

Geospatial Data Framework for the Rural-Forest Cadastre of Selvatic Regions. Case: Madre de Dios Regional Government, Peru

José Carlos Navarro Vega, Mgter¹, Eveling Castro-Gutierrez, Mgter²

¹Gobierno Regional de Madre de Dios, Perú, jcnavarro@regionmadrededios.gob.pe

²Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú, ecastro@unsa.edu.pe

Abstract— The aim of this paper is to present a methodological proposal that represents a sequence of stages on the information flow of the Spatial Data Framework in the Madre de Dios Regional Government through the application of ISO 19110 - Methodology for the cataloging of objects geographic. The implementation of standards on geographic web services and the use of geo free technologies, allowed the improvement of the quality of spatial information in the entities generating rural and forestry cadastre of the Regional Government Madre de Dios.

Keywords— Spatial Data Infrastructure, geographic web services, interoperability, spatial information.

Digital Object Identifier (DOI):
<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2019.1.1.102>
ISBN: 978-0-9993443-6-1 ISSN: 2414-6390

Framework de Datos Geoespaciales para el Catastro Rural-Forestal de Regiones Selváticas. Caso: Gobierno Regional Madre De Dios, Perú.

José Carlos Navarro Vega, Mgter¹, Eveling Castro-Gutierrez, Mgter²

¹Gobierno Regional de Madre de Dios, Perú, jcnavarro@regionmadrededios.gob.pe

²Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú, ecastro@unsa.edu.pe

Resumen– El objetivo del presente artículo es dar a conocer una propuesta metodológica que representa una secuencia de etapas sobre el flujo de información del Framework de Datos Espaciales en el Gobierno Regional Madre de Dios mediante la aplicación de la norma ISO 19110 – Metodología para la catalogación de objetos Geográficos. La implementación de estándares sobre servicios web geográficos y el uso de geo tecnologías libres, permitieron la mejora de la calidad de información espacial en las entidades generadoras de catastro rural y forestal del Gobierno Regional Madre de Dios

Palabras clave– Framework de Datos Espaciales, servicios web geográficos, interoperabilidad, información espacial.

Abstract.-The aim of this paper is to present a methodological proposal that represents a sequence of stages on the information flow of the Spatial Data Framework in the Madre de Dios Regional Government through the application of ISO 19110 - Methodology for the cataloging of objects geographic. The implementation of standards on geographic web services and the use of geo free technologies, allowed the improvement of the quality of spatial information in the entities generating rural and forestry cadastre of the Regional Government Madre de Dios.

Keywords– Spatial Data Infrastructure, geographic web services, interoperability, spatial information.

I. INTRODUCCIÓN

La superposición de derechos entre concesiones forestales, predios rurales titulados, posesionados y comunidades nativas es una problemática que se vive en el departamento de Madre de Dios, ésta fue originada en parte por la producción de información espacial deficiente en las entidades generadoras de catastro, quiere decir, información desactualizada, inoportuna e inconsistente y la no aplicación de estándares en su producción e intercambio. Están consideradas entidades generadoras de catastro del Gobierno Regional Madre de Dios, aquellas que otorgan derechos para el aprovechamiento forestal y a zonas de predios rurales, entre ellas se tiene a la Dirección Regional Forestal y Fauna Silvestre (DRFFS) quien otorga títulos habilitantes (concesiones, permisos y autorizaciones forestales), la Dirección Regional de Agricultura (DRA) otorga constancias de posesión y la Dirección de Saneamiento Físico Legal de la Propiedad Rural (DSFLPR) otorga títulos de propiedad rural.

Digital Object Identifier (DOI):

<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2019.1.1.102>

ISBN: 978-0-9993443-6-1 ISSN: 2414-6390

Según [1], Servicio Nacional Forestal y Fauna Silvestre del Perú (SERFOR), señala que el **Catastro Forestal** es “el inventario físico de las concesiones, permisos y autorizaciones forestales que son entregados para el aprovechamiento y conservación de los recursos forestales y de fauna silvestre, que debe comprender información cartográfica (geográfica) y documental de las unidades de ordenamiento forestal, de los recursos forestales y todo aquel acto de inscripción vinculado al ámbito registral”.

En el reglamento de la Ley forestal y Fauna silvestre señala que debe implementarse el catastro forestal articulado a la infraestructura de datos espaciales regional [2].

La presente investigación tiene como objetivo presentar una propuesta metodológica del flujo de información del Framework de la Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) de las entidades generadoras del catastro rural y forestal del Gobierno Regional de Madre de Dios (GOREMAD). La IDE se define como un sistema que integra a ciertos elementos como datos geográficos, acuerdos políticos, tecnologías y estándares con la finalidad que el usuario pueda acceder a ellos, procesando y analizando estos datos para obtener información según sus necesidades [3].

El propósito de implementar una IDE se centra en el papel fundamental de la información espacial. La búsqueda de soluciones a problemas en sectores como el medio ambiente, transportes, catastro, etc., son sólo algunos ejemplos donde resulta importante y esencial la información espacial para la toma de decisiones acertadas sobre el territorio en los distintos niveles de gobierno global, nacional, regional y local. Las características principales de la IDE del Gobierno de Madre de Dios es estandarizar e interoperar la información espacial entre las entidades generadoras de catastro del GOREMAD, para lo cual se desarrolló en base a lo siguiente a) Políticas establecidas por el Gobierno Regional de Madre de Dios donde existe una Ordenanza Regional N° 0015-2017-RMDD/CR que señala la creación de la Infraestructura de Datos Espaciales y declara de interés regional la información espacial en el Departamento de Madre de Dios, b) Estandarizar la información espacial que producen las entidades que generan catastro (DRFFS, DRA y DSFLPR), y c) Generar servicios web geográficos.

La estandarización de la información espacial en las entidades generadoras de catastro (DRFFS, DRA y DSFLPR) se realizó a través de la aplicación de la norma ISO 19110: Metodología para la catalogación de objetos geográficos, permitió la obtención de dos documentos el primero denominado catálogo de objetos geográficos del catastro forestal y el segundo catálogo de objetos geográficos del catastro rural, posteriormente la implementación de una plataforma tecnológica de la IDE que facilite el intercambio y uso de la información espacial entre las entidades de catastro a través de especificaciones mínimas establecidas por la Open Geospatial Consortium (OGC), ello finalmente permitió obtener información espacial oportuna, actualizada y relevante con la finalidad de analizar aquellas áreas donde se otorgan un derecho adquirido como una concesión forestal, titularidad o posesión de un predio rural para prevenir la superposición de áreas en el departamento de Madre de Dios.

La descripción de cada una de las etapas desde la recopilación de la información espacial hasta la publicación de esta, se encuentra en la metodología para el flujo de información del Framework de Datos Espaciales del GOREMAD. Asimismo también se promueve el uso de geo tecnologías libres para la implementación de la IDE en las entidades públicas porque el mantenimiento de la plataforma tecnológica es sostenible en el tiempo.

Considerando Reyes et.al [4] quienes proporcionan al usuario una amplia gama de herramientas principalmente para la visualización, consulta y descarga de Información espacial de una manera más rápida, efectiva en el momento que lo requiera, así como su implementación se realiza con herramientas de Software Libre (Geoserver, Geonetwork, y Geoexplorer) así como los Servicios Web de Mapas (WMS), Servicio de Coberturas (WCS) cumpliendo con las normas ISO 19100 y Open Geospatial Consortium (OGC). Así mismo [5] la Unión Europea en el año 2007 crea la directiva INSPIRE (Infraestructura de Datos Espaciales Europea), estableciéndose de cumplimiento obligatorio de los países, y que tiene por finalidad desarrollar una IDE europea son sólo utilizable en el ámbito del Medio Ambiente, sino en otros como: Transportes, Agricultura, Economía, etc.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Metodología

La metodología para la implementación de Framework de Datos Espaciales en el caso particular del GOREMAD, requiere una adecuada organización de una serie de etapas que impliquen integrar, publicar e intercambiar información espacial entre las entidades generadoras de catastro, en el ámbito forestal y rural (agrícola), para lo cual se aplicó normas internacionales como la ISO 19110 y aquellas establecidas por la OGC a fin de garantizar la interoperabilidad de la información espacial, así también promover el uso de tecnologías libres como alternativas de solución frente a

herramientas licenciadas como el software ARCGIS que requieren una constante actualización, los elevados costos no permiten su sostenibilidad en el tiempo, con mayor motivo en una entidad pública como es el GOREMAD por el escaso presupuesto con que cuenta.

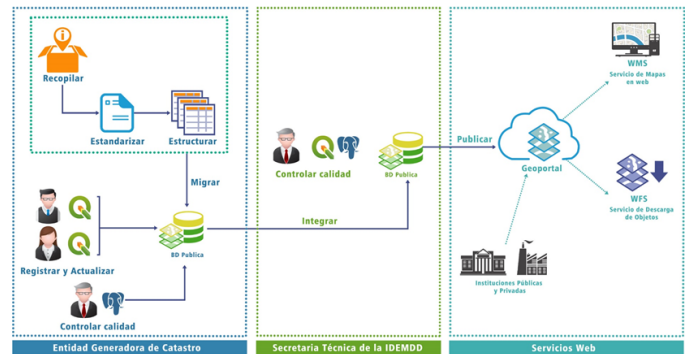


Fig. 1 Esquema metodológico del flujo de información del Framework de Datos Espaciales del Gobierno Regional Madre de Dios.

Fuente: Propia

- 1) **Recopilar Información Espacial**, esta etapa permitió identificar en las entidades generadoras de catastro la forma en que realizan el manejo de la información espacial, luego el análisis de la recolección y por último la clasificación de la información relevante.
- 2) **Estandarizar Información Espacial**, describe una estructura que organiza los tipos de información espacial y sus características que producen las entidades generadoras de catastro mediante la norma ISO 19110: Metodología para el catálogo de objetos geográficos, elaborando 2 documentos el primero denominado catálogo de objetos geográficos para el catastro rural y el segundo catálogo de objetos geográficos para el catastro forestal.
- 3) **Estructurar la Información Espacial**, se realizó el modelamiento y construcción la base de datos espacial tomando como referencia el catálogo de objetos geográficos para el catastro rural y forestal. La información espacial ha tenido distintas tendencias en la forma de estructurar su contenido, puesto que esta puede ser, algunas veces, compleja y difícil de representar, de manera que su recopilación y análisis presentan problemas únicos [6]. Para el modelo conceptual se utilizó entidad relación y para el modelo lógico el relacional, y por último el modelo físico la implementación de la base de datos espacial se realizó con el Sistema de Gestión de Base de Datos PostgreSQL y su complemento PostGIS, este último permite gestionar objetos geográficos.
- 4) **Migrar datos**, en esta etapa la migración hace referencia al proceso de transferencia de los shapefiles (datos alfanuméricos y geométricos) hacia la base de

datos espacial, para lograr ello se establecieron 2 pasos: el primero previamente los shapefiles fueron analizados, clasificados y por último seleccionados, lo cual permitió facilitar la transferencia de estos hacia la base de datos espacial, a través de una aplicación propia de PostGIS que permite importar y exportar archivos shapefiles; y segundo los datos de las tablas importadas de los shapefiles fueron migrados hacia tablas de las bases de datos espacial forestal y rural que tienen la estructura del catálogo de objetos geográficos forestal y rural, la migración fue realizado, a través de sentencias SQL en la base de datos PostgreSQL – PostGIS, una vez culminado el proceso de migración se eliminaron todas las tablas importadas, con la finalidad de obtener tablas estructuradas en base al catálogo de objetos geográficos y a su vez contienen datos, sin embargo se verificó la falta de completitud de datos en las tablas, por ello se debe proseguir con la etapa registro y actualización de la base de datos espacial de acuerdo a la metodología propuesta en la Fig. 1.

- 5) **Registrar y Actualizar la Base de Datos Espacial**, en esta etapa se utilizó el sistema de información geográfico Quantum GIS conocido como QGIS, aplicación de uso libre, es flexible porque trabaja en plataformas Windows y Linux, una de los grandes motivos de optar por este software es la sencilla y fácil conexión a la base de datos PostgreSQL – PostGIS. El usuario SIG realiza la consulta y edición de la información del catastro rural y forestal que se encuentra en la base de datos espacial a través del QGIS.

Otra ventaja que ofrece QGIS es crear formularios personalizados para una capa o tabla espacial del catastro rural y forestal, facilita el ingreso o entrada de datos alfanuméricos, presentando datos de forma más ordenada, y ayuda aquellos usuarios que no tengan conocimiento en SIG, permitiendo actualizar la base de datos espacial a través de estos formularios de forma fácil, sencilla y minimizando errores.

- 6) **Control de Calidad (Responsable del área de catastro)**, el proceso de control de calidad, el personal que realiza esta etapa es el responsable de la oficina de catastro de las entidades generadores de catastro, quien hace el control de calidad a través del uso de algunos parámetros o principios, entre ellos tenemos a 1. La completitud, verifica que todos los elementos establecidos en la base de datos espacial representan al mundo real, quiere decir, que no falten o sobren objetos espaciales y cada uno tenga datos en sus atributos o al menos los considerados más importantes, 2. Exactitud geométrica, verifican la posición de los objetos geográficos que se encuentran en la base de datos respecto a su posición verdadera en

el mundo real, con trabajo en campo realizado por el personal técnico a través de equipo de sistemas de posicionamiento global (GPS), según a la realidad y normativas que presenta la entidad generadora de catastro, y que posteriormente se registra en la base de datos espacial. 3. Exactitud semántica, refiere a los errores de la información del significado a la geometría (nombres, códigos y atributos), y 4. Exactitud temporal, mide el grado de actualidad de los datos, la validez temporal de los datos.

- 7) **Integración**, En esta etapa de integración hace referencia a la centralización de la información espacial que genera la Dirección Regional de Agricultura (DRA), la Dirección de Saneamiento Físico Legal de la Propiedad Rural (DSFLPR) y la Dirección Regional Forestal y Fauna Silvestre (DRFFS), para lograr ello se desarrolló una aplicación que se encarga de sincronizar la base de datos forestal y rural en una base de datos centralizada. La sincronización se ejecuta en diferentes momentos del día para reducir la sobrecarga de la red y cuenta con dos archivos de configuración: a) *parámetros.json*, indica los parámetros que debe utilizar para conectarse con la base de datos principal y la base de datos copia, indicando la dirección en que la información debe ser sincronizada y b) *tablas.json*, indica que tablas de la base de datos deben ser sincronizadas.

El sistema ha sido desarrollado a modo consola (script), quiere decir, que al ejecutarse este archivo simplemente realiza la tarea que se la programado (tomando los parámetros de los archivos de configuración) y al finalizar se cierra automáticamente, dejando un archivo llamado registros.txt como historial (log) de todos los procesos que se han realizado.

Esto posibilita que el sistema pueda ser ejecutado de manera automática en intervalos de tiempo determinados mediante el Programador de Tareas (Task Scheduler) que posee Microsoft Windows Server, para lo cual es necesario configurarlo indicando que copia del sistema deseamos que se ejecute y en intervalos de tiempo. Para la implementación se determinó que la sincronización se debe realizar una vez por día.

- 8) **Control de Calidad (Secretaría Técnica de la IDE)**, En esta etapa el control de calidad está a cargo del responsable de la secretaría de técnica de la IDE del Gobierno Regional Madre de Dios, para realizar ello se establecieron elementos importantes, estos son:

- Actual: Refiere cuando la información fue ingresado en la base de datos espacial. Las decisiones suelen

basarse en la información más reciente, pero un hecho de ayer tal vez no sirva para hoy [7].

- Seguridad: Describe las políticas de autorización y privilegios que cada usuario tiene para el acceso a los datos.

Así también se considera otro elemento que se menciona en la etapa 6. Control de calidad (Responsable del área de catastro) denominado completitud.

9) **Publicación**, En esta etapa se presenta el análisis sobre la funcionalidad y características de las herramientas tecnológicas empleadas las cuales son decisivas para el funcionamiento de la infraestructura de datos espaciales permitiendo establecer la integración y publicación de la información espacial a través de una aplicación web denominada visor de mapas.

Según [8] planteó una arquitectura de 3 capas para su aplicación web, para lo cual se tomó en cuenta este modelo para el desarrollo del visor de mapas de la presente investigación.

Capa de presentación, la capa de presentación denominada también interfaz gráfica hacia el usuario. Se encarga de presentar la aplicación ante el usuario, la finalidad de la capa es ayudar al usuario a interactuar con la aplicación, esta se comunica de manera exclusiva con la capa de negocio [9].

Capa de negocio, la capa de aplicación o de negocio, es la capa que sirve de enlace entre el usuario y la capa de datos (base de datos). La capa de negocio proporciona datos que la capa de presentación requiere, y solicita a la capa de datos almacenar o recuperar datos de él.

Capa de datos, La capa de datos viene a ser el almacenamiento de los datos y el acceso a estos.

III. ARQUITECTURA DE LA PLATAFORMA TECNOLÓGICA DE LA INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES

La arquitectura desarrollada para la plataforma tecnológica de la infraestructura de datos espaciales incluyó la integración del modelo de 3 capas, a continuación se presenta en la siguiente figura.

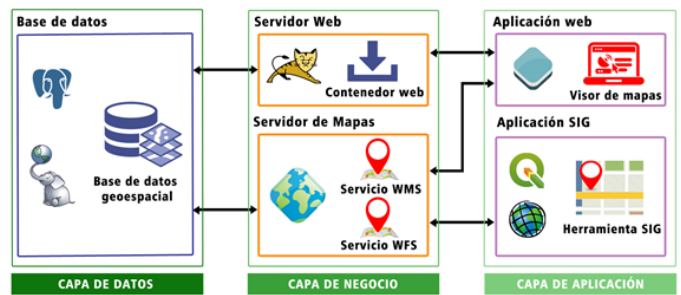


Fig. 2 Esquema de la arquitectura de la plataforma tecnológica de la IDE
Fuente: Propia

A. Capa de Datos

La implementación de la base de datos espacial se realizó con el Sistema de Gestión de Base de Datos PostgreSQL y su complemento PostGIS, este último permite gestionar objetos geográficos. En la base de datos espacial almacena información de manera estructurada y organizada, esta se implementó tomando en cuenta los catálogos de objetos geográficos rural y forestal.

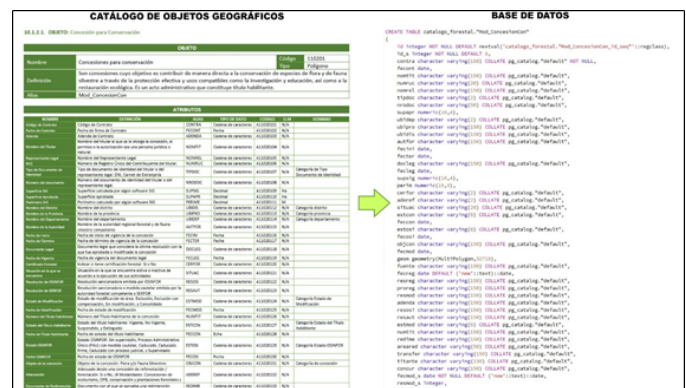


Fig. 3 Creación de base de datos a partir de catálogo de objetos geográficos
Fuente: Propia

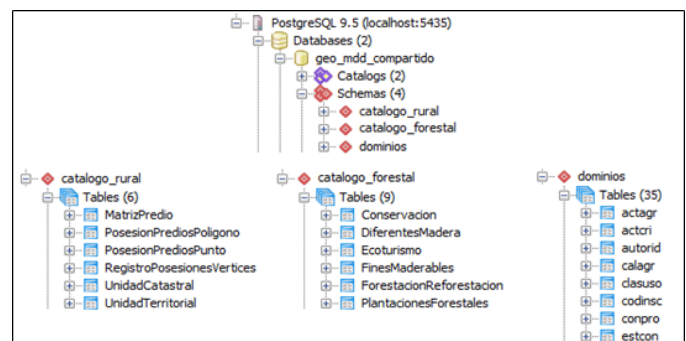


Fig. 4 Tablas que conforman la Base de Datos Espacial
Fuente: Propia

B. Capa de Negocio

superpuestas en hectáreas (ha.) del departamento de Madre de Dios.

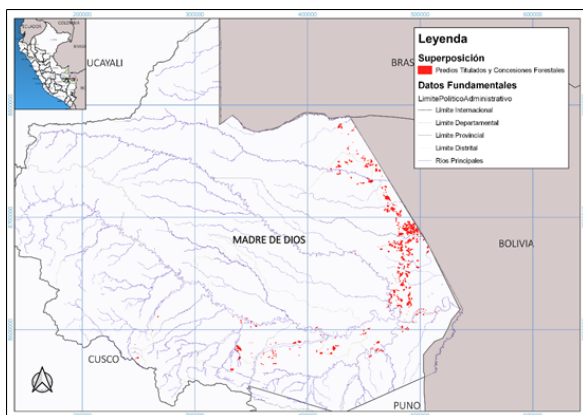


Fig. 6 Superposición de áreas.

Fuente: Propia

TABLE I
SUPERPOSICIONES DE ÁREAS ENTRE PREDIOS RURALES TITULADOS Y
CONCESIONES FORESTALES

Catastro Rural	Catastro Forestal	Áreas Superpuestas (ha)
Predios Rurales Titulados	Concesiones de Ecoturismo	281.0207
	Concesiones Productos Diferentes a la Madera	9,986.8756
	Concesiones con Fines Maderables	2,696.2845
	Concesiones de Conservación	189.2698
	Concesiones de Forestación/Reforestación	264.5416
Total (ha.)		13,417.9923

V. CONCLUSIONES

La implementación del Framework de Datos Geoespaciales del Gobierno Regional de Madre de Dios, permitió mejorar la calidad de la información espacial que generan los entes generadores de catastro, porque esta fue estandarizada y estructurada de tal manera facilitó a los trabajadores el registro de datos a fin de obtener información completa, actual y relevante para la toma de decisiones en el uso y ocupación del territorio de Madre de Dios.

La estandarización de la información espacial en las entidades generadoras de catastro del Gobierno Regional de Madre de Dios, fue realizado aplicando la norma ISO 19110 Metodología de Catálogo de Objetos Geográficos, asimismo se organizó en 2 grupos especializados correspondiente a la temática forestal a cargo de la Dirección Regional Forestal y

Fauna Silvestre y la temática rural a cargo de la Dirección Regional de Agricultura y Dirección de Saneamiento Físico Legal de la Propiedad Rural. Finalmente se obtuvo el Catálogo de objetos geográficos del catastro rural y el Catálogo de objetos geográficos del catastro forestal, ello permitió establecer la estructura de la implementación de la base de datos espacial para el catastro rural y forestal.

La implementación y funcionamiento de los servicios web geográficos se realizó según los estándares establecidos por la OGC, logrando obtener una lista para los servicios de mapas en web (WMS) y otra para los servicios de descarga de objetos geográficos (WFS), lo cual permite la interoperabilidad, intercambio de información entre las entidades generadores de catastro, que servirá para analizar los datos espaciales, con el fin de prevenir las superposiciones de áreas y futuros conflictos sociales de uso y ocupación del territorio.

REFERENCES

- [1] SERFOR, “Reglamento de la Ley Forestal, Definiciones”, 2015. [En línea]. Disponible en: www.serfor.gob.pe/portal/pdf/aportes/pdf/DEFINICIONES.doc. [Consultado: 15-dic-2017].
- [2] Decreto Supremo N° 018-2015-MINAGRI, “Reglamento para la Gestión Forestal de la Ley N° 27867”, *Normas Leg. del D. el Peru.*, núm. 13412, 30 de setiembre, pp. 562528–562571, 2015.
- [3] M. Poveda y C. Vázquez, *Fundamentos de las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE)*, 1a ed. Madrid, España: Serie Científica UPM Press, 2012.
- [4] J. V. Reyes y F. A. Larrea, “Análisis e implementación de una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE). Caso de estudio: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del catón Guachapala”, *Rev. Tecnológica ESPOL – RTE*, vol. 28, núm. Septiembre, pp. 79–99, 2015.
- [5] M. de A. J. Valencia, *Pasado, Presente y Futuro de las Infraestructuras de Datos Espaciales*, 1a ed. Madrid, España: Bubok, 2016.
- [6] J. Cano y J. Barredo, “Sistemas de información Geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio”, *Instituto de economía, geografía y demografía*, Madrid, pp. 615–643, 1996.
- [7] K. Sousa y E. Oz, *Administración de los sistemas de información*, 7a ed. Santa Fe, Mexico, 2016.
- [8] L. Tartera, “Aplicació Web per al Control Epidemiològic de la Tuberculosis (TBC) a Manhiça, Moçambic”. *Universitat Oberta de Catalunya*, Catalunya, España, 2015.
- [9] A. Mariscal, *UF2405 - Modelo de programación web y bases de datos*, 5a ed. España, 2015.
- [10] Open Geospatial Consortium, “Web Map Service”, *Web Map Service - Overview* 2018. [Online]. Available: <https://www.opengeospatial.org/standards/wms>. [Accessed:24-jan-2018].