento de los usuarios se verá afectado siempre y cuando los edificios y demás obstáculos obstruyan la señal GPS al dispositivo móvil en el interior del campus universitario. En este caso la alternativa que subsana esta problemática es permitir al usuario que escoja su posición de manera manual. Estas limitaciones de señal no solo afecta a los sistemas GPS sino también a los usuarios que poseen en sus dispositivos planes de pago de transferencia de datos, por ende se recomienda que en sitios cerrados los usuarios hagan uso de las redes wifi del campus universitario para una mejor transferencia de datos.

3.1.1.7 Identificación para lo cual no está facultado el sistema.

- El sistema no generará información o reportes estadísticos de ningún tipo.
- El sistema no está facultado para almacenar datos personales de los usuarios, ni las consultas que estos realizan.
- El sistema no permitirá realizar análisis sobre el estado de la infraestructura, espacios, personas o servicios.
- El sistema no estará facultado para conectarse con otras fuentes externas de información u otros sistemas.
- El sistema no permite compartir ubicaciones o sitios de interés.
- No se podrá obtener información geométrica referente a áreas, longitudes o superficies.
- El sistema no contempla información referente a redes eléctricas, redes de acueducto y alcantarillado, sistemas de control, y puestos de vigilancia.
- El sistema no manejará información de carácter privado como número de teléfono de docentes o funcionarios, direcciones de residencia, correos electrónicos privados, perfiles de redes sociales, entre otros.
- El sistema no se actualizará en tiempo real, hacen falta actualizaciones de manera manual.

3.1.1.8 Definición conceptual de los requerimientos del sistema

En el momento que una persona se encuentra en el campus universitario y no logra ubicarse de manera correcta en cuestión de saber en dónde queda algún sitio en particular, podrá a través de su dispositivo móvil descargar la aplicación de UVManos por medio de Internet o en su efecto si ya la posee en su dispositivo, puede ejecutarla y en cuestión de segundos podrá saber que en que parte de la universidad se encuentra a través de un mapa digital que es presentado en la pantalla de su dispositivo y además consultar en donde queda el sitio o la oficina de la persona a la cual pretende llegar.

En el caso de las personas que se encuentran en alguna oficina o que cuentan con un ordenador a la mano estos podrán ingresar a través de un enlace web por medio de un navegador. En ambas versiones tanto web como móvil, se observa la planta física general de toda la Universidad del Valle en su sede Meléndez con los nombres de los espacios más representativos acorde a la escala de visualización. De igual manera se puede explorar el mapa base y mirar más en detalle la información cartográfica. La diferencia es que en las versiones móviles la exploración del aplicativo se hace netamente con los movimientos de la mano.

No obstante para las personas que no se familiarizan rápidamente con las aplicaciones o sistemas, en el primer instante en que el aplicativo es cargado o ejecutado, este ofrece al usuario un tutorial didáctico que le enseña paso a paso el funcionamiento de la aplicación y la manera en cómo puede realizar sus búsquedas. Este tutorial explica el funcionamiento de todas las herramientas disponibles y la manera de como insertar los caracteres alfa numéricos en las búsquedas.

Una vez realizada la búsqueda y habiendo encontrado la ruta, a medida que el usuario se desplaza con su dispositivo móvil, su posición dentro del aplicativo irá cambiando permitiéndole saber en tiempo real si está navegando en la dirección correcta. Esto no podrá verse en las versiones de escritorio a menos que sea un ordenador portátil con una conexión a Internet inalámbrica.

3.1.1.9 Descripción de procesos a plantear como solución del problema

Como primera medida es necesario que toda la información referente de la Universidad del Valle sede Meléndez quedará consignada en una base de datos que permita dentro de sus características manipular y almacenar datos espaciales geográficos. Esto con el propósito de que toda la información este asociada a un sistema de coordenadas geográfico mundial que para el caso se escogió el sistema universal WGS84, debido a la universalidad que este sistema posee, por la cual incluso los navegadores GPS funcionan teniendo como base operativa este elipsoide de referencia. No obstante antes de crear la base de datos se realizó el

proceso de normalización de los datos para que estos contarán con una estructura relacional de manera organizada lo que permite relacionar cualquier tipo de consultas.

Todos estos datos geográficos se publicaron como un servicio WMS, donde se alimenta a través de una base de datos geográfica, para lo cual se accede a la información por medio de un link o hipervínculo web, mediante el conocimiento de un usuario y contraseña. Esto permite que la información pueda ser llamada por los usuarios o clientes por medio de una interfaz web para el caso de los navegadores web y a través de una interfaz móvil o app móvil, para el caso de los dispositivos móviles.

El propósito de tener una contraseña en la base de datos o en el sistema gestor de base de datos es tener los datos seguros en el servidor garantizando así que solo personas autorizadas puedan modificar el servicio o manipular alguna actualización de los datos. Sin embargo no es necesaria una contraseña para que los usuarios accedan al servicio debido que las interfaces a nivel de WEB y de versión móvil se conectan automáticamente al servidor físico con su conexión a Internet.

Estas interfaces gráficas se desarrollaron pensando en un ambiente visual agradable para las personas y que además fuera de fácil manejo. Por ende cuentan con representaciones de diversos mapas bases como: mapas temáticos y fotografías aéreas, además módulos de consulta, módulo de navegación y algunos módulos que albergan información de interés general, como: información acerca del aplicativo, el grupo de trabajo que lo desarrolló, entre otros aspectos, de la misma manera en ambos aplicativos WEB y móvil el usuario puede realizar zoom, paneo y desplazamientos a través de la cartografía.

Por otra parte maneja iconos referentes a las diferentes temáticas universitarias o referente a los diferentes servicios que se puedan encontrar dentro de esta, como es el caso de: servicios de restaurante, servicios de tienda o mercado, servicios de comidas rápidas, servicios deportivos, servicios de parqueadero, entre otros.

3.1.1.10 Identificación de los Módulos del Sistema

En la operatividad el sistema se identifican los siguientes módulos: el módulo usuario, el módulo de seguridad, el módulo consulta, módulo de procesamiento y módulo respuesta los cuales actuarán de manera cíclica como lo muestra la Fig. 60.



Fig. 60 Módulos del Sistema UVManos

Fuente: Elaboración Propia

3.1.1.11 Módulo de Usuarios y Definición de Usuarios

El sistema interactuará con dos tipos de usuarios, usuarios administradores que son los encargados de hacer procesos de reingeniería o actualización al sistema. Mientras que por otro lado están los usuarios públicos que son los que van a hacer uso en general del aplicativo y sus funciones.

Estos usuarios públicos se les permite interactuar con la información de carácter público, pero esto no quiere decir que puedan manipularla. Por lo general pueden ser cualquier usuario del exterior ajeno a la universidad o en su efecto estudiantes, profesores, personal administrativo, personal de mantenimiento o cualquier persona que tengan relación directa o indirecta con la Universidad del Valle.

3.1.1.12 Módulo de Seguridad

Los clientes del sistema que para el caso son la versión web del geoportal y la versión móvil de este mismo, solamente poseen el permiso de visualización de los datos y de realización de consultas alfa numéricas. Este permiso es implícito dentro del aplicativo es decir, es el aplicativo móvil o web el cual tiene los permisos de acceder al sistema, lo que implica que los usuarios en general que harán uso del aplicativo no tendrán que poseer algún tipo login de usuario y mucho menos un password, los aplicativos automáticamente se enlazan con el servidor.

Por el contrario para hacer cualquier modificación de los datos se debe de contar con un permiso especial mediante un nombre de usuario y contraseña en el servidor y además otra contraseña para acceso a la base de datos geográfica del sistema en el sistema gestor de base de datos instalado en el servidor. Este tipo de usuario es el súper usuario o el usuario administrador, pues puede manipular toda la estructura del sistema en sí.

3.1.1.13 Módulo de Consulta

Este módulo radica en la manera en como el sistema se relaciona con los usuarios, es la forma en como el sistema recoge la información de búsqueda por parte del usuario para posteriormente entrar a la etapa de procesamiento.

En el modo consulta el usuario puede realizar entradas alfanuméricas y entradas de clic para interactuar con el sistema, cabe anotar que en las entradas alfanuméricas el sistema estará en capacidad de sugerir consultas al usuario o sugerir búsquedas, este tipo de interacción con el usuario se realiza de manera gráfica por medio de formularios de consulta los cuales se logran mediante interfaces gráficas de usuario (GUI) desarrolladas mediante código HTML, CSS y JavaScript, las cuales se conectan directamente con la base de datos geográfica en el sistema gestor de bases de datos que se encuentra en el servidor físico.

El sistema UVManos tiene dos tipos de consulta entre ellas están:

Consultas por medio de clic: entre estas se encuentran, un tipo de consulta que le permite al usuario alternar entre diferentes mapas bases que tiene el sistema. Ya sea mapa temático o aerofotografía solamente dando clic en los botones correspondientes para cada capa de mapa. El otro tipo de consulta es el que permite conocer al sistema las coordenadas GPS del usuario solamente dando clic en el botón de geolocalización del sistema.

Consultas Alfanuméricas: existen dos tipos, búsquedas por palabras claves y búsquedas con base a la estructura definida en lenguaje SQL por defecto del sistema Ver Tabla 1.

Tabla 1 Ejemplos: consultas alfa numéricas en el sistema UVManos

Explicación	Consulta
Forma de realizar una búsqueda organizada, por defecto, SQL	Numero edificio, Número de espacio, Nombre del espacio
Ejemplo de búsqueda organizada, por defecto, SQL	320, 3139, Oficina Profesor Jorge Franco
Ejemplo de realizar una búsqueda por palabras claves:	Profesor Jorge Franco, Jorge Franco o Jorge

Palabras claves, son los caracteres o frases más comunes que el sistema reconoce, como por ejemplo: Edificio, Oficina, Biblioteca o nombre de alguna persona o nombre propio.

Caracteres numéricos, suelen ser códigos por ejemplo: números de salón o números de edificio.

Este tipo de entradas de interacción con el sistema son suficientes para: hacer búsquedas generales y para definir rutas de acceso peatonales a los diferentes lugares de la Universidad.

3.1.1.14 *Módulo Procesamiento*

Esta etapa se liga a las conexiones de red, a la ejecución de algoritmos y la ejecución de procesos lógicos para la posterior visualización. En las conexiones de red evalúa la disponibilidad de Internet y la conexión a los servidores en línea del sistema, que disponen de la información cartográfica y alfanumérica, en la etapa de los algoritmos ejecuta los algoritmos respectivos que se refieren a consultas geoespaciales, en este caso solo se implementó el algoritmo de diljkstra, el cual define la ruta más corta entre dos puntos de interés con base a una red de rutas o red de caminos. Por su parte los procesos lógicos de procesamiento son los que se encargan de identificar y rectificar las entradas del usuario, como es el caso de las consultas o las búsquedas en el aplicativo, que para el caso identifican si las entradas del usuario son correctas u incorrectas y dado su confirmación ejecuta los procesos necesarios o solicitados.

3.1.1.15 *Módulo de Respuesta*

Este módulo es aquel que muestra un resultado a partir de una consulta realizada por el usuario, que ha pasado por la etapa de procesamiento, es decir el resultado en este tipo de sistema se muestra de manera gráfica en pantalla en cualquiera de las dos versiones, escritorio o móvil.

Los resultados de búsquedas en general, ver sección 3.1.1.13 , se muestran a través de una ventana flotante llamada “pop up”, que contiene de manera habitual los siguientes atributos: Número de edificio, Número de espacio, Número de la planta física, Nombre del espacio y un enlace adicional de consulta de ruta (¿Cómo llegar?), como se muestra en la Tabla 2

Tabla 2 Información que contiene la ventana flotante en la cartografía

Edificio	320
Espacio	3139
Piso	3

Nombre Espacio	Oficina Profesor Jorge Franco
¿Cómo Llegar? (link de referencia a otro módulo de consulta)	

Lo anterior es para el caso de una búsqueda en general y el proceso podría terminar ahí para usuarios que son experimentados dentro del campus universitario, es decir que lo frecuentan día a día y que por ende tienen experiencia en como ubicarse dentro de la institución, tal vez la ventana flotante con la información del sitio sea suficiente para poder llegar al lugar. Sin embargo el caso se torna más difícil cuando una persona visita el campus por primera vez y por ende este tipo de usuario si necesita saber por dónde es la ruta para llegar al sitio. Es aquí en donde entra en juego el link ¿Cómo Llegar?

El link ¿Cómo Llegar?, tiene en cuenta la posición GPS del usuario o en su efecto las entradas que el usuario hizo en el sistema previamente como se explicó anteriormente en el Módulo de Consulta. Con estos datos y habiendo pasado por la etapa de procesamiento el resultado muestra al usuario la ruta óptima que este debe de seguir para llegar a su destino desde la posición en la que este se encuentra. Este tipo de resultado se muestra en la cartografía de manera didáctica con iconos, definición de ruta en color y demás informando a través de una ventana flotante como es el tiempo y la distancia que tomará aproximadamente en llegar al destino.

No obstante este módulo de respuesta abarca también la representación cartográfica de todo el campus universitario, en otras palabras se habla del mapa base temático en general del campus así como la aerofotografía, pues estos al ser datos que se llaman de un servidor como un servicio también se tratan como un resultado o una respuesta. Se pretendió representar gráficamente los resultados de una manera amigable, fácil y entendible hacia el usuario final, el modo respuesta puede estar acompañado imágenes, texto y demás modelos interactivos como ventanas flotantes e iconos demostrativos.

3.1.2 *Etapas 2: Diseño del sistema*

En esta etapa del diseño del sistema, se describen de manera conceptual los datos utilizados en el proceso del desarrollo del sistema o lo que se denomina el conjunto de los datos, con sus respectivas operaciones para la manipulación de los mismos en el sistema. El propósito principal es simplificar de una manera descriptiva el mundo real, esto es lo que da pie posteriormente a un modelo lógico. En otras palabras es para poder obtener de una manera estructurada y correcta una base de datos, que para el caso en estudio es completamente geográfica. También se le da forma a lo contemplado en etapas anteriores, es decir se

materializa todos los elementos definiéndolos de manera lógica dentro del sistema para permitir el funcionamiento adecuado de los aplicativos.

3.1.2.1 *Modelo conceptual del sistema*

En esta parte se plasma de manera conceptual lo que sucede en el mundo real, y se modela la manera en como el sistema debe responder a los requerimientos de los usuarios.

De manera general un usuario es cualquier persona, no importa su perfil, puede ser un profesor, un estudiante o sencillamente un visitante, cuando alguno de ellos ingresa al campus universitario, lleva consigo la idea en su cabeza de encontrar su destino con facilidad y no perderse dentro del campus tratando de encontrar un espacio o sitio de su interés. Sin embargo se encuentra que no existe una señalización o información clara y concisa de donde quedan los lugares o la manera de como referenciarlos, más aún se da cuenta que las personas que lo rodean tampoco conocen la universidad en su totalidad, esto último incluyendo los mismos funcionarios personas adscritas a la institución que trabajan en ella, como por ejemplo las personas encargadas de la vigilancia del campus.

Por lo anterior, la persona que visita el campus universitario desearía tener algo rápido y a la mano que le permitiese solucionar su problema de localización o subsanar esa falta de información y que además sea una fuente de información confiable y verídica, pues no desea perder mucho tiempo en encontrar el sitio de destino, sino más bien espera llegar a tiempo. Por lo tanto es correcto pensar que esta persona, esté buscando un espacio como: un salón, un auditorio, un edificio en especial o sencillamente la oficina de algún docente y toda esta información es impráctico que esté presente en un cartel o en una valla debido a que es demasiada la información la que deberían de contener.

Del mismo modo las personas encargadas de administrar la información de planeación e infraestructura y en sí mismo la Universidad del Valle como tal incluyendo funcionarios y personal académico, también están interesados que sus visitantes no pierdan tiempo buscando sus sitios de destino dentro del campus, es por esto que para ellos es de vital importancia tener una información actualizada concisa y verídica de las transformaciones en infraestructura que se hacen al interior del campus, así como también les interesa en su parte administrativa y de gobernabilidad, incluso conocer quiénes son las personas que trabajan en la universidad y donde se encuentran ubicados en qué oficina, en qué edificio, en que espacio en particular, un bosquejo claro de este modelo conceptual se puede ver en la Fig. 61.

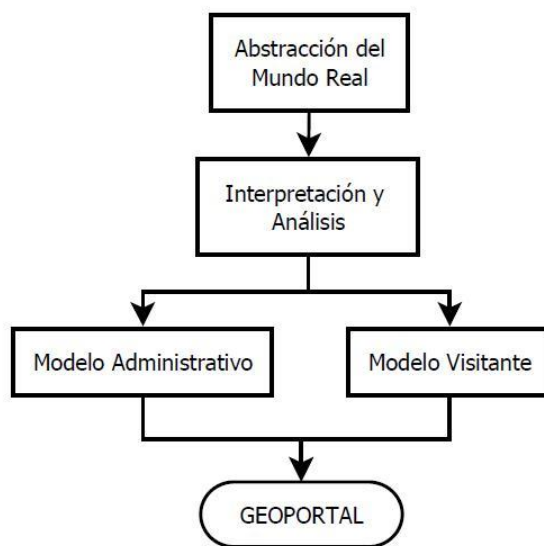


Fig. 61 Modelo conceptual del sistema UVManos

Partiendo de la problemática a abordar, el sistema deberá atender todas las necesidades que padecen los usuarios en materia de orientación; esto implica entender el rol del usuario y además conocer toda la infraestructura de espacio universitaria, para así poder comprender el desarrollo y funcionamiento del sistema. Todo lo anterior plasmado mediante el concepto de geoportal el cual se basa en la puesta en marcha y organización de hardware, software, métodos y personas, lo que permitirá satisfacer las necesidades de información tanto para los usuarios como para la universidad en sí misma.

3.1.2.2 Operatividad, Diagrama de Flujo del Sistema

En este ítem se describe la manera de interacción del sistema, con los elementos que intervienen, lo que podemos ver gráficamente en la Fig. 62.

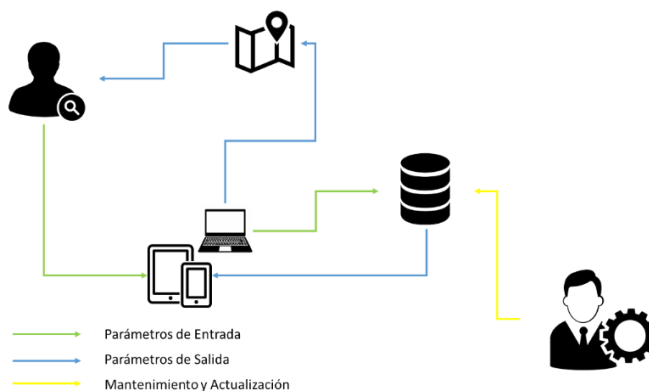


Fig. 62 Diagrama de flujo del sistema

1. El usuario tiene la opción de entrar al sistema por dos rutas: un aplicativo de descarga e instalación en los dispositivos móviles o un sitio web al cual se accede por medio de un navegador web.
2. Por cualquiera de los dos accesos anteriores, una vez la persona ingresa al sistema, este ofrece al usuario la posibilidad de aprender a usar la herramienta, siguiendo un tutorial básico paso a paso, el cual es opcional. Este tutorial muestra el manejo del aplicativo en su totalidad.
3. El sistema está en la capacidad de ofrecer al usuario la búsqueda por ejemplo de un edificio, un salón, una oficina, un laboratorio y demás espacios académicos relacionados con la institución.
4. El usuario realiza las búsquedas o consultas en el sistema, ver Módulo de Consulta.
5. El servidor web, responde a los requerimientos del usuario o en su efecto sugiere tipos de búsquedas.
6. El sistema muestra al usuario los resultados de las consultas, por medio de representaciones en la cartografía base, estas representaciones pueden ser: ventanas flotantes con información de algún sitio, rutas de acceso a algún lugar e información de distancia y tiempo requerido.
7. En el rol administrativo, se encargarán de la actualización del sistema para que pueda funcionar en cualquier plataforma, además están al pendiente de la actualización cartográfica de todo el campus universitario con su respectiva información de atributos o características para cada espacio.

Las anteriores secuencias cíclicas son las que darán vida al sistema como tal, cíclicas en el sentido para que este en óptimas condiciones es necesario que el sistema se esté actualizando cada cierto tiempo o cada que se haga una modificación en el campus.

3.1.2.3 Elementos del Sistema

En la operatividad del sistema UVManos se detectaron varios elementos que acompañan el funcionamiento de este, algunos son tangibles otros intangibles o es lo mismo decir elementos activos y elementos pasivos.

Elementos Activos

Esta clase de elementos son aquellos que hacen parte de la operatividad del sistema que por ende dan solución o resuelven el problema, por medio de estos es que se logra cumplir el objetivo por el cual el sistema se concibe.

Entre los elementos activos más importantes se encuentran el usuario y el personal administrativo y de mantenimiento del sistema, como también elementos que hacen parte del sistema como tal como los son: los equipos de hardware, el

software usado para el desarrollo, la infraestructura de red y los sistemas gestores de bases de datos. El usuario es la persona quien hace las consultas de tipo alfanuméricas al sistema por medio de formularios desarrollados en código de programación. El personal administrador, es el encargado de la actualización de todos los procesos del sistema, así como de implementarle nuevas opciones o usos al mismo.

Elementos Pasivos

Estos elementos no hacen parte de la operación del sistema, debido a que se encuentran dentro del mismo, el fin primordial es usarlos como una herramienta para brindar información adicional a los usuarios con respecto de su orientación espacial construyendo información de salida más elaborada que permita una breve y fácil interpretación del sistema. Los elementos pasivos que hacen parte de este sistema son: las cartografías base, las salidas espaciales, los resultados de las consultas, los iconos en la cartografía, los atributos en el mapa base así como también la información que se despliega dentro de este.

3.1.2.4 Modelo lógico del sistema

En este modelo lógico es donde se representa todos los procesos lógicos interactivos de funcionamiento del sistema, sus relaciones lógicas, con el propósito de evidenciar el comportamiento del sistema, en el sentido lógico del flujo de trabajo para dar solución a la problemática planteada.

El primer proceso lógico es el acceso al sistema, para el cual, con anterioridad se definió que en este sistema no existirán usuarios con contraseñas para poder hacer uso del mismo, ver (Módulo de Usuarios y Definición de Usuarios). Por lo tanto el modelo lógico de este proceso es muy generalizado.

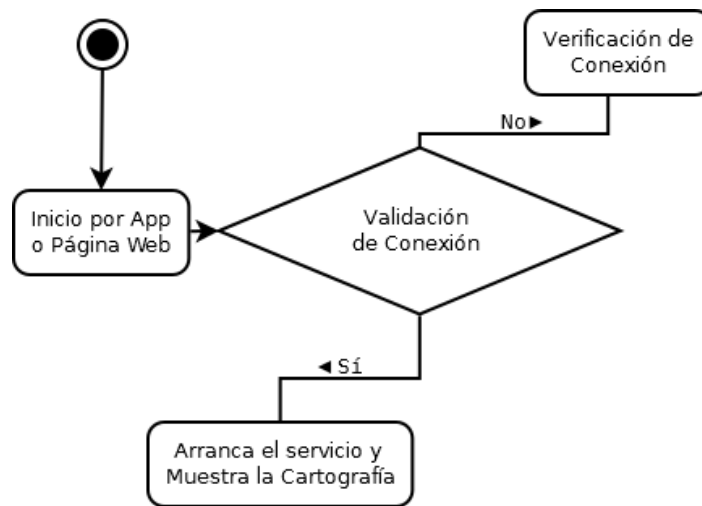


Fig. 63 Modelo lógico de acceso al sistema

En la Fig. 63 se muestra de manera general como los usuarios entran al sistema desde cualquiera de sus dispositivos remotos y como el sistema confirma si el usuario tiene o no tiene una conexión a Internet.

El sistema funciona con base a la información almacenada en la base de datos, la cual contiene información de tipo alfanumérica y espacial, esto permite a los usuarios realizar sus consultas, ya que este sistema funciona basado el concepto transaccional la cual es en la retroalimentación en dos sentidos, es decir es necesario recolectar información para así posteriormente mostrar un resultado y una vez termine el proceso el sistema vuelve a su estado inicial. El modelo lógico general del sistema se puede apreciar en la Fig. 64, en donde se muestran pasos internos del sistema como: la obtención de las capacidades de los servicios WMS, el funcionamiento del compositor y la manera en cómo se renderiza la información cartográfica en las salidas gráficas para el usuario.

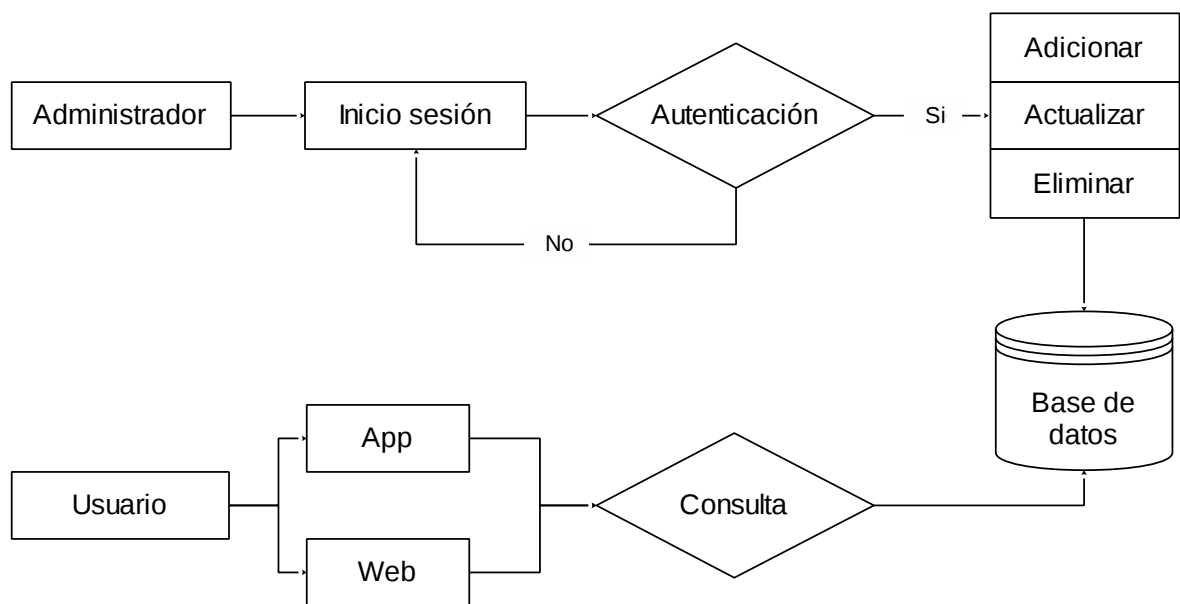


Fig. 64 Modelo Lógico General del Sistema UVManos

3.1.2.5 Modelo de la base de datos

Por medio de este modelo de datos se identifica el tipo de información que hará parte del sistema UVManos. En primer lugar, hay que definir la información de interés para los diferentes usuarios, esto conlleva a la construcción de las bases de datos que establecerá en el sistema, ya sea información espacial como no espacial de las cuales se caracterizan de la siguiente manera:

Información Espacial: que es por la cual se logra representar todo aquello que ocupa un espacio en el mundo real, abstrayéndolo de la realidad y referenciándolo en un sistema de coordenadas espaciales a la resolución y escala que ha sido definido el sistema.

Información No espacial: la cual es la información que se encarga de almacenar todos los registros del sistema que proporcionan información adicional de orientación al usuario, como por ejemplo los nombres de las entidades gráficas que se presentan en el mapa digital para facilitar la orientación espacial. Además será la encargada de alimentar la información espacial en sus atributos y características.

Información Temporal: es aquella con la que se muestran los resultados al usuario, esta información es volátil es decir que se borra cuando se termina el proceso de consulta.

Información Permanente: es la que utiliza el sistema como soporte base de su funcionamiento, debe de estar disponible en todo momento, en ella se aprecian etiquetas, iconos y algún tipo de información cartográfica.

Para efectuar el almacenamiento de la información se construyó una base de datos donde se asocian las respectivas componentes espaciales y al mismo tiempo posee datos de tipo alfanumérico, facilitando al sistema realizar el proceso y generar la salida gráfica solicitado por el usuario. El modelo de datos del sistema serán orientado a objeto, permitiendo que:

- Puede haber relaciones entre objetos no espaciales.
- La información consultada por el usuario obtenga las propiedades de los elementos.
- Cada elemento pueda tener propiedades espacial o no espacial.
- Cada elemento que este en sistema contenga atributos.

3.1.2.6 Estructura de la base de datos.

La base de datos es un conjunto de tablas las cuales están relacionadas entre sí, en donde cada entidad posee una llave primaria. A este conjunto de tablas se las conoce como base de datos relacional.

Cada tabla está constituida por registros (filas) y atributos (columnas), en el que los registros representan cada uno de los elementos en la tabla y los atributos definen las variables de cada elemento. Adicional a esto tiene en cuenta una relación entre las tablas, el cual se da cuando existe un atributo común entre ellas. Esto permite en esencia consultas complejas.

El modelo de diseño de la base de datos para el sistema UVManos se puede observar en la Fig. 65, en donde se puede apreciar la manera en cómo se estructuró la información de todo el campus universitario. También se observa como el ítem más significativo y que guarda más relación con los diferentes espacios es sin duda alguna las edificaciones. Debido que ahí es en donde se encuentran la mayor cantidad de espacios de la institución.

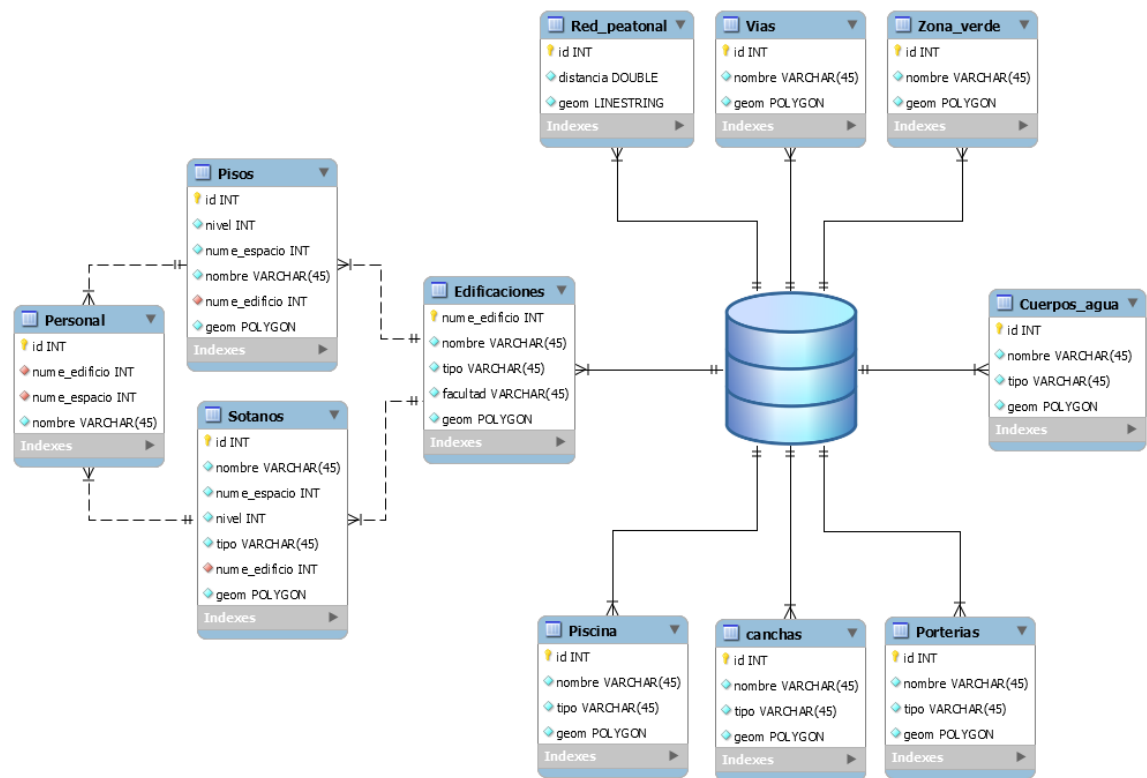


Fig. 65 Modelo de la base de datos del sistema UVManos

3.1.2.7 Modelo cartográfico

En este modelo busca normalizar los elementos y símbolos cartográficos que se encuentran dentro del sistema, además se debe establecer las características y formas de los objetos que representan el mundo real, ya sea de tipo: punto, línea o polígono. Este diseño hace que el entorno de visualización sea agradable para el usuario.

El modelo manejado por el sistema está constituido por:

Simbología: se realizó por medio de íconos en donde se le da al usuario la idea de cuál es la mayor actividad en los diferentes sectores ya sean por ejemplo representar: tipo de deportes, parqueaderos, restaurantes o tiendas de comercio, biblioteca, entre otros.

Leyenda: por medio de la cual se busca que el usuario interprete fácilmente lo que observa en la cartografía, esta leyenda es lo más coherente y sencilla posible.

Escala: es la relación matemática que altera las dimensiones reales del modelo cartográfico empleado en el sistema UVManos, dependiendo de la consulta

realizada por el usuario o los diferentes paneos que este realice dentro del sistema.

Capas: las capas cumple la función de ayudar a mejorar la interpretación visual de lo que el usuario busca en el sistema, por ende en UVManos se implementó una capa completamente temática la cual es una abstracción de la realidad representada por medio de puntos, líneas y polígonos y una capa que corresponde a una imagen de satélite o en su efecto una fotografía aérea.

Resolución: Este factor es el que coordina la cantidad de los objetos o notas que se visualizan en el mapa a diferentes escalas. El principal objetivo es evitar la saturación de información en el mapa base. Dando mayor comodidad a la vista y manipulación de los usuarios.

Sistema de proyección: la localización de un punto en el mapa puede definirse por la precisión de este, por tanto es necesario utilizar el sistema de proyección adecuado para la zona de estudio. Para este caso se usó el sistema de referencia WGS84, sistema en el cual se basa todo el modelo cartográfico.

Los parámetros de proyección de este sistema son:

```
GEOGCS["WGS 84",DATUM["WGS_1984",SPHEROID["WGS 84",6378137,298.257223563,AUTHORITY["EPSG","7030"]],AUTHORITY["EPSG","6326"]],PRIMEM["Greenwich",0,AUTHORITY["EPSG","8901"]],UNIT["degree",0.01745329251994328,AUTHORITY["EPSG","9122"]],AUTHORITY["EPSG","4326"]]
```

Fuente: <http://spatialreference.org/ref/epsg/4326/>

Etiquetas: por medio de las cuales se entrega información textual al usuario sobre los resultados obtenidos dentro del sistema como también se usaron para orientar al usuario en la cartografía al ponerle nombre a los edificios.

Dentro del modelo cartográfico sin duda alguna es importante la representación de los datos, por ende en la siguiente Tabla 3, se especifica de manera general los tipos de entidades y la forma en cómo se representan.

Tabla 3 Tipos de Entidades y la manera como se representan cartográficamente

Entidad	Forma	Grosor de Línea	Color RGB	Escala de Visualización	Sistema de Referencia
Porterías	Polígono	1	240,238,222	Máx. 1:500	WGS84

Redes Peatonales	Conjunto de Líneas	1	241,248,226	Máx. 1:500	WGS84
Vías	Conjunto de Líneas	1	212,207,199	Máx. 1:500	WGS84
Cuerpos de Agua	Polígonos	1	128,185,235	Máx. 1:500	WGS84
Zonas Verdes	Polígonos	1	117,215,111	Máx. 1:500	WGS84
Piscinas	Polígonos	1	128,185,235	Máx. 1:500	WGS84
Canchas	Polígonos	1	137,213,102	Máx. 1:500	WGS84
Edificaciones	Polígonos	1	240,238,222	Máx. 1:500	WGS84
Sótanos	Polígonos	1	240,238,222	Máx. 1:500	WGS84
Niveles	Conjunto de Polígonos	1	240,238,222	Máx. 1:500	WGS84
Espacios	Polígonos	1	240,238,222	Máx. 1:500	WGS84

3.1.2.8 Modelo Físico

En esta sección del modelo físico del sistema “Univalle en sus Manos – UVManos”. Se hace la descripción paso a paso de la implementación de todo el sistema en general. Desde la obtención de información, pasando por el uso de las herramientas de software, hardware, creación de servicios WEB hasta la descripción de los procesos en código de lenguajes de programación usados en la implementación de interfaces WEB y versión móvil.

Recopilación de la Información

La información que alimenta el sistema en general se basa en toda la planta física arquitectónica de la Universidad del Valle en su sede Meléndez. Esta información como se mencionó antes en la Recolección y depuración de los datos, se recopiló en la Universidad del Valle. Parte de esta información se encontraba en las bases de datos de los grupos investigación GISMODEL y GITTV de la Universidad del Valle, como también de la oficina de planeación Universitaria.

Actualización de la Información

Toda la información recolectada debió ser actualizada. Por lo tanto previamente se realizó un levantamiento de información en campo. Este levantamiento de información duró aproximadamente seis días. En el cual se realizó la tarea de recorrer todo el campus universitario por todas sus áreas, dependencias y senderos peatonales. Al mismo tiempo que se hizo la toma de datos específicos, como nombres de profesores, lugares, sitios de interés, auditorios, en fin todo espacio que tuviese en la actualidad asociado un nombre dentro de las instalaciones universitarias, ver Tabla 4. Para una mayor eficiencia del procedimiento se apoyó en material fotográfico y video gráfico que se tomó durante el recorrido, ver Fig. 66.

Tabla 4 Tipos de entidades generales encontradas en levantamiento de campo.

- | | |
|-------------------------------|-----------------------------|
| 1. Edificaciones | 2. Límites de Parqueaderos |
| 3. Senderos Peatonales y Vías | 4. Porterías |
| 5. Zonas deportivas | 6. Oficinas |
| 7. Laboratorios | 8. Salones |
| 9. Baños | 10. Cuartos de Aseo |
| 11. Cuartos Eléctricos | 12. Cafeterías |
| 13. Salas de Cómputo | 14. Almacenes |
| 15. Cuartos de Red | 16. Piscina |
| 17. Auditorios | 18. Bodegas |
| 19. Talleres | 20. Espacios Vigilancia |
| 21. Consultorios | 22. Grupos de Investigación |
| 23. Cuartos | 24. Espacios en General |

Fuente: Elaboración Propia



Fig. 66 Ejemplo de toma de datos fotográficos y video gráficos

Fuente: Elaboración Propia

No obstante cabe anotar que el objetivo del sistema “Univalle en sus Manos - UVManos”. Es solo guiar al usuario, en la medida que le entrega información de orientación. Por lo tanto en este levantamiento de información no se tuvo en cuenta dimensiones geométricas de los espacios debido a que muchas de las construcciones son estructuras en panel yeso o divisiones modulares. Lo cual es un escenario muy cambiante y estas variables geométricas cambian en cualquier momento.

Después de la realización del trabajo en campo. Toda la información se dispuso en formato shapefile en el software SIG Quantum Gis. La razón debido a que este software cuenta con muy buenas herramientas para la manipulación de datos vectoriales. Lo que permite crear entidades y editarlas acorde a los lineamientos del proyecto UVManos.

Para facilitar el proceso de actualización se subdivido y generalizó la información. De este modo se creó diferentes archivos shapefile tal como lo muestra la Tabla 5, acorde a las entidades encontradas en el levantamiento en campo.

Tabla 5 Entidades creadas en formato Shapefile

Formato	Nombre	Sistema de Referencia	Entidad Vectorial	Descripción
Shapefile	Edificios	WGS84	Polígono	Corresponde a todos los edificios del Ciudad Universitaria

Shapefile	Zonas Verdes	WGS84	Polígono	Corresponde a todo el escenario de zonas verdes de la Universidad
Shapefile	Senderos Peatonales	WGS84	Lineal	Son los caminos que posee la Universidad
Shapefile	Canchas Deportiva	WGS84	Polígono	Corresponde a todas las canchas deportivas del campus.
Shapefile	Vías	WGS84	Lineal	Carreteras que tiene la Universidad dentro del campus.
Shapefile	Sótanos	WGS84	Polígono	Guarda información de los espacios que están por debajo del primer piso en las edificaciones.
Shapefile	Nivel 1	WGS84	Polígono	Guarda información del nivel 1 o primeros pisos para todas las edificaciones, respecto de los espacios incluidos en él.
Shapefile	Nivel 2	WGS84	Polígono	Guarda información del nivel 2 o segundos pisos para todas las edificaciones, respecto de los espacios incluidos en él.
Shapefile	Nivel 3	WGS84	Polígono	Guarda información del nivel 3 o terceros pisos para todas las edificaciones, respecto de los espacios incluidos en él.
Shapefile	Nivel 4	WGS84	Polígono	Guarda información del nivel 4 o cuartos pisos para todas las edificaciones, respecto de los espacios incluidos en él.
Shapefile	Nivel 5	WGS84	Polígono	Guarda información del nivel 5 o quintos pisos para todas

				las edificaciones, respecto de los espacios incluidos en él.
Shapefile	Nivel 6	WGS84	Polígono	Guarda información del nivel 6 o sextos pisos para todas las edificaciones, respecto de los espacios incluidos en él.
Shapefile	Puntos de Interés	WGS84	Punto	Son lugares de interés para las personas. Entre ellos están: cafeterías, parqueaderos, tiendas y puntos de comercio.

Fuente: Elaboración Propia

Con esta subdivisión generalizada de la información se procedió a añadir los atributos necesarios para cada entidad. Dónde su información base es la recopilada en campo. Acorde a lo anterior se presentan en la Tabla 6 los atributos que se relacionaron para cada entidad.

Tabla 6 Atributos relacionados por entidad

Entidad	Atributos
Edificios	Número de Edificio y Facultad a la que pertenece
Pisos 1,2,3,4,5, 6 y Sótanos	Número del Espacio, Nombre del Espacio, Tipo de Espacio (Ejemplo: Oficina, Baño, Secretarías, etc.), Nivel, Número de Edificio.
Canchas Deportivas	Nombre, Tipo de Deporte (Fútbol, Baloncesto, Tenis, entre otros) y geometría.
Piscina	Nombre, tipo y geometría.
Senderos Peatonales	Distancia de los senderos y geometría.
Puntos de Interés	Tipo (Ejemplo: Cafeterías, Parqueaderos, Comercio, etc.) y Nombre
Cuerpos de agua	Nombre, tipo y geometría.

Vías	Nombre y geometría.
Zonas verdes	Nombre y geometría.
Personal	Nombre, Espacio y Edificio.

Fuente: Elaboración Propia

Topologías de la Información

Toda esta información hace parte directamente del modelo cartográfico del sistema. Por ende se comprueban las topologías geométricas de las entidades con topología de líneas y topología de polígonos.

Para las topologías de líneas se trataron las siguientes condiciones como error: 1) Una línea no alcanza a otra línea y 2) Una línea tiene un overshoot de otra línea. En la Fig. 67 se puede observar una representación gráfica de estos tipos de error.



Fig. 67 Errores de Topología de Líneas Evaluado

Fuente: Elaboración Propia

Por su parte para las topologías de polígonos se trataron las siguientes condiciones de error: 1) Si los polígonos adyacentes tienen espacios entre ellos y 2) La Superposición de Límites de los Polígonos. Una ejemplificación de lo anterior se puede observar en las Fig. 68 y Fig. 69



Fig. 68 Límites Abiertos



Fig. 69 Superposición de Polígonos

Fuente: Elaboración Propia

Los errores encontrados se corrigen y se verifica que toda la información se encuentre georreferenciada en el sistema WGS84. Con base en esa misma forma como se organizó la información, se dispuso para ser almacenada en una base de datos orientada a objetos.

Almacenamiento de la Información

Terminado el proceso de recopilación de información y actualización. Todo es almacenado en los servidores del laboratorio de GISMODEL de la Universidad del Valle. El proceso se realiza debido a que de esta manera queda registro de una copia de respaldo de datos fuentes para el sistema, en otras palabras es un back up (copia de seguridad) de la información fuente.

No obstante para que la información pueda ser consultada en línea. Como primer paso es necesario implementar la información en una base de datos orientada a objetos. Para esto se transformó el formato de archivo Shapefile a formato de Structured Query Language (SQL). Procedimiento que se realizó mediante las aplicaciones del sistema gestor de bases de datos PostgreSQL con su extensión PostGIS, en especial la aplicación “shp2pgsql” que permite hacer esta transformación y se ejecuta mediante consola de comandos (Linux Command Line o Windows CMD). Estas aplicaciones de Postgres en general permiten la manipulación de datos Shapefile a los cuales se le asocia atributos espaciales.

```

Microsoft Windows [Versión 10.0.10240]
(c) 2015 Microsoft Corporation. Todos los derechos reservados.

C:\Users\RODRIGO>shp2pgsql
RELEASE: 2.2.0 (c1200)
USAGE: shp2pgsql [-options] [-shapefile] [-schema] [-table]
OPTIONS:
  -s <from>[:<srld>] Set the SRID field. Defaults to 0.
  -o <to>[:<srld>] Optionallly reprojects from given SRID (cannot be used with -D).
  -d <dialect> These are mutually exclusive options:
    -d Drops the table, then recreates it and populates
    -a Appends shape file into current table, must be
    -c Creates a new table and populates it, this is the
    -D Default if you do not specify any options.
  -p Prepare mode, only creates the table.
  -g <geocolumn> Specify the name of the geometry/geography column
  -D Use postgresql dump format (defaults to SQL insert statements).
  -e Execute each statement individually, do not use a transaction.
  -G Not compatible with -D.
  -G Use geography type (requires lon/lat data or -s to reproject).
  -k Keep postgresql identifiers case.
  -i Use int4 type for all integer dbf fields.
  -l Create a spatial index on the geocolumn.
  -n <filename> Specify a file containing a set of mappings of <long> column
  names to 10 character DBF column names. The content of the file is one or
  more lines of two names separated by white space and no trailing or
  leading space. For example:
  COLUMNNAME DBFFIELD1
  COLUMNNAME DBFFIELD2
  -S Generate simple geometries instead of MULTI geometries.
  -t <dimensionality> Force geometry to be one of '2D', '3DZ', '3DM', or '4D'
  -v Output WKT instead of WKB. Note that this can result in
  coordinate drift.
  -w <encoding> Specify the character encoding of Shape's
  attributes column. (default: 'UTF-8')
  -N <policy> NULL geometries handling policy (insert=skip,abort).
  -n Only import DBF file
  -T <tablespace> Specify the tablespace for the new table.
  Note that indexes will still use the default tablespace unless the
  -X flag is also used.
  -X <tablespace> Specify the tablespace for the table's indexes.
  This applies to the primary key, and the spatial index if
  the -l flag is used.
  -? Display this help screen.

```

Fig. 70 Características de la aplicación “shp2pgsql” de PostGIS ejecutada sobre consola CMD

Fuente: Elaboración Propia

Acto seguido se crea una base de datos en PostgreSQL con el nombre de “uvmanos”. Esta base de datos se alimenta a partir de los archivos en formato SQL que contienen toda la información de la Universidad del Valle, ver Fig. 71. Esta base de datos “uvmanos” es acorde con el Modelo de la base de datos.

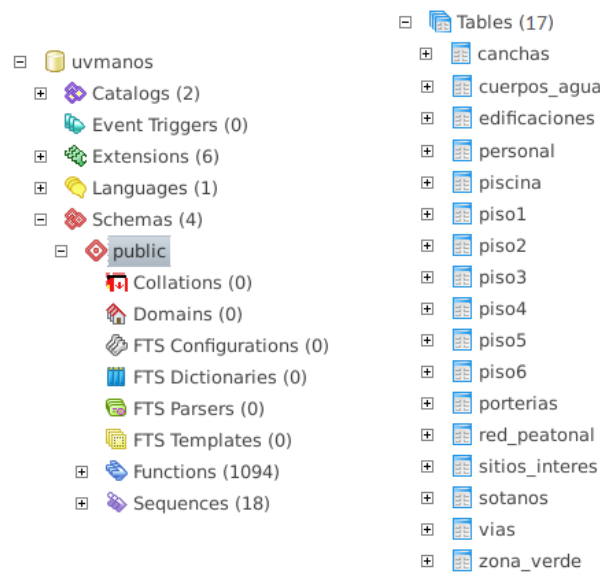


Fig. 71 Implementación de la base de datos del sistema “Univalle en sus Manos - UVManos” en PostgreSQL

Fuente: Elaboración Propia

Este es el cerebro del sistema, desde aquí se administra toda la información vectorial del sistema “Univalle en sus Manos – UVManos” que se entrega a los usuarios vía web.

Implementación de los Servicios WEB

Para la publicación de la información vía WEB se utilizó el servidor de código abierto GeoServer. Por medio de este servidor se realizó la conexión a la base de datos “uvmanos” almacenada en PostgreSQL. También se definen los Styled Layer Descriptor (SLD) o estilos de representación cartográfica para cada entidad, los cuales se muestran en la Tabla 5. Acto seguido se realizó la agrupación de capas y finalmente se crea una publicación a través de un Mapa WEB Services (WMS) que termina por reconocerse como la cartografía base del sistema.

Desarrollo del Geoportal versión WEB

El desarrollo de la interfaz web del Geoportal “Univalle en sus Manos – UVManos” se realizó mediante el código de programación web HTML 5, como también el código CSS3 para la definición de estilos web.

No obstante la interfaz web debió mostrar toda la información cartográfica almacenada en el servidor GeoServer. Así como también la posibilidad real de realizar consultas en línea. Por este motivo se utilizaron las librerías OpenLayer3, Bootstrap, TypeHead y la librería JQuery de JavaScript. OpenLayer3 para mostrar la cartografía base proveniente del servicio WMS del servidor GeoServer en el sitio WEB y las demás librerías para las interfaces WEB operativas de consultas.

Con base en esa misma forma el servicio WMS creado en el servidor GeoServer, se conecta a la interfaz WEB a través de una url. Como se observa en la Fig. 12, dónde la url que conecta con el sistema “UVManos” se encuentra en el servidor de GISMODEL de la Universidad del Valle a través de un servicio de GeoServer.

```
var sourcemapatematico = new ol.source.ImageWMS({
  url: 'http://gismodel.univalle.edu.co/geoserver/wms',
  params: {'LAYERS': 'uvmanos.mapa.tematico'},
  serverType: 'geoserver',
});

var layermapatematico = new ol.layer.Image({
  source: sourcemapatematico
});
```

Fig. 72 Código para la llamada del Servicio WMS de GeoServer

Fuente: Elaboración Propia

Por su parte las interfaces operativas de consulta permiten al sistema realizar dos tipos de procesos. Tomar información directamente de la base de datos y mostrarla al usuario o tomar información de la base de datos, hacer operaciones internas y posteriormente mostrar un resultado.

El primer proceso ocurre cuando un usuario consulta un lugar o espacio al cual quiere llegar y este finalmente se muestra en el mapa digital. Mientras que el segundo proceso sucede cuando el usuario quiere conocer la ruta de acceso más corta a un lugar que de igual forma se muestra en el mapa digital.

Este tipo de consultas que realizan los usuarios son entradas alfanuméricas precisas. Por ende a través de la librería TypeHead de JavaScript se implementó una función de auto completado. En otras palabras, cuando un usuario digita un número o frase automáticamente el sistema sugiere búsquedas. Esto evita contratiempos a la hora de realizar las consultas y garantiza que las consultas sean precisas.

Estas consultas terminan en procesos llevados a cabo por el sistema de manera interna. Para lograrlo se realizan mediante el lenguaje de programación PHP. Este lenguaje permite primeramente realizar una conexión a la base de datos almacenada en PostgreSQL. Igualmente facilita la construcción de consultas que se realizan a la base de datos acorde a las entradas realizadas por los usuarios y finalmente permite construir algoritmos que realizan cálculos con la información consultada en la base de datos.

Entre estos cálculos internos está el algoritmo de dijkstra. El cual se calcula por medio de la aplicación PgRouting de la extensión PostGIS del gestor de bases de datos PostgreSQL. Esta combinación de aplicación y algoritmo es la que permite calcular el proceso interno del sistema de la ruta más cortas entre dos puntos, que para el caso del sistema se habla de dos lugares.

Los cálculos internos y consultas que realiza el sistema. Al final deben de mostrarse al usuario como un resultado en el mapa digital. Por lo tanto la construcción de esta respuesta se lleva a cabo con el formato alfanumérico JavaScript Object Notation (Json) y el formato Well Known Text (WKT) que estructura PostgreSQL en su extensión PostGIS. Esto permite mostrar los resultados en el mapa digital.

Implementación de los Servicios Móviles

En los servicios móviles los usuarios que hacen uso de estos dispositivos móviles se encuentran en desventaja cuando la señal de Internet de sus dispositivos no es constante o cuando en definitiva no se cuenta con una conexión a Internet.

En la Universidad del Valle a pesar de que se ofrece servicio wifi gratis, la cobertura del servicio no cubre el millón de metros cuadrados que tiene el campus. Por esta razón para el sistema “Univalle en sus Manos – UVManos” se optó la idea de una App que funcione sin una conexión a Internet en sus funciones más básicas como lo son búsquedas y cálculos de ruta.

Basándose en característica de funcionalidad que debe tener la App y en contraste a lo realizado en la versión WEB con GeoServer. En esta versión móvil para lograr un funcionamiento sin conexión a internet se creó una imagen vectorial Scalable Vector Graphics (SVG). El cual es un formato que permite describir datos vectoriales sin distorsionar la imagen. Esta imagen permite la elaboración de la misma cartografía base empleada en WEB para la versión móvil pero sin conexión a Internet. Por lo tanto la App móvil no requiere del servicio de GeoServer. Sin embargo esta cartografía base se complementa con el mapa “Tilemill” de Mapbox para que el usuario obtenga información de los alrededores de la escena digital cuando existan datos móviles disponibles.

Adicionalmente en la versión web el sistema se conecta a la base de datos para realizar las diversas operaciones. Contrario a esto, para suplir este requerimiento en la versión móvil se optó por almacenar la información de la base de datos internamente en la App móvil. Lo cual se logró mediante la estructuración de toda la información de la base de datos de PostgreSQL en los formatos JavaScript Object Notation (Json) y GeoJson (JavaScript Object Notation para representar características geográficas simples). El primero para información alfa numérica y el segundo para atributos de geometrías vectoriales.

Desarrollo de la App del Geoportal “Univalle en sus manos – UVManos” en versión móvil

El desarrollo de esta aplicación no se realizó en un lenguaje de programación nativo para cada dispositivo móvil en especial, lo cual se considera que la aplicación es híbrida ya que se construye sobre un solo lenguaje y se compila para varios sistemas operativos móviles, el lenguaje utilizado está dado por las tecnologías web como HTML5, CSS3 y JavaScript, lo que permite ser desarrollado para multiplataforma. Los procesos de compilación para cada sistema operativo se efectúan mediante el marco de desarrollo de Apache Cordova.

Para la construcción de la interfaz gráfica se utilizaron las librerías de Framework7 y Leaflet. Framework7 permite la creación del entorno grafico para ejecutar las funcionalidades de sus herramientas ya sea botones, entras de texto, autocompletado, iconos y “popup”. Leaflet permite la estructuración de los componentes correspondientes a mapas.

Por su parte para la sección del cálculo de rutas fue necesario implementar el algoritmo de Dijkstra en JavaScript, debido a que la herramienta utilizada para el cálculo de rutas en la versión de escritorio fueron mediante las librerías de pgRouting directamente sobre la base de datos.

Interfaz gráfica

Para la correcta interacción entre el sistema y el usuario es necesario el uso de representaciones gráficas simbólicas, que permitan una adecuada manipulación de la herramienta, haciendo agradable, eficiente y satisfactorio su uso, permitiendo optimizar las operaciones que los usuarios quieran realizar. Algunas de las funciones básicas que tienen las interfaces gráficas tanto en versión de WEB como versión móvil son:

- Herramientas de Zoom: con la cual los usuarios podrán variar la escala de la cartografía a su gusto acorde a las pantallas de sus dispositivos
- Desplazamiento o Paneo (PAN): por medio de esta opción los usuarios podrán mover el mapa y explorarlo a fondo.
- Colores: son una manera indispensable de que los usuarios logren diferenciar elementos o entidades dentro de la cartografía
- Tamaño de elementos gráficos: hace referencia a los iconos descriptivos acorde a la temática de cada lugar (zonas deportivas, zonas de estudio, zonas de comercio)
- Marcadores: por lo general se usa para etiquetar elementos dentro de la cartografía como algo adicional ejemplo en las búsquedas realizadas por los usuarios

No obstante la representación cartográfica temática es una representación completamente vectorial, es decir que guarda representaciones de punto línea y polígonos.

Todas las anteriores características de interfaces gráficas son sujetas a cambios. Es posible evaluarlas para mejorarlas, modificarlas o sencillamente eliminarlas. Depende del nivel incluso de satisfacción del usuario.

Ambientes de Trabajo

En los ambientes de trabajo se hace referencia a las diferentes formas en que los usuarios tienen acceso a la información. Para este caso al sistema UVManos se puede realizar de manera local en el servidor de datos. A través de Internet de manera remota y en dispositivos móviles sin conexión a Internet con una App del sistema.

El ambiente local es donde está alojada toda la información del sistema UVManos, más sin embargo no es conveniente que este abierto al público en general solo para administradores del sistema, pues son los datos netos o definitivos que hace que el sistema funcione correctamente.

A través de Internet es el segundo ambiente dónde se ofrece el servicio a los usuarios que hacen su conexión a través de navegadores WEB. Mientras que a través de dispositivos móviles, cumpliendo con el parámetro de funcionamiento sin Internet. Toda la información esta compilada en la App. En ambos casos solamente permite que los usuarios accedan a los datos de manera de consulta más no se tiene un acceso directo a la modificación de los mismos, así se garantiza que las funcionalidades del sistema se conserven en el transcurso del tiempo.

Requerimientos de software, hardware y de mantenimiento

Hardware

La característica principal de hardware con la que cuenta el sistema es un servidor físico, que dentro de sus particularidades es de fácil uso, lo que permite una buena administración de datos, que para el caso fueron datos geográficos. Es completamente actualizable en cuestiones de software como lo son actualizaciones de BIOS, drivers del sistema, firmware y sistemas operativos lo cual es un factor clave para este tipo de sistemas. Otro aspecto importante son las buenas características de rendimiento como lo son su capacidad de almacenamiento y su capacidad de procesamiento en donde juegan un papel importante la memoria RAM del servidor, al igual que sus procesadores. Las características del servidor físico se pueden ver en la Tabla 7

Tabla 7 Características de servidor físico

 Dell PowerEdge 2900	Servidor Marca: Dell
	Modelo: PowerEdge 2900
	Procesador Intel Xenón 5000 3.0 GHz
	Tipo de procesador: X8
	Memoria RAM: 8GB expandible a 48 GB

Almacenamiento Interno Máx.: 3 TB

Fuente: Elaboración Propia

Por otra parte la Universidad del Valle a través de la Oficina de Informática y Telecomunicaciones (OITEL) es la encargada de asignación de IP's, seguridad y mantenimiento de las redes de este tipo de equipos.

Este tipo de equipos funcionan bajo las directivas de OITEL. Lo que hace que regulen los anchos de banda, el acceso a servicios y la definición de IP's entre públicas y privadas.

Con base a esa administración por parte de la OITEL. El servidor del GISMODEL adscrito a la Escuela de Ingeniería Civil y Geomática. Cuenta con una conexión a internet de 100Mb en su ancho de banda. Lo que es adecuado para prestar los servicios geográficos desde este servidor hacia el público. Tal como lo muestra la Fig. 73.

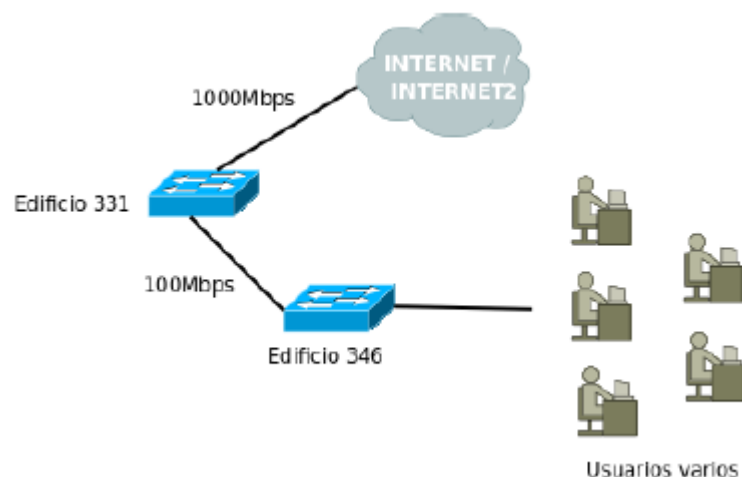


Fig. 73 Conectividad de la Escuela de Ingeniería Civil y Geomática a Internet

Fuente: Informe Técnico Geoportal para Colombia

Conexión

La conexión operativa del sistema entre clientes y servicio se llevara a cabo mediante el protocolo estándar TCP/IP e incluso conexiones de área local para los módulos administradores o de mantenimiento. Por esta razón la conexión de los clientes remotos con el servidor se realiza mediante el nombre del servidor o dirección el cual tiene asociado número IP en la red. En la Tabla 8 podemos observar otras características asociadas a la conexión.

Tabla 8 Características asociadas a la red de conexión

Característica	Especificación	Descripción
Medio de Acceso	Red LAN / WiFi	Para acceso al servidor de datos
Protocolo	TCP/IP	Protocolo de comunicación en los niveles de red y transporte del modelo de interconexión de sistemas abiertos (ISO).
Nombre del Servidor	gismodel.univalle.edu.co	Subdominio del servidor
Nombre del Dominio	univalle.edu.co	Dominio general de la red
Velocidad de Acceso a la red	100 Mbps o mayor	Según punto de servicio o cableado

Software y Lenguajes de Programación

El desarrollo de este sistema implica el uso de diferentes plataformas de software y de diferentes lenguajes de programación. Los softwares usados para el objeto de estudio se les pueden conocer como software SIG de escritorio y sistemas gestores de bases de datos.

Entre los software SIG de escritorio se usó el desarrollado por la casa matriz Qgis, debido a su versatilidad, comodidad en la manipulación de entidades y atributos, pero más importante aún, su licenciamiento como software libre. Al igual que este último en su característica de software libre, se usó el sistema gestor de bases de datos PostgreSQL de la casa matriz PgAdmin, este sistema gestor de bases de datos tienen entre sus funcionalidades paquetes especiales para el manejo de bases de datos geográficas que permite la manipulación, actualización y además es de fácil conexión directa con un servidor de mapas para su respectiva publicación de información a través de diferentes servicios geográficos como lo son WFS y WMS.

El servidor de mapas que se usó por uso práctico y de licenciamiento libre en el objeto de este estudio fue GeoServer el cual es basado en java y usa estándares del Open Geospatial Consortium (OGC).

Por otra parte el desarrollo de interfaces gráficas es un conjunto de lenguajes de programación. En este conjunto hacen parte lenguajes como HTML5, CSS3, PHP y librerías de JavaScript como Bootstrap, TypeHead, JQuery, Open Layer 3 y JQueryMobile. Como también los formatos Json y GeoJson.

La funcionalidad de cada una de estos lenguajes de programación dentro del sistema se definió anteriormente en el Desarrollo del Geoportal versión WEB y el Desarrollo de la App del Geoportal “Univalle en sus manos – UVManos” en versión móvil.

Clientes remotos

Los clientes remotos son los usuarios que harán uso del sistema, en sí son el dispositivo que usan los usuarios en el momento de enlazarse con el servicio. Estos dispositivos pueden ser ya sea un ordenador o en su efecto un Smartphone o dispositivos móviles.

En cualquiera de los casos anteriores por medio de un navegador WEB instalado sobre con cualquier sistema operativo que posea un soporte Java, CSS, y HTML podrá hacer uso del sistema. Sin embargo en los teléfonos inteligentes o Smartphone hay una mayor comodidad respecto del uso, debido que estos pueden instalar directamente la aplicación en sus dispositivos dependiendo del sistema operativo que estos teléfonos usen y hacer uso del sistema sin la necesidad de contar con una conexión a Internet.

Personal Técnico

El sistema requiere de personal especializado para el mantenimiento y puesta en marcha de más actualizaciones del sistema en general. Estas personas deben tener conocimiento en el manejo de sistemas de información geográfica, tratamiento de información geográfica, toma de datos y el manejo y desarrollo de plataformas para dispositivos móviles y WEB.

3.1.3 Etapa 3: Implementación del sistema

La implementación se lleva a cabo siguiendo todo el proceso metodológico expuesto en las etapas anteriores. Empezando por la recolección de información edición y actualización de esta misma. Acto seguido la implementación del modelo de la base de datos debidamente normalizado en donde se tienen en cuenta información de dos tipos: alfanumérica y espacial. Dónde cada entidad de la base de datos es necesario que posea un ID para que funcione en los siguientes procesos lógicos del sistema. Toda la información es comprobada en condiciones

de calidad como se explicó en la sección de Topologías de la Información en el Modelo Físico del Sistema.

Sumando el modelo de datos al modelo cartográfico se realizó todo el desarrollo WEB y móvil. En este desarrollo se buscó que cumpliera con todos los parámetros propuestos en el análisis y levantamiento de requerimientos. Este paso se implementa a través de los diversos lenguajes de programación explicados en la sección de Software y Lenguajes de Programación del Modelo Físico.

Por su parte para la evaluación del sistema se realizaron análisis en bloque para las diversas estructuras de código, garantizando así el funcionamiento del sistema.

A continuación se explican los anexos agregados a este trabajo. Anexos que contienen los códigos de programación de todo el geoportal:

En el Anexo A. Código Página Inicio Geoportal se puede observar todo el código de programación de la página principal del Geoportal (index.html). En este código se encuentra la implementación de todo el sistema. Como también los enlaces a servicios WEB de Geoserver y códigos de consultas en lenguaje PHP.

En el Anexo B. Código PHP, Algoritmo de Ruteo diljkstra se muestra el código del algoritmo de la ruta más corta. El cual se realiza en base a consultas de usuarios. Por ende es necesario realizar otro tipo de consultas espaciales, como es el cálculo del centroide o las consultas por medio de clic sobre la cartografía digital.

En el Anexo C. Código PHP, Superbuscador, se muestra el código empleado en el lenguaje de programación PHP que permite consultar información en toda la base de datos del sistema. Este algoritmo con base a las entradas de los usuarios, escanea toda la base de datos en busca de una respuesta.

En el Anexo D. Código PHP, Cálculo Centroides, se muestra el código de programación en PHP para calcular las coordenadas del centro de cualquier polígono donde se toma como base las consultas previas de los usuarios. Este código de programación está ligado al algoritmo de ruta más corta.

En el Anexo E. Código PHP, Autocompletar Búsquedas, se muestra el código de programación en PHP que permite autocompletar búsquedas. Esta herramienta facilita a los usuarios las búsquedas debido a que aplica un filtro acorde a palabras claves.

En el Anexo F. Código PHP, Consulta Click, se muestra el código en lenguaje PHP que permite calcular las coordenadas de un objeto por medio de un clic sobre la cartografía. Este código de programación está ligado al algoritmo de ruta más corta.

En la Fig. 74, se muestra un esquema que representa la manera como la página principal del geoportal (index.html) se estructura de otras fuentes como lenguajes PHP, servicios y librerías:

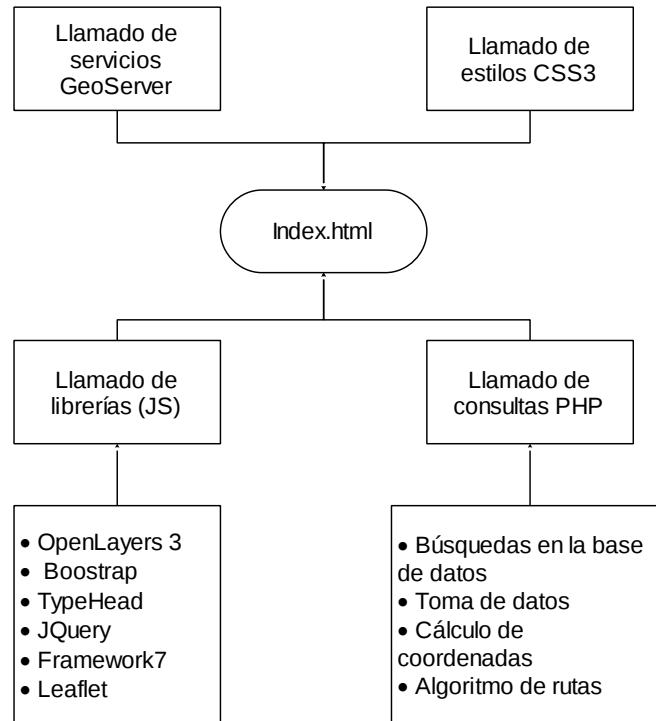


Fig. 74 Esquema de la estructuración de los llamados por parte del índice o sitio web del geoportal

Fuente: Elaboración Propia

En la Fig. 75, podemos observar cómo quedó implementado el sistema UVManos, la manera de cómo quedo estructurado el geoportal en sus diferentes secciones de funcionamiento, base de datos, servicios web geográficos, interfaces, entre otros.

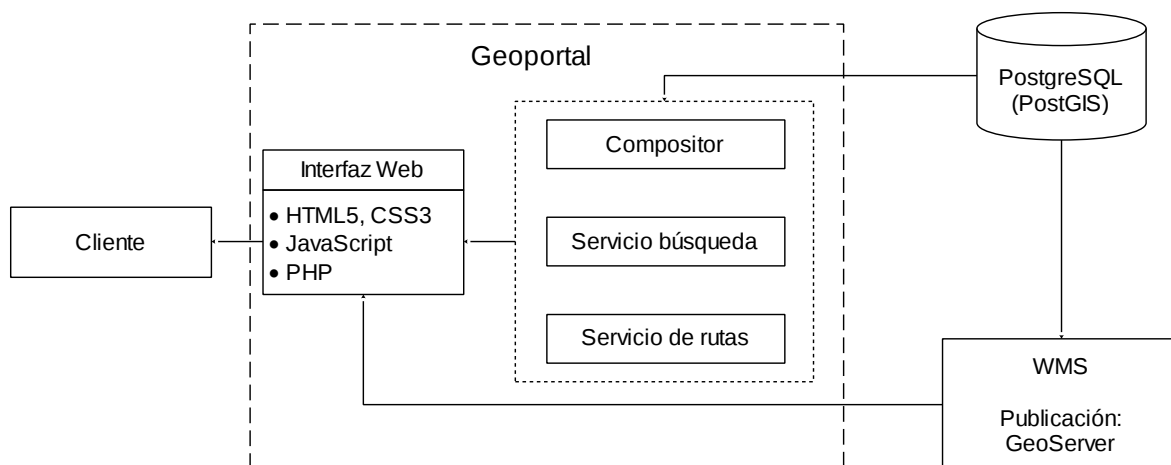


Fig. 75 Diagrama representativo de la implementación del sistema WEB UVManos

Fuente: Elaboración Propia

Por otra parte para el desarrollo de la aplicación móvil se realizó algunos ajustes, que se mencionaron con anterioridad en el Desarrollo de la App del Geoportal “Univalle en sus Manos – UVManos” en la sección del Modelo Físico del sistema.

Estos ajustes son basados en la idea central del funcionamiento de la App móvil sin conexión a Internet. Para estos este caso es necesario que la base de datos se encuentre dentro de la App móvil. Así como también que no cuente con servicios de Geoserver.

El Anexo G. Código de Desarrollo de App Móvil Híbrida, se muestra todo el código principal de la App Móvil. Este código de programación no utiliza servicios de Geoserver. Estos servicios se reemplazan por una imagen vectorial (SVG). Tampoco se usó una conexión a base de datos. Toda la información se estructuró en formatos Json y GeoJson dentro de la App. Por otro lado todas las consultas y algoritmos se estructuraron en JavaScript.

Como se puede observar en la Fig. 75 se utilizan recursos almacenados en servicios de mapas y bases de datos. Mientras que en el desarrollo móvil Fig. 76, todo se implementa de manera interna en mismo desarrollo, evitando así el uso de servicios de mapas remotos.

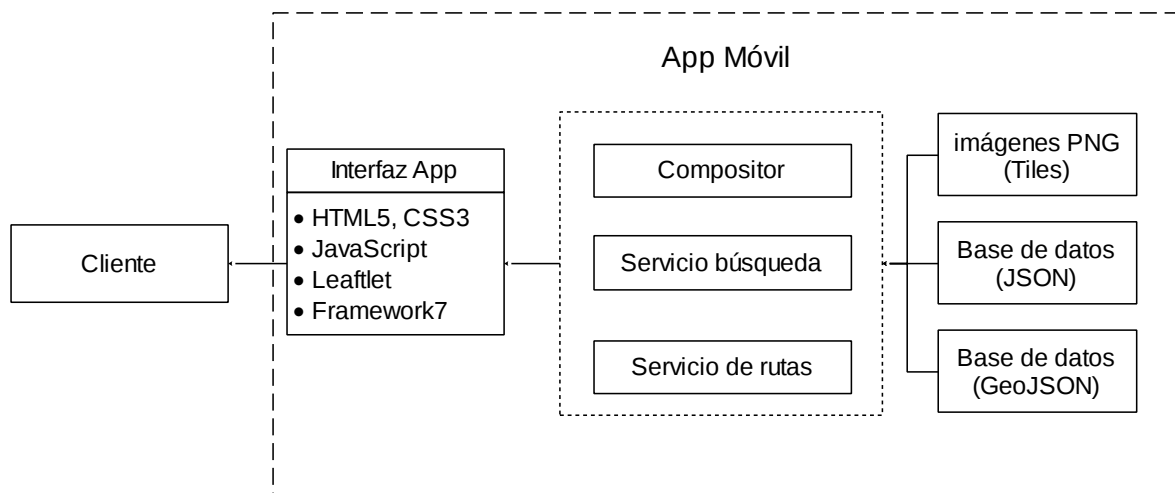


Fig. 76 Diagrama representativo del desarrollo móvil del sistema UVManos

Fuente: Elaboración Propia

3.1.4 Etapa 4: Pruebas

En el desarrollo del proyecto no existe una metodología concisa de realización de pruebas, sencillamente a lo largo de su implementación se realizan pruebas unitarias para comprobar el correcto funcionamiento de bloques en código, esto como una forma de garantizar que los módulos del sistema funcionen correctamente. Una vez realizado esto en la medida que se integran los módulos, entonces fue necesaria la realización de pruebas integrales para garantizar de esta manera el correcto funcionamiento del sistema en cuestión.

Por otra parte, se evalúa el funcionamiento del sistema, con base en el diseño planteado, así como si se cumplieron o no los requerimientos esperados, fue necesario realizar diferentes pruebas de la operatividad del sistema y la interacción con el usuario. En esta actividad se realizaron las correcciones pertinentes al sistema y la reconstrucción del mismo. Se realizan correcciones como cambio de interfaces gráficas, mejoramiento de los colores, mejoramiento y actualización de la base de datos, y adición de otros servicios.

Con base en esa misma forma, la Tabla 9 muestra el cumplimiento de los requerimientos planteados al inicio del proyecto.

Tabla 9 Tabla de chequeo de los procesos llevados a cabo para el desarrollo del sistema UVManos.

Tipo de Prueba	Estado: Aprobado, Defectuoso o Limitado
Topologías	Aprobadas
Modelo Cartográfico	Aprobado
Servicios web geográficos	Aprobado (Funciona Correctamente)
Servicio de Base de Datos	Aprobado (Funciona Correctamente)
Información en Base de Datos	Limitada a actualización permanente
Consultas en web	Aprobado (Funciona Correctamente)
Consultas en Móvil	Aprobado (Funciona Correctamente)

Fuente: Elaboración Propia

No obstante para este tipo de proyectos es importante conocer la opinión de los usuarios, por ende dentro del cuestionario “Anexo H. Encuesta de satisfacción” se preguntó a los usuarios que aspectos mejorarían de la aplicación y estas fueron algunas de sus sugerencias:

- Mejorar el mapa base
- Cambiar el logo de la aplicación móvil
- Localizar parqueaderos
- Poner fotografías de los sitios
- Interacción en tiempo real con otros usuarios
- Poner a disposición otros servicios como el servicio de biblioteca

Capítulo 4

4.1 RESULTADOS

Como resultados obtenidos en este trabajo son los siguientes:

- Una base de datos que cuenta con 2620 espacios
- Una red peatonal en base de datos que cuenta con 18558 metros de longitud en total
- Topologías de información debidamente verificadas
- Un servicio web geográfico de Geoserver de la Universidad del Valle sede Meléndez
- Un geoportal web del sistema “Univalle en sus Manos – UVManos”, Ver Fig. 77. Servicio disponible en <http://gismodel.univalle.edu.co/uvmanos/>
- Un aplicativo móvil para cualquier plataforma móvil del sistema “Univalle en sus Manos – Uvmanos”, Fig. 78. La cual se puede descargar para Android en: <https://goo.gl/7p05Zx> y otras plataformas móviles pueden acceder a través del sitio Web: <http://gismodel.univalle.edu.co/uvmanos/mobile/>



Fig. 77 Interfaz general sistema UVManos en portal web

Fuente: Elaboración Propia

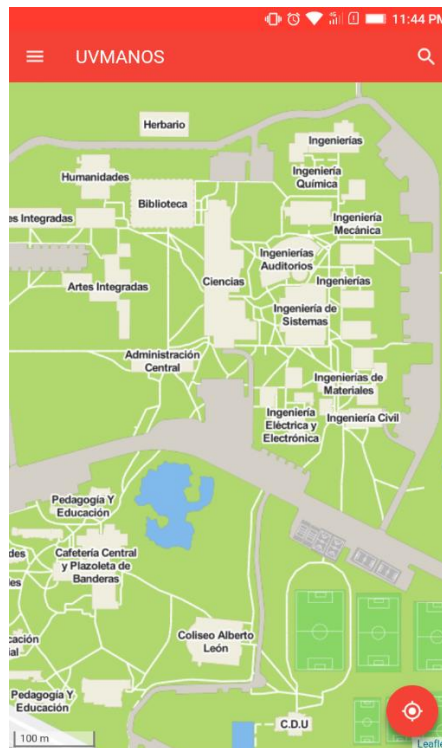


Fig. 78 Interfaz general sistema UVManos en versión móvil

Fuente: Propia

Por otra parte se analizó si se cumplió con los requerimientos del sistema. Los cuales estaban dados por: la estructuración de una base de datos geográfica de la sede Universitaria en conjunto con las diferentes funciones que debía tener el aplicativo. Esta verificación se realizó mediante la siguiente lista de chequeo, ver Tabla 10.

Tabla 10 Estado de los requerimientos iniciales

Tipo de Requerimiento	Estado: Cumplido, No cumplido o Parcialmente cumplido
✓ Localizar al usuario en la cartografía por medio de la red wifi o por medio del sistema de posicionamiento global GPS.	Cumplido
✓ Tener almacenada en su base	Cumplido, salvo que la

de datos información geográfica asociada respecto de: Sitios de Interés, Nombres de Personal, Espacios Académicos y Espacios en general, Parqueaderos, Oficinas, e Información de Rutas Peatonales.	Base de datos requiera actualización.
✓ Dar respuestas a las consultas de los usuarios por medio de una búsqueda general y que a su vez permita definir una ruta de navegación peatonal al interior del campus universitario, presentando la respuesta sobre un mapa digital.	Cumplido
✓ Permitir volver en cualquier momento al estado de inicio o por defecto del sistema.	Cumplido
✓ Representar de manera didáctica los sitios de interés particulares dentro de la universidad como lo son: zonas deportivas, parqueaderos, tiendas de comercio, baños y bicicleteros.	Cumplido
✓ Brindar a los usuarios información general acerca del equipo de trabajo que desarrollo el sistema.	Cumplido
✓ Permitir hacer uso de	Cumplido

hipervínculos de otras dependencias académicas dentro del aplicativo.	
✓ Ofrecer igualdad de servicio tanto en dispositivos de escritorio como dispositivos móviles.	Cumplido
✓ Permitir que se puedan realizar procesos de reingeniería.	Cumplido
✓ Permitir manipular diferentes mapas bases en el sistema, tales como: mapa temático, mapa tridimensional y una aerofotografía digital.	Cumplido

4.2 DISCUSIÓN

En este trabajo se ha logrado seguir los pasos de las mejores universidades alrededor del globo terrestre que se están actualizando en este tipo de sistemas, permitiendo así que las personas conozcan muchos servicios que se ofrecen al interior de las universidades.

Este cambio se ha basado inclusive en la idea de que algunas universidades son tan grandes y dispersas que se pueden observar como mini ciudades (*Benedito-bordonau et al.*, 2013), debido que son capaces de tener todo un sistema de gobernabilidad y administración similar, de manera que tiende a tener muchas dependencias y por ende a tener inconvenientes por la heterogeneidad de las bases de datos (*Perez et al.*, 2015).

Al analizar los casos objeto de estudio en otras universidades como es el caso de la Universidad de Oregón, Universidad de Maryland, Universitat Jaume I, Universidad de Stanford, la Universidad de Ciencia y Tecnología de Noruega, entre otras, se puede observar que el propósito del desarrollo de estos sistemas de información en estas universidades es casi el mismo, brindar información de

primera mano al usuario. En ese sentido los procesos metodológicos de este tipo de sistemas ya se encuentra estandarizado gracias a las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE), solo basta adaptar la heterogeneidad de recursos de las IDE hacia casos de solución puntuales.

Con base a esta misma forma se empieza entonces a prestar más atención en el tipo de información que se desea publicar, la manera en cómo se transmite al usuario y lo que verdaderamente interesa al usuario. El tipo de información hace referencia a que si la información es verdaderamente relevante para el usuario y si cumple el objetivo principal del sistema. La manera en cómo se transmite por su parte es el canal de comunicación ¿Por qué medio el usuario consultará la información?, ¿Dispositivos Móviles?, ¿Portales Web? u otro tipo de medio de consulta. Por su parte la información relevante significa buscar la satisfacción del usuario que permita el fácil uso de las herramientas, es común en esta parte del proceso la utilización de nombres claves, cosas de interés general o de fácil recordatorio, por ejemplo: es más fácil recordar el nombre de un lugar en especial que el código o número de ese espacio.

En algunos desarrollos se encontró que se puede ofrecer al usuario listas desplegables de información en el sistema de manera que la información se encuentre organizada y ordenada para que el usuario seleccione su criterio de búsqueda, otros por su parte dejan que el usuario consulte por medio de entradas alfanuméricas adicionando incluso otro servicios de uso común como los servicios de rutas de *Google Maps*.

No obstante a pesar de que las Infraestructuras de Datos Espaciales han realizado un enorme esfuerzo para que la información geográfica sea de fácil acceso, de fácil uso y sobre todo de fácil redistribución, se encuentran desarrollos que tienen estándares limitados, como es el caso de la Universidad del Rey Saud, dónde se observaron limitaciones de acceso a la plataforma, principalmente debido al tipo de tecnología que usaron, puesto que para acceder al sistema hacía falta cumplir previamente con requerimientos de software en el ordenador con el cual se intentaba acceder.

Con base en lo anterior se pretendió que el sistema “Univalle en sus Manos – Uvmanos” no tuviese problemas de compatibilidad, por lo tanto se usaron herramientas de software libre que no tuviesen este tipo de inconvenientes, plataformas como Geoserver, PostgreSQL con su extensión PostGIS, lenguajes de programación y librerías estándares para el desarrollo web que permitiera crear un sitio web completamente adaptable a las necesidades del usuario y a las necesidades de hardware de los clientes remotos.

Estas opciones de software libre se eligen acorde al estudio realizado por *Steiniger and Hunter (2013)* dónde expone las ventajas y desventajas del software libre y software licenciados para el manejo de la información geográfica y la

publicación de esta en línea. Principalmente en la elección de las plataformas antes mencionadas se tuvieron en cuenta aspectos como: herramientas de fácil uso, de fácil actualización, de fácil desarrollo y de fácil redistribución.

Caso contrario son por ejemplo los sistemas desarrollados por la Universidad de Maryland, la Universitat Jaume I y la Universidad de Oregón, todas estas plataformas emplean tecnologías ESRI como ArcGIS server y API's de desarrollo para plataformas web (API ESRI JavaScript) y dispositivos móviles (API ESRI iOS).

La desventaja que presenta este tipo de plataformas a parte de su licenciamiento en algunos de sus servicios y usos, es que entrega al usuario productos finales para uso e implementación, por lo tanto los desarrolladores de sistemas web se encuentran limitados a lo que ofrecen las plataformas de licenciamiento, bajo este aspecto no es posible modificar las herramientas y existen ocasiones en dónde es necesario adecuar el software a las necesidades del proyecto.

Sin embargo los ejemplos de Maryland, Oregon y Jaume I son plataformas muy completas que logran integrar gran cantidad de servicios universitarios en una sola plataforma o en varias, que para llegar hasta ahí el esfuerzo en el desarrollo debió de ser muy constante, a pesar de ello por ejemplo en el mismo sitio web del sistema *"University of Maryland Campus Enterprise GIS"*, en la sección de ayuda *"Help"*, detallan otros aspectos que incluso pueden poner en desventaja el sistema. Por ejemplo mencionan que el sistema no fue optimizado para pantallas menores como tabletas o teléfonos o para interacción táctil, que no todas las capas del sistema que se encuentran en el gestor de capas no tienen la misma visualización de escala (niveles de zoom), además de que ciertas características pueden diferir en diferentes navegadores Web y para finalizar que las imágenes de ESRI no son compatibles con los servicios de Google. Este es un claro ejemplo donde se evidencian las limitaciones de utilizar plataformas licenciadas.

Si bien es cierto que los desarrollos se encuentran limitados bajo plataformas licenciadas la universidad Jaume I es un claro ejemplo de que aparte de desarrollar un geoportal, también desarrolló aplicaciones para navegación en realidad aumentada y aplicaciones de campus en tres dimensiones bajo este tipo de plataformas. En ese sentido es posible que la diferencia radique en los costes operativos del sistema.

Por su parte al realizar la investigación sobre las universidades en el contexto nacional para conocer cuales presentaban algún tipo de desarrollo que se base en información geográfica no se encontraron resultados prometedores, de las universidades más importantes de Colombia acorde al ranking de universidades que se puede consultar en el sitio web del *Laboratorio de Cibermetría* (2016) solo la Universidad de los Andes localizada en Bogotá ha puesto en marcha un sistema el cual llamó SigCampus, el resto de universidades como la Universidad Nacional

de Colombia ha desarrollado sistemas guía para usuarios basados en tecnología “*flash player*” (adobe), lo que no aporta mucho de valor agregado a la información geográfica, debido a limitaciones como no poder ver las animaciones en una pantalla pequeña, poco manejo de datos geográficos o de la referenciación espacial y por último la escasa compatibilidad que tiene con dispositivos móviles como es el caso de Android a pesar que la tecnología de “*flash player*” reproduce contenido multimedial.

Sin embargo SigCampus es un desarrollo que en comparación con la Universidad del Valle está más adelantado debido que este sistemas ya se empieza a enmarcar no solo en brindar información a los usuarios si no que buscaron que a su vez funcione como una herramientas de control administrativo del plantel educativo, por esa razón el sistema cuenta con logeos de usuarios y contraseñas. El fundamento de este sistema puede que tenga similares características al planteado por la UJI Smart Campus, la diferencia es que la Universidad de los Andes también se dio a la tarea de usar herramientas de software libre.

El desarrollo de las ciencias de la computación sin duda alguna ha hecho que se difunda masivamente información a través de la red y son de especial interés para empresas, centros educativos y en general para cualquier persona o institución que quiera compartir información. A partir de este punto los campus universitarios han buscado llevar la academia todo lo referente a ella hacia sitios web o aplicaciones, con el propósito de enfocar intereses de toda la comunidad.

Lo anterior permite que se comparta información en tiempo real respecto de lo que pasa en la vida universitaria, es aquí donde se encuentran servicios de noticias, eventos, seminarios, clases, nombramientos, en fin un sin número de actividades que son de interés general para toda la comunidad universitaria.

Recientemente con el aprovechamiento de los sensores de los teléfonos móviles como lo afirma *Low and Lee* (2014), es posible adjudicarle otros usos al teléfono, por lo tanto es de esperarse que en un futuro para el sistema “Univalle en sus Manos – UVManos” se adjudiquen otros servicios, como la navegación en espacios cerrados, la localización de usuarios por medio de etiquetas NFC o códigos QR (*Hammadi et al.*, 2012). No obstante haciendo referencia a la gestión administrativa universitaria se espera de que esta empiece a implementarse así como lo está haciendo la Universitat Jaume I, dónde pretenden monitoreas a través de estos sistemas el consumo energético de los edificios, llegado al caso todo esto empezara a enmarcar a la Universidad del Valle en el contexto de los *iCampus* (*Ng et al.*, 2010).

Capítulo 5

5.1 CONCLUSIONES

Se desarrolló el geoportal de la ciudadela Meléndez de la Universidad del Valle como un recurso informático disponible en web y a través de aplicativo móvil, con el cual se brinda información respecto de la infraestructura física y académica del plantel educativo a los usuarios, con el propósito de orientarlos en el interior de la universidad.

Este servicio es totalmente visual e interactivo y en la medida que se socialicé esta herramienta los problemas de ubicación o localización de espacios que se presentaban en el interior del campus por la falta de una señalización o una buena información, empezarán a dejar de ser un problema.

Por otra parte para el desarrollo del sistema se planteó en este documento el análisis de requerimientos, dónde se tuvo en cuenta las condiciones actuales del servicio de internet de la universidad, por lo tanto uno de los requerimientos fue hacer funcionar características del sistema en los dispositivos móviles sin una conexión a Internet. Estas características son en general las consultas de tipo alfanuméricas, debido que la información fue posible almacenarla dentro de la misma aplicación, todo esto como una manera de subsanar la falta de Wifi en algunas zonas de la Universidad y la falta de internet móvil en los usuarios, de manera que puedan usar el aplicativo incluso en espacios cerrados.

Con base en esa misma forma, también se planteó todo el esquema metodológico a seguir para el desarrollo del sistema “Univalle en sus Manos – UVManos”, de esta manera se describió la manera en cómo se obtuvo la información, cómo se procesó y que estándares de web como de hardware se usaron, así como programas de software necesarios para la ejecución de este proyecto.

El desarrollo de esta herramienta es un primer paso para que la Universidad del Valle de un salto importante en el uso de estas tecnologías, buscando que en un futuro sean objeto importante incluso en la toma de decisiones, tanto de la parte de planeación, gestión y administración, basándose en el hecho de que son muchas las labores que se realizan al interior del campus y es pertinente tener un registro espacial de algunas de estas tareas.

Por otra parte es necesario resaltar la versatilidad del sistema al ser desarrollado con herramientas libres, esto ahorra un costo innecesario en cuestiones de licenciamiento que pueden llegar a ser muy costosas al cabo de un tiempo, como consecuencia de que los sistemas en general son procesos cíclicos que a lo largo de la su vida deben de actualizarse tanto en software, hardware y metodologías de aplicación.

Para el desarrollo de este sistema se usaron herramientas de software libre como: PostgreSQL con su extensión PostGIS, Servidor de Mapas Geoserver y herramientas de manipulación de datos vectoriales y raster como Quantum GIS, todas estas herramientas demostraron tener una excelente compatibilidad entre sí. Por otra parte respecto del diseño web se utilizaron librerías de leaflet, OpenLayers 3, Bootstrap, Framework7, así como código en HTML5, CSS, JavaScript y PHP.

Como conclusión final, este tipo de propuesta de sistema para la Universidad del Valle pone a la vanguardia a la universidad frente a otras instituciones a nivel nacional que actualmente no cuentan con estas herramientas, como se observó el capítulo *“Aplicaciones de los sistemas de información en otras universidades del mundo”*. No obstante queda una brecha por mejorar en comparación con otras Universidades Internacionales las cuales tienen sistemas más avanzados, ejemplo de algunas de ellas son la Universidad de Noruega de Ciencia y Tecnología con su sistema MazeMap, la Universidad de Oregon con su aplicación para Android basada en ESRI y la Universidad de Jaume I con su sistema Smart Campus, por nombrar algunas.

5.2 RECOMENDACIONES

Es indispensable que la Universidad del Valle siga impulsando el desarrollo y mejoramiento de este tipo de sistemas a través de sus grupos de investigación con el propósito de convertirlas en excelentes herramientas para la gestión universitaria.

Lo anterior permitirá tener, para el caso de UVManos una base de datos geográfica actualizada con el pasar del tiempo y en su efecto personas capacitadas en los diferentes equipos de trabajo que realicen las modificaciones del sistema pertinentes para la satisfacción de los usuarios.

El mantenimiento de las bases de datos como también de los aplicativos y los módulos del sistema (SIG) deben contemplar innovaciones tecnológicas y el monitoreo del ciclo de vida del sistema, es decir a lo largo del tiempo es necesario añadir nuevos servicios, actualizar los modelos cartográficos, la información y todas las acciones referentes a la conservación del sistema.

El sistema está abierto a actualizaciones, de esta manera no queda obsoleto, en el momento en que se requiera agregar nuevas funciones se podrán adicionar, lo mismo sucede con la base de datos, esta requiere de actualizaciones debido a los constantes cambios que se realizan en infraestructura al interior de la Universidad, por otra parte es necesaria la conservación de copias de seguridad de la información en algún dispositivo de almacenamiento externo o en la nube, en donde permanezcan las últimas actualizaciones del sistema.

Sin duda alguna las personas que se encargaran de tal labor deben tener conocimientos en el desarrollo de sistemas de información geográfica como de manejo de software libre y desarrollo de portales web, esto se resume en personas del dominio del área de la geomática en toda su esencia aplicativa.

La oficina de Planeación y los diferentes programas académicos y facultades de la Universidad del Valle deberán de comprometerse en informar sobre cambios que se realicen al interior de las oficinas u edificios al equipo de trabajo de UVManos, para que sean ellos los encargados de actualizar la información en el sistema de manera oportuna.

Para la obtención de estas alertas es posible que se hagan por escrito dirigidas al equipo de trabajo de UVManos o por el contrario que se pueda implementar un sistema de alertas para que de este modo a través de Internet se puedan detectar los cambios en infraestructura informada por los funcionarios de las diferentes dependencias.

El desarrollo de este sistema de información basado en información geográfica, su aplicativo de consulta tanto para la web como la App para los dispositivos móviles se pueden reconocer como los inicios de una nueva era en el manejo de la información espacial institucional. El sistema de UVManos crea la plataforma básica para que la Universidad continúe construyendo información anexa de diversidad de temáticas, que eventualmente permitirán manejar un sinnúmero de temas de apoyo a la gestión de la Universidad en diferentes áreas como por ejemplo para la Oficina de Planeación, para la Oficina de Registro, para la Oficina de Mantenimiento y servicios varios, para la Gestión Académica y asignación y planificación de espacios de cada semestre, etc. Toda la gestión universitaria podrá ser manejada con un sistema parecido, usando como base la plataforma de UVManos.

Anexo A. Código Página Inicio Geoportal WEB

```
<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
<head>
<title>Ingenieria Topografica</title>
<meta charset="utf-8">
<meta http-equiv="X-UA-Compatible" content="IE=edge">
<meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1">
<meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1,
maximum-scale=1,
user-scalable=no">
<link href="cover.css" rel="stylesheet">
<script src="https://code.jquery.com/jquery-1.11.2.min.js"></script>
<link rel="stylesheet" href="bootstrap/css/bootstrap.min.css">
<link href="bootstrap/css/simple-sidebar.css" rel="stylesheet">
<script src="bootstrap/js/bootstrap.min.js"></script>
<script src="bootstrap/js/bootstrap-typeahead.js"></script>
<script src="bootstrap/js/jquery.bootstrap-growl.js"></script>
<link rel="stylesheet"
href="https://cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/ol3/3.6.0/ol.css " type=
"text/css">
<script src="https://cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/ol3/3.6.0/ol.js
"></script>
<style>
#map {
position: absolute;
left: 75px;
height: -moz-calc(100% - 218px);
height: -webkit-calc(100% - 218px);
height: calc(100% - 218px);
width: -moz-calc(100% - 150px);
width: -webkit-calc(100% - 150px);
width: calc(100% - 150px);
border: 2px solid #E7E7E7;
border-radius: 10px;
-moz-border-radius: 10px;
-webkit-border-radius: 10px;
}
}
</style>
-1-

<style>
.ol-popup {
position: absolute;
background-color: white;
-webkit-filter: drop-shadow(0 1px 4px rgba(0,0,0,0.2));
filter: drop-shadow(0 1px 4px rgba(0,0,0,0.2));
padding: 15px;
border-radius: 10px;
border: 1px solid #cccccc;
```

```

bottom: 12px;
left: -50px;
}
.ol-popup:after, .ol-popup:before {
top: 100%;
border: solid transparent;
content: " ";
height: 0;
width: 0;
position: absolute;
pointer-events: none;
}
.ol-popup:after {
border-top-color: white;
border-width: 10px;
left: 48px;
margin-left: -10px;
}
.ol-popup:before {
border-top-color: #cccccc;
border-width: 11px;
left: 48px;
margin-left: -11px;
}
.ol-popup-closer {
text-decoration: none;
position: absolute;
top: 2px;
right: 8px;
}
.ol-popup-closer:after {
content: "x";
}
</style>
<style type="text/css">
.tg {border-collapse:collapse;border-spacing:0;border-color:#ccc;}
.tg td{font-family:verdana, sans-serif;font-size:12px;padding:4px
5px;border-style:solid;border-width:1px;overflow:hidden;word-
break:normal;border-color:#ccc;color
:#333;background-color:#fff;}
.tg th{font-family:verdana, sans-serif;font-size:12px;font-
weight:normal;padding:4px
5px;border-style:solid;border-width:1px;overflow:hidden;word-
break:normal;border-color:#ccc;color
:#333;background-color:#f0f0f0;}
-2-

</style>
</head>
<body oncontextmenu="return false" >
<div class="container">
<div style="float: right; background:#808285; height:30px; width:600px;
text-align:center; margin-top:-10px;">
<a style="color:#fff;" href="http://www.univalle.edu.co/directorio-
univalle ">Directorio

```

```

&nbsp;&nbsp;&nbsp;</a>
<a style="color:#fff;" href="
http://www.univalle.edu.co/index.php/correo-electronico-institucional
">Correo&nbsp;&nbsp;&nbsp;</a>
<a style="color:#fff;"
href="http://biblioteca.univalle.edu.co/">Biblioteca&nbsp;&nbsp;&nbsp;</a>
<a style="color:#fff;" href="http://atencionalciudadano.univalle.edu.co/"
target="_blank">
Atenci&ocute;n al ciudadano&nbsp;&nbsp;&nbsp;</a>
<a style="color:#fff;" href="http://www.univalle.edu.co/index.php/mapa-
del-sitio ">Mapa
del sitio&nbsp;&nbsp;&nbsp;</a>
<a style="color:#fff;"
href="http://www.univalle.edu.co/english/index.html">English
version</a>
</div>
<a href="index.html"> </a>
<h3>UVMANOS</h3>
<nav class="navbar navbar-default">
<div class="container-fluid">
<div class="navbar-header">
<button type="button" class="navbar-toggle collapsed" data-
toggle="collapse" data-target=
"#bs-example-navbar-collapse-1" aria-expanded="false">
<span class="sr-only">Toggle navigation</span>
<span class="icon-bar"></span>
<span class="icon-bar"></span>
<span class="icon-bar"></span>
</button>
</div>
<div class="collapse navbar-collapse" id="bs-example-navbar-collapse-1">
<ul class="nav navbar-nav">
<li class="active" data-placement="bottom" ><a href="#"><span
class="glyphicon
glyphicon-globe" aria-hidden="true"></span>&nbsp;&nbsp;&nbsp;Inicio<span
class="sr-only">
(current)</span></a></li>
-3-

<li ><a href="#" data-toggle="modal" data-target="#modalbuscador" ><span
class="glyphicon
glyphicon-search" aria-hidden="true"></span><span data-placement="bottom"
data-toggle=
"tooltip" title="Edificio, Oficina, Profesor, Espacios"
>&nbsp;&nbsp;&nbsp;Buscador
</span></a></li>
<li><a href="#" data-toggle="modal" data-target="#modalruteo" ><span
class="glyphicon
glyphicon-send" aria-hidden="true"></span><span data-placement="bottom"
data-toggle=
"tooltip" title="Rutas peatonales de acceso">
&nbsp;&nbsp;&nbsp;Indicaciones</span></a></li>
<li ><a href="#" data-toggle="modal" data-target="#Modalapp" ><span
class="glyphicon

```

[illegible][illegible]


```

<div class="modal fade" id="Modalapp" tabindex="-1" role="dialog" aria-
labelledby="basicModal"
aria-hidden="true">
<div class="modal-dialog ">
<div class="modal-content">
<div class="modal-header">
<button type="button" class="close" data-dismiss="modal" aria-
label="Close"><span
aria-hidden="true">&times;</span></button>
<h4 class="modal-title">App</h4>
</div>
<div class="modal-body">
<p>
<div class="panel panel-default">
<div class="panel-body">
</div>
</div>
</p>
</div>
</div>
</div>
<div class="modal fade" id="Modalacercade" tabindex="-1" role="dialog"
aria-labelledby=
"basicModal" aria-hidden="true">
<div class="modal-dialog ">
<div class="modal-content">
<div class="modal-header">
<button type="button" class="close" data-dismiss="modal" aria-
label="Close"><span
aria-hidden="true">&times;</span></button>
<h4 class="modal-title">Acerca de</h4>
</div>
<div class="modal-body">
<p>
<div class="panel panel-default">
<div class="panel-body">
<form>
<fieldset>
El Geoportal de la Universidad del Valle se enmarca dentro
del proyecto UVManos que es ejecutado por
el grupo de investigación en simulación y modelación
dinámica espacial GISMODEL, grupo a cargo del profesor
Mauricio E. Rincón Romero, Phd. <br><br>
La implementación llevado a la práctica de este proyecto fue
desarrollada por los estudiantes de ingeniería topográfica:
Wilmer Muñoz Herrera y Rodrigo Leal Guancha como parte de su
trabajo de grado.
</fieldset>
</form>
</div>
</div>

```

```

</p>
</div>
</div>
</div>
</div>
</div>

</div>
<script type="text/javascript">
var device = navigator.userAgent
if (device.match(/Iphone/i) || device.match(/Ipod/i) ||
device.match(/Android/i) || device.match(
/J2ME/i) || device.match(/BlackBerry/i) ||
device.match(/iPhone|iPad|iPod/i) || device.match(
/Opera Mini/i) || device.match(/IEMobile/i) || device.match(/Mobile/i) ||
device.match(/Windows
Phone/i) || device.match(/windows mobile/i) || device.match(/windows
ce/i) || device.match(/WEBOS/i
-9-

) || device.match(/palm/i) || device.match(/bada/i) ||
device.match(/series60/i) || device.match(
/nokia/i) || device.match(/symbian/i) || device.match(/HTC/i))
{
window.location = "http://gismodel.univalle.edu.co/uvmanos/mobile/ ";
}
$("[data-toggle=tooltip]").tooltip();
$('#search').typeahead({
source: function (q, process) {
return $.get('buscador_autocompletar.php', {
q: q
}, function (response) {
var data = [];
for (var i in response) {
data.push(response[i].id + "#" + response[i].busqueda + "#" +
response[i].
img + "#" + response[i].facultad);
}
return process(data);
});
},
highlighter: function (item) {
var parts = item.split('#'),
html = '<div class="typeahead" style="width:400px;">' ;
html += '<div class="pull-left"></div>' ;
html += '<div class="pull-left margin-small">';
html += '<div class="text-left"
style="width:368px;text-overflow:ellipsis;white-
space:nowrap;overflow:hidden;"
><strong>' + parts[1] + '</strong></div>';
html += '<div class="text-left">' + parts[3] + '</div>';
html += '</div>';
html += '<div class="clearfix"></div>';

```

```

html += '</div>';
return html;
},
updater: function (item) {
var parts = item.split('#');
return parts[1];
},
});
</script>
<script type="text/javascript">
$('#inputorigen').typeahead({
source: function (q, process) {
return $.get('buscador_autocompletar.php', {
q: q
}, function (response) {
var data = [];
for (var i in response) {
data.push(response[i].id + "#" + response[i].busqueda + "#" +
response[i].
-10-
img + "#" + response[i].facultad);
}
return process(data);
});
},
highlighter: function (item) {
var parts = item.split('#'),
html = '<div class="typeahead">';
html += '<div class="pull-left"></div>';
html += '<div class="pull-left margin-small">';
html += '<div class="text-left"><strong>' + parts[1] + '</strong></div>';
html += '<div class="text-left">' + parts[3] + '</div>';
html += '</div>';
html += '<div class="clearfix"></div>';
html += '</div>';
return html;
},
updater: function (item) {
var parts = item.split('#');
return parts[1];
},
});
</script>
<script type="text/javascript">
$('#inputdestino').typeahead({
source: function (q, process) {
return $.get('buscador_autocompletar.php', {
q: q
}, function (response) {
var data = [];
for (var i in response) {

```

```

data.push(response[i].id + "#" + response[i].busqueda + "#" +
response[i].
img + "#" + response[i].facultad);
}
return process(data);
});
},
highlighter: function (item) {
var parts = item.split('#'),
html = '<div class="typeahead">';
html += '<div class="pull-left"></div>' ;
html += '<div class="pull-left margin-small">';
html += '<div class="text-left"><strong>' + parts[1] + '</strong></div>';
html += '<div class="text-left">' + parts[3] + '</div>';
html += '</div>';
html += '<div class="clearfix"></div>';
html += '</div>';
return html;
},
updater: function (item) {
-11-

var parts = item.split('#');
return parts[1];
},
});
</script>
<script>
(function(i,s,o,g,r,a,m){i['GoogleAnalyticsObject']=r;i[r]=i[r]||function
(){
(i[r].q=i[r].q||[]).push(arguments)},i[r].l=1*new
Date();a=s.createElement(o),
m=s.getElementsByTagName(o)[0];a.async=1;a.src=g;m.parentNode.insertBefore(a,m)
})(window,document,'script','//www.google-
analytics.com/analytics.js','ga');
ga('create', 'UA-46196775-1', 'yusufbadurohman.com');
ga('send', 'pageview');
</script>

<script>

var container = document.getElementById('popup');
var content = document.getElementById('popup-content');
var closer = document.getElementById('popup-closer');
var comollegarboton="";
closer.onclick = function() {
overlay.setPosition(undefined);
closer.blur();
return false;
};
var overlay = new ol.Overlay({{
element: container,

```

```

autoPan: true,
autoPanAnimation: {
duration: 250
}
});

var sourceconsulta = new ol.source.Vector({
projection: 'EPSG:4326'
});
var layerconsulta = new ol.layer.Vector({
source: sourceconsulta
});

var sourcemapatematico = new ol.source.Vector({
projection: 'EPSG:4326'
});
var layermapatematico = new ol.layer.Vector({
source: sourcemapatematico
});

var layerOSM = new ol.layer.Tile({
source: new ol.source.XYZ({
url: '
http://api.tiles.mapbox.com/v4/mapbox.light/{z}/{x}/{y}.png?access_token=
pk.eyJ1Ijoid2lsb
WVyc29mdCIsImEiOiItTlNVMFY4In0.pmcAOCyV6fkq1Lz36exB7A '
})
});
layerOSM.setOpacity(0.8);

var sourceruteo = new ol.source.Vector({
projection: 'EPSG:4326'
});
var layerruteo = new ol.layer.Vector({
source: sourceruteo,
style: new ol.style.Style({
stroke: new ol.style.Stroke({
width: 2,
color: '#3399CC'
})
})
});

var sourceiconinicio = new ol.source.Vector({
projection: 'EPSG:4326'
});
var layericoninicio = new ol.layer.Vector({
source: sourceiconinicio,
style: new ol.style.Style({
image: new ol.style.Icon(** @type {olx.style.IconOptions} */ ({

```

```

    anchor: [0.5, 46],
    anchorXUnits: 'fraction',
    anchorYUnits: 'pixels',
    opacity: 0.95,
    src: 'imagenes/inicio.png'
  )))
  })
  });

var sourceiconfin = new ol.source.Vector({
  projection: 'EPSG:4326'
});
var layericonfin = new ol.layer.Vector({
  source: sourceiconfin,
  style: new ol.style.Style({
    image: new ol.style.Icon(/** @type {olx.style.IconOptions} */ ({
      anchor: [0.5, 20],
      anchorXUnits: 'fraction',
      anchorYUnits: 'pixels',
      opacity: 0.95,
      src: 'imagenes/final.png'
    })))
  })
  });

sourcemapatematico = new ol.source.ImageWMS({
  url: 'http://gismodel.univalle.edu.co/geoserver/wms ',
  params: {'LAYERS': 'uvmanos.mapa.tematico'},
  serverType: 'geoserver',
-14-
});
layermapatematico = new ol.layer.Image({
  source: sourcemapatematico
});
sourcemapaimagenetiquetas = new ol.source.ImageWMS({
  url: 'http://gismodel.univalle.edu.co/geoserver/wms ',
  params: {'LAYERS': 'uvmanos.mapa.imagen'},
  serverType: 'geoserver',
});
layermapaimagenetiquetas = new ol.layer.Image({
  source: sourcemapaimagenetiquetas
});
sourcemapaimagensitiosinteres = new ol.source.ImageWMS({
  url: 'http://gismodel.univalle.edu.co/geoserver/wms ',
  params: {'LAYERS': 'uvmanos:sitios_interes'},
  serverType: 'geoserver',
});
layermapaimagensitiosinteres = new ol.layer.Image({
  source: sourcemapaimagensitiosinteres
});
sourcemapaimagen = new ol.source.ImageWMS({
  url: 'http://gismodel.univalle.edu.co/geoserver/wms ',
  ratio: 1,
  params: {

```

```

'LAYERS': 'uvmanos:imagenUV',
'FORMAT': 'image/png',
'TRANSSPARENT': 'true'
},
serverType: 'geoserver',
});
layermapaimagen = new ol.layer.Image({
source: sourcemapaimagen
});
var view = new ol.View({
center: ol.proj.transform([-76.5337909, 3.3747668], 'EPSG:4326',
'EPSG:3857'),
zoom: 17
});
var map = new ol.Map({
-15-

controls: [],
layers: [],
overlays: [overlay],
target: 'map',
view: view
});
map.addLayer(layerOSM);
map.addLayer(layermapatematico);
map.addLayer(layerconsulta);

map.addControl(new ol.control.ScaleLine());
map.addControl(new ol.control.ZoomSlider());

map.on('singleclick', function(evt) {
var vistainicial = map.getView().getCenter();
var coordinate = evt.coordinate;
var
coordenadaclick=ol.coordinate.toStringXY(ol.proj.transform(evt.coordinate
, 'EPSG:3857',
'EPSG:4326'),15);
var stringcoordenadaclick = coordenadaclick.split(", ");
var
url="consultacli.php?longitud="+stringcoordenadaclick[0]+"&latitud="+
stringcoordenadaclick[1];
$.ajax({
url: url,
dataType: 'json',
})
.done(function(data) {
for (var i in data) {
-16-

var condiciondeinfo= data[i].id;
if(condiciondeinfo>=0){
comollegarboton= data[i].busqueda;
var duration = 2000;
var start = +new Date();

```


-19-

```
}, 5);
});
}
var format = new ol.format.WKT();
var feature = format.readFeature(dibujarconsulta);
feature.getGeometry().transform('EPSG:4326', 'EPSG:3857');
var features = [];
features.push(feature);
sourceconsulta.addFeatures(features);
features = sourceconsulta.getFeatures();
if (features.length>1) {
for(var i=1; i< features.length; i++) {
sourceconsulta.removeFeature(features[i-1]);
};
}
map.getView().setCenter(coordinate2);
});
$('#calculargps').click(function(e) {
var geolocation = new ol.Geolocation({
projection: view.getProjection(),
tracking: true
});
var Sourcegps = new ol.source.Vector({});
contador=0;
geolocation.on('change', function(evt) {
var coordenadagps = geolocation.getPosition();
var coordenadagpslonlat=ol.proj.transform(coordenadagps , 'EPSG:3857',
'EPSG:4326')
document.getElementById('inputorigen').value= coordenadagpslonlat;
map.getView().setCenter(coordenadagps);
-20-
```

```
var Featuregps = new ol.Feature({
geometry: new ol.geom.Point(coordenadagps)
});
Sourcegps.addFeature(Featuregps);
var layergps = new ol.layer.Vector({
source: Sourcegps,
style: new ol.style.Style({
image: new ol.style.Circle({
radius: 7,
fill: new ol.style.Fill({
color: '#3399CC'
}),
stroke: new ol.style.Stroke({
color: '#fff',
width: 3
})
})
});
});
var Featuregps = Sourcegps.getFeatures();
if (Featuregps.length>1) {
```

```

for(var i=1; i< Featuregps.length; i++) {
Sourcegps.removeFeature(Featuregps[i-1]);
};
}
map.addLayer(layergps)
});
});

$('#calcular_ruta').click(function(e) {
var inputorigen = document.getElementById('inputorigen').value;
var inputdestino = document.getElementById('inputdestino').value;
var metodo_ruteo;
var tipo_inputorigen = inputorigen.charAt(0);
var inputorigenc;
var centroideorigen_lon;
var centroideorigen_lat;
var centroidedestino_lon;
var centroidedestino_lat;

function getJson(url) {
return JSON.parse($.ajax({
type: 'GET',
url: url,
dataType: 'json',
global: false,
async:false,
success: function(data) {
return data;
}
}).responseText));
}
var centroidedestino = getJson('centroide.php?entrada='+inputdestino);
for (var i in centroidedestino) {
centroidedestino_lon = centroidedestino[i].longitud;
centroidedestino_lat = centroidedestino[i].latitud;
};

if ( tipo_inputorigen=="-") {
var inputorigenc = inputorigen.split(",");
centroideorigen_lon= inputorigenc[0];
centroideorigen_lat= inputorigenc[1];
}
else {

function getJson(url) {
return JSON.parse($.ajax({
type: 'GET',
url: url,
dataType: 'json',
global: false,
async:false,
success: function(data) {
return data;
}
}

```

```

}).responseText);
}
var centroideorigen = getJson('centroide.php?entrada='+inputorigen);

for (var i in centroideorigen) {
centroideorigen_lon = centroideorigen[i].longitud;
centroideorigen_lat = centroideorigen[i].latitud;
};

var geomorigen = new ol.geom.Point(
ol.proj.transform([parseFloat(centroideorigen_lon), parseFloat(
centroideorigen_lat)], 'EPSG:4326', 'EPSG:3857')
);
var featureorigen = new ol.Feature(geomorigen);
var featuresorigen = [];
featuresorigen.push(featureorigen);
sourceiconinicio.addFeatures(featuresorigen);
featuresorigen = sourceiconinicio.getFeatures();
if (featuresorigen.length>1) {
for(var i=1; i< featuresorigen.length; i++) {
sourceiconinicio.removeFeature(featuresorigen[i-1]);
};
}

var geomfin = new ol.geom.Point(
ol.proj.transform([parseFloat(centroidedestino_lon), parseFloat(
centroidedestino_lat)], 'EPSG:4326', 'EPSG:3857')
);
var featurefin = new ol.Feature(geomfin);
var featuresfin = [];
featuresfin.push(featurefin);
-23-

sourceiconfin.addFeatures(featuresfin);
featuresfin = sourceiconfin.getFeatures();
if (featuresfin.length>1) {
for(var i=1; i< featuresfin.length; i++) {
sourceiconfin.removeFeature(featuresfin[i-1]);
};
}
function getJson(url) {
return JSON.parse($.ajax({
type: 'GET',
url: url,
dataType: 'json',
global: false,
async: false,
success: function(data) {
return data;
}
}).responseText);
}

```

```

var objruteo =
getJson('ruteo.php?inputorigenlon='+centroideorigen_lon+'&inputorigenlat=
'+
centroideorigen_lat+'&inputdestinolon='+centroidedestino_lon+'&inputdesti
nolat='+
centroidedestino_lat);
for (var i in objruteo) {
var geomruteo = objruteo[i].geom;
};
if (objruteo.length > 0) {
var formatruteo = new ol.format.WKT();
var featureruteo = formatruteo.readFeature(geomruteo);
featureruteo.getGeometry().transform('EPSG:4326', 'EPSG:3857');
var featuresruteo = [];
featuresruteo.push(featureruteo);
sourceruteo.addFeatures(featuresruteo);
featuresruteo = sourceruteo.getFeatures();
if (featuresruteo.length > 1) {
for(var i=1; i< featuresruteo.length; i++) {
-24-

sourceruteo.removeFeature(featuresruteo[i-1]);
};
}
map.addLayer(layericoninicio);
map.addLayer(layericonfin);
map.addLayer(layererruteo);
$('#modalruteo').modal('hide');
// -----
}
else {
$(function() {
setTimeout(function() {
$.bootstrapGrowl("Error, Verificar Los Datos!", {
type: 'danger',
align: 'center',
width: 'auto',
allow_dismiss: false
});
}, 5);
});
}

});
</script>
<script>
$("#menu-toggle").click(function(e) {
e.preventDefault();
$("#wrapper").toggleClass("toggled");
});
-25-

$("#menu-toggle2").click(function(e) {
map.removeLayer(layermapaimagenetiquetas);
map.removeLayer(layerOSM);

```

```

map.removeLayer(layermapatematico);
map.removeLayer(layerconsulta);
map.removeLayer(layermapaimagensitiosinteres);
map.removeLayer(layermapaimagen);
map.addLayer(layerOSM);
map.addLayer(layermapatematico);
map.addLayer(layerconsulta);
e.preventDefault();
$("#wrapper").toggleClass("toggled");
});
$("#menu-toggle3").click(function(e) {
map.removeLayer(layermapatematico);
map.removeLayer(layerOSM);
map.removeLayer(layermapaimagenetiquetas);
map.removeLayer(layerconsulta);
map.removeLayer(layermapaimagensitiosinteres);
map.removeLayer(layermapaimagen);
map.addLayer(layermapaimagenetiquetas);
map.addLayer(layerconsulta);
map.addLayer(layermapaimagensitiosinteres);
map.addLayer(layermapaimagen);
e.preventDefault();
$("#wrapper").toggleClass("toggled");
});
</script>
</body>
</html>

```

Anexo B. Código PHP, Algoritmo de Ruteo diljkstra

```
<?php
header('Content-type: application/json');
$inputorigenlon = $_GET["inputorigenlon"];
$inputorigenlat = $_GET["inputorigenlat"];
$inputdestinolon = $_GET["inputdestinolon"];
$inputdestinolat = $_GET["inputdestinolat"];
$dbcon = pg_connect("host=localhost port=5434 dbname=uvmanos
user=gismodel password=gismodel" );
pg_connect($dbcon);
$sql = "
SELECT ST_astext(ST_Union(geom)) as geom
FROM (
select red.gid::integer as gid, red.longitud, ST_Multi(red.geom) as geom,
red.startpoint,
red.endpoint, red.start_id, red.end_id from (
select * from network where gid <> (
select a.gid from( select gid , st_distance(geom,
ST_SetSRID(ST_MakePoint( $inputorigenlon,

```

```

select * , st_distance(geom, ST_SetSRID(ST_MakePoint(
$inputorigenlon,$inputorigenlat),4326))
from network order by st_distance asc limit 1) as id_inicial),(
SELECT (ST_Line_Interpolate_Point(foo.the_line,
ST_Line_Locate_Point(foo.the_line,ST_SetSRID(ST_MakePoint(
$inputorigenlon,$inputorigenlat
),4326)))) as punto_interpolado
FROM (select (select ST_LineMerge(linea.geom) from(
select * , st_distance(geom, ST_SetSRID(ST_MakePoint(
$inputorigenlon,$inputorigenlat),4326))
from network order by st_distance asc limit 1) as linea
) As the_line) As foo
),4326) as geom) as linea_inicial
UNION
select (select (count(gid)+2)as gid from network) as gid,
ST_Length(ST_Transform(linea_inicial.geom,3115)) as longitud,
linea_inicial.geom,
(SELECT (ST_Line_Interpolate_Point(foo.the_line,
ST_Line_Locate_Point(foo.the_line,ST_SetSRID(ST_MakePoint(
$inputorigenlon,$inputorigenlat
),4326)))) as punto_interpolado
FROM (select (select ST_LineMerge(linea.geom) from(
select * , st_distance(geom, ST_SetSRID(ST_MakePoint(
$inputorigenlon,$inputorigenlat),4326))
from network order by st_distance asc limit 1) as linea
) As the_line) As foo) as startpoint,
(select id_inicial.endpoint from(
select * , st_distance(geom, ST_SetSRID(ST_MakePoint(
$inputorigenlon,$inputorigenlat),4326))
from network order by st_distance asc limit 1) as id_inicial) as
endpoint,
(select (count(id)+1)as start_id from node) as start_id,
(select id_inicial.end_id from(
select * , st_distance(geom, ST_SetSRID(ST_MakePoint(
$inputorigenlon,$inputorigenlat),4326))
from network order by st_distance asc limit 1) as id_inicial) as end_id
from (
select ST_SetSRID(ST_MakeLine(
(select id_inicial.endpoint from(
select * , st_distance(geom, ST_SetSRID(ST_MakePoint(
$inputorigenlon,$inputorigenlat),4326))
from network order by st_distance asc limit 1) as id_inicial),(
SELECT (ST_Line_Interpolate_Point(foo.the_line,
ST_Line_Locate_Point(foo.the_line,ST_SetSRID(ST_MakePoint(
$inputorigenlon,$inputorigenlat
),4326)))) as punto_interpolado
FROM (select (select ST_LineMerge(linea.geom) from(
select * , st_distance(geom, ST_SetSRID(ST_MakePoint(
$inputorigenlon,$inputorigenlat),4326))
from network order by st_distance asc limit 1) as linea
) As the_line) As foo
),4326) as geom) as linea_inicial
UNION
select (select (count(gid)+3)as gid from network) as gid,

```

```

ST_Length(ST_Transform(linea_inicial.geom,3115)) as longitud,
linea_inicial.geom,
(select id_inicial.startpoint from(
select * , st_distance(geom, ST_SetSRID(ST_MakePoint(
$inputdestinolon,$inputdestinolat),4326))
from network order by st_distance asc limit 1) as id_inicial) as
startpoint,

```

-2-

```

(SELECT (ST_Line_Interpolate_Point(foo.the_line,
ST_Line_Locate_Point(foo.the_line,ST_SetSRID(ST_MakePoint(
$inputdestinolon,$inputdestinolat
),4326)))) as punto_interpolado
FROM (select (select ST_LineMerge(linea.geom) from(
select * , st_distance(geom, ST_SetSRID(ST_MakePoint(
$inputdestinolon,$inputdestinolat),4326))
from network order by st_distance asc limit 1) as linea
) As the_line) As foo) as endpoint,
(select id_inicial.start_id from(
select * , st_distance(geom, ST_SetSRID(ST_MakePoint(
$inputdestinolon,$inputdestinolat),4326))
from network order by st_distance asc limit 1) as id_inicial) as
start_id,
(select (count(id)+2)as start_id from node) as end_id
from (
select ST_SetSRID(ST_MakeLine(
(select id_inicial.startpoint from(
select * , st_distance(geom, ST_SetSRID(ST_MakePoint(
$inputdestinolon,$inputdestinolat),4326))
from network order by st_distance asc limit 1) as id_inicial),(
SELECT (ST_Line_Interpolate_Point(foo.the_line,
ST_Line_Locate_Point(foo.the_line,ST_SetSRID(ST_MakePoint(
$inputdestinolon,$inputdestinolat
),4326)))) as punto_interpolado
FROM (select (select ST_LineMerge(linea.geom) from(
select * , st_distance(geom, ST_SetSRID(ST_MakePoint(
$inputdestinolon,$inputdestinolat),4326))
from network order by st_distance asc limit 1) as linea
) As the_line) As foo
)),4326) as geom) as linea_inicial
UNION
select (select (count(gid)+4)as gid from network) as gid,
ST_Length(ST_Transform(linea_inicial.geom,3115)) as longitud,
linea_inicial.geom,
(SELECT (ST_Line_Interpolate_Point(foo.the_line,
ST_Line_Locate_Point(foo.the_line,ST_SetSRID(ST_MakePoint(
$inputorigenlon,$inputorigenlat
),4326)))) as punto_interpolado
FROM (select (select ST_LineMerge(linea.geom) from(
select * , st_distance(geom, ST_SetSRID(ST_MakePoint(
$inputdestinolon,$inputdestinolat),4326))
from network order by st_distance asc limit 1) as linea
) As the_line) As foo) as startpoint,
(select id_inicial.endpoint from(

```

```

select * , st_distance(geom, ST_SetSRID(ST_MakePoint(
$inputdestinolon,$inputdestinolat),4326))
from network order by st_distance asc limit 1) as id_inicial) as
endpoint,
(select (count(id)+2)as start_id from node) as start_id,
(select id_inicial.end_id from(
select * , st_distance(geom, ST_SetSRID(ST_MakePoint(
$inputdestinolon,$inputdestinolat),4326))
from network order by st_distance asc limit 1) as id_inicial) as end_id
from (
select ST_SetSRID(ST_MakeLine(
(select id_inicial.endpoint from(
select * , st_distance(geom, ST_SetSRID(ST_MakePoint(
$inputdestinolon,$inputdestinolat),4326))
from network order by st_distance asc limit 1) as id_inicial)),(
SELECT (ST_Line_Interpolate_Point(foo.the_line,
ST_Line_Locate_Point(foo.the_line,ST_SetSRID(ST_MakePoint(
$inputdestinolon,$inputdestinolat
),4326)))) as punto_interpolado
FROM (select (select ST_LineMerge(linea.geom) from(
-3-

```

```

select * , st_distance(geom, ST_SetSRID(ST_MakePoint(
$inputdestinolon,$inputdestinolat),4326))
from network order by st_distance asc limit 1) as linea
) As the_line) As foo
)),4326) as geom) as linea_inicial
) as red) as red_peatonal
JOIN
(
SELECT * FROM pgr_dijkstra('
SELECT gid::integer AS id,
start_id::integer as source,
end_id::integer as target,
longitud::double precision AS cost
FROM (
select red.gid::integer as gid, red.longitud, ST_Multi(red.geom) as geom,
red.startpoint,
red.endpoint, red.start_id, red.end_id from (
select * from network where gid <> (
select a.gid from( select gid , st_distance(geom,
ST_SetSRID(ST_MakePoint( $inputorigenlon,
$inputorigenlat),4326))
from network order by st_distance asc limit 1) as a) or gid <> (
select b.gid from( select gid , st_distance(geom,
ST_SetSRID(ST_MakePoint( $inputdestinolon,
$inputdestinolat),4326))
from network order by st_distance asc limit 1) as b)
UNION
select (select (count(gid)+1)as gid from network) as gid,
ST_Length(ST_Transform(linea_inicial.geom,3115)) as longitud,
linea_inicial.geom,
(select id_inicial.startpoint from(
select * , st_distance(geom, ST_SetSRID(ST_MakePoint(
$inputorigenlon,$inputorigenlat),4326))

```

```

from network order by st_distance asc limit 1) as id_inicial) as
startpoint,
(SELECT (ST_Line_Interpolate_Point(foo.the_line,
ST_Line_Locate_Point(foo.the_line,ST_SetSRID(ST_MakePoint(
$inputorigenlon,$inputorigenlat
),4326)))) as punto_interpolado
FROM (select (select ST_LineMerge(linea.geom) from(
select * , st_distance(geom, ST_SetSRID(ST_MakePoint(
$inputorigenlon,$inputorigenlat),4326))
from network order by st_distance asc limit 1) as linea
) As the_line) As foo) as endpoint,
(select id_inicial.start_id from(
select * , st_distance(geom, ST_SetSRID(ST_MakePoint(
$inputorigenlon,$inputorigenlat),4326))
from network order by st_distance asc limit 1) as id_inicial) as
start_id,
(select (count(id)+1)as start_id from node) as end_id
from (
select ST_SetSRID(ST_MakeLine(
(select id_inicial.startpoint from(
select * , st_distance(geom, ST_SetSRID(ST_MakePoint(
$inputorigenlon,$inputorigenlat),4326))

```

-4-

```

from network order by st_distance asc limit 1) as id_inicial),(
SELECT (ST_Line_Interpolate_Point(foo.the_line,
ST_Line_Locate_Point(foo.the_line,ST_SetSRID(ST_MakePoint(
$inputorigenlon,$inputorigenlat
),4326)))) as punto_interpolado
FROM (select (select ST_LineMerge(linea.geom) from(
select * , st_distance(geom, ST_SetSRID(ST_MakePoint(
$inputorigenlon,$inputorigenlat),4326))
from network order by st_distance asc limit 1) as linea
) As the_line) As foo
)),4326) as geom) as linea_inicial
UNION
select (select (count(gid)+2)as gid from network) as gid,
ST_Length(ST_Transform(linea_inicial.geom,3115)) as longitud,
linea_inicial.geom,
(SELECT (ST_Line_Interpolate_Point(foo.the_line,
ST_Line_Locate_Point(foo.the_line,ST_SetSRID(ST_MakePoint(
$inputorigenlon,$inputorigenlat
),4326)))) as punto_interpolado
FROM (select (select ST_LineMerge(linea.geom) from(
select * , st_distance(geom, ST_SetSRID(ST_MakePoint(
$inputorigenlon,$inputorigenlat),4326))
from network order by st_distance asc limit 1) as linea
) As the_line) As foo) as startpoint,
(select id_inicial.endpoint from(
select * , st_distance(geom, ST_SetSRID(ST_MakePoint(
$inputorigenlon,$inputorigenlat),4326))
from network order by st_distance asc limit 1) as id_inicial) as
endpoint,
(select (count(id)+1)as start_id from node) as start_id,
(select id_inicial.end_id from(

```

```

select * , st_distance(geom, ST_SetSRID(ST_MakePoint(
$inputorigenlon,$inputorigenlat),4326))
from network order by st_distance asc limit 1) as id_inicial) as end_id
from (
select ST_SetSRID(ST_MakeLine(
(select id_inicial.endpoint from(
select * , st_distance(geom, ST_SetSRID(ST_MakePoint(
$inputorigenlon,$inputorigenlat),4326))
from network order by st_distance asc limit 1) as id_inicial),(
SELECT (ST_Line_Interpolate_Point(foo.the_line,
ST_Line_Locate_Point(foo.the_line,ST_SetSRID(ST_MakePoint(
$inputorigenlon,$inputorigenlat
),4326)))) as punto_interpolado
FROM (select (select ST_LineMerge(linea.geom) from(
select * , st_distance(geom, ST_SetSRID(ST_MakePoint(
$inputorigenlon,$inputorigenlat),4326))
from network order by st_distance asc limit 1) as linea
) As the_line) As foo
)),4326) as geom) as linea_inicial
UNION
select (select (count(gid)+3)as gid from network) as gid,
ST_Length(ST_Transform(linea_inicial.geom,3115)) as longitud,
linea_inicial.geom,
(select id_inicial.startpoint from(
select * , st_distance(geom, ST_SetSRID(ST_MakePoint(
$inputdestinolon,$inputdestinolat),4326))
from network order by st_distance asc limit 1) as id_inicial) as
startpoint,
(SELECT (ST_Line_Interpolate_Point(foo.the_line,
ST_Line_Locate_Point(foo.the_line,ST_SetSRID(ST_MakePoint(
$inputdestinolon,$inputdestinolat
),4326)))) as punto_interpolado
FROM (select (select ST_LineMerge(linea.geom) from(
select * , st_distance(geom, ST_SetSRID(ST_MakePoint(
$inputdestinolon,$inputdestinolat),4326))
from network order by st_distance asc limit 1) as linea
) As the_line) As foo) as endpoint,
(select id_inicial.start_id from(
select * , st_distance(geom, ST_SetSRID(ST_MakePoint(
$inputdestinolon,$inputdestinolat),4326))
from network order by st_distance asc limit 1) as id_inicial) as
start_id,
(select (count(id)+2)as start_id from node) as end_id
from (
select ST_SetSRID(ST_MakeLine(
(select id_inicial.startpoint from(
select * , st_distance(geom, ST_SetSRID(ST_MakePoint(
$inputdestinolon,$inputdestinolat),4326))
from network order by st_distance asc limit 1) as id_inicial),(
SELECT (ST_Line_Interpolate_Point(foo.the_line,
ST_Line_Locate_Point(foo.the_line,ST_SetSRID(ST_MakePoint(
$inputdestinolon,$inputdestinolat
),4326)))) as punto_interpolado

```

```

FROM (select (select ST_LineMerge(linea.geom) from(
select * , st_distance(geom, ST_SetSRID(ST_MakePoint(
$inputdestinolon,$inputdestinolat),4326))
from network order by st_distance asc limit 1) as linea
) As the_line) As foo
)),4326) as geom) as linea_inicial
UNION
select (select (count(gid)+4)as gid from network) as gid,
ST_Length(ST_Transform(linea_inicial.geom,3115)) as longitud,
linea_inicial.geom,
(SELECT (ST_Line_Interpolate_Point(foo.the_line,
ST_Line_Locate_Point(foo.the_line,ST_SetSRID(ST_MakePoint(
$inputorigenlon,$inputorigenlat
),4326)))) as punto_interpolado
FROM (select (select ST_LineMerge(linea.geom) from(
select * , st_distance(geom, ST_SetSRID(ST_MakePoint(
$inputdestinolon,$inputdestinolat),4326))
from network order by st_distance asc limit 1) as linea
) As the_line) As foo) as startpoint,
(select id_inicial.endpoint from(
select * , st_distance(geom, ST_SetSRID(ST_MakePoint(
$inputdestinolon,$inputdestinolat),4326))
from network order by st_distance asc limit 1) as id_inicial) as
endpoint,
(select (count(id)+2)as start_id from node) as start_id,
(select id_inicial.end_id from(
select * , st_distance(geom, ST_SetSRID(ST_MakePoint(
$inputdestinolon,$inputdestinolat),4326))
from network order by st_distance asc limit 1) as id_inicial) as end_id
from (
select ST_SetSRID(ST_MakeLine(
(select id_inicial.endpoint from(
select * , st_distance(geom, ST_SetSRID(ST_MakePoint(
$inputdestinolon,$inputdestinolat),4326))
from network order by st_distance asc limit 1) as id_inicial),(
SELECT (ST_Line_Interpolate_Point(foo.the_line,
ST_Line_Locate_Point(foo.the_line,ST_SetSRID(ST_MakePoint(
$inputdestinolon,$inputdestinolat
),4326)))) as punto_interpolado
FROM (select (select ST_LineMerge(linea.geom) from(
select * , st_distance(geom, ST_SetSRID(ST_MakePoint(
$inputdestinolon,$inputdestinolat),4326))
from network order by st_distance asc limit 1) as linea
-6-

) As the_line) As foo
)),4326) as geom) as linea_inicial
) as red
) red_peatonal
',
(select ((count(id)+1)::integer)as start_id from node),
(select ((count(id)+2)::integer)as start_id from node),
false,
false
)

```

```

) AS ruta
ON
red_peatonal.gid = ruta.id2
";
$query=pg_query($dbcon,$sql);
$geojson = array();
while($row = pg_fetch_assoc($query)){
$geojson[] = array(
'geom' => $row['geom'],
);
}
$resultado = json_encode($geojson);
echo $resultado;
-7-
?>

```

Anexo C. Código PHP, Superbuscador

```
<?php
header('Content-type: application/json');
$busqueda = $_GET["busqueda"];
$dbcon = pg_connect("host=localhost port=5434 dbname=uvmanos
user=gismodel password=gismodel" );
pg_connect($dbcon);
$sql = "
select * from (
select * from (select ST_astext(ST_Centroid(resultado2.geom)) as
centroide, resultado2.id as
id, resultado2.busqueda as busqueda, resultado3.ume_edif as ume_edif,
resultado3.facultad as
facultad, resultado2.tipo, resultado2.nombre as nombre,
ST_astext(resultado2.geom) as geom from
(select row_number() OVER() as id , resultado.busqueda,
resultado.ume_edif, resultado.tipo,
resultado.nombre, resultado.geom from (
select busqueda, ume_edif, tipo, geom, nombre from piso1
UNION select busqueda, ume_edif, tipo, geom, nombre from piso2
UNION select busqueda, ume_edif, tipo, geom, nombre from piso3
UNION select busqueda, ume_edif, tipo, geom, nombre from piso4
UNION select busqueda, ume_edif, tipo, geom, nombre from piso5
UNION select busqueda, ume_edif, tipo, geom, nombre from piso6
UNION select busqueda, ume_edif, tipo, geom, nombre from porterias
UNION select busqueda, ume_edif, tipo, geom, nombre from sotanos
UNION select busqueda, ume_edif, tipo, geom, nombre from piscinas
UNION select busqueda, ume_edif, tipo, geom, nombre from cuerpos_agua
UNION select busqueda, ume_edif, tipo, geom, nombre from canchas
) as resultado
order by resultado.ume_edif asc
) as resultado2 full outer join edificaciones as resultado3 on
resultado2.ume_edif =
resultado3.ume_edif
) as resultado3 where resultado3.ume_edif NOTNULL) as resultado4 where
resultado4.busqueda
ilike '$busqueda'
";
$query=pg_query($dbcon,$sql);
$geojson = array();
while($row = pg_fetch_assoc($query)){
$geojson[] = array(
'id' => $row['id'],
'busqueda' => $row['busqueda'],
'nombre' => $row['nombre'],
-1-
'ume_edif' => $row['ume_edif'],
'facultad' => $row['facultad'],
'geom' => $row['geom'],
'centroide' => $row['centroide'],
);
};
```

```
}  
$resultado = json_encode($geojson);  
echo $resultado;  
?>
```

-2-

Anexo D. Código PHP, Cálculo Centroide

```
<?php
header('Content-type: application/json');
$entrada = $_GET["entrada"];
$dbcon = pg_connect("host=localhost port=5434 dbname=uvmanos
user=gismodel password=gismodel" );
pg_connect($dbcon);
$sql = "
select ST_X(ST_PointOnSurface(resultado3.geom)) as longitud,
ST_Y(ST_PointOnSurface(resultado3.geom)) as latitud from (select
resultado2.id as id,
resultado2.busqueda as busqueda, resultado2.geom as geom,
resultado3.ume_edif as ume_edif,
resultado3.facultad as facultad, resultado2.tipo as tipo from
(select row_number() OVER() as id , resultado.busqueda,
resultado.ume_edif, resultado.tipo,
resultado.geom from (
select busqueda, ume_edif, tipo, geom from piso1
UNION select busqueda, ume_edif, tipo, geom from piso2
UNION select busqueda, ume_edif, tipo, geom from piso3
UNION select busqueda, ume_edif, tipo, geom from piso4
UNION select busqueda, ume_edif, tipo, geom from piso5
UNION select busqueda, ume_edif, tipo, geom from piso6
UNION select busqueda, ume_edif, tipo, geom from porterias
UNION select busqueda, ume_edif, tipo, geom from sotos
UNION select busqueda, ume_edif, tipo, geom from piscinas
UNION select busqueda, ume_edif, tipo, geom from edificaciones
UNION select busqueda, ume_edif, tipo, geom from cuerpos_agua
UNION select busqueda, ume_edif, tipo, geom from canchas
) as resultado
order by resultado.ume_edif asc
) as resultado2 full outer join edificaciones as resultado3 on
resultado2.ume_edif =
resultado3.ume_edif
) as resultado3 where resultado3.busqueda ilike ' $entrada '
";
$query=pg_query($dbcon,$sql);
$geojson = array();
while($row = pg_fetch_assoc($query)){
$geojson[] = array(
'longitud' => $row['longitud'],
-1-
'latitud' => $row['latitud'],
);
}
$resultado = json_encode($geojson);
echo $resultado;
?>
```

-2-

Anexo E. Código PHP, Autocompletar Búsquedas

```
<?php
header('Content-type: application/json');
$dbcon = pg_connect("host=localhost port=5434 dbname=uvmanos
user=gismodel password=gismodel" );
pg_connect($dbcon);
$sql = "
select * from (select resultado2.id as id, resultado2.búsqueda as
búsqueda,
resultado3.ume_edif as ume_edif, resultado3.facultad as facultad,
resultado2.tipo as tipo,
resultado2.img from
(select row_number() OVER() as id , resultado.búsqueda,
resultado.ume_edif, resultado.tipo,
resultado.nombre, resultado.geom, resultado.img from (
select búsqueda, ume_edif, tipo, geom, nombre, img from piso1
UNION select búsqueda, ume_edif, tipo, geom, nombre, img from piso2
UNION select búsqueda, ume_edif, tipo, geom, nombre, img from piso3
UNION select búsqueda, ume_edif, tipo, geom, nombre, img from piso4
UNION select búsqueda, ume_edif, tipo, geom, nombre, img from piso5
UNION select búsqueda, ume_edif, tipo, geom, nombre, img from piso6
UNION select búsqueda, ume_edif, tipo, geom, nombre, img from porterias
UNION select búsqueda, ume_edif, tipo, geom, nombre, img from sotanos
UNION select búsqueda, ume_edif, tipo, geom, nombre, img from piscina
UNION select búsqueda, ume_edif, tipo, geom, nombre, img from
edificaciones
UNION select búsqueda, ume_edif, tipo, geom, nombre, img from
cuerpos_agua
UNION select búsqueda, ume_edif, tipo, geom, nombre, img from canchas
) as resultado
order by resultado.ume_edif asc
) as resultado2 full outer join edificaciones as resultado3 on
resultado2.ume_edif =
resultado3.ume_edif
) as resultado3
order by resultado3.búsqueda desc
";
$query=pg_query($dbcon,$sql);
$geojson = array();
while($row = pg_fetch_assoc($query)){
$geojson[]= array(
'id' => $row['id'],
'búsqueda' => $row['búsqueda'],
'ume_edif' => $row['ume_edif'],
'facultad' => $row['facultad'],
'img' => $row['img'],
);
}
-1-

$resultado = json_encode($geojson);
echo $resultado;
?>
```

Anexo F. Código PHP, Consulta Click

```
<?php
header('Content-type: application/json');
$latitud = $_GET["latitud"];
$longitud = $_GET["longitud"];
$dbcon = pg_connect("host=localhost port=5434 dbname=uvmanos
user=gismodel password=gismodel" );
pg_connect($dbcon);
$sql = "
select * from edificaciones where
ST_Intersects(ST_SetSRID(ST_MakePoint($longitud,$latitud),4326),geom)=
true;
";
$query=pg_query($dbcon,$sql);
$geojson = array();
while($row = pg_fetch_assoc($query)){
    $geojson[] = array(
        'id' => $row['id'],
        'busqueda' => $row['busqueda'],
        'nume_edif' => $row['nume_edif'],
        'facultad' => $row['facultad'],
        'nombre' => $row['nombre'],
    );
}
$resultado = json_encode($geojson);
echo $resultado;
?>
```

-1-

Anexo G. Código de Desarrollo de App Móvil Híbrida

```
<!DOCTYPE html>
<html>
<head>
<title>Uvmanos</title>
<meta http-equiv='Content-Type' content='text/html; charset=utf-8' />
<meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0,
maximum-scale=1.0,
user-scalable=no" />
<script src="js/jquery-1.11.2.min.js"></script>
<script src="js/jquery.mobile-1.4.5.min.js"></script>
<link rel="stylesheet" href="js/jquery.mobile-1.4.5.min.css" />
<link rel="stylesheet" href="css/leaflet.css" />
<script src="js/leaflet.js"></script>
<link rel="stylesheet" href="css/style.css">
<link rel="stylesheet" href="css/easy-button.css" />
<script src="js/easy-button.js"></script>
<link rel="stylesheet" href="font-awesome-4.4.0/css/font-
awesome.min.css">
<link rel="stylesheet" href="dist/leaflet.awesome-markers.css">
<style>
.ui-content {
position: absolute;
top: 0;
right: 0;
bottom: 0;
left: 0;
padding: 0 !important;
overflow: hidden;
}
.divicon{
text-align: center
}
#map {
position: absolute;
width: 100%;
height: 100%;
overflow: hidden;
}
#tutorial {
position: absolute;
-1-
bottom: 1px;
width: 100%;
height: 170px;
background-color: #000000;
color: #fff;
opacity: 0.7;
-webkit-transition: opacity 0.5s ease-in;
}
#botones_tutorial{
position: absolute;
```

```

bottom: 0;
right: 0;
}
#paginas_tutorial{
margin-left: 3px;
margin-right: 3px;
text-align: justify;
text-justify: inter-word;
}
.ui-icon-myicon:after {
background-image: url("img/map.svg");
background-size: 24px 24px;
}
</style>
</head>
<body>
<div data-role="page" id="index" data-position="fixed">
<div data-role="panel" id="menu" data-theme="b" data-display="reveal">
<ul data-role="listview">
<li data-icon="home"><a href="#" id="iniciouv">Inicio</a></li>
<li data-icon="navigation"><a href="#indicaciones">Indicaciones</a></li>
<li data-icon="grid"><a href="#capas">Sitios de Interés</a></li>
<li data-icon="info"><a href="#" id="pagtutorial">Tutorial</a></li>
<li data-icon="user"><a href="#acercade">Acerca de</a></li>
</ul>
</div><!-- /panel -->
<div data-role="panel" id="capas" data-theme="b" data-display="reveal"
data-position-fixed=
-2-

"true">
<div class="ui-field-contain">
<fieldset data-role="controlgroup">
<legend>Sitios de Interés</legend>
<input type="checkbox" name="checkbox-1a" id="checkbox-1a"
class="custom">
<label for="checkbox-1a">Baños</label>
<input type="checkbox" name="checkbox-2a" id="checkbox-2a"
class="custom">
<label for="checkbox-2a">Bicicleteros</label>
<input type="checkbox" name="checkbox-3a" id="checkbox-3a"
class="custom">
<label for="checkbox-3a">Fotocopiadoras</label>
<input type="checkbox" name="checkbox-4a" id="checkbox-4a"
class="custom">
<label for="checkbox-4a">Cafeterias</label>
<input type="checkbox" name="checkbox-5a" id="checkbox-5a"
class="custom">
<label for="checkbox-5a">Parqueaderos</label>
</fieldset>
</div>
</div><!-- /panel -->
<div data-role="panel" id="buscador" data-position="right" data-theme="b"
data-display=
"reveal" data-position-fixed="true">

```

```

<form id="formbuscador" action="#" data-ajax="false" >
<input id="inputbuscador" name="typeahead" class="typeahead" type="text"
placeholder="347,
2010, topografia" data-theme="a">
<input type="submit" data-theme="a" data-icon="search" data-
iconshadow="true" value="Buscar">
<a href="#" id="limpiar_buscador" class="ui-btn ui-btn-a ui-corner-all ui-
icon-delete
ui-btn-icon-left">Limpiar</a>
</form>
</div><!-- /panel -->
<div data-role="panel" id="indicaciones" data-theme="b" data-
display="reveal"
data-position-fixed="true">
<form id="formruteo" action="#" data-ajax="false">
<fieldset data-role="controlgroup" data-type="horizontal" data-theme="a">
-3-

```

```

<label for="radioinput1"><span class="ui-icon-edit ui-btn-icon-notext
inlineIcon"
></span></label>
<input type="radio" name="favcolor" id="radioinput1" value="radioinput1"
checked="checked" />
<label for="radioinput2"><span class="ui-icon-location ui-btn-icon-notext
inlineIcon"
></span></label>
<input type="radio" name="favcolor" id="radioinput2" value="green" />
<label for="radioinput3"><span class="ui-icon-myicon ui-btn-icon-notext
inlineIcon"
></span></label>
<input type="radio" name="favcolor" id="radioinput3" value="radioinput3"
/>
</fieldset>
<input id="inputorigen" name="typeahead" class="typeahead" type="text"
placeholder="Origen"
data-theme="a">
<input id="inputdestino" name="typeahead" class="typeahead" type="text"
placeholder="
Destino" data-theme="a">
<input type="submit" data-theme="a" data-icon="navigation" data-
iconshadow="true" value=
"Calcular Ruta">
<a href="#" id="limpiarruta" class="ui-btn ui-btn-a ui-corner-all ui-
icon-delete
ui-btn-icon-left">Limpiar Ruta</a>
</form>
</div><!-- /panel -->
<div data-role="panel" id="acercade" data-theme="b" data-display="reveal"
data-position-fixed="true">
<h2 style="text-align:center;"> UVManos</h2>
<p style="text-align:justify;">

```

Es un geoportal de orientación peatonal para la Universidad del Valle sede Meléndez. Este aplicativo no requiere de conexión a internet para las búsquedas y calculo de rutas, sin

embargo para el uso de GPS si es necesario contar con la conexión a internet.

</p>

<h3>Desarrolladores:</h3>

<p style="text-align:justify;">

Wilmer Muñoz Herrera

Rodrigo Leal

</p>

</div><!-- /panel -->

<div data-role="header" data-position="fixed" data-tap-toggle="false">

<h1>UVMANOS</h1>

No text

-4-

No

text

</div><!-- /header -->

<div role="main" class="ui-content" style="padding:0;" data-position-fixed="true" >

<div id="map" data-position-fixed="true" ></div>

<div id="tutorial">

<div id="paginas_tutorial">

<div id="1" >

Bienvenido. En este tutorial te enseñaremos a orientarte en el Campus.

Primero oprime el botón buscar<span class="ui-icon-search ui-btn-icon-left"

style="position:relative;" >y posteriormente escribe una palabra clave ó

la siguiente estructura "Edificio, Espacio, Nombre del Lugar" y luego presiona

'buscar'.

</div>

<div id="2" >

Excelente, ahora para llegar a tu destino presiona el enlace "Como llegar?" y

define tu origen mediante las opciones de: texto, GPS o click sobre el mapa,

finalizando oprime el boton 'Calcular Ruta' <span class="ui-icon-navigation

ui-btn-icon-left" style="position:relative;" >.

</div>

<div id="3" >

<h3>Perfecto,
la ruta ha sido Calculada!...</h3>

</div>

<div id="4" >

</div>

```

</div>
<div id="botones_tutorial">
<a href="#" id="0" class="ui-btn ui-mini ui-btn-inline ui-corner-all"
>Omitir</a>
-5-

</div>
</div>
</div><!-- /content -->
</div>
<script src="dist/leaflet.awesome-markers.js"></script>
<script src="js/OSMBuildings-Leaflet.js"></script>
<script src="datos/edificaciones3d.js" type="text/javascript"></script>
<script src="capas/label_edif.js" type="text/javascript"></script>
<script src="datos/db.js" type="text/javascript"></script>
<script src="datos/db_busqueda.js" type="text/javascript"></script>
<script src="datos/centroide_db.js" type="text/javascript"></script>
<script src="datos/red_peatonal.js" type="text/javascript"></script>
<script src="datos/db_nodos.js" type="text/javascript"></script>
<script src="datos/paths.js" type="text/javascript"></script>
<script src="datos/node.js" type="text/javascript"></script>
<script src="dist/ShortestPathCalculator.js"
type="text/javascript"></script>
<script src="datos/banos_hombres.js" type="text/javascript"></script>
<script src="datos/banos_mujeres.js" type="text/javascript"></script>
<script src="datos/banos_discapacitados.js"
type="text/javascript"></script>
<script src="datos/bicicleteros.js" type="text/javascript"></script>
<script src="datos/fotocopiadoras.js" type="text/javascript"></script>
<script src="datos/par_motos.js" type="text/javascript"></script>
<script src="datos/par_vehiculos.js" type="text/javascript"></script>
<script src="datos/tiendas.js" type="text/javascript"></script>
<script src="js/typeahead.bundle.js" type="text/javascript"></script>
<script src="js/leaflet-knn.js" type="text/javascript"></script>
-6-

<script>
$(document).on('pageinit', '#index', function(){
var condicion_popup=0;
$("#formbuscador").submit(function(){
buscar();
return false;
});
$("#formruteo").submit(function(){
funcion_ruteo();
return false;
});
$("#pagttutorial").click(function(){
$("#tutorial").show();
$("#paginas_tutorial div").hide();
$("#paginas_tutorial div:eq(0)").show();
$("#menu").panel("close");
});
var contador_paginas_tutorial=0;
$("#botones_tutorial a:eq(2)").hide();

```

```

$("#paginas_tutorial div").hide();
$("#paginas_tutorial div:eq(0)").show();
var buttons = $("#botones_tutorial a");
buttons.click(function() {
var id = $(this).attr("id");
if(id==0){
$("#tutorial").hide();
}
else if(id==1){
contador_paginas_tutorial++;
$("#paginas_tutorial div").hide();
$("#paginas_tutorial div:eq("+contador_paginas_tutorial+")").show();
};
});
-7-

```

```

var mapbox= L.tileLayer('
https://{s}.tiles.mapbox.com/v4/mapbox.light/{z}/{x}/{y}.png?access_token
=pk.eyJ1Ijoid2ls
bWVyc29mdCIsImEiOiItTlNVMFY4In0.pmcAOCyV6fkq1Lz36exB7A ', {
maxZoom: 20,
});
var map = L.map('map', {
center: [3.3752366,-76.5336976],
zoom: 18,
layers: [mapbox]
});
var imageUrl = 'capas/uvmanos.svg',
imageBounds = [[3.3683,-76.5374], [3.3802,-76.5291]];
L.imageOverlay(imageUrl, imageBounds).addTo(map);

```

```

var label_edificaciones = new L.geoJson(label_edif, {
pointToLayer: function (feature, latlng) {
var myIcon = L.divIcon({
iconSize: new L.Point(100, 20),

className: "divicon",
html: ''+feature.properties.nombre+''
});
return L.marker(latlng, {icon: myIcon});
}
});
-8-

```

```

map.on('zoomend', onZoomend);
function onZoomend() {
if(map.getZoom()>=18)
{
map.addLayer(label_edificaciones);
};
if(map.getZoom()<18)
{
map.removeLayer(label_edificaciones);
};
}

```

```

});
$(document).on('pageshow', '#index', function() {
$('#map')[0].style.height = window.innerHeight + "px";
map.invalidateSize();
$('#map')[0].style.height = "100%";
});

var charMap = {
  "à": "a",
  "á": "a",
  "â": "a",
  -9-
  "é": "e",
  "è": "e",
  "ê": "e",
  "ë": "e",
  "É": "e",
  "ï": "i",
  "î": "i",
  "í": "i",
  "ô": "o",
  "ö": "o",
  "ó": "o",
  "ú": "u",
  "û": "u",
  "ù": "u",
  "ü": "u",
  "ñ": "n"
};

var normalize = function (input) {
$.each(charMap, function (unnormalizedChar, normalizedChar) {
var regex = new RegExp(unnormalizedChar, 'gi');
input = input.replace(regex, normalizedChar);
});
return input;
};

var queryTokenizer = function (q) {
var normalized = normalize(q);
return Bloodhound.tokenizers.whitespace(normalized);
};

var nombres = new Bloodhound({
datumTokenizer: Bloodhound.tokenizers.obj.whitespace('value'),
queryTokenizer: queryTokenizer,
local: $.map(db_busqueda, function (name) {

var normalized = normalize(name);
return {
value: normalized,

displayValue: name
};
})
});
nombres.initialize();

```

```

$('#inputbuscador, #inputorigen, #inputdestino').typeahead({
minLength: 1,
hint: false,
highlight: true
}, {
-10-

displayKey: 'displayValue',
source: nombres.ttAdapter(),
limit: 50
});

var layer_consulta=0;
var consulta_db=0;
function buscar(){
condicion_popup=0
$('#buscador').panel("close");
$.mobile.loading("show", { text: "Procesando...", textVisible:
true, textonly: true, theme: "b",
});
setTimeout(function(){tiempobuscador()},1000);
function tiempobuscador(){
var popupconsulta="";
var comollegarpopup;
var textbusqueda = document.getElementById('inputbuscador').value;
map.removeLayer(layer_consulta);
consulta_db = new L.geoJson(db_uv, {
onEachFeature: function onEachFeature(feature, layer) {
if (feature.properties.busqueda ==textbusqueda) {
layer_consulta = layer;
map.addLayer(layer_consulta);
comollegarpopup=feature.properties.busqueda;
popupconsulta=popupconsulta+"<b>Nombre:</b>
"+feature.properties.nombre+"<br>";
-11-

if(feature.properties.num_e_dif!=0 && feature.properties.num_e_dif!=1){
popupconsulta=popupconsulta + " <b>Edificio: </b> "+
feature.properties.num_e_dif + "<br>";
};
if(feature.properties.facultad!="-"){
popupconsulta=popupconsulta + "<b> Facultad:</b> "+
feature.properties.facultad+ " <br>";
};
popupconsulta=popupconsulta+"<a href=\"#\" class=\"speciallink\">Como
Llegar?</a>";
layer.bindPopup(popupconsulta).openPopup(layer.getBounds().getCenter());
};
}}
);
if (layer_consulta==0){
$.mobile.loading("hide");
$.mobile.loading("show", { text: "Error...", textVisible: true, textonly:
true, theme: "b", });

```

```

setTimeout(function(){$.mobile.loading( "hide" );$( "#buscador" ).panel(
"open" ); },1000);
}
map.setView(layer_consulta.getBounds().getCenter(), 18);
map.on('popupopen', function() {
$('a.speciallink').on('click', function() {
document.getElementById('inputdestino').value=comollegarpopup;
$( "#indicaciones" ).panel( "open" );
});
});
$('a.speciallink').on('click', function() {
document.getElementById('inputdestino').value=comollegarpopup;
$( "#indicaciones" ).panel( "open" );
});
layer_consulta.setStyle({
-12-

fillColor: "#60ABC9",
color: "#60ABC9",
weight: 1,
opacity: 1,
fillOpacity: 0.1,
});
document.getElementById('inputbuscador').value='';
document.getElementById('inputdestino').value='';
$("#paginas_tutorial div").hide();
$("#paginas_tutorial div:eq(1)").show();
$.mobile.loading( "hide" );
}
};
var contadorgps=0;
var gpsmarker = L.circle([0,0], 5, {color: '#fff', fillColor:
'#3399CC',fillOpacity: 1}).addTo(
map);
L.easyButton({
states:[
{
stateName: 'unloaded',
icon: 'fa-location-arrow',
title: 'load image',
onClick: function(control){
control.state("loading");
control._map.on('locationfound', function(e){
if(contadorgps<1){
this.setView(e.latlng, 18);
}
gpsmarker.setLatLng(e.latlng);
gpsmarker.redraw();
control.state('loaded');
contadorgps++;
});
control._map.on('locationerror', function(){
$.mobile.loading( "hide" );
$.mobile.loading( "show", { text: "Verifique Conexión GPS", textVisible:
true,textonly

```

```

: true,theme: "b", });
setTimeout(function(){$.mobile.loading( "hide" );},1500);
control._map.stopLocate();
control.state('unloaded');
-13-

});
control._map.locate({watch:true, maxZoom: 16, enableHighAccuracy: true,
maximumAge: 1500
, timeout: 5000});
}
}, {
stateName: 'loading',
icon: 'fa-spinner fa-spin'
}, {
stateName: 'loaded',
icon: 'fa-street-view',
onClick: function(control){
control._map.stopLocate();
gpsmarker.setLatLng([0,0]);
gpsmarker.redraw();
contadorgps=0;
control.state('unloaded');
}
}, {
stateName: 'error',
icon: 'fa-location-arrow',
title: 'location not found',
onClick: function(control){
control._map.stopLocate();
control.state('unloaded');
}
}
]
}).addTo(map);
$("#radioinput1").click(function(){
map.off('click', onClick);
document.getElementById('inputorigen').value="";
});
$("#radioinput2").click(function(){
map.off('click', onClick);
var coordenadagps= gpsmarker.getLatLng().lng +',
'+gpsmarker.getLatLng().lat;
if(coordenadagps=='0, 0'){alert("Verifique su conexión GPS y la ubicación
en el mapa" );}
else{document.getElementById('inputorigen').value=coordenadagps;}
});
$("#radioinput3").click(function(){
$("#indicaciones").panel( "close" );
map.on('click', onClick);
-14-

});
function onClick(e) {
var coordenadamapa=e.latlng;

```

```

document.getElementById('inputorigen').value=coordenadamapa.lng.toFixed(7
) +", "+
coordenadamapa.lat.toFixed(7) ;
$( "#indicaciones" ).panel( "open" );
});
$("#limpiar_buscar").click(function(){
document.getElementById('inputbuscador').value='';
});
$("#iniciouv").click(function(){
map.setView([3.3752366,-76.5336976], 18);
$( "#menu" ).panel( "close" );
});
var layer_consulta_ruta = 0;
var consultarutaorigen=0;
var consultarutadestino=0;
function funcion_ruteo(){
condicion_popup=0
$( "#indicaciones" ).panel( "close" );
$.mobile.loading( "show", { text: "Procesando...", textVisible:
true,textonly: true,theme: "b",
});
setTimeout(function(){tiemporuta()},1000);
function tiemporuta(){
map.off('click', onClick);
map.removeLayer(layer_consulta_ruta);
map.removeLayer(consultarutaorigen);
map.removeLayer(consultarutadestino);
var inputorigen = document.getElementById('inputorigen').value;
-15-

var inputdestino = document.getElementById('inputdestino').value;
var tipo_inputorigen = inputorigen.charAt(0);
var tipo_inputdestino = inputdestino.charAt(0);
var inputorigenc;
var inputdestinoc;
var centroideorigen_lon=0;
var centroideorigen_lat=0;
var centroidedestino_lon=0;
var centroidedestino_lat=0;
var nodo_origen = null;
var nodo_destino = null;
var id_nodo_origen = null;
var id_nodo_destino = null;
var spl = null;
var route = null;
var contador_error=0;
propiedad_ruta="";
layer_centroide_destino=0;
layer_centroide_origen=0;
layer_consulta_ruta = new L.LayerGroup();
layer_centroide_origen=0;
layer_centroide_destino=0;
if ( tipo_inputorigen=="-") {
contador_error++;
inputorigenc = inputorigen.split(",");

```

```

centroideorigen_lon= inputorigenc[0];
centroideorigen_lat= inputorigenc[1];
}
else{
L.geoJson(centroide_db, {
onEachFeature: function onEachFeature(feature) {
if (feature.properties.busqueda ==inputorigen) {
contador_error++;
centroideorigen_lon=feature.geometry.coordinates[0];
centroideorigen_lat=feature.geometry.coordinates[1];
};
}
});
}
}
-16-

if(tipo_inputdestino=="-"){
contador_error++;
inputdestinoc = inputdestino.split(",");
centroidedestino_lon= inputdestinoc[0];
centroidedestino_lat= inputdestinoc[1];
}
else{
L.geoJson(centroide_db, {
onEachFeature: function onEachFeature(feature) {
if (feature.properties.busqueda ==inputdestino) {
contador_error++;
centroidedestino_lon=feature.geometry.coordinates[0];
centroidedestino_lat=feature.geometry.coordinates[1];
};
}
});
};
if (contador_error>1){
var layer_db_nodos = L.geoJson(db_nodos);
nodo_origen =
leafletKnn(layer_db_nodos).nearest([centroideorigen_lon,centroideorigen_l
at], 1);
nodo_destino =
leafletKnn(layer_db_nodos).nearest([centroidedestino_lon,centroidedestino
_lat], 1
);
id_nodo_origen = nodo_origen[0].layer.feature.properties.id;
id_nodo_destino = nodo_destino[0].layer.feature.properties.id;
spl = new ShortestPathCalculator(nodes, paths);
route = spl.findRoute(id_nodo_origen-1, id_nodo_destino-1);
propiedad_ruta=propiedad_ruta+"<b>Distancia:</b>"
"+route.distance.toFixed(3)+ " m<br>";
propiedad_ruta=propiedad_ruta+"<b>Tiempo:</b> "+parseInt(route.distance /
65)+ " min Apx.<br>";
new L.geoJson(db_red_peatonal, {
onEachFeature: function onEachFeature(feature, layer) {
for(var i=0;i<Object.keys(route.path).length; i++){
if (feature.properties.start_id == (route.path[i].source +1 ) &&
feature.properties.end_id == (route.path[i].target +1) ||

```

```

feature.properties.start_id == (route.path[i].target +1 ) &&
feature.properties.end_id == (route.path[i].source +1)) {
-17-

layer_consulta_ruta.addLayer(layer);
layer.setStyle({
color: "#60ABC9",
weight: 4,
opacity: 1,
dashArray: '7',
});
}
};
}}
);
consultarutaorigen= L.marker([centroideorigen_lat,centroideorigen_lon],
{icon:
L.AwesomeMarkers.icon({icon: 'circle', prefix: 'fa', markerColor:
'green', spin:false}) });
consultarutaorigen.addTo(map);
consultarutadestino=
L.marker([centroidedestino_lat,centroidedestino_lon], {icon:
L.AwesomeMarkers.icon({icon: 'circle', prefix: 'fa', markerColor: 'red',
spin:false}) });
consultarutadestino.addTo(map)
.bindPopup(propiedad_ruta).openPopup();
;
map.addLayer(layer_consulta_ruta);
$.mobile.loading( "hide" );
$("#paginas_tutorial div").hide();
$("#paginas_tutorial div:eq(2)").show();
map.setView([centroidedestino_lat, centroidedestino_lon], 18);
}
else{
$.mobile.loading( "hide" );
$.mobile.loading( "show", { text: "Error...", textVisible: true,textonly:
true,theme: "b", });
setTimeout(function(){$.mobile.loading( "hide" );$( "#indicaciones"
).panel( "open" ); },1000);
}
-18-

}
};
$("#limpiarruta").click(function(){
document.getElementById('inputorigen').value='';
document.getElementById('inputdestino').value='';
map.removeLayer(layer_consulta_ruta);
map.removeLayer(consultarutaorigen);
map.removeLayer(consultarutadestino);
$( "#indicaciones" ).panel( "close" );
});
var osmBuildingsLayer;
L.easyButton({
states:[

```

```

{
  stateName: 'unloaded',
  icon: 'fa-building',
  title: '3D',
  onClick: function(control){
    osmBuildingsLayer = new OSMBuildings(map).set(edificaciones3d);
    osmBuildingsLayer.date(new Date(2015, 8, 6, 12, 0));
    osmBuildingsLayer.style({ wallColor:'rgb(232,224,216)',
    roofColor:'rgb(200, 150, 100)',
    shadows:true });
    control.state('loaded');
  }
}, {
  stateName: 'loading',
  icon: 'fa-spinner fa-spin'
}, {
  stateName: 'loaded',
  icon: 'fa-building-o',
  onClick: function(control){
    map.removeLayer(osmBuildingsLayer);
    control.state('unloaded');
  }
}, {
  stateName: 'error',
  icon: 'fa-frown-o',
  title: 'location not found',
  onClick: function(control){
-19-

    control._map.stopLocate();
    control.state('unloaded');
  }
}
]
}).addTo(map);

var layer_banos_hombres=0;
var layer_banos_mujeres=0;
var layer_banos_discapacitados=0;
var comollegar_destino;
$("#checkbox-1a").change(function(){
var $check = $(this);
if ($check.prop('checked')) {
condicion_popup=1;
layer_banos_hombres = L.geoJson(banos_hombres, {
pointToLayer: function (feature, latlng) {
return L.marker(latlng, {icon: L.AwesomeMarkers.icon({
icon: 'male', prefix: 'fa', markerColor: 'blue', spin:
false}) });
}, onEachFeature: onEachFeature
});
function onEachFeature(feature, layer) {
var popupContent = "";
if (feature.properties && feature.properties.nombre) {
popupContent += feature.properties.nombre + " <br><a

```

```

href="#" class="speciallink2">Como Llegar?</a>" ;
}
layer.bindPopup(popupContent);
};
layer_banos_hombres.addTo(map);
layer_banos_mujeres = L.geoJson(banos_mujeres, {
pointToLayer: function (feature, latlng) {
return L.marker(latlng, {icon: L.AwesomeMarkers.icon({
icon: 'female', prefix: 'fa', markerColor: 'orange',
spin:false}) });
}
});
-20-

}, onEachFeature: onEachFeature
});
function onEachFeature(feature, layer) {
var popupContent = "";
if (feature.properties && feature.properties.nombre) {
popupContent += feature.properties.nombre + " <br><a
href="#" class="speciallink2">Como Llegar?</a>" ;
}
layer.bindPopup(popupContent);
};
layer_banos_mujeres.addTo(map);
layer_banos_discapacitados = L.geoJson(banos_discapacitados, {
pointToLayer: function (feature, latlng) {
return L.marker(latlng, {icon: L.AwesomeMarkers.icon({
icon: 'wheelchair', prefix: 'fa', markerColor:
'cadetblue', spin:false}) });
}, onEachFeature: onEachFeature
});
function onEachFeature(feature, layer) {
var popupContent = "";
if (feature.properties && feature.properties.nombre) {
popupContent += feature.properties.nombre + " <br><a
href="#" class="speciallink2">Como Llegar?</a>" ;
}
layer.bindPopup(popupContent);
};
layer_banos_discapacitados.addTo(map);
} else {
map.removeLayer(layer_banos_hombres);
map.removeLayer(layer_banos_mujeres);
map.removeLayer(layer_banos_discapacitados);
}
});
var layer_bicicleteros = 0;
-21-

$("#checkbox-2a").change(function() {
var $check = $(this);
if ($check.prop('checked')) {
condicion_popup=1;
layer_bicicleteros = L.geoJson(bicicleteros, {
pointToLayer: function (feature, latlng) {
return L.marker(latlng, {icon: L.AwesomeMarkers.icon({

```

```

icon: 'bicycle', prefix: 'fa', markerColor: 'red', spin:
false}} }));
}, onEachFeature: onEachFeature
});
function onEachFeature(feature, layer) {
var popupContent = "";
if (feature.properties && feature.properties.nombre) {
popupContent += feature.properties.nombre + " <br><a
href=\"#\" class=\"speciallink2\">Como Llegar?</a>" ;
}
layer.bindPopup(popupContent);
};
layer_bicicleteros.addTo(map);
} else {
map.removeLayer(layer_bicicleteros);
}
});
var layer_fotocopiadoras=0;
$("#checkbox-3a").change(function(){
var $check = $(this);
-22-

if ($check.prop('checked')) {
condicion_popup=1;
layer_fotocopiadoras = L.geoJson(fotocopiadoras, {
pointToLayer: function (feature, latlng) {
return L.marker(latlng, {icon: L.AwesomeMarkers.icon({
icon: 'print', prefix: 'fa', markerColor: 'green', spin:
false}} }));
}, onEachFeature: onEachFeature
});
function onEachFeature(feature, layer) {
var popupContent = "";
if (feature.properties && feature.properties.nombre) {
popupContent += feature.properties.nombre + " <br><a
href=\"#\" class=\"speciallink2\">Como Llegar?</a>" ;
}
layer.bindPopup(popupContent);
};
layer_fotocopiadoras.addTo(map);
} else {
map.removeLayer(layer_fotocopiadoras);
}
});
var layer_comida=0;
$("#checkbox-4a").change(function(){
var $check = $(this);
if ($check.prop('checked')) {
condicion_popup=1;
layer_comida = L.geoJson(tiendas, {
pointToLayer: function (feature, latlng) {
return L.marker(latlng, {icon: L.AwesomeMarkers.icon({
-23-

icon: 'cutlery', prefix: 'fa', markerColor: 'green',

```

```

spin:false})) ));
}, onEachFeature: onEachFeature
));
function onEachFeature(feature, layer) {
var popupContent = "";
if (feature.properties && feature.properties.Nombre) {
popupContent += feature.properties.Nombre + " <br><a
href=\"#\" class=\"speciallink2\">Como Llegar?</a>" ;
}
layer.bindPopup(popupContent);
};
layer_comida.addTo(map);
} else {
map.removeLayer(layer_comida);
}
});
var layer_parqueaderos_moto=0;
var layer_parqueaderos_vehiculos=0;
$("#checkbox-5a").change(function(){
var $check = $(this);
if ($check.prop('checked')) {
condicion_popup=1;
layer_parqueaderos_moto = L.geoJson(par_motos, {
pointToLayer: function (feature, latlng) {
return L.marker(latlng, {icon: L.AwesomeMarkers.icon({
icon: 'motorcycle', prefix: 'fa', markerColor: 'blue',
spin:false})) ));
}, onEachFeature: onEachFeature
-24-

});
function onEachFeature(feature, layer) {
var popupContent = "";
if (feature.properties && feature.properties.nombre) {
popupContent += feature.properties.nombre + " <br><a
href=\"#\" class=\"speciallink2\">Como Llegar?</a>" ;
}
layer.bindPopup(popupContent);
};
layer_parqueaderos_moto.addTo(map);
layer_parqueaderos_vehiculos = L.geoJson(par_vehiculos, {
pointToLayer: function (feature, latlng) {
return L.marker(latlng, {icon: L.AwesomeMarkers.icon({
icon: 'car', prefix: 'fa', markerColor: 'blue', spin:
false})) ));
}, onEachFeature: onEachFeature
});
function onEachFeature(feature, layer) {
var popupContent = "";
if (feature.properties && feature.properties.nombre) {
popupContent += feature.properties.nombre + " <br><a
href=\"#\" class=\"speciallink2\">Como Llegar?</a>" ;
}
layer.bindPopup(popupContent);
};

```

```

layer_parqueaderos_vehiculos.addTo(map);
} else {
map.removeLayer(layer_parqueaderos_moto);
map.removeLayer(layer_parqueaderos_vehiculos);
}
});
map.on('popupopen', function(e) {
comollegar_destino= e.popup.getLatLng().lng.toFixed(7)+"",
"+e.popup.getLatLng().lat.toFixed(7);
-25-

$('a.speciallink2').on('click', function() {
$( "#indicaciones" ).panel( "open" );
document.getElementById('inputdestino').value=comollegar_destino;
});
});
});
</script>
</body>
</html>

```

-26-

Anexo H. Encuesta de satisfacción

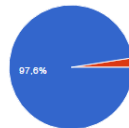
41 respuestas

 Editar e

[Publicar datos de análisis](#)

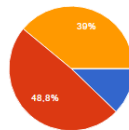
Resumen

1. ¿Considera usted que la Universidad es lo suficientemente grande como para que a una persona se le dificulte encontrar un espacio o un lugar dónde ella quiere ir?



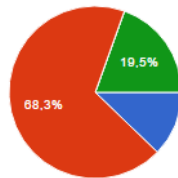
Si	40	97.6%
No	1	2.4%

2. ¿Alguna vez usted necesitó la ayuda de una tercera persona para poder encontrar un destino dentro de la Universidad del Valle sede Meléndez?



Siempre	5	12.2%
Casi Siempre	20	48.8%
Raras Veces	16	39%
Nunca	0	0%

3. ¿Sabe en dónde queda y cómo llegar al Auditorio Germán Colmenares?



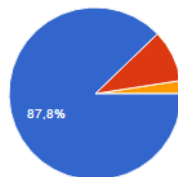
Si	5	12.2%
No lo conozco	28	68.3%
¿Queda en la biblioteca?	0	0%
Lo he escuchado, pero no sé dónde queda	8	19.5%

4. ¿Actualmente usted posee un Smartphone o teléfono inteligente?



Si	41	100%
No	0	0%

5. Si lo anterior fue afirmativo por favor indique el Sistema Operativo:



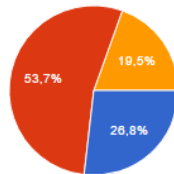
Android	36	87.8%
iOS	4	9.8%
Windows Phone	1	2.4%
Otro	0	0%

6. ¿Estaría de acuerdo en contar con una aplicación móvil que le permita consultar su lugar de destino previamente?



Si, hace mucha falta	41	100%
No, no es necesaria, nunca me he perdido	0	0%

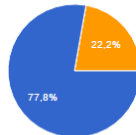
7. ¿Con su Smartphone, que tan frecuente está conectado a Internet?



Todo el tiempo	11	26.8%
Casi Siempre	22	53.7%
Casi Nunca	8	19.5%
Nunca	0	0%

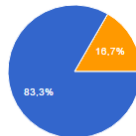
Ahora ensayando la aplicación UVManos desarrollada por el grupo de investigación GISMODEL, responda lo siguiente:

8. ¿La encuentra amigable a simple vista?



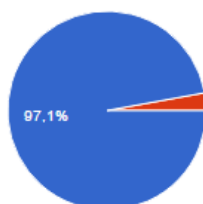
Si	28	77.8%
No	0	0%
Mejorarla	8	22.2%

9. Siga el tutorial en la App y responda: ¿El tutorial es suficientemente claro y cumple su objetivo?



Si	30	83.3%
No	0	0%
Mejorarlo	6	16.7%

10. ¿Es fácil de acceder a la información que busca?



Si	34	97.1%
No	1	2.9%

12. ¿Recomendaría su uso?



Si	37	100%
No	0	0%

13. ¿Qué le falta a la aplicación para ser de su entero agrado?

Me gustaria que el mapa base fuera fuera mas colorido. Asi como esta se ve muy plano.

Cambiar el logo y hacerlo mas profesional.

Información de los parqueaderos, cando hago la ruta y quiero ingresar como lugar de origen un parqueadero, no me aparece la opción de añadirlo.

Ser mas agradable a la vista, ademas que permita desde el mapa reconocer el lugar que se busca.

Tips o sitios claves para pasar el tiempo o algo asi

La aplicación esta muy bien desarrollada, tal vez se pueda mejorar un poco el diseño pero en mi opinión es muy util, facil de usar y cumple su propósito muy completa!

Fotografías de los sitios

Aun que su uso es sin conexión a ninguna red y es una gran ventaja no se si se debe a esto que el calculo de ruta ea demasiado lento, ademas el tutorial no desaparece al haberlo usado y en mi caso me parece molesto después de abrir unas cuantas veces la aplicación y el diseño del mapa es muy plano pero en general es muy en especial para primiparos (que creo que esta dirigido esencialmente su uso)

No pude ensayar la app ya que solo esta disponible para Android pero es una iniciativa que me parece excelente y muy útil tanto para la comunidad universitaria como para los visitantes y extranjeros

Opción de fotos reales.

Nada

Hace falta que la aplicación sea compatible con IOS

Hay algunas instalaciones que no se encuentran y algunos profesores, por lo que se requiere completar un poco mas la información, pero en general la aplicación es excelente y de muchísima utilidad

Que incluya los nombres de todos los edificios y no sólo a cuál facultad pertenece, por ejemplo el Tulio Ramírez, el CREE, entre otros. Creo que sería interesante si pueden agregar fotografías de los lugares y mejorar la velocidad de la aplicación. En términos generales es funcional, pero necesita mejoras. :)

Me parece que esta bien así como está sin embargo interacción en tiempo real con otras personas sería bueno

Como esta esta, esta muy bien... algo para complementar sería una foto de fondo.

Tener más funciones, poder acceder a la cuenta de biblioteca, poder revisar el almuerzo de la cafetería central, poder leer las noticias de la Universidad, para ser más amplia en las necesidades que se tienen.

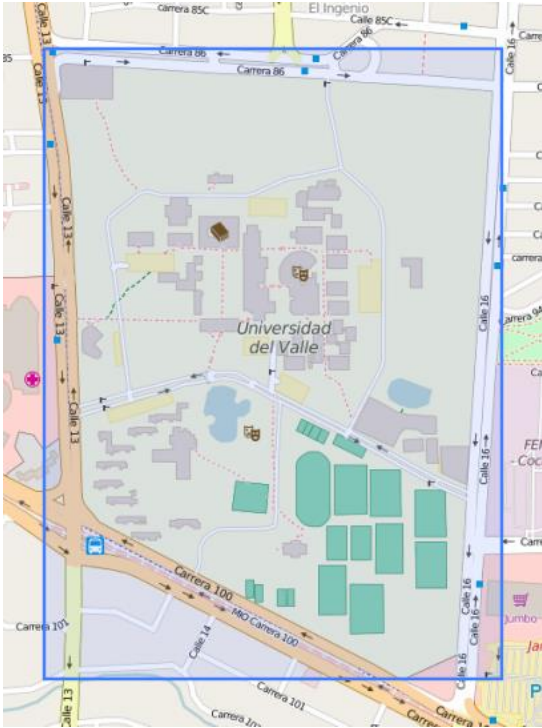
Es perfecta por lo liviana y rápida, no todos las personas cuentan con buenos smartphone y al ser tan liviana puede llegar a más usuarios, felicitaciones por el emprendimiento.

Anexo I. Metadatos

 	
METADATOS	
NTC 4611-II	
DESARROLLO DEL GEOPORTAL DE LA UNIVERSIDAD DEL VALLE, SEDE MELÉNDEZ, DISPONIBLE EN APLICATIVOS MÓVILES	
Porterias.shp	
REFERENCIA DEL METADATO	
Idioma	Español
Conjunto de caracteres	UTF-8
Nombre del estándar	NTC 4611
Versión del estándar	Segunda actualización
CONTACTO DEL METADATO	
Tipo de responsable	Creador
Nombre de la organización	GISMODEL - Universidad del Valle
Cargo	Tesistas
Número de teléfono	(+57) 2 3334897
DIRECCIÓN	
Ciudad	Santiago de Cali
Departamento	Valle del Cauca
Código postal	760001

País	Colombia
Correo electrónico	gismodel@correounivalle.edu.co
RECURSOS EN LÍNEA	
Nombre del recurso	Escuela de ingeniería civil y geomática
Dirección web	gismodel.univalle.edu.co
Protocolo	Dirección Web (URL-Uniforme Resource Locators)
Horario de atención	8:00 AM - 5:00 PM
Instrucciones de contacto	se atenderá al cliente solo en horarios de atención
IDENTIFICACIÓN DEL DATO	
GENERAL	
Título	Porterías
Fecha de referencia	5/12/2014
Edición	1
Formato de presentación	Mapa digital
ISBN	No definido
ISSN	No definido
Otros detalles de la citación	No definido
SERIE	
Nombre	No definido
Identificación del asunto	No definido
Página	No definido
GRUPO RESPONSABLE	
Tipo de responsable	Creador
Nombre de la organización	GISMODEL - Universidad del Valle
Cargo	Tesistas

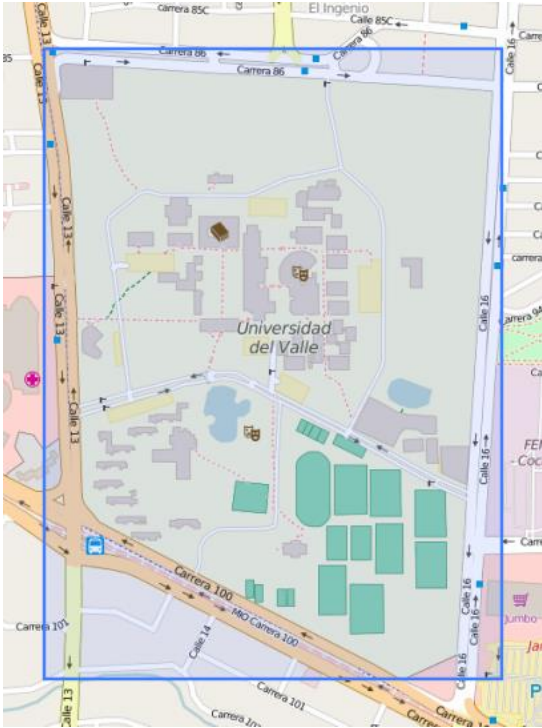
Número de teléfono	(+57) 2 3334897
DIRECCIÓN	
Ciudad	Santiago de Cali
Departamento	Valle del Cauca
Código postal	760001
País	Colombia
Correo electrónico	gismodel@correounivalle.edu.co
RECURSOS EN LÍNEA	
Nombre del recurso	Escuela de ingeniería civil y geomática
Dirección web	gismodel.univalle.edu.co
Protocolo	Dirección Web (URL-Uniforme Resource Locators)
Horario de atención	8:00 AM - 5:00 PM
Instrucciones de contacto	se atenderá al cliente solo en horarios de atención
CATEGORÍA TEMÁTICA	
Levantamiento mediante topografía convencional	
RESUMEN	
El Producto generado corresponde a la capa digital de las Porterías en formato shapefile de la ciudad universitaria de Meléndez - municipio de Santiago de Cali, el cual fue generado por el grupo de investigación GISMODEL de la misma universidad.	
TIPO DE REPRESENTACIÓN ESPACIAL	
Tipo	Vectorial
Escala	Max 1:500
CUBRIMIENTO GEOGRÁFICO	
Longitud oeste	-76.5377000
Longitud este	-76.5291000

Latitud norte	3.3802000
Latitud sur	3.3683000
	
REFERENCIA ESPACIAL	
Nombre	WGS84
EPSG	4326
FORMATO	
Nombre	shapefile (.shp)
CALIDAD DE LOS DATOS	
Nivel	Conjunto de datos
Declaración	Formato shapefile que representa las Porterías de la ciudad universitaria de Meléndez - Municipio de Santiago de Cali

Descripción	Información tomada por el grupo de investigación GISMODEL de la ciudad universitaria de Meléndez, que se realizó mediante topográfica convencional.		
  METADATOS			
NTC 4611-II			
DESARROLLO DEL GEOPORTAL DE LA UNIVERSIDAD DEL VALLE, SEDE MELÉNDEZ, DISPONIBLE EN APLICATIVOS MÓVILES			
Piscina.shp			
REFERENCIA DEL METADATO			
Idioma	Español		
Conjunto de caracteres	UTF-8		
Nombre del estándar	NTC 4611		
Versión del estándar	Segunda actualización		
CONTACTO DEL METADATO			
Tipo de responsable	Creador		
Nombre de la organización	GISMODEL - Universidad del Valle		
Cargo	Tesisistas		
Número de teléfono	(+57) 2 3334897		
DIRECCIÓN			
Ciudad	Santiago de Cali		
Departamento	Valle del Cauca		
Código postal	760001		

País	Colombia
Correo electrónico	gismodel@correounivalle.edu.co
RECURSOS EN LÍNEA	
Nombre del recurso	Escuela de ingeniería civil y geomática
Dirección web	gismodel.univalle.edu.co
Protocolo	Dirección Web (URL-Uniforme Resource Locators)
Horario de atención	8:00 AM - 5:00 PM
Instrucciones de contacto	se atenderá al cliente solo en horarios de atención
IDENTIFICACIÓN DEL DATO	
GENERAL	
Título	Piscina
Fecha de referencia	5/12/2014
Edición	1
Formato de presentación	Mapa digital
ISBN	No definido
ISSN	No definido
Otros detalles de la citación	No definido
SERIE	
Nombre	No definido
Identificación del asunto	No definido
Página	No definido
GRUPO RESPONSABLE	
Tipo de responsable	Creador
Nombre de la organización	GISMODEL - Universidad del Valle
Cargo	Tesistas

Número de teléfono	(+57) 2 3334897
DIRECCIÓN	
Ciudad	Santiago de Cali
Departamento	Valle del Cauca
Código postal	760001
País	Colombia
Correo electrónico	gismodel@correounivalle.edu.co
RECURSOS EN LÍNEA	
Nombre del recurso	Escuela de ingeniería civil y geomática
Dirección web	gismodel.univalle.edu.co
Protocolo	Dirección Web (URL-Uniforme Resource Locators)
Horario de atención	8:00 AM - 5:00 PM
Instrucciones de contacto	se atenderá al cliente solo en horarios de atención
CATEGORÍA TEMÁTICA	
Levantamiento mediante topografía convencional	
RESUMEN	
El Producto generado corresponde a la capa digital de la Piscina en formato shapefile de la ciudad universitaria de Meléndez del municipio de Santiago de Cali, el cual fue generado por el grupo de investigación GISMODEL de la misma universidad.	
TIPO DE REPRESENTACIÓN ESPACIAL	
Tipo	Vectorial
Escala	Max 1:500
CUBRIMIENTO GEOGRÁFICO	
Longitud oeste	-76.5377000
Longitud este	-76.5291000

Latitud norte	3.3802000
Latitud sur	3.3683000
	
REFERENCIA ESPACIAL	
Nombre	WGS84
EPSG	4326
FORMATO	
Nombre	shapefile (.shp)
CALIDAD DE LOS DATOS	
Nivel	Conjunto de datos
Declaración	Formato shapefile que representa la Piscina de la ciudad universitaria de Meléndez - Municipio de Santiago de Cali

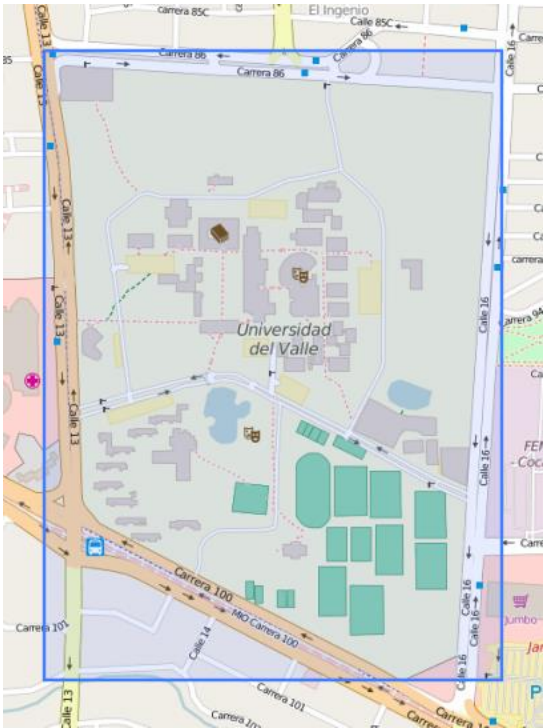
Descripción	Información tomada por el grupo de investigación GISMODEL de la ciudad universitaria de Meléndez, que se realizó mediante topográfica convencional.
-------------	---

 	
METADATOS	
NTC 4611-II	
DESARROLLO DEL GEOPORTAL DE LA UNIVERSIDAD DEL VALLE, SEDE MELÉNDEZ, DISPONIBLE EN APLICATIVOS MÓVILES	
Edificaciones.shp	
REFERENCIA DEL METADATO	
Idioma	Español
Conjunto de caracteres	UTF-8
Nombre del estándar	NTC 4611
Versión del estándar	Segunda actualización
CONTACTO DEL METADATO	
Tipo de responsable	Creador
Nombre de la organización	GISMODEL - Universidad del Valle
Cargo	Tesistas
Número de teléfono	(+57) 2 3334897
DIRECCIÓN	
Ciudad	Santiago de Cali

Departamento	Valle del Cauca
Código postal	760001
País	Colombia
Correo electrónico	gismodel@correounivalle.edu.co
RECURSOS EN LÍNEA	
Nombre del recurso	Escuela de ingeniería civil y geomática
Dirección web	gismodel.univalle.edu.co
Protocolo	Dirección Web (URL-Uniforme Resource Locators)
Horario de atención	8:00 AM - 5:00 PM
Instrucciones de contacto	se atenderá al cliente solo en horarios de atención
IDENTIFICACIÓN DEL DATO	
GENERAL	
Título	Edificaciones
Fecha de referencia	5/12/2014
Edición	1
Formato de presentación	Mapa digital
ISBN	No definido
ISSN	No definido
Otros detalles de la citación	No definido
SERIE	
Nombre	No definido
Identificación del asunto	No definido
Página	No definido
GRUPO RESPONSABLE	
Tipo de responsable	Creador

Nombre de la organización	GISMODEL - Universidad del Valle		
Cargo	Tesisistas		
Número de teléfono	(57) 2 3334897		
DIRECCIÓN			
Ciudad	Santiago de Cali		
Departamento	Valle del Cauca		
Código postal	760001		
País	Colombia		
Correo electrónico	gismodel@correounivalle.edu.co		
RECURSOS EN LÍNEA			
Nombre del recurso	Escuela de ingeniería civil y geomática		
Dirección web	gismodel.univalle.edu.co		
Protocolo	Dirección Web (URL-Uniforme Resource Locators)		
Horario de atención	8:00 AM - 5:00 PM		
Instrucciones de contacto	se atenderá al cliente solo en horarios de atención		
CATEGORÍA TEMÁTICA			
Levantamiento mediante topografía convencional			
RESUMEN			
El Producto generado corresponde a la capa digital de las Edificaciones en formato shapefile de la ciudad universitaria de Meléndez del municipio de Santiago de Cali, el cual fue generado por el grupo de investigación GISMODEL de la misma universidad.			
TIPO DE REPRESENTACIÓN ESPACIAL			
Tipo	Vectorial		
Escala	Max 1:500		
CUBRIMIENTO GEOGRÁFICO			

Longitud oeste	-76.5377000
Longitud este	-76.5291000
Latitud norte	3.3802000
Latitud sur	3.3683000



REFERENCIA ESPACIAL	
Nombre	WGS84
EPSG	4326
FORMATO	
Nombre	shapefile (.shp)
CALIDAD DE LOS DATOS	
Nivel	Conjunto de datos

Declaración	Formato shapefile que representa las edificaciones de la ciudad universitaria de Meléndez - Municipio de Santiago de Cali
Descripción	Información tomada por el grupo de investigación GISMODEL de la ciudad universitaria de Meléndez, que se realizó mediante topográfica convencional.

 	
METADATOS	
NTC 4611-II	
DESARROLLO DEL GEOPORTAL DE LA UNIVERSIDAD DEL VALLE, SEDE MELÉNDEZ, DISPONIBLE EN APLICATIVOS MÓVILES	
Pisos.shp	
REFERENCIA DEL METADATO	
Idioma	Español
Conjunto de caracteres	UTF-8
Nombre del estándar	NTC 4611
Versión del estándar	Segunda actualización
CONTACTO DEL METADATO	
Tipo de responsable	Creador
Nombre de la organización	GISMODEL - Universidad del Valle
Cargo	Tesistas
Número de teléfono	(+57) 2 3334897

DIRECCIÓN	
Ciudad	Santiago de Cali
Departamento	Valle del Cauca
Código postal	760001
País	Colombia
Correo electrónico	gismodel@correounivalle.edu.co
RECURSOS EN LÍNEA	
Nombre del recurso	Escuela de ingeniería civil y geomática
Dirección web	gismodel.univalle.edu.co
Protocolo	Dirección Web (URL-Uniforme Resource Locators)
Horario de atención	8:00 AM - 5:00 PM
Instrucciones de contacto	se atenderá al cliente solo en horarios de atención
IDENTIFICACIÓN DEL DATO	
GENERAL	
Título	Pisos
Fecha de referencia	5/12/2014
Edición	1
Formato de presentación	Mapa digital
ISBN	No definido
ISSN	No definido
Otros detalles de la citación	No definido
SERIE	
Nombre	No definido
Identificación del asunto	No definido
Página	No definido

GRUPO RESPONSABLE	
Tipo de responsable	Creador
Nombre de la organización	GISMODEL - Universidad del Valle
Cargo	Tesistas
Número de teléfono	(+57) 2 3334897
DIRECCIÓN	
Ciudad	Santiago de Cali
Departamento	Valle del Cauca
Código postal	760001
País	Colombia
Correo electrónico	gismodel@correounivalle.edu.co
RECURSOS EN LÍNEA	
Nombre del recurso	Escuela de ingeniería civil y geomática
Dirección web	gismodel.univalle.edu.co
Protocolo	Dirección Web (URL-Uniforme Resource Locators)
Horario de atención	8:00 AM - 5:00 PM
Instrucciones de contacto	se atenderá al cliente solo en horarios de atención
CATEGORÍA TEMÁTICA	
Levantamiento mediante topografía convencional	
RESUMEN	
El Producto generado corresponde a la capa digital de los Pisos en formato shapefile de la ciudad universitaria de Meléndez - municipio de Santiago de Cali, el cual fue generado por el grupo de investigación GISMODEL de la misma universidad.	
TIPO DE REPRESENTACIÓN ESPACIAL	
Tipo	Vectorial

Nivel	Conjunto de datos
Declaración	Formato shapefile que representa los Pisos de la ciudad universitaria de Meléndez - Municipio de Santiago de Cali
Descripción	Información tomada por el grupo de investigación GISMODEL de la ciudad universitaria de Meléndez, que se realizó mediante topográfica convencional.

 	
METADATOS	
NTC 4611-II	
DESARROLLO DEL GEOPORTAL DE LA UNIVERSIDAD DEL VALLE, SEDE MELÉNDEZ, DISPONIBLE EN APLICATIVOS MÓVILES	
Sotanos.shp	
REFERENCIA DEL METADATO	
Idioma	Español
Conjunto de caracteres	UTF-8
Nombre del estándar	NTC 4611
Versión del estándar	Segunda actualización
CONTACTO DEL METADATO	
Tipo de responsable	Creador
Nombre de la organización	GISMODEL - Universidad del Valle

Cargo	Tesistas
Número de teléfono	(+57) 2 3334897
DIRECCIÓN	
Ciudad	Santiago de Cali
Departamento	Valle del Cauca
Código postal	760001
País	Colombia
Correo electrónico	gismodel@correounivalle.edu.co
RECURSOS EN LÍNEA	
Nombre del recurso	Escuela de ingeniería civil y geomática
Dirección web	gismodel.univalle.edu.co
Protocolo	Dirección Web (URL-Uniforme Resource Locators)
Horario de atención	8:00 AM - 5:00 PM
Instrucciones de contacto	se atenderá al cliente solo en horarios de atención
IDENTIFICACIÓN DEL DATO	
GENERAL	
Título	Sótanos
Fecha de referencia	5/12/2014
Edición	1
Formato de presentación	Mapa digital
ISBN	No definido
ISSN	No definido
Otros detalles de la citación	No definido
SERIE	
Nombre	No definido

Identificación del asunto	No definido
Página	No definido
GRUPO RESPONSABLE	
Tipo de responsable	Creador
Nombre de la organización	GISMODEL - Universidad del Valle
Cargo	Tesistas
Número de teléfono	(+57) 2 3334897
DIRECCIÓN	
Ciudad	Santiago de Cali
Departamento	Valle del Cauca
Código postal	760001
País	Colombia
Correo electrónico	gismodel@correounivalle.edu.co
RECURSOS EN LÍNEA	
Nombre del recurso	Escuela de ingeniería civil y geomática
Dirección web	gismodel.univalle.edu.co
Protocolo	Dirección Web (URL-Uniforme Resource Locators)
Horario de atención	8:00 AM - 5:00 PM
Instrucciones de contacto	se atenderá al cliente solo en horarios de atención
CATEGORÍA TEMÁTICA	
Levantamiento mediante topografía convencional	
RESUMEN	
El Producto generado corresponde a la capa digital de los Sótanos en formato shapefile de la ciudad universitaria de Meléndez - municipio de Santiago de Cali, el cual fue generado por el grupo de investigación GISMODEL de la misma universidad.	

Nombre	shapefile (.shp)
CALIDAD DE LOS DATOS	
Nivel	Conjunto de datos
Declaración	Formato shapefile que representa los Sótanos de la ciudad universitaria de Meléndez - Municipio de Santiago de Cali
Descripción	Información tomada por el grupo de investigación GISMODEL de la ciudad universitaria de Meléndez, que se realizó mediante topográfica convencional.

 	
METADATOS	
NTC 4611-II	
DESARROLLO DEL GEOPORTAL DE LA UNIVERSIDAD DEL VALLE, SEDE MELÉNDEZ, DISPONIBLE EN APLICATIVOS MÓVILES	
Cuerpos_agua.shp	
REFERENCIA DEL METADATO	
Idioma	Español
Conjunto de caracteres	UTF-8
Nombre del estándar	NTC 4611
Versión del estándar	Segunda actualización
CONTACTO DEL METADATO	
Tipo de responsable	Creador
Nombre de la organización	GISMODEL - Universidad del Valle

Cargo	Tesistas
Número de teléfono	(+57) 2 3334897
DIRECCIÓN	
Ciudad	Santiago de Cali
Departamento	Valle del Cauca
Código postal	760001
País	Colombia
Correo electrónico	gismodel@correounivalle.edu.co
RECURSOS EN LÍNEA	
Nombre del recurso	Escuela de ingeniería civil y geomática
Dirección web	gismodel.univalle.edu.co
Protocolo	Dirección Web (URL-Uniforme Resource Locators)
Horario de atención	8:00 AM - 5:00 PM
Instrucciones de contacto	se atenderá al cliente solo en horarios de atención
IDENTIFICACIÓN DEL DATO	
GENERAL	
Título	Cuerpos Agua
Fecha de referencia	5/12/2014
Edición	1
Formato de presentación	Mapa digital
ISBN	No definido
ISSN	No definido
Otros detalles de la citación	No definido
SERIE	
Nombre	No definido

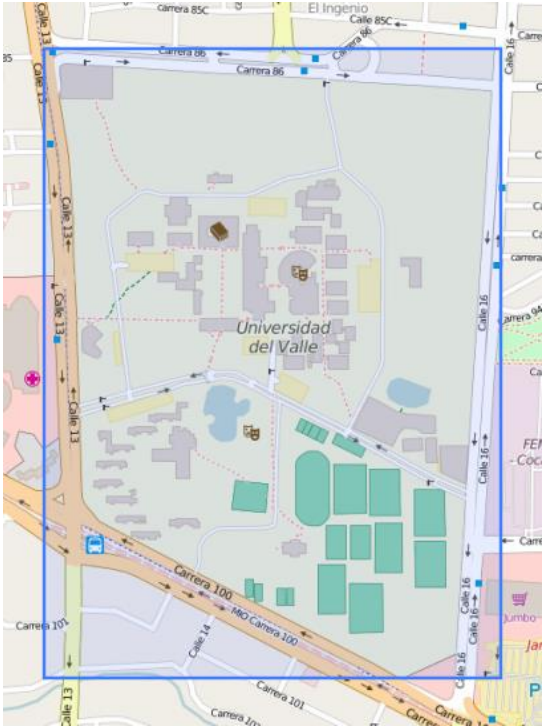
Identificación del asunto	No definido
Pagina	No definido
GRUPO RESPONSABLE	
Tipo de responsable	Creador
Nombre de la organización	GISMODEL - Universidad del Valle
Cargo	Tesistas
Número de teléfono	(+57) 2 3334897
DIRECCIÓN	
Ciudad	Santiago de Cali
Departamento	Valle del Cauca
Código postal	760001
País	Colombia
Correo electrónico	gismodel@correounivalle.edu.co
RECURSOS EN LÍNEA	
Nombre del recurso	Escuela de ingeniería civil y geomática
Dirección web	gismodel.univalle.edu.co
Protocolo	Dirección Web (URL-Uniforme Resource Locators)
Horario de atención	8:00 AM - 5:00 PM
Instrucciones de contacto	se atenderá al cliente solo en horarios de atención
CATEGORÍA TEMÁTICA	
Levantamiento mediante topografía convencional	
RESUMEN	
El Producto generado corresponde a la capa digital de los Cuerpos Agua en formato shapefile de la ciudad universitaria de Meléndez del municipio de Santiago de Cali, el cual fue generado por el grupo de investigación GISMODEL de la misma universidad.	

Nombre	shapefile (.shp)
CALIDAD DE LOS DATOS	
Nivel	Conjunto de datos
Declaración	Formato shapefile que representa los Cuerpos Agua de la ciudad universitaria de Meléndez - Municipio de Santiago de Cali
Descripción	Información tomada por el grupo de investigación GISMODEL de la ciudad universitaria de Meléndez, que se realizó mediante topográfica convencional.

 	
METADATOS	
NTC 4611-II	
DESARROLLO DEL GEOPORTAL DE LA UNIVERSIDAD DEL VALLE, SEDE MELÉNDEZ, DISPONIBLE EN APLICATIVOS MÓVILES	
Zonas_verdes.shp	
REFERENCIA DEL METADATO	
Idioma	Español
Conjunto de caracteres	UTF-8
Nombre del estándar	NTC 4611
Versión del estándar	Segunda actualización
CONTACTO DEL METADATO	
Tipo de responsable	Creador

Nombre de la organización	GISMODEL - Universidad del Valle		
Cargo	Tesisistas		
Número de teléfono	(57) 2 3334897		
DIRECCIÓN			
Ciudad	Santiago de Cali		
Departamento	Valle del Cauca		
Código postal	760001		
País	Colombia		
Correo electrónico	gismodel@correounivalle.edu.co		
RECURSOS EN LÍNEA			
Nombre del recurso	Escuela de ingeniería civil y geomática		
Dirección web	gismodel.univalle.edu.co		
Protocolo	Dirección Web (URL-Uniforme Resource Locators)		
Horario de atención	8:00 AM - 5:00 PM		
Instrucciones de contacto	se atenderá al cliente solo en horarios de atención		
IDENTIFICACIÓN DEL DATO			
GENERAL			
Título	Zonas Verdes		
Fecha de referencia	5/12/2014		
Edición	1		
Formato de presentación	Mapa digital		
ISBN	No definido		
ISSN	No definido		
Otros detalles de la citación	No definido		
SERIE			

Nombre	No definido
Identificación del asunto	No definido
Página	No definido
GRUPO RESPONSABLE	
Tipo de responsable	Creador
Nombre de la organización	GISMODEL - Universidad del Valle
Cargo	Tesistas
Número de teléfono	(+57) 2 3334897
DIRECCIÓN	
Ciudad	Santiago de Cali
Departamento	Valle del Cauca
Código postal	760001
País	Colombia
Correo electrónico	gismodel@correounivalle.edu.co
RECURSOS EN LÍNEA	
Nombre del recurso	Escuela de ingeniería civil y geomática
Dirección web	gismodel.univalle.edu.co
Protocolo	Dirección Web (URL-Uniforme Resource Locators)
Horario de atención	8:00 AM - 5:00 PM
Instrucciones de contacto	se atenderá al cliente solo en horarios de atención
CATEGORÍA TEMÁTICA	
Levantamiento mediante topografía convencional	
RESUMEN	
El Producto generado corresponde a la capa digital de las Zonas Verdes en formato shapefile de la ciudad universitaria de Meléndez - municipio de Santiago de Cali, el cual fue generado por el grupo	

de investigación GISMODEL de la misma universidad.	
TIPO DE REPRESENTACIÓN ESPACIAL	
Tipo	Vectorial
Escala	Max 1:500
CUBRIMIENTO GEOGRÁFICO	
Longitud oeste	-76.5377000
Longitud este	-76.5291000
Latitud norte	3.3802000
Latitud sur	3.3683000
	
REFERENCIA ESPACIAL	
Nombre	WGS84

EPSG	4326
FORMATO	
Nombre	shapefile (.shp)
CALIDAD DE LOS DATOS	
Nivel	Conjunto de datos
Declaración	Formato shapefile que representa las Zonas Verdes de la ciudad universitaria de Meléndez - Municipio de Santiago de Cali
Descripción	Información tomada por el grupo de investigación GISMODEL de la ciudad universitaria de Meléndez, que se realizó mediante topográfica convencional.

 	
METADATOS	
NTC 4611-II	
DESARROLLO DEL GEOPORTAL DE LA UNIVERSIDAD DEL VALLE, SEDE MELÉNDEZ, DISPONIBLE EN APLICATIVOS MÓVILES	
Vias.shp	
REFERENCIA DEL METADATO	
Idioma	Español
Conjunto de caracteres	UTF-8
Nombre del estándar	NTC 4611
Versión del estándar	Segunda actualización

CONTACTO DEL METADATO	
Tipo de responsable	Creador
Nombre de la organización	GISMODEL - Universidad del Valle
Cargo	Tesistas
Número de teléfono	(+57) 2 3334897
DIRECCIÓN	
Ciudad	Santiago de Cali
Departamento	Valle del Cauca
Código postal	760001
País	Colombia
Correo electrónico	gismodel@correounivalle.edu.co
RECURSOS EN LÍNEA	
Nombre del recurso	Escuela de ingeniería civil y geomática
Dirección web	gismodel.univalle.edu.co
Protocolo	Dirección Web (URL-Uniforme Resource Locators)
Horario de atención	8:00 AM - 5:00 PM
Instrucciones de contacto	se atenderá al cliente solo en horarios de atención
IDENTIFICACIÓN DEL DATO	
GENERAL	
Título	Vías
Fecha de referencia	5/12/2014
Edición	1
Formato de presentación	Mapa digital
ISBN	No definido
ISSN	No definido

Otros detalles de la citación	No definido
SERIE	
Nombre	No definido
Identificación del asunto	No definido
Página	No definido
GRUPO RESPONSABLE	
Tipo de responsable	Creador
Nombre de la organización	GISMODEL - Universidad del Valle
Cargo	Tesistas
Número de teléfono	(+57) 2 3334897
DIRECCIÓN	
Ciudad	Santiago de Cali
Departamento	Valle del Cauca
Código postal	760001
País	Colombia
Correo electrónico	gismodel@correounivalle.edu.co
RECURSOS EN LÍNEA	
Nombre del recurso	Escuela de ingeniería civil y geomática
Dirección web	gismodel.univalle.edu.co
Protocolo	Dirección Web (URL-Uniforme Resource Locators)
Horario de atención	8:00 AM - 5:00 PM
Instrucciones de contacto	se atenderá al cliente solo en horarios de atención
CATEGORÍA TEMÁTICA	
Levantamiento mediante topografía convencional	
RESUMEN	

El Producto generado corresponde a la capa digital de las Vías en formato shapefile de la ciudad universitaria de Meléndez - municipio de Santiago de Cali, el cual fue generado por el grupo de investigación GISMODEL de la misma universidad.

TIPO DE REPRESENTACIÓN ESPACIAL

Tipo Vectorial

Escala Max 1:500

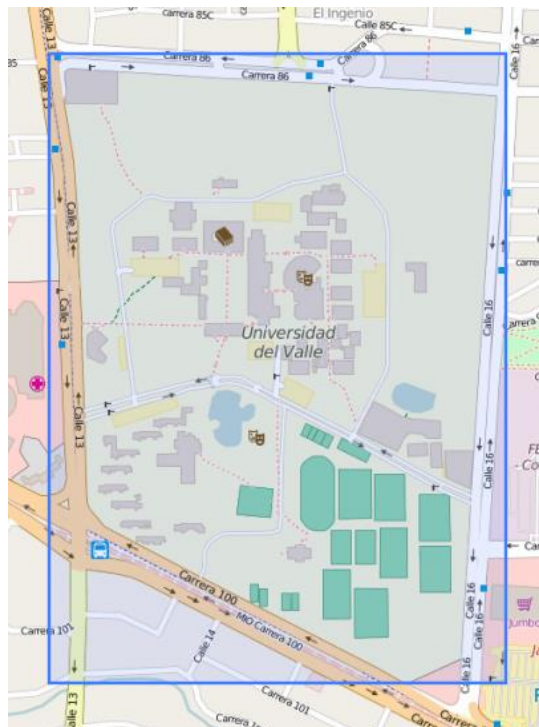
CUBRIMIENTO GEOGRÁFICO

Longitud oeste -76.5377000

Longitud este -76.5291000

Latitud norte 3.3802000

Latitud sur 3.3683000



REFERENCIA ESPACIAL

Nombre WGS84

EPSG	4326
FORMATO	
Nombre	shapefile (.shp)
CALIDAD DE LOS DATOS	
Nivel	Conjunto de datos
Declaración	Formato shapefile que representa las Vías de la ciudad universitaria de Meléndez - Municipio de Santiago de Cali
Descripción	Información tomada por el grupo de investigación GISMODEL de la ciudad universitaria de Meléndez, que se realizó mediante topográfica convencional.

 	
METADATOS	
NTC 4611-II	
DESARROLLO DEL GEOPORTAL DE LA UNIVERSIDAD DEL VALLE, SEDE MELÉNDEZ, DISPONIBLE EN APLICATIVOS MÓVILES	
Canchas.shp	
REFERENCIA DEL METADATO	
Idioma	Español
Conjunto de caracteres	UTF-8
Nombre del estándar	NTC 4611
Versión del estándar	Segunda actualización

CONTACTO DEL METADATO	
Tipo de responsable	Creador
Nombre de la organización	GISMODEL - Universidad del Valle
Cargo	Tesistas
Número de teléfono	(+57) 2 3334897
DIRECCIÓN	
Ciudad	Santiago de Cali
Departamento	Valle del Cauca
Código postal	760001
País	Colombia
Correo electrónico	gismodel@correounivalle.edu.co
RECURSOS EN LÍNEA	
Nombre del recurso	Escuela de ingeniería civil y geomática
Dirección web	gismodel.univalle.edu.co
Protocolo	Dirección Web (URL-Uniforme Resource Locators)
Horario de atención	8:00 AM - 5:00 PM
Instrucciones de contacto	se atenderá al cliente solo en horarios de atención
IDENTIFICACIÓN DEL DATO	
GENERAL	
Título	Canchas
Fecha de referencia	5/12/2014
Edición	1
Formato de presentación	Mapa digital
ISBN	No definido
ISSN	No definido

Otros detalles de la citación	No definido
SERIE	
Nombre	No definido
Identificación del asunto	No definido
Página	No definido
GRUPO RESPONSABLE	
Tipo de responsable	Creador
Nombre de la organización	GISMODEL - Universidad del Valle
Cargo	Tesistas
Número de teléfono	(+57) 2 3334897
DIRECCIÓN	
Ciudad	Santiago de Cali
Departamento	Valle del Cauca
Código postal	760001
País	Colombia
Correo electrónico	gismodel@correounivalle.edu.co
RECURSOS EN LÍNEA	
Nombre del recurso	Escuela de ingeniería civil y geomática
Dirección web	gismodel.univalle.edu.co
Protocolo	Dirección Web (URL-Uniforme Resource Locators)
Horario de atención	8:00 AM - 5:00 PM
Instrucciones de contacto	se atenderá al cliente solo en horarios de atención
CATEGORÍA TEMÁTICA	
Levantamiento mediante topografía convencional	
RESUMEN	

El Producto generado corresponde a la capa digital de las Canchas en formato shapefile de la ciudad universitaria de Meléndez - municipio de Santiago de Cali, el cual fue generado por el grupo de investigación GISMODEL de la misma universidad.

TIPO DE REPRESENTACIÓN ESPACIAL

Tipo	Vectorial
Escala	Max 1:500

CUBRIMIENTO GEOGRÁFICO

Longitud oeste	-76.5377000
Longitud este	-76.5291000
Latitud norte	3.3802000
Latitud sur	3.3683000



REFERENCIA ESPACIAL

Nombre	WGS84
--------	-------

EPSG	4326
FORMATO	
Nombre	shapefile (.shp)
CALIDAD DE LOS DATOS	
Nivel	Conjunto de datos
Declaración	Formato shapefile que representa las Canchas de la ciudad universitaria de Meléndez - Municipio de Santiago de Cali
Descripción	Información tomada por el grupo de investigación GISMODEL de la ciudad universitaria de Meléndez, que se realizó mediante topográfica convencional.

 	
METADATOS	
NTC 4611-II	
DESARROLLO DEL GEOPORTAL DE LA UNIVERSIDAD DEL VALLE, SEDE MELÉNDEZ, DISPONIBLE EN APLICATIVOS MÓVILES	
red_peatonal.shp	
REFERENCIA DEL METADATO	
Idioma	Español
Conjunto de caracteres	UTF-8
Nombre del estándar	NTC 4611
Versión del estándar	Segunda actualización

CONTACTO DEL METADATO	
Tipo de responsable	Creador
Nombre de la organización	GISMODEL - Universidad del Valle
Cargo	Tesistas
Número de teléfono	(+57) 2 3334897
DIRECCIÓN	
Ciudad	Santiago de Cali
Departamento	Valle del Cauca
Código postal	760001
País	Colombia
Correo electrónico	gismodel@correounivalle.edu.co
RECURSOS EN LÍNEA	
Nombre del recurso	Escuela de ingeniería civil y geomática
Dirección web	gismodel.univalle.edu.co
Protocolo	Dirección Web (URL-Uniforme Resource Locators)
Horario de atención	8:00 AM - 5:00 PM
Instrucciones de contacto	se atenderá al cliente solo en horarios de atención
IDENTIFICACIÓN DEL DATO	
GENERAL	
Título	Red Peatonal
Fecha de referencia	13/06/2011
Edición	1
Formato de presentación	Mapa digital
ISBN	No definido
ISSN	No definido

Otros detalles de la citación	No definido
SERIE	
Nombre	No definido
Identificación del asunto	No definido
Página	No definido
GRUPO RESPONSABLE	
Tipo de responsable	Creador
Nombre de la organización	GITTV - Universidad del Valle
Cargo	Tesistas
Número de teléfono	(+57) 2 3334897
DIRECCIÓN	
Ciudad	Santiago de Cali
Departamento	Valle del Cauca
Código postal	760001
País	Colombia
Correo electrónico	gismodel@correounivalle.edu.co
RECURSOS EN LÍNEA	
Nombre del recurso	Escuela de ingeniería civil y geomática
Dirección web	investigacion.gittv@correounivalle.edu.co
Protocolo	Dirección Web (URL-Uniforme Resource Locators)
Horario de atención	8:00 AM - 5:00 PM
Instrucciones de contacto	se atenderá al cliente solo en horarios de atención
CATEGORÍA TEMÁTICA	
Levantamiento mediante topografía convencional	
RESUMEN	

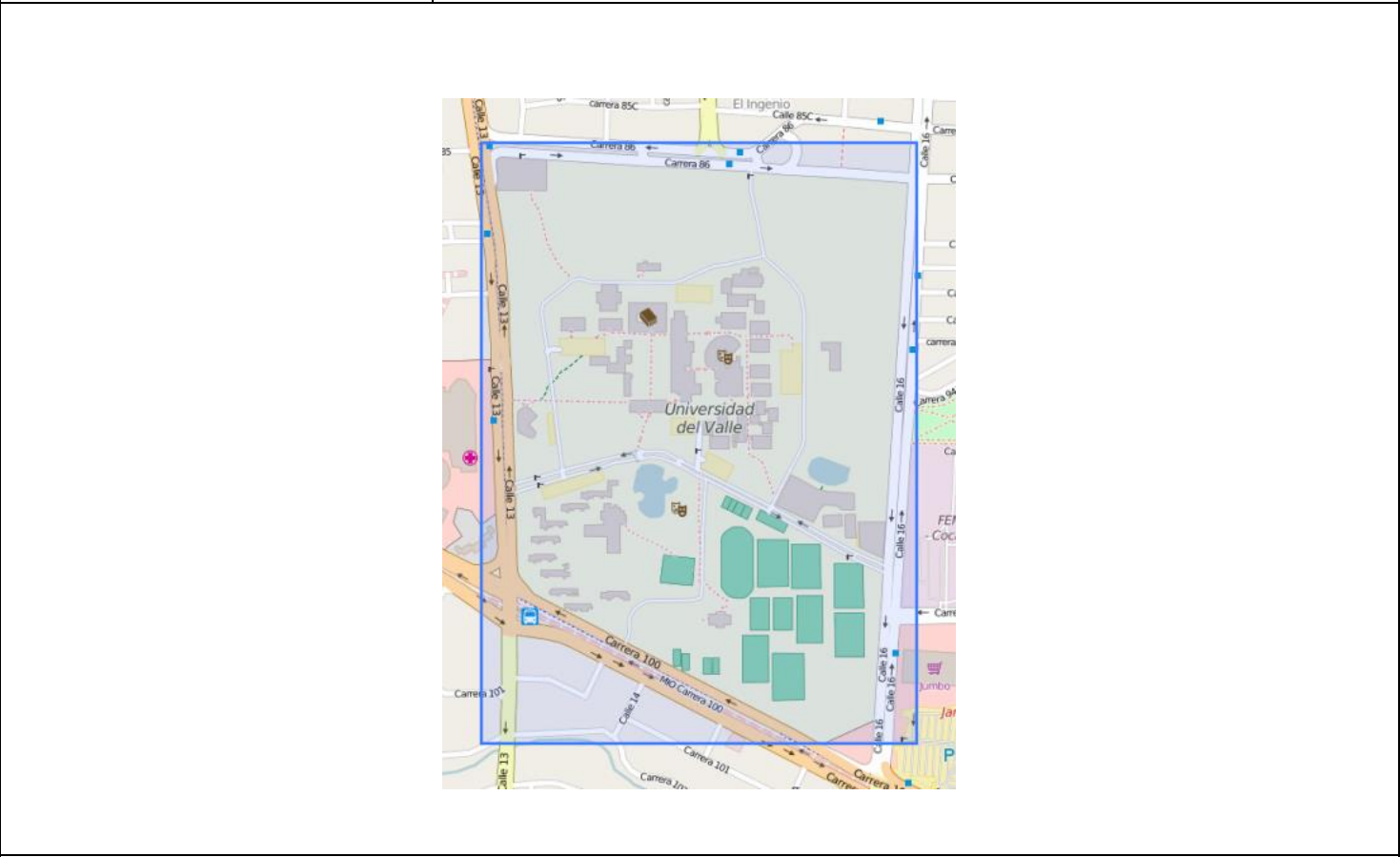
El Producto generado corresponde a la capa digital de la red peatonal en formato shapefile de la ciudad universitaria de Meléndez - municipio de Santiago de Cali, el cual fue generado por el grupo de investigación GITTIV (Grupo de Investigación en Transporte, Tránsito y Vías) de la misma universidad.

TIPO DE REPRESENTACIÓN ESPACIAL

Tipo	Vectorial
Escala	Max 1:500

CUBRIMIENTO GEOGRÁFICO

Longitud oeste	-76.5377000
Longitud este	-76.5291000
Latitud norte	3.3802000
Latitud sur	3.3683000



REFERENCIA ESPACIAL

Nombre	WGS84
EPSG	4326
FORMATO	
Nombre	shapefile (.shp)
CALIDAD DE LOS DATOS	
Nivel	Conjunto de datos
Declaración	Formato shapefile que representa la red peatonal de la ciudad universitaria de Meléndez - Municipio de Santiago de Cali
Descripción	Información tomada por el grupo de investigación GITTIV de la ciudad universitaria de Meléndez, que se realizó mediante topográfica convencional.

BIBLIOGRAFÍA

(GSDI), G. S. D. I. A. 2009. GSDI Cookbook.

AIRES, D. P. D. O. U. Y. T. D. B. 2011. *Sistemas de Información Geográfica para el ordenamiento territorial*.

ALABRI, H. A., ALWESTI, A. M., ALMAAWALI, M. A. & ALSHIDHANI, A. A. NavEye: Smart guide for blind students. Systems and Information Engineering Design Symposium (SIEDS), 2014, 25-25 April 2014 2014. 141-146.10.1109/SIEDS.2014.6829872

ANDES, U. D. L. 2016. *SigCampus* [Online]. Available: <http://sigcampus.uniandes.edu.co/SigCampus/mg/visor.jsp?Tipo=Publico> 2016].

ARGEICH;, A. I., MONTEVIDEO;, M. E. & MANSILLA, R. R. 2012. ISO/TC 211 y las normas

de la información geográfica. In: PRESS, U. (ed.) *Fundamentos de Datos Espaciales (IDE)*.

ARIKAWA, M., KONOMI, S. & OHNISHI, K. 2007. Navitime: Supporting Pedestrian Navigation in the Real World. *Pervasive Computing, IEEE*, 6, 21-29.

BEAUJARDIERE, J. D. L. 2006. OpenGIS® Web Map Server Implementation Specification. In: INC., O. G. C. (ed.).

BEAUMONT, P., LONGLEY, P. A. & MAGUIRE, D. J. 2005. Geographic information portals—a UK perspective. *Computers, Environment and Urban Systems*, 29, 49-69.

BENEDITO-BORDONAU, M., GARGALLO, D., AVARIENTO, J., SANCHIS, A., GOULD, M. & HUERTA, J. UJI Smart Campus. IV Jornadas Ibericas de Infraestructuras de Datos Espaciales, 2013.

BICZOK, G., DIEZ MARTINEZ, S., JELLE, T. & KROGSTIE, J. Navigating MazeMap: Indoor human mobility, spatio-logical ties and future potential. Pervasive Computing and Communications Workshops (PERCOM Workshops), 2014 IEEE International Conference on, 24-28 March 2014 2014. 266-271.10.1109/PerComW.2014.6815215

- BONELLS, C. F. U., MADERO, Y. S. & QUINTANA, H. R. 2012. Orientación del visitante a locaciones con alto flujo de usuarios. Caso de universidades en Bogotá. *Scientia et Technica*, 2, 40-45.
- BORDIGNON, F. R. A., GEORGIADOU, Y. & CALDERÓN, E. F. B. 2012. Información espacial aportada por voluntarios. In: PRESS, U. (ed.) *Fundamentos de Datos Espaciales (IDE)*.
- BROVELLI, M. A., MINGHINI, M. & ZAMBONI, G. 2014. Public participation in GIS via mobile applications. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*.
- BURKE, J. A., ESTRIN, D., HANSEN, M., PARKER, A., RAMANATHAN, N., REDDY, S. & SRIVASTAVA, M. B. 2006. Participatory sensing.
- CIBERMETRÍA, L. D. 2016. *Ranking Web de Universidades* [Online]. Available: http://www.webometrics.info/es/Latin_America_es/Colombia 2016].
- COMMITTEE, M. S. 1993. *Toward a coordinated spatial data infrastructure for the nation*, National Academies Press.
- CHANG, Y.-C. 2012. Evaluation and Exploration of Optimal Deployment for RFID Services in Smart Campus Framework. In: YEO, S.-S., PAN, Y., LEE, Y. S. & CHANG, H. B. (eds.) *Computer Science and its Applications*. Springer Netherlands.
- DAN, L., GUOXIN, T., LIUYING, W. & SHUJUN, Z. A Study for 3D Virtual Campus Navigation System Based on GIS. *Wireless Communications, Networking and Mobile Computing*, 2008. WiCOM '08. 4th International Conference on, 12-14 Oct. 2008 2008. 1-5.10.1109/WiCom.2008.2657
- DE LONGUEVILLE, B. 2010. Community-based geoportals: The next generation? Concepts and methods for the geospatial Web 2.0. *Computers, Environment and Urban Systems*, 34, 299-308.
- DEIDDA, M., PALA, A. & VACCA, G. 2013. An example of a tourist location-based service (LBS) with open-source software. *Applied Geomatics*, 5, 73-86.
- DEY, A. K. 2001. Understanding and using context. *Personal and ubiquitous computing*, 5, 4-7.
- F. POINSATTE, W. T. 2001. In: BOULDER (ed.) *Finding a New Way: Campus Transportation for the 21st Century (2nd ed)* University of Colorado

- FOMINYKH, M., PRASOLOVA-FØRLAND, E., MOROZOV, M. & GERASIMOV, A. Virtual Campus as a Framework for Educational and Social Activities. 2008.
- FRANCO, R. 2016. *Geoportales y visores geográficos en Colombia*, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá DC.
- GOODCHILD, M. F. 2009. Geographic information systems and science: today and tomorrow. *Procedia Earth and Planetary Science*, 1, 1037-1043.
- HAMMADI, O. A., HEBSI, A. A., ZEMERLY, M. J. & NG, J. W. P. Indoor Localization and Guidance Using Portable Smartphones. Web Intelligence and Intelligent Agent Technology (WI-IAT), 2012 IEEE/WIC/ACM International Conferences on, 4-7 Dec. 2012. 337-341.10.1109/WI-IAT.2012.262
- HIRSCH, B. & NG, J. W. P. Education beyond the cloud: Anytime-anywhere learning in a smart campus environment. Internet Technology and Secured Transactions (ICITST), 2011 International Conference for, 11-14 Dec. 2011. 718-723
- HUANG, Y. & BIAN, L. 2009. A Bayesian network and analytic hierarchy process based personalized recommendations for tourist attractions over the Internet. *Expert Systems with Applications*, 36, 933-943.
- I, U. J. 2013. *3D viewer del SmartCampus UJI* [Online]. Available: <http://uji.maps.arcgis.com/apps/CEWebViewer/viewer.html?&3dWebScene=e0042c32bd9f4687b914ddc2b4f9035a&view=381.73,-24.8,-113.79,654.3,176.74,237.5,0.95&lyr=1,1> [Accessed 07/04/2016 2016].
- JACOB, R., ZHENG, J., CIEPŁUCH, B., MOONEY, P. & WINSTANLEY, A. 2009. Campus Guidance System for International Conferences Based on OpenStreetMap. In: CARSWELL, J., FOTHERINGHAM, A. S. & MCARDLE, G. (eds.) *Web and Wireless Geographical Information Systems*. Springer Berlin Heidelberg.
- JAMESON, A. 2001. Modelling both the Context and the User. *Personal and Ubiquitous Computing*, 5, 29-33.
- JIANG, B. & YAO, X. 2006. Location-based services and GIS in perspective. *Computers, Environment and Urban Systems*, 30, 712-725.
- JIYEONG, L. 2007. A Three-Dimensional Navigable Data Model to Support Emergency Response in Microspatial Built-Environments. *Annals of the Association of American Geographers*, 97, 512-529.

- KBAR, G., ALY, S. & ALHANAFI, B. Smart and Context Aware Search for University Campus (SCASUC). Multimedia Computing and Systems (ICMCS), 2012 International Conference on, 10-12 May 2012 2012. 809-814.10.1109/icmcs.2012.6320141
- KERSCHBERG, L. 1990. Expert database systems: Knowledge/data management environments for intelligent information systems. *Information Systems*, 15, 151-160.
- KOCH, C., NEGES, M., KÖNIG, M. & ABRAMOVICI, M. 2014. Natural markers for augmented reality-based indoor navigation and facility maintenance. *Automation in Construction*, 48, 18-30.
- KROGSTIE, J. 2012. Bridging Research and Innovation by Applying Living Labs for Design Science Research. In: KELLER, C., WIBERG, M., ÅGERFALK, P. & ERIKSSON LUNDSTRÖM, J. Z. (eds.) *Nordic Contributions in IS Research*. Springer Berlin Heidelberg.
- KWOK, L.-F. 2015. A vision for the development of i-campus. *Smart Learning Environments*, 2, 1-12.
- LAKE, R. & FARLEY, J. 2007. Infrastructure for the Geospatial Web. In: SCHARL, A. & TOCHTERMANN, K. (eds.) *The Geospatial Web*. Springer London.
- LDAP, U. J. I. *Directono Institucional de La Universitat Jaume I (LDAP)* [Online]. Available: <http://ldap.uji.es:8888/indexldap.ca.html?lang=es> [Accessed 14/09/2014 2014].
- LEE, S. & AKIN, Ö. 2011. Augmented reality-based computational fieldwork support for equipment operations and maintenance. *Automation in Construction*, 20, 338-352.
- LI, C. 2006. User preferences, information transactions and location-based services: A study of urban pedestrian wayfinding. *Computers, Environment and Urban Systems*, 30, 726-740.
- LI, W. & LU, D. 2012. The Application of LBS Based on Android. In: LEI, J., WANG, F., LI, M. & LUO, Y. (eds.) *Network Computing and Information Security*. Springer Berlin Heidelberg.
- LIN, H., YU, B., CHEN, Z., HU, Y., HUANG, Y., WU, J., WU, B. & GE, R. 2013. A geospatial web portal for sharing and analyzing greenhouse gas data derived from satellite remote sensing images. *Frontiers of Earth Science*, 7, 295-309.

- LIU, C., RAU, P.-L. P. & GAO, F. 2010. Mobile information search for location-based information. *Computers in Industry*, 61, 364-371.
- LOW, C. G. & LEE, Y. L. SunMap+: An intelligent location-based virtual indoor navigation system using augmented reality. *Frontiers of Communications, Networks and Applications (ICFCNA 2014 - Malaysia)*, International Conference on, 3-5 Nov. 2014 2014. 1-6.10.1049/cp.2014.1395
- MAY, A. J., ROSS, T., BAYER, S. H. & TARKIAINEN, M. J. 2003. Pedestrian navigation aids: information requirements and design implications.
- NAGAOSA, T. & HOZUMI, S. A proposal of the rendezvous navigation system. *ITS Telecommunications (ITST)*, 2013 13th International Conference on, 5-7 Nov. 2013 2013. 367-371.10.1109/ITST.2013.6685574
- NAGASAKA, H., OKABE, M. & ONAI, R. KikuNavi: Real-time pedestrian navigation based on social networking service and collective intelligence. *Visual Languages and Human-Centric Computing (VL/HCC)*, 2012 IEEE Symposium on, Sept. 30 2012-Oct. 4 2012 2012. 193-196.10.1109/VLHCC.2012.6344515
- NEWS, A. 2010. *University of Oregon Uses ArcGIS API for iOS* [Online]. Available: <http://www.esri.com/news/arcnews/winter1011/articles/university-of-oregon.html> [Accessed 17/03/2016 2016].
- NG, J. W. P., AZARMI, N., LEIDA, M., SAFFRE, F., AFZAL, A. & YOO, P. D. The Intelligent Campus (iCampus): End-to-End Learning Lifecycle of a Knowledge Ecosystem. *Intelligent Environments (IE)*, 2010 Sixth International Conference on, 19-21 July 2010 2010. 332-337.10.1109/IE.2010.68
- NIKANDER, J., JÄRVI, J., USMAN, M. & VIRRANTAU, K. 2013. Indoor and Outdoor Mobile Navigation by Using a Combination of Floor Plans and Street Maps. *In: KRISP, J. M. (ed.) Progress in Location-Based Services*. Springer Berlin Heidelberg.
- NIKOLAOS, A., KOSTAS, K., MICHAIL, V. & NIKOLAOS, S. 2005. The Emerge of Semantic Geoportals. *In: MEERSMAN, R., TARI, Z. & HERRERO, P. (eds.) On the Move to Meaningful Internet Systems 2005: OTM 2005 Workshops*. Springer Berlin Heidelberg.
- OPDI, O. D. P. D. D. I. U. D. V. 2013. *Documentos de análisis de la Oficina de Planeación de Desarrollo Institucional*.
- OPPMANN, S. 2010. Implementing the Local Government Information Model with ArcGIS 10.

OSGEO 2016. Proyecto MapGuide Inicio.

OTOP, O. T. D. O. I. P. *Oficina Tecrrica d'Obres i Projectes* [Online]. Available: <http://www.uji.es/CA/serveis/otop/presenta.html>.

OZDENIZCI, B., KEREM, O., COSKUN, V. & AYDIN, M. N. Development of an Indoor Navigation System Using NFC Technology. Information and Computing (ICIC), 2011 Fourth International Conference on, 25-27 April 2011 2011. 11-14.10.1109/ICIC.2011.53

PAIVA, S. 2013. A Mobile and Web Indoor Navigation System: A Case Study in a University Environment. In: ROCHA, Á., CORREIA, A. M., WILSON, T. & STROETMANN, K. A. (eds.) *Advances in Information Systems and Technologies*. Springer Berlin Heidelberg.

PEREZ, I., PONCELA, J., MORENO-ROLDAN, J. & MEMON, M. 2015. IntelCity, Multiplatform Development of Information Access Platform for Smart Cities. *Wireless Personal Communications*, 1-19.

PONTIKAKIS, E. & TWAROCH, F. Schematic Maps as an Alternative to Point Coverages When Topographic Maps are not Available. Information Visualization, 2006. IV 2006. Tenth International Conference on, 5-7 July 2006 2006. 297-303.10.1109/IV.2006.96

POWER, P. A., BERNABE, M. A. & PASCUAL, A. F. R. 2012. Compartir: La solución está en las

infraestructuras de datos espaciales. In: PRESS, U. (ed.) *Fundamentos de Datos Espaciales (IDE)*.

PUBLICACIONES, S. D. C. I. 2014. UJI.app.

RAFOSS, T., SÆLID, K., SLETTEN, A., GYLAND, L. F. & ENGRAVSLIA, L. 2010. Open geospatial technology standards and their potential in plant pest risk management—GPS-enabled mobile phones utilising open geospatial technology standards Web Feature Service Transactions support the fighting of fire blight in Norway. *Computers and Electronics in Agriculture*, 74, 336-340.

RAMÍREZ, E. L., DELGADILLO, H. A., ORNELAS, J. A. N., RODRÍGUEZ, F. J. Á. & REYES, J. N. M. 2008. Diseño de un modelo semiinteligente de búsqueda de metadatos en la web, aplicado a sistemas data warehousing.

REHRL, K., HÄUSLER, E., STEINMANN, R., LEITINGER, S., BELL, D. & WEBER, M. 2012. Pedestrian Navigation with Augmented Reality, Voice and Digital Map: Results from a Field Study assessing Performance and User

- Experience. In: GARTNER, G. & ORTAG, F. (eds.) *Advances in Location-Based Services*. Springer Berlin Heidelberg.
- SARA, A. C. 2013. *Virtual Campus for the University Jaume I, Castellón Spain*. Maestría de Ciencias en Tecnologías Geoespaciales Tesis de Maestría, University Jaume I.
- SERRÃO, M., RODRIGUES, J. M. F., RODRIGUES, J. I. & DU BUF, J. M. H. 2012. Indoor Localization and Navigation for Blind Persons using Visual Landmarks and a GIS. *Procedia Computer Science*, 14, 65-73.
- SHEKHAR, S., RAJU VATSAVAI, R., MA, X. & SOUNG YOO, J. 2004. 3 - Navigation systems: A spatial database perspective. In: SCHILLER, J. & VOISARD, A. (eds.) *Location-Based Services*. San Francisco: Morgan Kaufmann.
- SOLUTIONS, U. G. 2016. *Smart UJI Augmented Reality* [Online]. Available: <http://www.ubikgs.com/portfolio/donec-ullamcorper/> [Accessed 08/04/2016 2016].
- STEINIGER, S. & HUNTER, A. J. S. 2013. The 2012 free and open source GIS software map – A guide to facilitate research, development, and adoption. *Computers, Environment and Urban Systems*, 39, 136-150.
- STEINIGER, S. & WEIBEL, R. 2009. GIS Software - A description in 1000 words.
- SUPPORT, M. 2016. *Get Silverlight | Microsoft Silverlight* [Online]. Available: https://www.microsoft.com/getsilverlight/get-started/install/default.aspx?reason=unsupportedbrowser&_helpmsg=ChromeVersionDoesNotSupportPlugins# [Accessed 25/04/2016 2016].
- TAIT, M. G. 2005. Implementing geoportals: applications of distributed GIS. *Computers, Environment and Urban Systems*, 29, 33-47.
- TSAI, F. S. 2011. Web-based geographic search engine for location-aware search in Singapore. *Expert Systems with Applications*, 38, 1011-1016.
- TURNER, A. 2006. *Introduction to neogeography*, " O'Reilly Media, Inc."
- USER, A. 2011. *New on campus ?* [Online]. Available: <http://www.esri.com/news/arcuser/0111/uoiphone.html> [Accessed 18/03/2016 2016].
- VALLE, U. D. 2005. *Reseña Historica de la Universidad del Valle* [Online]. Available: <http://aniversario60.univalle.edu.co/historia/resenha/> 2015].

- VRETANOS, P. A. 2005. Web Feature Service Implementation Specification. *In*: INC., O. G. C. (ed.).
- WANG, F. & JIA, Z.-S. 2012. Constructing Digital Campus Using Campus Smart Card System. *In*: ZHANG, T. (ed.) *Instrumentation, Measurement, Circuits and Systems*. Springer Berlin Heidelberg.
- WU, C., KAO, S.-C., WU, C.-C. & HUANG, S. 2015. Location-aware service applied to mobile short message advertising: Design, development, and evaluation. *Information Processing & Management*, 51, 625-642.
- YING, F., MOONEY, P., CORCORAN, P. & WINSTANLEY, A. C. 2012. Dynamic Visualization of Geospatial Data on Small Screen Mobile Devices. *In*: GARTNER, G. & ORTAG, F. (eds.) *Advances in Location-Based Services*. Springer Berlin Heidelberg.
- YUNCHEN, J. & SHANSHAN, W. Design and implementation of digital campus based on LBS and WSN. Computer and Information Application (ICCIA), 2010 International Conference on, 3-5 Dec. 2010 2010. 418-421.10.1109/ICCIA.2010.6141625
- ZIPF, A. & JÖST, M. 2006. Implementing adaptive mobile GI services based on ontologies: Examples from pedestrian navigation support. *Computers, Environment and Urban Systems*, 30, 784-798.