



Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica
Escuela Profesional de Ingeniería Geográfica

**“Geotecnologías libres como apoyo en la toma de
decisiones en la gestión técnica de la red pública de agua
y alcantarillado. Caso: distrito de Ventanilla”**

TESIS

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Geógrafo

AUTOR

Davies Peter TANTAS GARCÍA

ASESOR

Julio Alberto GUTIERREZ VIERA

Lima, Perú

2020



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Tantas, D. (2020). *Geotecnologías libres como apoyo en la toma de decisiones en la gestión técnica de la red pública de agua y alcantarillado. Caso: distrito de Ventanilla*. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Geógrafo. Escuela Profesional de Ingeniería Geográfica, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

HOJA DE METADATOS COMPLEMENTARIOS

Código ORCID del autor	“—“
DNI o pasaporte del autor	DNI: 41064039
Código ORCID del asesor	0000-0002-3545-2168
DNI o pasaporte del asesor	DNI: 09460576
Grupo de investigación	“—“
Agencia financiadora	Autofinanciado
Ubicación geográfica donde se desarrolló la investigación	<p>Perú, Departamento Callao, Provincia Callao, Distrito Ventanilla:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Norte: Latitud Sur 11° 48' 54'' • Este: Longitud Oeste 77° 05' 19'' • Sur: Latitud Sur 11° 56' 42'' • Oeste: Longitud Oeste 77° 11' 18''
Año o rango de años que la investigación abarcó.	2017-2019
Disciplinas OCDE	<p>Ciencias de la información: http://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.02.02</p> <p>Geociencias, Multidisciplinar: http://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.05.01</p>



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALÚRGICA Y GEOGRÁFICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO GEÓGRAFO

En el Salón de Grados y Títulos de la Escuela Profesional de Ingeniería Geográfica de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, el día Jueves 06 de agosto del año 2020, siendo las 16:00 horas, en presencia de los Señores Docentes designados como Miembros del Jurado Calificador:

Mg. JOSÉ JORGE ESPINOZA ECHE	Presidente
Dr. FRANCISCO ALEJANDRO ALCÁNTARA BOZA	Miembro
Ing. JOSÉ ANTONIO SANDOVAL CASAS	Miembro

Reunidos en Acto Académico Público de Sustentación de la Tesis titulada: **“GEOTECNOLOGÍAS LIBRES COMO APOYO EN LA TOMA DE DECISIONES EN LA GESTIÓN TÉCNICA DE LA RED PÚBLICA DE AGUA Y ALCANTARILLADO. CASO: DISTRITO DE VENTANILLA”**. Presentada por el Bachiller **DAVIES PETER TANTAS GARCÍA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Geógrafo.

Expuesta la Tesis; los miembros del Jurado plantearon al Bachiller las preguntas pertinentes, que fueron absueltas a:

SATISFACCIÓN

Concluida la sustentación de Tesis, el Jurado procedió a evaluar y calificar la calidad y sustentación en secreto, cuyo calificativo fue: **DIECISÉIS (16), APROBADO SOBRESALIENTE**

Habiendo sido aprobada la Sustentación de la Tesis por el Jurado Calificador, el Presidente del Jurado recomienda que la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, otorgue el TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO GEÓGRAFO, a Don **DAVIES PETER TANTAS GARCÍA**.

Siendo las.....**17:30**..... horas, se dio por concluido el acto académico, expidiéndose cinco (05) Actas Originales de la Sustentación de Tesis, firmadas por el Jurado Calificador.

Ciudad Universitaria, 06 de agosto del 2020

MG. JOSÉ JORGE ESPINOZA ECHE
PRESIDENTE

DR. FRANCISCO ALEJANDRO ALCÁNTARA BOZA
MIEMBRO

JOSE ANTONIO SANDOVAL CASAS
INGENIERO GEOGRAFO
Reg. C.I.F. N° 59153

ING. JOSÉ ANTONIO SANDOVAL CASAS
MIEMBRO

ING. JULIO ALBERTO GUTIÉRREZ VIERA
ASESOR DE TESIS

DEDICATORIA

*A mi Dios Jesús, a mis padres, hermanos,
sobrina, cuñado y Zuly, gracias por su apoyo.*

AGRADECIMIENTOS

Expreso un sincero agradecimiento a mi asesor, a las instituciones y a sus representantes, y a un amigo por el apoyo brindado:

- **ASESOR:**
Docente de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Geográfica.
Ing. Gutierrez Viera, Julio Alberto.

- **INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA**
Jefa del Proyecto de Fortalecimiento de Capacidades a Nivel Local.
Ing. Godoy Salvatierra, Ross Mery.

- **MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE VENTANILLA**
Subgerencia de Catastro y Planeamiento Urbano.
Arq. Torres Álvarez, Jesualdo.

- **MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE VENTANILLA**
Subgerencia de Autorizaciones Municipales
Arq. Aquino Alanya, Benny Olivier.

- **A MI COLEGA:**
Egresado de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Geográfica.
Ing. Quiñonez Reyes, Christian.

ÍNDICE

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTOS	II
ÍNDICE	III
LISTA DE CUADROS	VI
LISTA DE FIGURAS	VIII
LISTA DE ANEXOS	IX
ACRÓNIMOS	X
RESUMEN	XI
ABSTRACT	XII
INTRODUCCIÓN	XIII
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1) Descripción de la realidad problemática.....	2
1.2) Formulación del problema.....	3
1.2.1) Problema general	3
1.2.2) Problemas específicos.....	3
1.3) Justificación, importancia y limitaciones.....	4
1.3.1) Justificación	4
1.3.2) Importancia.....	5
1.3.3) Limitaciones	5
1.4) Objetivos	6
1.4.1) Objetivo general	6
1.4.2) Objetivos específicos.....	6
1.5) Hipótesis	6
1.5.1) Hipótesis general	6
1.5.2) Hipótesis específicas.....	7
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	8
2.1) Antecedentes de la investigación.....	9
2.1.1) Nacionales	9
2.1.2) Internacionales.....	11
2.2) Bases teóricas	12
2.2.1) Sistema de Información Geográfica	12
2.2.2) Geotecnología libre.....	14
2.2.3) Cartografía.....	14
2.2.4) Base de datos espacial	15
2.2.5) Lenguaje de consultas.....	16
2.2.6) Estándar ISO/IEC 9126	16

2.2.7)	Toma de decisiones	18
2.2.8)	Sistema de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado	19
CAPÍTULO III: PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO		20
3.1)	Materiales	21
3.1.1)	Datos estadísticos	21
3.1.2)	Datos cartográficos.....	21
3.2)	Procesos para determinar los resultados	22
3.2.1)	Fase I.....	22
3.2.2)	Fase II.....	22
3.2.3)	Fase III	22
3.3)	Tipo y diseño de la investigación	25
3.3.1)	Tipo	25
3.3.2)	Diseño	25
3.4)	Población y muestra.....	26
3.4.1)	Población.....	26
3.4.2)	Muestra.....	27
3.5)	Técnica e instrumento de recolección de datos.....	27
3.6)	Procesamiento y análisis de los datos de la entrevista	27
3.7)	Hipótesis	28
3.8)	Prueba t de Student	28
3.9)	Regla de decisión.....	29
CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....		30
4.1)	Implementación y construcción de la base de datos	31
4.1.1)	Análisis de los datos estadísticos.....	31
A)	Abastecimiento de agua.....	31
B)	Conexión a un servicio higiénico	32
4.1.2)	Adecuación de los datos a una base de datos	33
A)	Recodificación de las variables	36
B)	Transformación de las variables finales a nivel de manzana.....	38
4.2)	Elaboración de los planos cartográficos	40
4.2.1)	Unión de la base de datos con el SIG	40
4.2.2)	Creación de las capas puntuales.....	45
4.2.3)	Edición y composición de los planos.....	50
4.3)	Implementación de la base de datos espacial.....	63
4.3.1)	Tablas	63
4.3.2)	Vistas	64
4.3.3)	Migrar la información SIG a la base de datos espacial.....	65
4.4)	Propuestas.....	69
4.4.1)	Zonas con deficiencia en la red pública de agua y alcantarillado	69
4.4.2)	Uso de geotecnologías libres	70

CAPÍTULO V: DEMOSTRACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	71
5.1) Modelo de calidad ISO/IEC 9126-1	72
5.1.1) Funcionalidad	72
5.1.2) Usabilidad.....	73
5.1.3) Eficiencia.....	73
5.2) Contraste de la hipótesis	74
5.2.1) Evaluación de las geotecnologías libres	74
A) Evaluación de la base de datos (PostgreSQL / PostGIS).....	75
B) Evaluación del Sistema de Información Geográfica (QGIS).....	77
5.2.2) Planteamiento de la hipótesis.....	79
A) Nivel de significancia.....	79
B) Resultados del cuestionario	80
5.2.3) Decisión final.....	83
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	84
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	89
ANEXOS.....	94

LISTA DE CUADROS

		Página
Cuadro 1.	Procedencia del abastecimiento de agua en la vivienda	32
Cuadro 2.	Procedencia de la conexión al servicio higiénico que tiene la vivienda	33
Cuadro 3.	VARIABLES FINALES	35
Cuadro 4.	Recodificación de los valores de las variables	37
Cuadro 5.	Red pública de agua y alcantarillado dentro y fuera de las viviendas	38
Cuadro 6.	Red pública de agua y alcantarillado por manzana	39
Cuadro 7.	Atributos de las manzanas con el campo id_manzana	41
Cuadro 8.	Unión entre los atributos de las manzanas censales y la base de datos estadística, y la adición de los campos de porcentaje	48
Cuadro 9.	Funciones de las herramientas de edición usadas	51
Cuadro 10.	Atributos completados para la capa red pública de agua	58
Cuadro 11.	Atributos completados para la capa red pública de alcantarillado	58
Cuadro 12.	Funciones de las herramientas de composición de mapa usadas	60
Cuadro 13.	Listado de los sistemas de coordenadas geográficas y proyectadas en la base de datos espacial	64
Cuadro 14.	Vista de las columnas de geometría en la base de datos espacial	65
Cuadro 15.	Red pública de agua contenida en la base de datos espacial Ventanilla Capas	67
Cuadro 16.	Comparación del código binario y su equivalente como coordenadas proyectadas	68
Cuadro 17.	Costo de una geotecnología privativa	70
Cuadro 18.	Costo de las geotecnologías libres	70

Cuadro 19.	Aspectos tomados en cuenta para la funcionalidad	72
Cuadro 20.	Aspectos tomados en cuenta para la usabilidad	73
Cuadro 21.	Aspectos tomados en cuenta para la eficiencia	74
Cuadro 22.	Resultados de opinión para la facilidad de uso de la base de datos libre	75
Cuadro 23.	Resultados de opinión para el tiempo de generación de las consultas, variables y tablas en la base de datos libre	76
Cuadro 24.	Resultados de opinión para la relevancia de la información generada en la base de datos libre	76
Cuadro 25.	Resultados de opinión para la interoperabilidad entre el Sistema de Información Geográfica libre y la base de datos libre	77
Cuadro 26.	Resultados de opinión para la facilidad de uso del Sistema de Información Geográfica libre	78
Cuadro 27.	Resultados de opinión para la utilidad de los planos urbanos producidos en el Sistema de Información Geográfica libre	78
Cuadro 28.	Resultados de la entrevista para la prueba de la hipótesis	81

LISTA DE FIGURAS

		Página
Figura 1.	Síntesis de la realidad problemática	2
Figura 2.	Modelo cliente-servidor de una base de datos	15
Figura 3.	Fase I y fase III: Modelado de las tablas y las tablas espaciales en la base de datos	23
Figura 4.	Fase II: Modelado entre la base de datos y el SIG	24
Figura 5.	Importación de la tabla Viviendas a la base de datos Ventanilla como la tabla Datos	34
Figura 6.	Creación y completado de la tabla Variables Finales	35
Figura 7.	Recodificación de los valores de abastecimiento de agua y servicio higiénico en la vivienda	37
Figura 8.	Creación y completado la tabla Servicios Básicos	39
Figura 9.	Creación del campo id_manzana y completado de sus valores	40
Figura 10.	Conexión entre la base de datos y el SIG, y adición de la tabla Servicios Básicos	43
Figura 11.	Unión de la tabla Servicios Básicos y la capa Manzanas	44
Figura 12.	Creación de la capa Servicios Básicos Ventanilla, con sus campos de porcentajes de agua y alcantarillado	46
Figura 13.	Creación de las capas red pública de agua y red pública de alcantarillado	49
Figura 14.	Transformación de coordenadas de las capas	50
Figura 15.	Imágenes de las herramientas de edición usadas	52
Figura 16.	Capas simbolizadas y etiquetadas	59
Figura 17.	Imágenes de las herramientas para la composición de mapa usadas	60
Figura 18.	Importación de las capas red pública de agua y alcantarillado a la base de datos espacial Ventanilla Capas	66
Figura 19.	Visualización del código binario como coordenadas proyectadas	68
Figura 20.	Región de aceptación de la hipótesis	83

LISTA DE ANEXOS

	Página
Anexo 1: Matriz de consistencia	95
Anexo 2: Planos de las zonas con deficiencia en la red pública de agua y alcantarillado	96
Anexo 3: Entrevista para la prueba de la hipótesis	108
Anexo 4: Cargo de la solicitud para la realización de la entrevista	110
Anexo 5: Cargo con las firmas de las personas de la entrevista realizada	111
Anexo 6: Tabla de valores t de Student	112

ACRÓNIMOS

DBF: Data Base File

EPSG: European Petroleum Survey Group

ESRI: Environmental Systems Research Institute

FSF: Free Software Foundation

GDAL: Geospatial Data Abstraction Library

GRASS: Geographic Resources Analysis Support System

GVSIG: Generalitat Valenciana Sistema de Información Geográfica

ICA: International Cartographic Association

IEC: International Electrotechnical Commission

IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers

INEI: Instituto Nacional de Estadística e Informática

ISO: International Organization for Standardization

QGIS: Quantum Geographic Information System

SAGA: System for Automated Geoscientific Analyses

SEDAPAL: Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima

SIG: Sistema de Información Geográfica

SQL: Structured Query Language

SRID: Spatial Reference System Identifier

RESUMEN

El desconocimiento en el uso de la geotecnología libre es una limitante en la resolución de diversas problemáticas territoriales, teniéndose, por ejemplo, la identificación y localización del abastecimiento y déficit de la red pública de agua y alcantarillado en las viviendas - cuyo entendimiento espacial es necesario para una buena gestión del territorio.

El presente estudio tuvo como ámbito de trabajo el distrito de Ventanilla, resultando interesante por dos motivos, primero porque busca brindar alternativas a las municipalidades con bajo presupuesto, en la adopción de las geotecnologías libres que no tienen “ningún costo de licencias” en su uso, y segundo porque la metodología y los resultados se pueden extrapolar a otros distritos.

La estrategia para el estudio fue emplear dos herramientas de geotecnología libre (PostgreSQL / PostGIS y QGIS), empezándose primero por crear y sintetizar variables en una base de datos (PostgreSQL) para seguidamente llevarlo a un Sistema de Información Geográfica (QGIS), con el propósito de crear capas de interés para la elaboración de planos cartográficos, finalmente se creó una base de datos espacial (PostGIS) conteniendo dichas capas de interés.

Los resultados son 2 bases de datos y 22 planos cartográficos en formato digital y análogo, asimismo tales resultados se cuantificaron a través de una entrevista que midió la calidad de las geotecnologías libres y que sirvió para la validación de la hipótesis planteada, demostrándose dicha hipótesis: “las geotecnologías libres, permiten mejorar la gestión técnica del agua y alcantarillado en el distrito de Ventanilla, identificando y georreferenciando la red pública como apoyo en la toma de decisiones”.

En conclusión, se puede afirmar que las geotecnologías libres en el estudio de las aplicaciones para los análisis espaciales sobre el territorio son una alternativa igual de eficaz que las tecnologías privadas y debe promoverse su divulgación.

Palabras clave: Sistema de Información Geográfica libre, Base de Datos libre, y cantidad de viviendas con red pública de agua y alcantarillado por manzana.

ABSTRACT

Ignorance in the use of free geotechnology is a limitation in solving various territorial problems, for example, identifying and locating the supply and deficit of the public water and sewerage network in homes - whose spatial understanding is necessary for good land management.

The present study had the Ventanilla district as its scope of work, being interesting for two reasons, first because it seeks to provide alternatives to municipalities with low budgets, in the adoption of free geotechnologies that do not have “no cost of licenses” in their use, and second because the methodology and results can be extrapolated to other districts.

The strategy for the study was to use two free geotechnology tools (PostgreSQL / PostGIS and QGIS), starting first by creating and synthesizing variables in a database (PostgreSQL) to then take it to a Geographic Information System (QGIS), with the In order to create layers of interest for the elaboration of cartographic plans, finally a spatial database (PostGIS) containing said layers of interest was created.

The results are 2 databases and 22 cartographic plans in digital and analog format, likewise such results were quantified through an interview that measured the quality of free geotechnologies and that served to validate the hypothesis raised, demonstrating said hypothesis: “Free geotechnologies make it possible to improve the technical management of water and sewerage in the Ventanilla district, identifying and georeferencing the public network as support in decision-making”.

In conclusion, it can be affirmed that free geotechnologies in the study of applications for spatial analysis of territory are an equally effective alternative to proprietary technologies and their dissemination should be promoted.

Key words: Free Geographic Information System, free Database, and number of homes with public water and sewerage network per block.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación refiere al tema de las geotecnologías libres como alternativa de vanguardia y sin costo en su uso, con respecto a las geotecnologías con licenciamiento; siendo en este caso concreto, su aplicación como apoyo en la toma de decisiones en la gestión técnica de la distribución del agua y alcantarillado por red pública, para el distrito de Ventanilla.

La investigación presenta los siguientes capítulos:

En el capítulo I se presenta la descripción de la realidad problemática, la formulación del problema, la justificación, importancia y limitaciones, los objetivos y la hipótesis.

En el capítulo II se abordan los antecedentes de la investigación y las bases teóricas sobre las que se fundamenta el desarrollo de la tesis.

En el capítulo III se abordan los aspectos relacionados al procedimiento metodológico, como son las fases de automatización de las geotecnologías libres, y la demostración de la hipótesis respecto a: los materiales, el tipo y diseño de la investigación, la población y la muestra, la técnica e instrumento de recolección de datos, y el procesamiento y análisis de los datos de la entrevista.

En el capítulo IV en base al procedimiento metodológico planteado se desarrollan las fases de automatización de las geotecnologías libres: la creación y la síntesis de la base de datos, la elaboración de los planos cartográficos, la creación y el llenado de la base de datos espacial, y las propuestas de la tesis.

En el capítulo V se aborda la demostración de la hipótesis planteada, empezando por las métricas de las geotecnologías libres, seguido del contraste de la hipótesis en la evaluación de las geotecnologías libres, el planteamiento de la hipótesis y la decisión final.

En el capítulo VI se presentan las conclusiones y recomendaciones de la tesis.

CAPÍTULO I:
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

La descripción de la realidad problemática se abordó a manera de pregunta y respuesta, como se muestra en la figura 1.

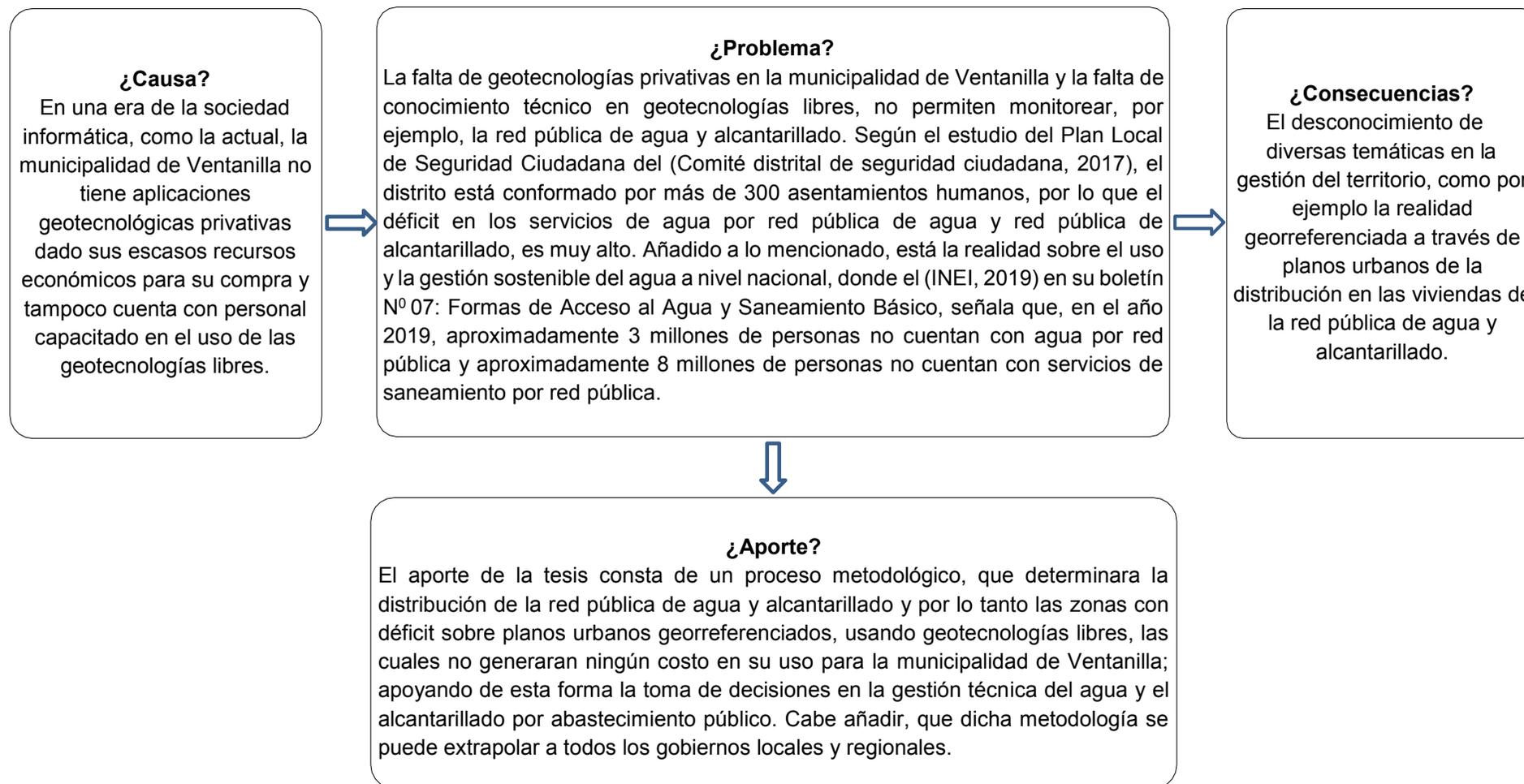


Figura 1. Síntesis de la realidad problemática.

Fuente: Elaboración propia.

1.2 Formulación del problema

Se eligió el distrito de Ventanilla por motivos sociales, dado que según el estudio del “Plan Local de Seguridad Ciudadana”, elaborado por el (Comité distrital de seguridad ciudadana, 2017), el distrito está conformado por más de 300 asentamientos humanos, tratándose por lo tanto de un distrito pobre. Siendo este el motivo, se consideró la jurisdicción de este distrito como un área de interés, con el objeto de aportar el uso de las geotecnologías libres en el desarrollo de ese distrito respecto a la gestión técnica de agua y alcantarillado por red pública.

1.2.1 Problema general

¿Se podría mejorar la gestión técnica del agua y alcantarillado en el distrito de Ventanilla utilizando geotecnologías libres, con metodología para identificar y georreferenciar la red pública como apoyo en la toma de decisiones?

1.2.2 Problemas específicos

Problema específico 1

¿Se puede crear información organizada y automatizada en una base de datos libre, como apoyo en la toma de decisiones en la gestión técnica del agua y el alcantarillado, por red pública?

Problema específico 2

¿Se pueden producir planos cartográficos en un SIG libre, como apoyo en la toma de decisiones en la gestión técnica del agua y el alcantarillado, por red pública?

1.3 Justificación, importancia y limitaciones

1.3.1 Justificación

- **Técnica.** - Se desea dar a conocer algunos de los usos técnicos de las geotecnologías libres, su interacción entre ellas, y su conjunción para la gestión adecuada de la información territorial.
- **Académica.** - Se desea estimular la investigación en los alumnos de pregrado y egresados, en estos temas poco conocidos y estudiados, además de brindar un documento que ayude como soporte bibliográfico en la aplicación de las geotecnologías libres y en los diversos ámbitos de las ciencias geográficas.
- **Metodológica.** - Se desea crear una metodología técnica y científica de actualidad, para fines de correlación con otros distritos.
- **Económica.** - El gobierno local de Ventanilla, gestor de su propio desarrollo, podrá acceder a las geotecnologías libres (gratuitas) sin que el tema presupuestal sea una limitante.
- **Político – Institucional.** - Orientar a las autoridades competentes a solicitar proyectos necesarios para su población, como resultado de haber identificado las zonas con deficiencia en la red pública de agua y alcantarillado, donde la base de datos - base de datos espacial y el SIG sean geotecnologías claves para conocer y mostrar este y otros aspectos del territorio.

1.3.2 Importancia

La importancia radica en proveer planos cartográficos y una base de datos espacial entrelazada, que proporcionen una vista integral del territorio en la identificación y georreferenciación de una variable social tan determinante para el progreso de la población: el agua y el alcantarillado por red pública.

Al ubicarse las zonas exactas donde están concentradas las carencias en tales servicios básicos, se ayuda al gobierno local a focalizar el gasto de los programas sociales a los verdaderamente necesitados, y a la vez demandar proyectos al estado en la cobertura de dichos servicios.

1.3.3 Limitaciones

Dentro de las limitaciones se encuentra, la no disponibilidad de información actualizada (al 2017) por parte del INEI, referente a los servicios de la vivienda¹, trabajando así con información del año 2007, la cual fue proporcionada en el año 2017 por la jefa de Cartografía del INEI: Ing. Mateo Igreña, Digna Antonia.

¹Vivienda: Hay dos tipos, la vivienda particular y la colectiva, en la primera habitan una o varias personas, sean parientes o no; en la segunda habitan personas ocasionalmente y sin parentesco. (INEI, 2007).

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Proponer la mejora en la gestión técnica del agua y alcantarillado en el distrito de Ventanilla utilizando geotecnologías libres, con metodología para identificar y georreferenciar la red pública como apoyo en la toma de decisiones.

1.4.2 Objetivos específicos

Objetivo específico 1

Crear información organizada y automatizada en una base de datos libre, como apoyo en la toma de decisiones en la gestión técnica del agua y el alcantarillado, por red pública.

Objetivo específico 2

Producir planos cartográficos en un SIG libre, como apoyo en la toma de decisiones en la gestión técnica del agua y el alcantarillado, por red pública.

1.5 Hipótesis

1.5.1 Hipótesis general

Las geotecnologías libres, permiten mejorar la gestión técnica del agua y alcantarillado en el distrito de Ventanilla, identificando y georreferenciando la red pública como apoyo en la toma de decisiones.

1.5.2 Hipótesis específicas

Hipótesis específica 1

Las geotecnologías libres, permiten crear información organizada y automatizada en una base de datos, como apoyo en la toma de decisiones en la gestión técnica del agua y el alcantarillado, por red pública.

Hipótesis específica 2

Las geotecnologías libres, permiten producir planos cartográficos en un SIG, como apoyo en la toma de decisiones en la gestión técnica del agua y el alcantarillado, por red pública.

Nota: ver el anexo 1 de la matriz de consistencia de la hipótesis.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Nacionales

En la búsqueda bibliográfica efectuada se han encontrado las siguientes publicaciones relacionadas con las variables del presente trabajo:

Caballero (2017) en su tesis Sistema de Información Geográfica para mejorar la gestión técnica de agua potable en la empresa municipal de agua potable y alcantarillado Emapa-Huancavelica, para obtener el título de Ingeniero de Sistemas en la Universidad Nacional del Centro del Perú, llegó a la siguiente conclusión general: El estudio manifiesta el perfeccionamiento en la gestión del agua potable por parte de una empresa municipal a partir de la inserción de un SIG libre como QGIS², georreferenciándose conexiones de servicio, redes de distribución de tuberías y de válvulas; todas estas incluidas en una base de datos espacial libre como PostgreSQL³ / PostGIS⁴.

Copa y Pacompia (2017) en su tesis Sistema de información georeferenciado utilizando software libre para apoyar la toma de decisiones en la Dirección de Estudios de Pre Inversión del Gobierno Regional de Puno, para obtener el título de Ingeniero de Sistemas en la Universidad Nacional del Altiplano, llegó a la siguiente conclusión general: La implementación del SIG permite por medio de una plataforma Web aportar información Georreferenciada como apoyo en la toma de decisiones en la Dirección de Pre Inversión al momento de realizar los estudios en la generación del Perfil.

²QGIS: Es un SIG libre, que crea, edita, visualiza, analiza y publica información geoespacial. (QGIS, 2018).

³PostgreSQL: Es un potente sistema de base de datos relacional de objetos de código abierto con más de 30 años de desarrollo activo que se ha ganado una sólida reputación de confiabilidad, solidez de características y rendimiento. (PostgreSQL, 2018).

⁴PostGIS: Es una extensión de base de datos espacial para PostgreSQL, que agrega soporte para objetos geográficos y permite que las consultas de ubicación se ejecuten en SQL. También agrega funciones, operadores y mejoras de índice que se aplican a estos tipos espaciales. (PostgreSQL, 2018).

Como parte del Sistema mencionado se utilizaron las geotecnologías libres de gvSIG⁵ y PostgreSQL / PostGIS.

Ayala (2016) en su tesis Predicción de sequías con redes neuronales artificiales y algoritmos genéticos utilizando precipitación por percepción remota, para obtener el grado de Maestro en Ciencias con mención en Ingeniería Hidráulica en la Universidad Nacional de Ingeniería, utilizó como parte de su investigación el Sistema de Información Geográfica libre de QGIS para la creación de mapas en formato ráster y vector. Tal tesis es importante para evaluar el sostenimiento y la continuidad de fuentes de agua para consumo humano.

Gómez (2016) en su tesis Impacto del cambio climático en la demanda hídrica de las cuencas Chancay - Lambayeque, y Lurín, para obtener el título de Ingeniero Agrícola en la Universidad Nacional Agraria la Molina, utilizó como parte de su investigación el Sistema de Información Geográfica libre de QGIS para la delimitación de las cuencas y procesamiento de mapas ráster. Tal tesis tiene la misma importancia que la anterior.

González (2016) en su tesis Riqueza y diversidad de murciélagos (Mammalia: Chiroptera) en los caseríos de Coina y Chuquizongo, Otuzco, La Libertad, entre julio del 2015 y enero del 2016, para obtener el título de Biólogo en la Universidad Nacional de Trujillo, utilizó como parte de su investigación el Sistema de Información Geográfica libre de QGIS para mapear las zonas de muestreo de los caseríos de Coina y Chuquizongo. Tal tesis es importante para sectorizar redes de distribución de agua.

⁵ gvSIG: Es un SIG libre, desde donde podrás trabajar con todo tipo de formatos, vectoriales y ráster, ficheros, bases de datos y servicios remotos, teniendo a tu disposición todo tipo de herramientas para analizar y gestionar tu información geográfica. (gvSIG, 2009).

Maldonado (2016) en su tesis Proceso de extracción de patrones secuenciales para la caracterización de fenómenos espacio-temporales, para obtener el título de Ingeniero Informático en la Pontificia Universidad Católica del Perú, utilizó como parte de su investigación la base de datos espacial libre de PostgreSQL / PostGIS para realizar la proyección espacial de la base de datos espacial de los ríos, y el Sistema de Información Geográfica libre de QGIS para la creación de los archivos que se utilizaron en la visualización de los ríos. Tal tesis sirve para conocer el comportamiento de las aguas superficiales (ríos).

2.1.2 Internacionales

En la búsqueda bibliográfica efectuada a nivel internacional se han encontrado las siguientes publicaciones relacionadas con las variables del presente trabajo, se citará solo algunas:

Bortagaray (2018) en su tesis Desarrollo e Implementación de Algoritmos para QGIS en Análisis de Series de Tiempo, para obtener la Licenciatura en Ciencias de la Computación en la Universidad Nacional de Córdoba (Argentina), llegó a la siguiente conclusión general: El desarrollo de complementos para el Sistema de Información Geográfica libre de QGIS en Teledetección, permiten el preprocesamiento y análisis de series de tiempo del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizado (NDVI), útiles para estudiar y comparar la estructura vegetal de diferentes puntos geográficos de interés a través del tiempo.

Ortiz (2015) en su tesis Elaboración de un Sistema de Información Geográfico en el campus experimental San Pablo de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, en Universidad Técnica de Babahoyo (Ecuador), para obtener el título de Ingeniero Agrónomo, llegó a la siguiente conclusión general: La creación de una guía SIG para el campus experimental San Pablo, con toda la cartografía realizada en un software libre como QGIS, sirve para ser empleado en la planificación presente y futura de esa Facultad.

Mercado (2013) en su tesis Implementación de un Sistema de Información Geográfica con software libre para el apoyo a la toma de decisiones en las pymes, para obtener el grado de Maestro en Ciencias en Informática en el Instituto Politécnico Nacional (México), llegó a la siguiente conclusión general: La puesta en funcionamiento de un SIG en las PYME ayuda a aumentar su competencia y desarrollo, representando en un mapa las ventas de sus clientes, localizando abastecedores, filiales y rutas de reparto, para así poder extraer preferencias y tomar decisiones. Las geotecnologías libres usadas fueron QGIS y PostgreSQL / PostGIS.

Porta (2013) en su tesis Sistemas de información geográfica y algoritmos de optimización aplicados a problemas geoespaciales en la administración de tierras, para obtener el grado de Doctor en la Universidad de A Coruña (España), llegó a la siguiente conclusión general: Los algoritmos genéticos paralelos son una buena elección para resolver problemas de planificación territorial donde sean muchas las posibles combinaciones entre categorías y parcelas; los algoritmos se probaron sobre gvSIG y se complementaron con la base de datos espacial libre de PostgreSQL / PostGIS.

2.2 Bases teóricas

En este apartado se desarrolla la teoría que fundamenta la tesis.

2.2.1 Sistema de Información Geográfica

En los últimos años se ha generalizado el uso del término Sistema de Información Geográfica o SIG. Siendo ampliamente utilizado para denominar el tratamiento de datos geográficos georreferenciados a través de medios automatizados.

Entre las definiciones del SIG más difundidas en la literatura están:

“Son fundamentalmente instrumentos técnicos con capacidades múltiples, diseñados y habilitados en primera instancia para inventariar información geográfica, la cual a su vez alimenta las funciones de análisis con que están equipados, para finalmente convertirse en herramientas útiles a las tareas de administración y planificación”. (Aguilera y Molero, 2007).

“Es un sistema geográfico porque permite la creación de mapas y el análisis espacial, es decir, la modelización espacial; es un sistema de información porque orienta en la gestión, procesa datos almacenados previamente y permite eficaces consultas espaciales repetitivas y estandarizadas que permiten añadir valor a la información gestionada; y es un sistema informático con hardware y software especializados que tratan los datos obtenidos (bases de datos espaciales) y son manejados por personas expertas”. (Quispe, 2002).

“Es un sistema de hardware, software, datos y usuarios que permite capturar, almacenar, desplegar, cartografiar, analizar, etc. información geográfica y con ello ayudar a la toma de decisiones”. (Bosque, 1997).

Los Sistemas de Información Geográfica cumplen a un nivel general de detalle con lo siguiente (Laurini y Thompson, 1994):

- 1.** Proveer herramientas para la creación de representaciones digitales de fenómenos espaciales, esto es, adquisición y codificación.
- 2.** Manejar y asegurar estas codificaciones eficientemente, proporcionando herramientas para editar, actualizar, administrar y almacenar; para reorganización o conversión de datos de una forma a otra, y para verificar y validar estos datos.
- 3.** Fomentar el desarrollo fácil en la aplicación adicional de problemas teóricos o aplicados, proporcionando herramientas de búsqueda de información, consulta, reportes, esto es; facilidad para el análisis, simulación y síntesis.

-
4. Asistir en la tarea de razonamiento espacial, con una eficiente recuperación de datos en consultas complejas.
 5. Crear a los usuarios información compatible en diversas formas de impresión de tablas, mapas, graficas, etc.

2.2.2 Geotecnología libre

Es el software libre orientado a abordar y solucionar diversas problemáticas relacionados a la gestión del espacio geográfico.

Según la FSF (1996) un software libre, tiene cuatro libertades esenciales:

1. Libertad de ejecutar la herramienta con el fin que desee.
2. Libertad de investigar cómo trabaja la herramienta, y modificarla a criterio personal accediendo a su código fuente.
3. Libertad de distribuir replicas, con el objeto de asistir a tu prójimo.
4. Libertad de distribuir ejemplares mejorados a terceros, de tal forma que los usuarios se favorezcan.

“Software libre es el software que respeta la libertad de los usuarios y la comunidad. Significa que los usuarios tienen la libertad de ejecutar, copiar, distribuir, estudiar, modificar y mejorar el software. Es una cuestión de libertad, no de precio”. (FSF, 1996).

2.2.3 Cartografía

Siendo la Cartografía una disciplina base, la cual abarca la ciencia y la tecnología en la fabricación y uso de mapas temáticos, se ve por conveniente definirla.

“Técnica de representar en forma convencional parte o toda la superficie terrestre sobre un mapa utilizando para este fin un sistema de proyección y una relación de proporcionalidad entre terreno y mapa”. (Caranton, 1993).

“Un mapa es una representación simbolizada de la realidad geográfica, que representa características seleccionadas, como resultado del esfuerzo creativo de la ejecución de elecciones por parte de su autor, y está diseñado para su uso cuando las relaciones espaciales son de importancia primaria”. (ICA, 2003).

2.2.4 Base de datos espacial

Se entiende como base de datos a un conjunto de tablas entre las que se establecen relaciones por parte de un cliente y un servidor de base de datos. Ver figura 2.

“Es una serie de datos organizados y relacionados entre sí, los cuales son recolectados y explotados por los sistemas de información de una empresa o negocio en particular”. (Pérez, 2007).

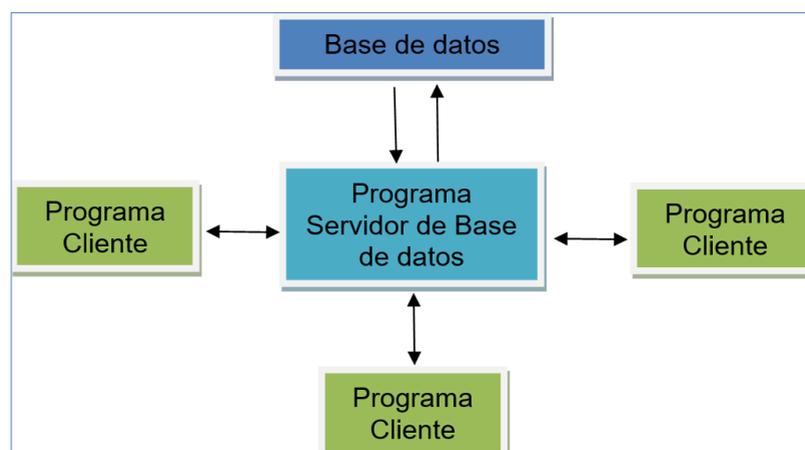


Figura 2. Modelo cliente-servidor de una base de datos.

Fuente: Adaptado por el autor.

En cambio, una base de datos espacial se ha optimizado para almacenar y consultar datos que representan objetos definidos en un espacio geométrico.

Hay dos cualidades que permiten afirmar que los objetos existen dentro de una base de datos espacial:

- a. Los objetos se almacenan como puntos, líneas o polígonos, teniendo en su estructura una columna de geometría.
- b. Sobre los objetos se pueden realizar funciones espaciales, consultar sus propiedades y relaciones espaciales, a través de un lenguaje estructurado de consultas.

“Una base de datos espacial es un conjunto de datos georreferenciados almacenados en soporte digital y organizados de acuerdo con unas reglas estándar de base de datos objeto – relacional”. (Moreno, 2008).

2.2.5 Lenguaje de consultas

Es un lenguaje usado para hacer consultas en bases de datos y sistemas de información (incluyendo los SIG); existen una diversidad de estos lenguajes, siendo el más usado a nivel mundial el SQL.

“SQL es un lenguaje estandarizado que sirve para definir y manipular los datos de una base de datos relacional. De acuerdo con el modelo relacional de datos, la base de datos se crea como un conjunto de tablas, las relaciones se representan mediante valores en las tablas y los datos se recuperan especificando una tabla de resultados que puede derivarse de una o más tablas base”. (Castellanos, 2016).

2.2.6 Estándar ISO/IEC 9126

Para la elaboración de la entrevista con el fin de contrastar la hipótesis para su validación, se recurrió al estándar ISO/IEC 9126 del IEEE, que es un estándar mundial para la valoración del software.

El estándar ISO/IEC 9126 está conformado por el modelo de calidad, las métricas externas, las métricas internas y la calidad en las métricas de uso. Al modelo de calidad se le codifica como ISO/IEC 9126-1 e identifica 6 atributos, siendo estos:

1. Funcionalidad: Es el atributo que mide el grado en que el software cumple un conjunto de tareas o funciones determinadas. Tiene como sub atributos:

- Idoneidad.
- Corrección.
- Interoperabilidad.
- Conformidad.
- Seguridad.

2. Fiabilidad: Es el atributo que mide el tiempo en que el software mantiene su nivel de desempeño en un periodo dado. Tiene como sub atributos:

- Madurez.
- Tolerancia a fallos.
- Facilidad de recuperación.

3. Usabilidad: Es el atributo que mide el esfuerzo necesario en el uso de un software por parte de un usuario. Tiene como sub atributos:

- Facilidad de comprensión.
- Facilidad de aprendizaje.
- Operatividad.

4. Eficiencia: Es el atributo que mide el grado en que el software hace un adecuado uso de los recursos del hardware y el sistema operativo. Tiene como sub atributos:

- Tiempo de uso.
- Recursos utilizados.

5. Mantenibilidad: Es el atributo que mide la facilidad de actualizar un software o corregir sus errores. Tiene como sub atributos:

- Facilidad de análisis.
- Facilidad de cambio.
- Estabilidad.
- Facilidad de prueba.

6. Portabilidad: Es el atributo que mide facilidad con que un software es transferido de una computadora a otra. Tiene como sub atributos:

- Facilidad de instalación.
- Facilidad de ajuste.
- Facilidad de adaptación al cambio.

(Sicilia, 2009).

2.2.7 Toma de decisiones

Una decisión es una determinación que se toma respecto a algo. Se conoce como toma de decisiones al proceso que consiste en realizar una elección entre diversas alternativas.

“Cualquier toma de decisiones debería incluir un amplio conocimiento del problema que se desea superar, ya que solo luego del pertinente análisis es posible comprenderlo y dar con una solución adecuada”. (Pérez y Gardey, 2010).

Se precisa que el administrador del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado del área de estudio (Ventanilla) es SEDAPAL, por lo tanto, la municipalidad no tiene injerencia en la distribución de tales servicios básicos. Dada la aclaración, la toma de decisiones es a nivel de funcionario municipal, pudiendo este presentar los resultados de la tesis como parte de un programa o proyecto donde soliciten la cobertura de agua potable y alcantarillado en sus zonas con déficits.

2.2.8 Sistema de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado

Según SEDAPAL (2004), se tienen las siguientes definiciones:

“Un sistema de abastecimiento de agua potable es un conjunto de estructuras, equipos e instalaciones que transportan agua desde una fuente de abastecimiento, hasta puntos de suministro en condiciones adecuadas de calidad, cantidad y presión”.

“Un sistema de alcantarillado es un conjunto de conductos, equipos e instalaciones que colectan y transportan aguas residuales a un lugar final conveniente, de modo continuo e higiénicamente seguro”.

CAPÍTULO III:
PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO

3.1 Materiales

Etapa inicial del procedimiento metodológico, donde se recopilan datos a través de una o diversas entidades públicas y/o privadas para generar nueva información. Para la investigación fue el INEI, que brindo información cartográfica y estadística que sirvió como datos iniciales.

3.1.1 Datos estadísticos

Información tabular perteneciente al Censo VI de Vivienda del 2007, realizado por el INEI y que contiene información tal como:

Las variables de los servicios básicos para el abastecimiento de agua y el servicio de desagüe para el distrito de Ventanilla.

Se precisa que el distrito de Mi Perú se separó del distrito de Ventanilla el 15 de abril del 2014, año en que fue creado por ley N^o 30197. Por lo tanto, al solicitar la información del 2007 al INEI, se pidió no considerar al actual distrito de Mi Perú.

3.1.2 Datos cartográficos

Información cartográfica perteneciente a la oficina de Cartografía del INEI para el distrito de Ventanilla, y que esta actualizada al 06/09/2016, empezándose a elaborar en febrero del 2013. Esta información contiene muchos errores en su geometría y por lo tanto fue corregida por el tesista usando un Sistema de Información Geográfica libre.

Esta información contiene, información tal como:

- Los gráficos de las manzanas, ejes viales, líneas auxiliares, áreas verdes, océano, hidrografía y los textos de los nombres de los poblados del distrito, todos con su respectiva tabla de atributos codificada.

Se precisa que tales gráficos han sido elaborados en base a imágenes de Google Earth⁶, adjuntándose su respectivo mosaico de imágenes. La información proporcionada tiene por sistema de coordenadas geográficas al elipsoide de datum WGS 84⁷.

3.2 Procesos para determinar los resultados

Los resultados provienen de los procesos automatizados de cada una de las geotecnologías libres, constando de tres fases, donde cada una es consecutiva y dependiente de la fase anterior:

3.2.1. FASE I.- En esta fase se realizará el acopio, análisis y depuración de los datos, cuyo resultado será una base de datos conteniendo las tablas: Vivienda, Variables finales y Servicios básicos. Ver figura 3.

Para la mencionada fase se utilizará el software libre PostgreSQL.

3.2.2. FASE II.- En esta fase se realizará una vinculación y unión entre la base de datos y el SIG, para posteriormente en el SIG y con capas adicionales, crear planos urbanos con las zonas propuestas en la localización de la deficiencia de abastecimiento de la red pública de agua y alcantarillado. Ver figura 4.

Para la mencionada fase se utilizará el software libre QGIS.

3.2.3. FASE III.- En esta fase se realizará la creación de la base de datos espacial y su llenado a partir de los resultados parciales de la fase II (capas puntuales). Ver figura 3.

Para la mencionada fase se utilizará el software libre PostgreSQL / PostGIS.

⁶ Google Earth es un programa que te permite volar a cualquier lugar de la Tierra para ver imágenes satelitales, mapas, imágenes en relieve y edificios en 3D. (Google Earth, 2016).

⁷ WGS 84: Es un sistema de coordenadas geográficas, por sus siglas significa World Geodetic System (WGS) - 84, y representa el mundo en forma de un elipsoide con coordenadas en grados (decimales, o grados, minutos y segundos).

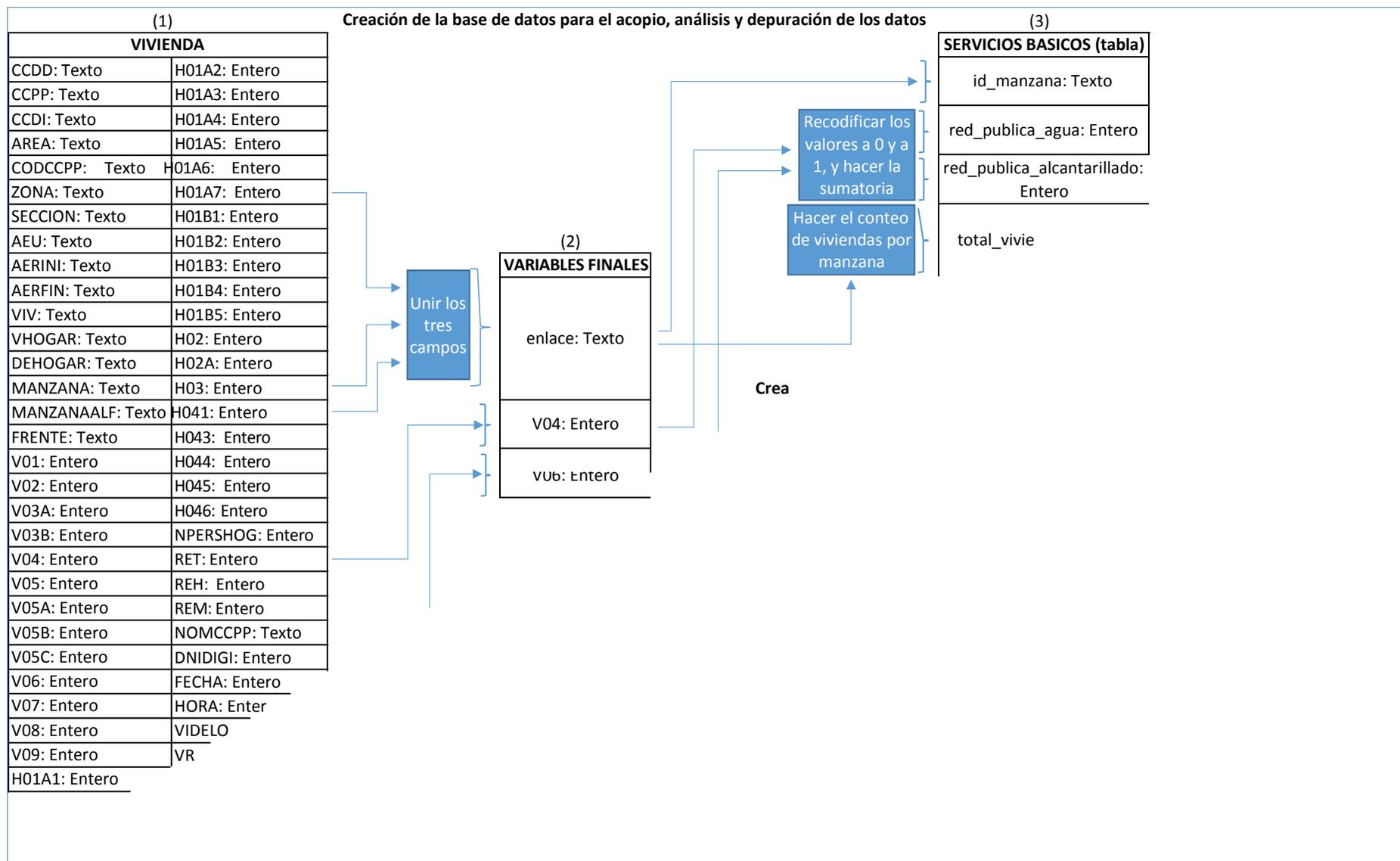


Figura 3. Fase I y fase III: Modelado de las tablas y las tablas espaciales en la base de datos.

Fuente: Elaboración propia.

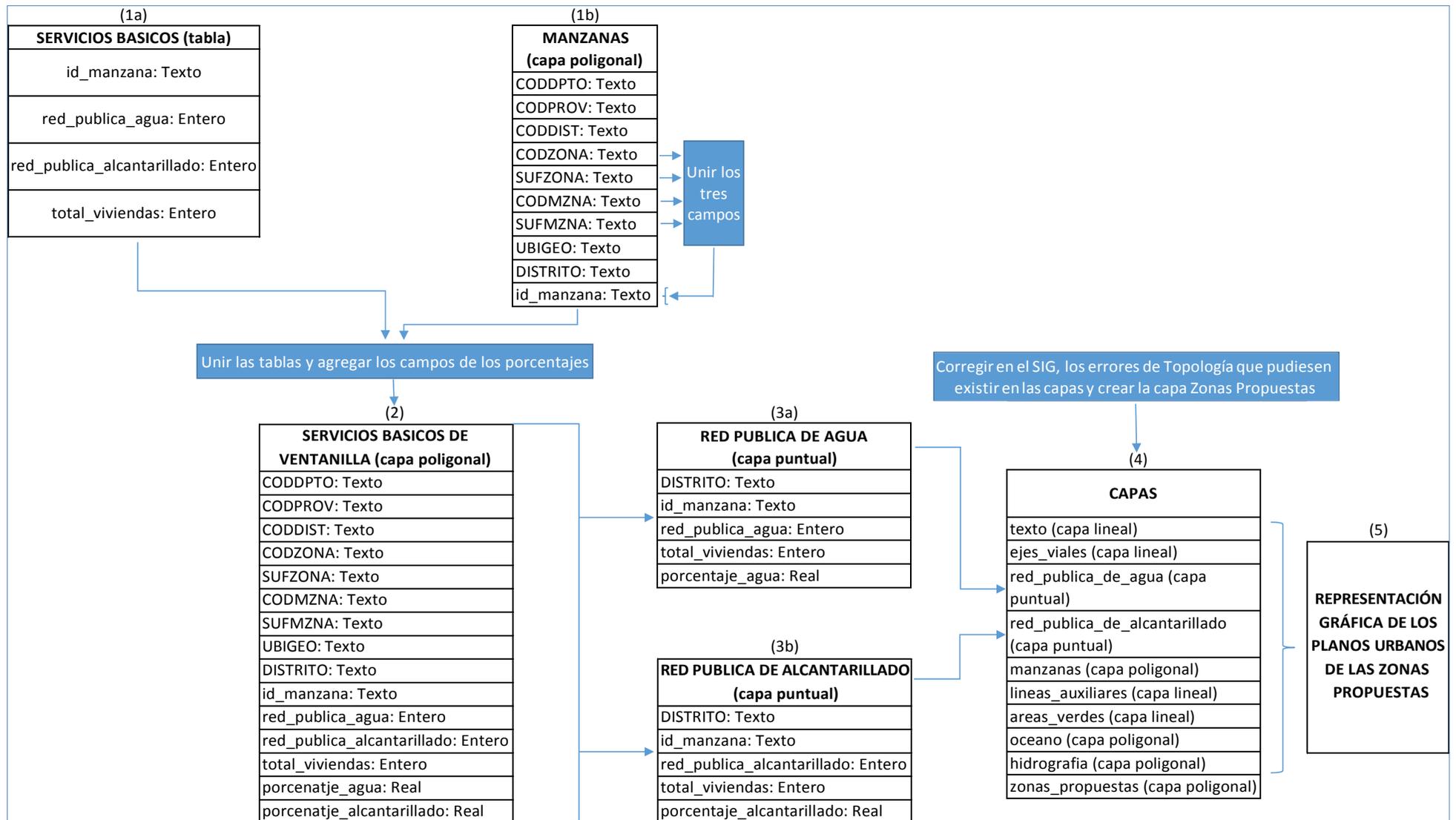


Figura 4. Fase II: Modelado entre la base de datos y el SIG.

Fuente: Elaboración propia.

3.3 Tipo y diseño de la investigación

3.3.1 Tipo

Según Hernández (2014) la investigación cuantitativa⁸ nos brinda la generalización de los resultados para todo estudio, dándonos control sobre los fenómenos a través de su conteo y sus magnitudes. Asimismo, nos otorga un enfoque sobre puntos particulares de tales fenómenos, así como también la capacidad de extrapolar los resultados y compararlo con estudios semejantes.

En ese sentido, se eligió para la tesis el tipo de investigación cuantitativa, debido a su naturaleza objetiva y cuantificable.

3.3.2 Diseño

Para Hernández (2014) el diseño experimental hace referencia a un estudio donde se manipulan deliberadamente una o varias variables independientes, con el objeto de analizar los efectos que se manifiestan sobre una o varias variables dependientes, todo ello dentro de una posición de control por parte del investigador.

Es así que el diseño a utilizarse es el experimental, donde la variable independiente es “El uso de las Geotecnologías libres”, la cual causa efecto sobre la variable dependiente: “La gestión técnica del agua y el alcantarillado como apoyo en la toma de decisiones en la distribución por red pública”.

Del diseño experimental se eligió el cuasiexperimental, el cual se utiliza cuando los individuos de un grupo no se seleccionan al azar, sino que los individuos ya forman parte de grupo constituido previamente al experimento.

⁸ Cuantitativa: Es un adjetivo que refiere a la naturaleza numérica de datos, métodos, investigaciones y/o resultados. (Significados, 2016).

El siguiente diseño, aplica el uso de las geotecnologías libres como estímulo a un grupo de trabajadores de la Municipalidad distrital de Ventanilla, para luego poder capturar los resultados a través de una entrevista (ver anexo 3).

Diseño experimental:

$$X \rightarrow G \rightarrow O$$

Dónde:

X: Uso de las geotecnologías libres.

G: Grupo de trabajadores de la Municipalidad distrital de Ventanilla.

O: Entrevista realizada.

3.4 Población y muestra

3.4.1 Población

El procedimiento metodológico de la presente investigación, se puede extrapolar a diversos gobiernos locales (municipalidades distritales y provinciales), por lo tanto, la población⁹ está conformada por todos los trabajadores de las municipalidades del Perú, que cumplan funciones en el siguiente ámbito:

Gerencia de Desarrollo Urbano: Subgerencia de Catastro y Planeamiento Urbano, y Subgerencias afines.

⁹Población: Conjunto de individuos de interés. Normalmente no se dispone de información de toda la población y se recurre a muestras. (Comunidad Andina, 2007).

3.4.2 Muestra

Según Hernández (2014) las muestras¹⁰ son de dos tipos: las probabilísticas y las no probabilísticas. Escoger entre una y otra obedece a los objetivos del estudio, la metodología de la investigación y del aporte que se piensa dar con ella.

En la presente tesis se utilizó el tipo no probabilístico con muestreo por conveniencia. No probabilístico porque la muestra queda en manos del investigador, y por conveniencia porque los individuos de la muestra son elegidos por la cercanía geográfica y la accesibilidad al investigador.

Por lo tanto, se tiene como muestra en este caso a 6 personas que son trabajadores de la Municipalidad distrital de Ventanilla, siendo 3 personas de la Subgerencia de Catastro y Planeamiento Urbano, y 3 personas de la Subgerencia de Autorizaciones Municipales.

3.5 Técnica e instrumento de recolección de datos

Técnica de la entrevista y su instrumento cuestionario de aplicación (ubicado en el anexo 3), para la validación de la Prueba de la Hipótesis y que se extenderá a detalle en el Capítulo V.

3.6 Procesamiento y análisis de los datos de la entrevista

Para demostrar la veracidad de la hipótesis, se procesarán y analizarán los datos del cuestionario de las entrevistas, con el objeto de cuantificar el efecto de la variable independiente sobre la variable dependiente. Los pasos a seguir son:

- Acopio y tabulación de los datos recogidos en la entrevista.
- Tablas donde se muestran los resultados.

¹⁰Muestras: Subgrupos de observaciones de la población de estudio. (Comunidad Andina, 2007).

-
- Lectura de los resultados.
 - Validación de la hipótesis mediante la prueba t de Student.

3.7 Hipótesis

Para la hipótesis, se tiene:

H₀: Las geotecnologías libres, no permiten mejorar la gestión técnica del agua y alcantarillado en el distrito de Ventanilla, identificando y georreferenciando la red pública como apoyo en la toma de decisiones.

H₁: Las geotecnologías libres, permiten mejorar la gestión técnica del agua y alcantarillado en el distrito de Ventanilla, identificando y georreferenciando la red pública como apoyo en la toma de decisiones.

3.8 Prueba t de Student

Para la prueba de la Hipótesis se aplicó la prueba t de Student (prueba t del estudiante) para una única muestra, la cual evalúa la aceptación o rechazo de una hipótesis nula.

Para dicha evaluación se comprueba si la media poblacional tiene un valor especificado en una hipótesis nula. Para determinar el t se aplican las siguientes fórmulas:

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{s/\sqrt{n}} \quad \dots\dots\dots \text{(Ec. 1)}$$

$$\bar{X} = \frac{\sum_i^n x_i}{n} \quad \dots\dots\dots \text{(Ec. 2)}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_i^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (\text{Ec. 3})$$

$$GL = n - 1 \dots\dots\dots (\text{Ec. 4})$$

Dónde:

t: t de Student.

\bar{x} : Media muestral.

S: Desviación estándar muestral.

n: Tamaño de la muestra.

μ : Valor especificado.

GL: Grado de libertad.

3.9 Regla de decisión

Para la hipótesis se fijó un nivel de significancia (α) igual a 0.05, dado que es un valor estándar en las tesis de investigación experimental, e implica que la regla de decisión cumpla lo siguiente:

Si $t > t_c$ se rechaza H_0 (Hipótesis Nula)

Dónde:

t: t de Student calculado por el investigador a través de fórmulas.

t_c : Valor de t crítico.

La tabla de valores t de Student críticos (Meliá, 2016), se muestra en el anexo 6.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1 Implementación y construcción de la base de datos

4.1.1 Análisis de los datos estadísticos

Los datos estadísticos con los que se desarrolla la investigación, están contenidos en la tabla VIVIENDA cuya extensión de archivo es el DBF. Contiene información relevante, distribuida en diversas variables¹¹ (columnas) que fueron recogidas y registradas en campo por parte del personal del INEI.

Total, de registros y variables. - El total de registros (filas) es 73237, donde cada registro representa una vivienda, y el total de variables (columnas) es 61.

Valores válidos. - Son valores que contienen información por cada celda. Se analizará el abastecimiento de agua y la conexión al servicio higiénico a una vivienda, donde los valores de cada celda van desde el 1 al 8 y desde el 1 al 6 respectivamente.

Valores perdidos. - Son valores que no contienen información por cada celda, donde el valor de 0 representa la omisión de una variable (pregunta), debido a que el encuestado no proporciono una respuesta o no estuvo presente al momento del censo.

Las variables a analizar son:

A. Abastecimiento de agua

Representado por la variable V04, la cual significa que el abastecimiento de agua por cada vivienda tiene algún tipo de procedencia, como se muestra en el cuadro 1.

¹¹Variables: Objeto matemático que puede tomar diferentes valores. Generalmente asociado a propiedades o características de las unidades de la muestra. Lo contrario de variable es constante. (Comunidad Andina, 2007).

Cuadro 1. *Procedencia del abastecimiento de agua en la vivienda.*

Abastecimiento de Agua	Valor	Frecuencia	Porcentaje
Red pública dentro (agua potable)	1	20 451	27.92
Red pública fuera	2	1 329	1.81
Pilón de uso público	3	11 915	16.27
Camión cisterna	4	25 807	35.24
Pozo	5	696	0.95
Río, acequia	6	46	0.06
Vecino	7	1 551	2.12
Otro	8	332	0.45
Valores válidos	(1,2,3,4,5,6,7 y 8)	62 127	84.90
Valores perdidos	0	11 110	15.10
Valores	Total	73 237	100.00

Fuente: *Adaptado por el autor.*

Analizando las estadísticas del cuadro anterior se concluye que solo el 29.73% de las viviendas del distrito de Ventanilla tienen red pública de agua para sus viviendas, y que el mayor porcentaje de abastecimiento de agua corresponde a camión cisterna con un 35.24%.

B. Conexión a un servicio higiénico

Representado por la variable V06, la cual significa que el servicio higiénico por cada vivienda está conectado a algún tipo de procedencia, como se muestra en el cuadro 2.

Cuadro 2. *Procedencia de la conexión al servicio higiénico que tiene la vivienda.*

Conexión a un Servicio Higiénico	Valor	Frecuencia	Porcentaje
Red pública de desagüe dentro de la vivienda	1	20 590	28.11
Red pública de desagüe fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	2	1 463	2.00
Pozo séptico	3	12 345	16.86
Pozo ciego o negro / letrina	4	23 628	32.26
Río, acequia o canal	5	436	0.60
Otro	6	3 665	5.00
Valores válidos	(1,2,3,4,5 y 6)	62 127	84.90
Valores perdidos	0	11 110	15.10
Valores	Total	73 237	100.00

Fuente: *Adaptado por el autor.*

Analizando las estadísticas del cuadro anterior se concluye que solo el 30.11% de las viviendas del distrito de Ventanilla tienen conexión a una red pública de desagüe para sus viviendas, y que el mayor porcentaje corresponde a pozo ciego o negro / letrina con un 32.26%.

4.1.2 Adecuación de los datos a una base de datos

Los datos estadísticos, deben ser agregados, ordenados y trabajados en una base de datos, creándose una, que se denominará VENTANILLA; a dicha base se importa el contenido de la tabla VIVIENDA a una nueva tabla que se denominará DATOS, para ello se introducen dos expresiones a la consola de comandos, como se muestra en la figura 5.

```

cs Administrador: Símbolo del sistema
Microsoft Windows [Versión 10.0.17134.345]
(c) 2018 Microsoft Corporation. Todos los derechos reservados.
C:\WINDOWS\system32>psql -U postgres -l
          List of databases
  Name      | Owner   | Encoding | Collate   | Ctype     | Access privileges
-----+-----+-----+-----+-----+-----
 VENTANILLA| postgres| UTF8     | Spanish_Peru.1252 | Spanish_Peru.1252 |
 postgres  | postgres| UTF8     | Spanish_Peru.1252 | Spanish_Peru.1252 |
 template0 | postgres| UTF8     | Spanish_Peru.1252 | Spanish_Peru.1252 | =c/postgres +
 template1 | postgres| UTF8     | Spanish_Peru.1252 | Spanish_Peru.1252 | =c/postgres +
 postgres=CTc/postgres
(4 rows)

C:\WINDOWS\system32>ogr2ogr -f "PostgreSQL" PG:"host = localhost user = postgres dbname = VENTANILLA
password = tesis" C:\DATOS\VIVIENDA.dbf -nln datos

```

Figura 5. Importación de la tabla *Viviendas* a la base de datos *Ventanilla* como la tabla *Datos*.

Fuente: *Elaboración propia.*

Ahora se crea la tabla **VARIABLES FINALES**, que contenga las variables de interés para la investigación, a la vez que contenga una nueva variable, que se denominará **ENLACE**, y que es la unión de las variables:

- **ZONA.** - Es la columna que contiene los códigos de zona y que representa gráficamente una agrupación de manzanas, las zonas pueden contener un sufijo alfabético que va desde la A hasta la Z.
- **MANZANA.** - Es la columna que contiene los códigos de manzana y que representa gráficamente una agrupación de viviendas limitados por ejes viales en todos sus frentes.
- **MANZANAALF.** - Es la columna que contiene los códigos de los sufijos de manzana y van desde la letra A hasta la Z. No es para todas las manzanas porque es resultado del fraccionado o fusionado de las mismas, siendo la primera producto de la división de una manzana en dos o más manzanas en el tiempo con sus respectivos sufijos, y siendo la segunda producto de la unión de dos o más manzanas en el tiempo con sus respectivos sufijos.

Para crear la tabla VARIABLES FINALES, y darle el contenido anteriormente mencionado, se usó en la base de datos las expresiones SQL con las variables V04, V06 y ENLACE. Ver figura 6.

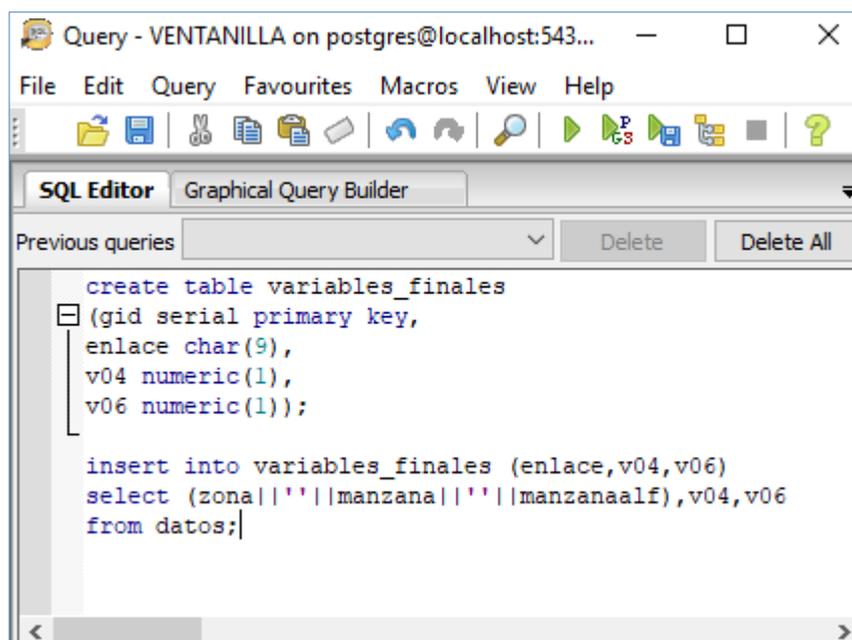


Figura 6. Creación y completado de la tabla Variables Finales.
Fuente: Elaboración propia.

Luego de ejecutar las expresiones previas, la tabla creada tendrá el contenido que se aprecia en el cuadro 3.

Cuadro 3. Variables finales.

Abastecimiento de Agua (V04)	Conexión a un Servicio Higiénico (V06)	Enlace
4	4	001000010
4	4	001000010
4	4	001000010
4	4	001000010
4	4	001000010
4	4	001000020
4	4	001000020
.	.	.
enésimo V04	enésimo V06	enésimo enlace

Fuente: Elaboración propia.

Para las variables de abastecimiento de agua (V04) y conexión a un servicio higiénico (V06), se reitera que los valores validos van desde el 1 al 8 y desde el 1 al 6 respectivamente, y los valores 0 no contienen información.

A. Recodificación de las variables

La información de la tabla VARIABLES FINALES se recodifica, asignando nuevos valores a las variables abastecimiento de agua en la vivienda (V04) y conexión a servicio higiénico que tiene la vivienda (V06).

En el análisis de los datos estadísticos, se constató, que las variables de estudio contienen diversos valores, de los cuales se modificaran los siguientes:

- **Abastecimiento de agua en la vivienda (V04).** - Contiene valores que van del rango de 0 a 8, de los cuales los valores 1 y 2 se cambiaran a 1, los demás valores pasaran a tener el valor de 0.

Red pública de agua: 1

Sin red pública de agua: 0

- **Conexión a servicio higiénico que tiene la vivienda (V06).** - Contiene valores que van del rango de 0 a 6, de los cuales los valores 1 y 2 se cambiaran a 1, los demás valores pasaran a tener el valor de 0.

Red pública de alcantarillado: 1

Sin red pública de alcantarillado: 0

Para ejecutar este proceso, en la base de datos, se ingresó las siguientes expresiones, como se muestra en la figura 7. El resultado se muestra en el cuadro 4.

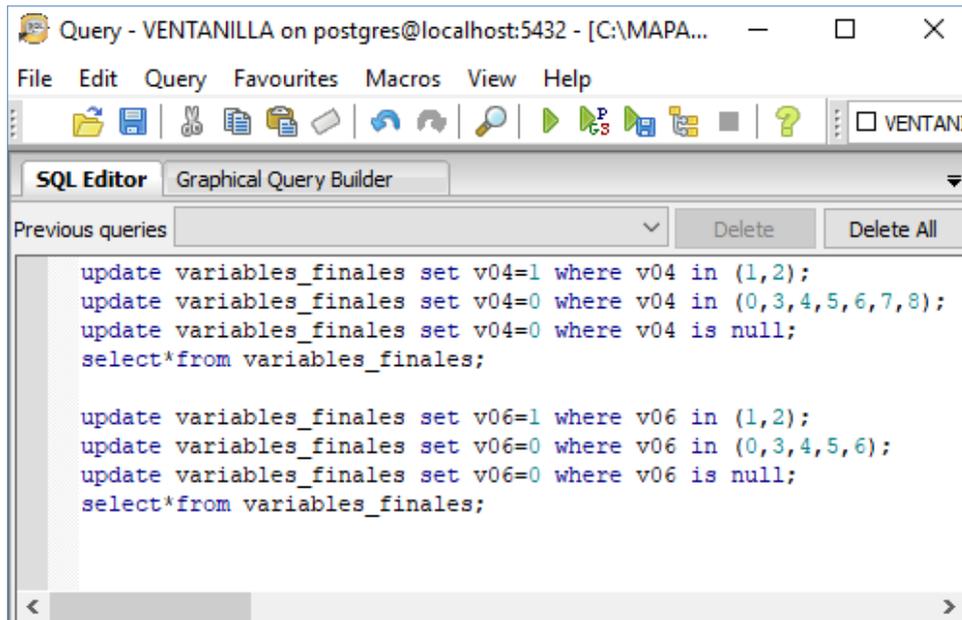


Figura 7. Recodificación de los valores de abastecimiento de agua y servicio higiénico en la vivienda.

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 4. Recodificación de los valores de las variables.

Abastecimiento de Agua (V04)	Conexión a un Servicio Higiénico (V06)	Enlace
0	0	001000010
0	0	001000010
0	0	001000010
0	0	001000010
0	0	001000010
0	0	001000020
0	0	001000020
.	.	.
enésimo V04	enésimo V06	enésimo enlace

Fuente: Elaboración propia.

A partir del cuadro 4, se tiene el cuadro 5, que muestra las estadísticas del abastecimiento de agua y conexión a un servicio higiénico por red pública, infiriéndose así una falta de gestión por parte de las autoridades locales en mejorar estos dos servicios básicos.

Cuadro 5. *Red pública de agua y alcantarillado dentro y fuera de las viviendas.*

Valor	Red pública de agua		Red pública de alcantarillado	
	Viviendas	Porcentaje	Viviendas	Porcentaje
0	51 457	70.26	51 184	69.89
1	21 780	29.74	22 053	30.11
Total	73 237	100.00	73 237	100.00

Fuente: *Elaboración propia.*

Donde:

La vivienda no tiene acceso al servicio público: 0.

La vivienda tiene acceso al servicio público: 1.

B. Transformación de las variables finales a nivel de manzana

Cada registro en la tabla VARIABLES FINALES, representa una vivienda, a la vez dicha tabla, presenta la columna ENLACE, que identifica en un mismo código repetido, las viviendas pertenecientes a una misma manzana.

A partir de esta tabla, se creará la tabla SERVICIOS BASICOS, que contendrá una agrupación de suma, de las variables abastecimiento de agua y conexión a un servicio higiénico, con respecto a los códigos repetidos, creándose la columna ENLACE con un único valor.

A la vez se creará una nueva variable que me indicará la suma total de viviendas por manzana y se renombrarán las variables: “abastecimiento de agua” por “red pública de agua”, “conexión a un servicio higiénico” por “red pública de alcantarillado” y “enlace” por “id_manzana” (identificador de manzana).

Las expresiones a ingresar en la base de datos se muestran en la figura 8, y en el cuadro 6 se muestran sus resultados:

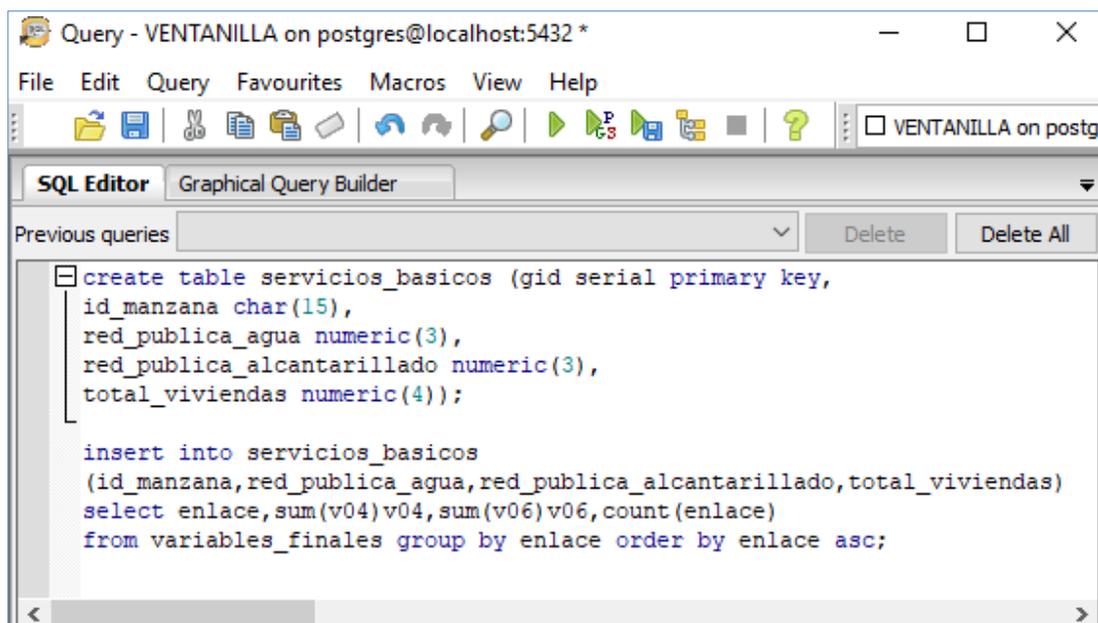


Figura 8. Creación y completado la tabla Servicios Básicos.

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 6. Red pública de agua y alcantarillado por manzana.

id_manzana (identificador de manzana)	Red Pública de Agua (suma)	Red Pública de Alcantarillado (suma)	Total de Viviendas
001000010	0.00	0.00	5
001000020	0.00	0.00	20
001000030	1.00	0.00	19
001000040	0.00	0.00	13
001000050	0.00	1.00	13
001000060	0.00	0.00	12
001000070	0.00	1.00	9
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
enésimo enlace	enésimo red pública de agua	enésimo red pública de alcantarillado	enésimo total de viviendas

Fuente: Elaboración propia.

El total de manzanas contabilizada es 4400. Haciendo una lectura de la tabla 6, por ejemplo, la manzana de código 001000030 tiene un total 19 viviendas, de las cuales 1 tiene red pública de agua y los 18 restantes no presentan ningún servicio.

4.2 Elaboración de los planos cartográficos

4.2.1 Unión de la base de datos con el SIG

Terminado el proceso anterior en la adecuación y creación de los datos a una base de datos libre, se realiza la unión entre la tabla SERVICIOS BASICOS perteneciente a la base de datos libre y la tabla de atributos de la capa cartográfica MANZANAS perteneciente al SIG libre. Estas tablas deben tener el campo en común "id_manzana", haciendo posible que la información de la tabla SERVICIOS BASICOS sea agregada a la capa cartográfica MANZANAS.

Para ello, en el SIG libre se agrega el campo "id_manzana" a la capa cartográfica MANZANAS, la cual será idéntica en valores a la columna "id_manzana" de la tabla SERVICIOS BASICOS, teniéndose por expresión SQL lo mostrado en la figura 9.

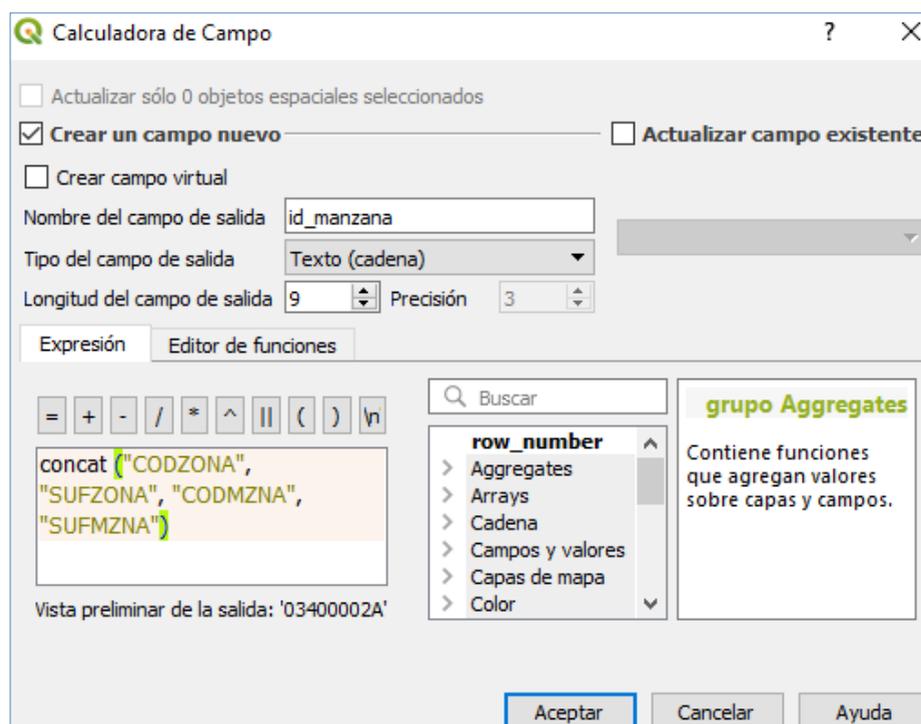


Figura 9. Creación del campo *id_manzana* y completado de sus valores.

Fuente: *Elaboración propia.*

En el cuadro 7 se muestra el campo agregado.

Cuadro 7. Atributos de las manzanas con el campo *id_manzana*.

COD DPTO	COD PROV	COD DIST	COD ZONA	SUF ZONA	COD MZNA	SUF MZNA	UBIGEO	DISTRITO	ID_MANZANA
07	01	06	034	00	002	A	070106	Ventanilla	03400002A
07	01	06	034	00	035	B	070106	Ventanilla	03400035B
07	01	06	034	00	032	C	070106	Ventanilla	03400032C
07	01	06	034	00	032	B	070106	Ventanilla	03400032B
07	01	06	034	00	032	A	070106	Ventanilla	03400032A
07	01	06	031	00	021	0	070106	Ventanilla	031000210
07	01	06	031	00	037	0	070106	Ventanilla	031000370
.
.
.
enésim o coddpto	enésim o codprov	enésim o coddist	enésimo codzona	enésim o sufzona	enésimo codmzna	enésimo sufmzna	enésimo ubigeo	enésimo distrito	enésimo enlace

Fuente: *Elaboración propia.*

Del cuadro anterior, se lee apoyado en el SIG libre que los registros gráficamente representan las manzanas censales y cada campo representa un código, del cual se detalla su significado:

- **CODDPTO.** - Es el campo que contiene el código que indica a qué departamento pertenecen las manzanas censales. En este caso el código 07 pertenece al departamento del Callo.
- **CODPROV.** - Es el campo que contiene el código que indica a qué provincia pertenecen las manzanas censales. En este caso el código 01 pertenece a la provincia del Callo.
- **CODDIST.** - Es el campo que contiene el código que indica a qué distrito pertenecen las manzanas censales. En este caso el código 06 pertenece al distrito de Ventanilla.

-
- **COD_ZONA, SUF_ZONA, COD_MZNA y SUF_MZNA.** - Estos campos se definieron en el apartado: “adecuación de los datos a una base de datos libre”.
 - **UBIGEO.** - Es el campo producto de la unión del CODDPTO, CODPROV y CODDIST, representa valores únicos y sirven como identificadores distritales.
 - **DISTRITO.** - Es el campo que contiene el nombre del distrito.
 - **ID_MANZANA.** - Es el campo producto de la concatenación del CODZONA, SUFZONA, CODMZNA y SUFMZNA, creada con el objeto de ser el campo llave que una los atributos de la capa MANZANAS con la tabla SERVICIOS BASICOS.

Seguidamente, se adiciona la tabla SERVICIOS BASICOS al SIG, estableciéndose una conexión con los siguientes parámetros:

- **Nombre:** POSTGRE – QGIS.
- **Puerto de conexión:** 5432.
- **Base de datos a conectarse con el SIG libre:** VENTANILLA.
- **Nombre de usuario:** postgres.
- **Contraseña:** tesis.

En la figura 10 se muestra la conexión y la tabla a adicionarse.

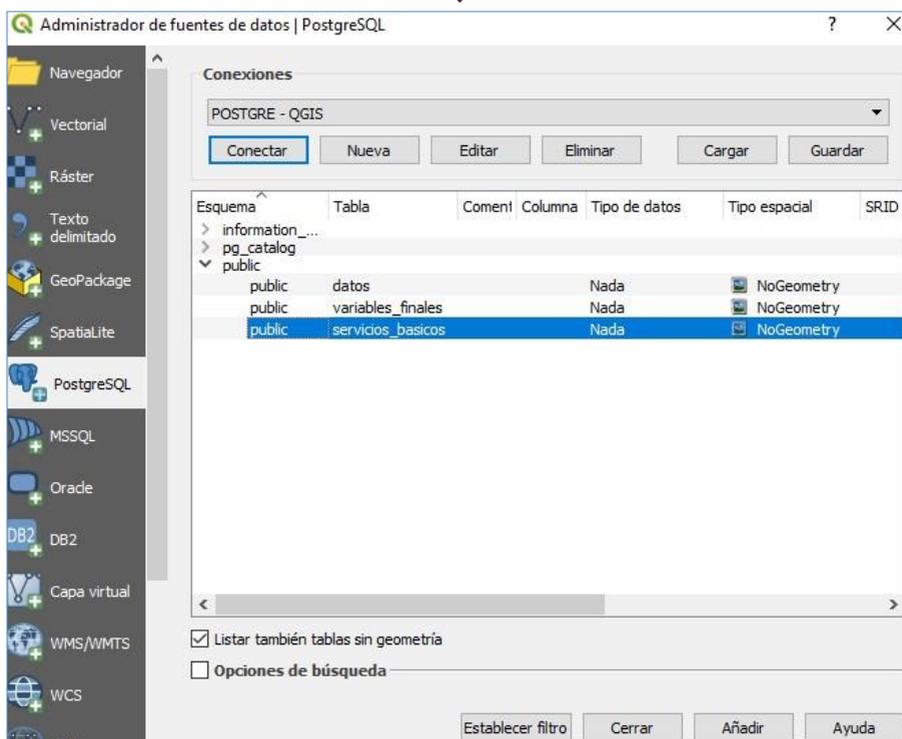
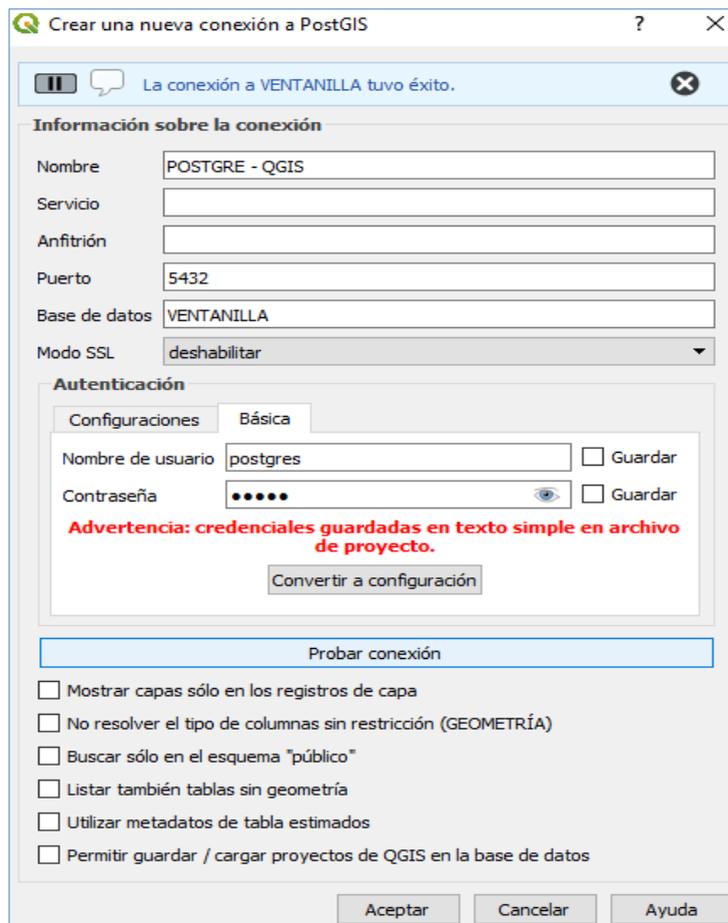
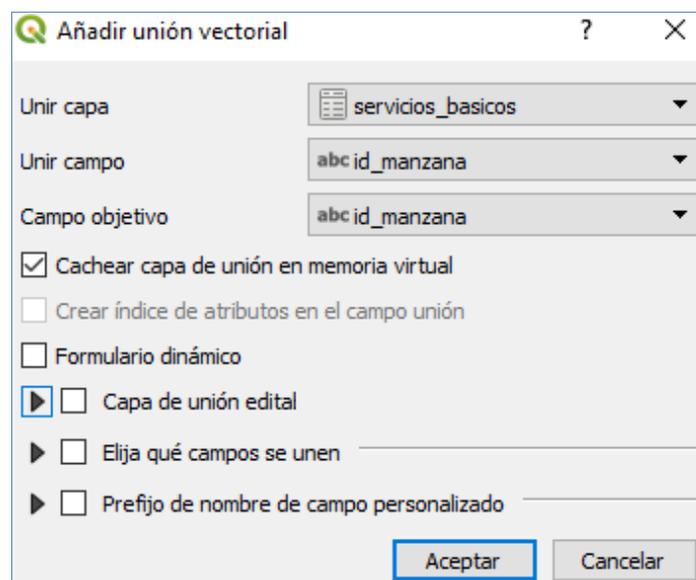


Figura 10. Conexión entre la base de datos y el SIG, y adición de la tabla Servicios Básicos.
Fuente: Elaboración propia.

Realizada la conexión y la adición de la tabla, se revisa en el SIG que la capa MANZANAS tiene en total 5620 registros (manzanas) y la tabla SERVICIOS BASICOS tiene 4400 registros (manzanas).

La diferencia en las cantidades de manzanas es 1220, esto porque la tabla cartográfica MANZANAS esta actualizada a fecha 06/09/2016, mientras la tabla SERVICIOS BASICOS no ha sido actualizada desde el 2007, habiendo entre estas dos fechas un aumento de manzanas en 1220, las cuales no están registradas en la tabla SERVICIOS BASICOS.

Al realizar la unión de tablas, a través de la columna en común “id_manzana”, los registros que tuvieron unión son en total 4016. En total no coinciden 384 registros en la capa MANZANAS, esto porque las manzanas entre el 2007 y el 2016 han sido editadas y modificadas en el fraccionado y fusionado, predominando el fusionado y por lo tanto dejando de existir 384 manzanas. Ver figura 11.



	id_manzana	servicios_basicos	servicios_basicos_red_publica_agua	servicios_basicos_red_publica_alcantarillado	servicios_basicos_total_viviendas
1597	07901059B	NULL	NULL	NULL	
1598	07901060A	NULL	NULL	NULL	
1599	07901067D	NULL	NULL	NULL	
1600	079010640	NULL	NULL	NULL	
1601	07901064A	NULL	NULL	NULL	
1602	079010710	NULL	NULL	NULL	
1603	07902011A	NULL	NULL	NULL	
1604	079020100	NULL	NULL	NULL	
1605	01800041A	999	0	0	
1606	018000410	998	10	7	
1607	01800040A	997	2	2	
1608	018000400	996	3	2	
1609	018000390	995	8	8	
1610	01800037D	994	11	9	
1611	01800037C	993	9	9	

Figura 11. Unión de la tabla Servicios Básicos y la capa Manzanas.
Fuente: Elaboración propia.

4.2.2 Creación de las capas puntuales

Realizada la unión, se crea la capa SERVICIOS BASICOS DE VENTANILLA solo con los registros coincidentes (4016). En dicha capa creada se duplicaron los campos de servicios y el total de viviendas de forma que contengan los nombres apropiados, luego se eliminaron los primeros campos duplicados (servicios) y se agregan dos nuevos campos, indicando el porcentaje de la red pública de agua y el porcentaje de la red pública de alcantarillado. Ver figura 12. Los campos agregados fueron:

- **Porcentaje de agua.** - el campo a crear debe ser un numero entero con dos decimales, y el nombre debe ser “porc_agua”, siendo el resultado de la expresión en SQL: “**porc_agua = red_p_agua*100/ total_vivi**”.
- **Porcentaje de alcantarillado.** - el campo a crear debe ser un numero entero con dos decimales, y el nombre debe ser “porc_alcantarillado”, siendo resultado de la expresión SQL: “**porc_alcan = red_p_alca*100/total_vivi**”.

A

manzanas :: Objetos totales: 5620, Filtrados: 5620, Seleccionados: 4016

O	DISTRITO	id_manzana	icios_basicos	rvicios_basicos_red_publica_agu
1598	VENTANILLA	058010420	NULL	NULL
1599	VENTANILLA	058010410	NULL	NULL
1600	VENTANILLA	058010400	NULL	NULL
1601	VENTANILLA	062020210	NULL	NULL
1602	VENTANILLA	059000100	NULL	NULL
1603	VENTANILLA	058010250	NULL	NULL
1604	VENTANILLA	058010260	NULL	NULL
1605	VENTANILLA	01800041A	999	0
1606	VENTANILLA	018000410	998	10
1607	VENTANILLA	01800040A	997	2
1608	VENTANILLA	018000400	996	3
1609	VENTANILLA	018000390	995	8
1610	VENTANILLA	01800037D	994	11
1611	VENTANILLA	01800037C	993	9
1612	VENTANILLA	01800037B	992	6
1613	VENTANILLA	01800035C	991	10

B

Guardar capa vectorial como...

Formato: Archivo shape de ESRI

Nombre de archivo: ADOS\servicios_basicos_ventanilla.shp

Nombre de la capa:

SRC: EPSG:4326 - WGS 84

Codificación: UTF-8

Guardar sólo los objetos espaciales seleccionados

Añadir archivo guardado al mapa

► Seleccione campos a exportar y sus opciones de export

► Geometría

Aceptar Cancelar Ayuda

C

servicios_basicos_ventanilla :: Objetos totales: 4016, Filtrados: 4016, Seleccionados: 0

UBIGEO	DISTRITO	id_manzana	servicios_	servicio_1	servicio_2	servicio_3	
1	070106	VENTANILLA	04300036A	2,113	79	78	174
2	070106	VENTANILLA	044000010	2,130	0	0	85
3	070106	VENTANILLA	040000380	1,918	0	0	76
4	070106	VENTANILLA	031000260	1,302	53	54	73
5	070106	VENTANILLA	032000160	1,346	62	50	71
6	070106	VENTANILLA	03800001X	1,717	6	16	70
7	070106	VENTANILLA	037000540	1,702	58	58	69
8	070106	VENTANILLA	073010170	3,744	1	1	67
9	070106	VENTANILLA	035000050	1,549	56	54	64
10	070106	VENTANILLA	031000320	1,304	53	53	62
11	070106	VENTANILLA	040000350	1,915	0	3	61
12	070106	VENTANILLA	040000510	1,930	0	1	60
13	070106	VENTANILLA	031000140	1,294	36	36	59
14	070106	VENTANILLA	03200057B	1,393	11	11	58
15	070106	VENTANILLA	040000060	1,859	3	1	57
16	070106	VENTANILLA	01200018D	617	0	0	57
17	070106	VENTANILLA	040000500	1,929	1	0	57
18	070106	VENTANILLA	037000060	1,669	44	44	55
19	070106	VENTANILLA	047000040	2,319	12	19	55
20	070106	VENTANILLA	032000400	1,372	45	44	54

D

	SUFMZNA	UBIGEO	DISTRITO	id_manzana	red_p_agua	red_p_alca	total_vivi
1	A	070106	VENTANILLA	04300036A	79	78	174
2	0	070106	VENTANILLA	044000010	0	0	85
3	0	070106	VENTANILLA	040000380	0	0	76
4	0	070106	VENTANILLA	031000260	53	54	73
5	0	070106	VENTANILLA	032000160	62	50	71
6	X	070106	VENTANILLA	03800001X	6	16	70
7	0	070106	VENTANILLA	037000540	58	58	69
8	0	070106	VENTANILLA	073010170	1	1	67
9	0	070106	VENTANILLA	035000050	56	54	64
10	0	070106	VENTANILLA	031000320	53	53	62
11	0	070106	VENTANILLA	040000350	0	3	61
12	0	070106	VENTANILLA	040000510	0	1	60
13	0	070106	VENTANILLA	031000140	36	36	59
14	B	070106	VENTANILLA	03200057B	11	11	58
15	0	070106	VENTANILLA	040000060	3	1	57

Calculadora de campos

Actualizar sólo 0 objetos espaciales seleccionados

Crear un campo nuevo Actualizar campo existente

Crear campo virtual

Nombre del campo de salida:

Tipo del campo de salida:

Longitud del campo de salida: Precisión:

Expresión:

Vista preliminar de la salida: 64.58333333333333

E

Calculadora de campos

Actualizar sólo 0 objetos espaciales seleccionados

Crear un campo nuevo Actualizar campo existente

Crear campo virtual

Nombre del campo de salida:

Tipo del campo de salida:

Longitud del campo de salida: Precisión:

Expresión:

Vista preliminar de la salida: 64.58333333333333

	DISTRITO	id_manzana	red_p_agua	red_p_alca	total_vivi	porc_agua	porc_alcan
1	ENTANILLA	04300036A	79	78	174	45.40	44.83
2	ENTANILLA	044000010	0	0	85	0.00	0.00
3	ENTANILLA	040000380	0	0	76	0.00	0.00
4	ENTANILLA	031000260	53	54	73	72.60	73.97
5	ENTANILLA	032000160	62	50	71	87.32	70.42
6	ENTANILLA	03800001X	6	16	70	8.57	22.86
7	ENTANILLA	037000540	58	58	69	84.06	84.06
8	ENTANILLA	073010170	1	1	67	1.49	1.49
9	ENTANILLA	035000050	56	54	64	87.50	84.38
10	ENTANILLA	031000320	53	53	62	85.48	85.48
11	ENTANILLA	040000350	0	3	61	0.00	4.92
12	ENTANILLA	040000510	0	1	60	0.00	1.67
13	ENTANILLA	031000140	36	36	59	61.02	61.02
14	ENTANILLA	03200057B	11	11	58	18.97	18.97
15	ENTANILLA	01200018D	0	0	57	0.00	0.00

Figura 12. Creación de la capa Servicios Básicos Ventanilla, con sus campos de porcentajes de agua y alcantarillado.

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 8 se aprecia la tabla de atributos de la capa SERVICIOS BASICOS DE VENTANILLA, resultado de la unión entre la base de datos libre con el SIG libre, a la vez se muestran los campos modificados.

Cuadro 8. *Unión entre los atributos de las manzanas censales y la base de datos estadística, y la adición de los campos de porcentaje.*

Distrito	id_manzana	Red pública de agua	Red pública de alcantarillado	Total de viviendas	Porcentaje de agua	Porcentaje de alcantarillado
Ventanilla	001000010	0	0	5	0.00	0.00
Ventanilla	001000020	0	0	20	0.00	0.00
Ventanilla	001000030	1	0	19	5.26	0.00
Ventanilla	001000040	0	0	13	0.00	0.00
Ventanilla	001000050	0	1	13	0.00	7.69
Ventanilla	001000060	0	0	12	0.00	0.00
Ventanilla	001000070	0	1	9	0.00	11.11
.
.
.
ventanilla	enésimo id_manzana	enésimo red pública de agua	enésimo red pública de alcantarillado	enésimo total de viviendas	enésimo porcentaje de agua	enésimo porcentaje de alcantarillado

Fuente: *Elaboración propia.*

A partir de la capa SERVICIOS BASICOS DE VENTANILLA, cuya representación gráfica es poligonal, se realizó su conversión a puntos centroidales, localizándose los puntos al centroide de los polígonos. Finalizado el proceso se generan dos capas de puntos: “red pública de agua” y “red pública de alcantarillado”. Ver figura 13.

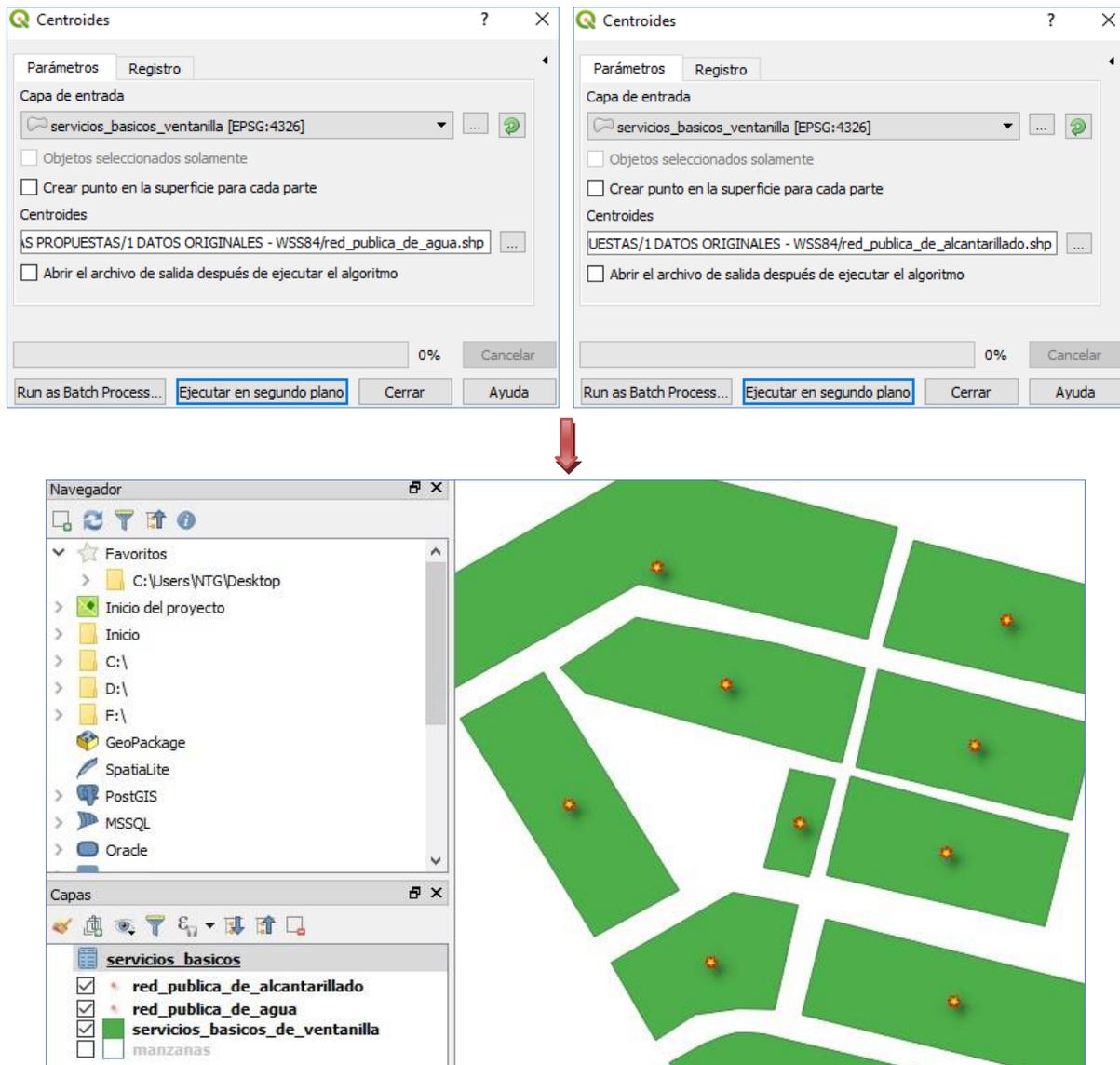


Figura 13. Creación de las capas red pública de agua y red pública de alcantarillado.
Fuente: Elaboración propia.

Ahora bien, a las capas resultantes, se les agrego las capas:

- **Texto.** – Capa lineal que contiene el nombre de los núcleos urbanos.
- **Ejes viales.** - Capa lineal que contiene la red de vías, las cuales están categorizadas en: Avenida, Calle, Carretera, Jirón, Pasaje, entre otros.
- **Líneas auxiliares.** - Capa lineal que contiene las losas deportivas y el estadio.
- **Áreas verdes.** - Capa poligonal que contiene parques y bermas.
- **Océano.** - Capa poligonal que contiene los límites del océano pacífico.

- **Hidrografía.** – Capa poligonal que contiene los límites del río Chillón.
- **Distrito de Ventanilla.** – Capa poligonal que contiene el límite distrital.

A todas las capas mencionadas y a las capas: manzanas, red pública de agua y red pública de alcantarillado, se les transformo su referencia espacial de WGS 84 a WGS84 UTM 18S¹². Ver figura 14 a manera de ejemplo.

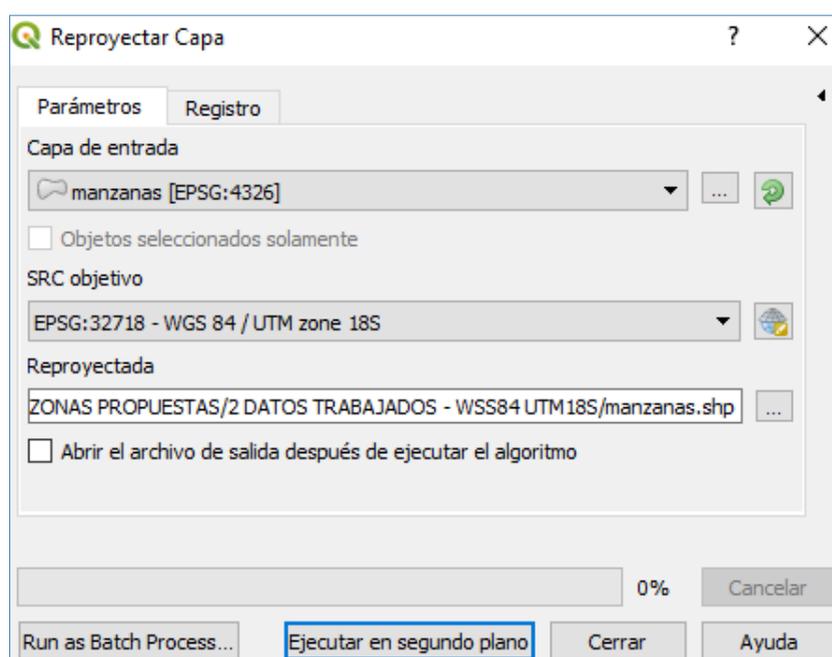


Figura 14. Transformación de coordenadas de las capas.

Fuente: Elaboración propia.

4.2.3 Edición y composición de los planos

Al revisar las capas cartográficas proporcionadas por el INEI, se observó muchos errores en la edición, teniéndose por lo tanto que hacer varias correcciones, para ello se usó como base el mosaico de imágenes proporcionado por el INEI. Ver cuadro 9.

¹²WGS 84 UTM 18S: Es un sistema de coordenadas proyectadas, por sus siglas significa Universal Transversal de Mercator (UTM) y corresponde a la zona 18 Sur, proviene del elipsoide de referencia World Geodetic System (WGS) - 84, y representa el mundo en un plano con coordenadas métricas.

Cuadro 9. *Funciones de las herramientas de edición usadas.*

Icono	Función
	Remodelador: Sirvió para cambiar la forma de las manzanas (A), ejes viales (B), áreas verdes (C), océano (D), hidrografía (E) y distrito de Ventanilla (F).
	Mover polígono: Sirvió para cambiar de posición las manzanas (G) y las áreas verdes (H), para su posterior remodelado.
	Mover polilínea: Sirvió para cambiar de posición los ejes viales (I), para su posterior remodelado.
	Vértices: Sirvió para eliminar y mover, los vértices de los ejes viales (J); así mismo, sirvió para mover los vértices de las líneas de las losas deportivas (K).
	Dividir: Sirvió para separar un elemento en varios elementos, respecto a las áreas verdes (L).
	Unir: Sirvió para combinar varios elementos y devolverme uno respecto a las áreas verdes (LL) y las losas deportivas.
	Círculo: Sirvió para dibujar los círculos que están dentro de los parques - áreas verdes (M) y las losas deportivas (N).
	Copiar y pegar: Sirvió para copiar y pegar las manzanas respectivamente, hacia las áreas verdes (Ñ). Se uso solo cuando las áreas verdes tienen la misma forma que las manzanas.
	Rotar: Sirvió para girar las losas deportivas (O).
	Copiar y mover polilíneas: Sirvió para copiar y mover las losas deportivas (P).
	Rectángulo: Sirvió para dibujar las zonas propuestas (Q) y los rectángulos de las losas deportivas (R).
	Copiar y mover polígonos: Sirvió para copiar y mover las zonas propuestas (S).

Fuente: *Elaboración propia.*

Al cuadro 9 se le asocia la figura 15, donde se muestran las herramientas usadas.

Manzanas (A)



Ejes viales (B)



Áreas verdes (C)



Océano (D)



Hidrografía (E)



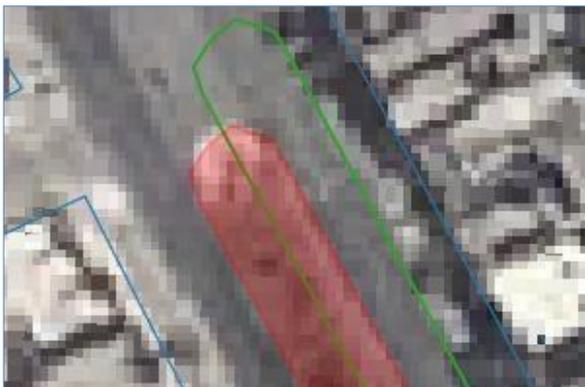
Distrito de Ventanilla (F)



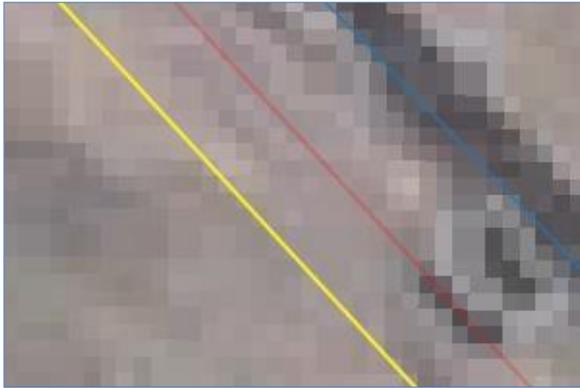
Manzanas (G)



Áreas verdes (H)



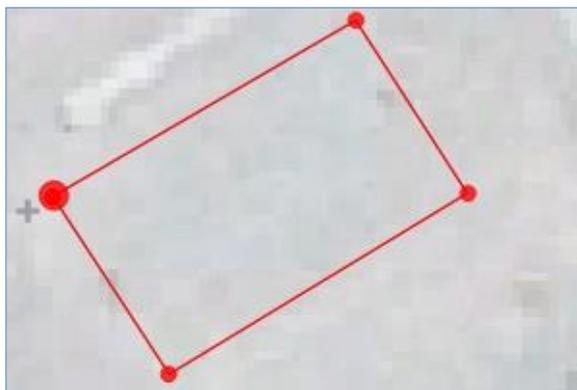
Ejes viales (I)



Ejes viales (J)



Lozas deportivas (K)



Áreas verdes (L)



Áreas verdes (LL)

Combinar atributos de objetos

r	UBIGEO	IDCCPP	NOMCCPP	DIS
Id	Objeto espacial	Objeto espacial	Objeto espacial	Objeto
-56	070106	701060001	VENTANILLA	VENTA
-55	070106	701060001	VENTANILLA	VENTA
-54	070106	701060001	VENTANILLA	VENTA
-53	070106	701060001	VENTANILLA	VENTA
-57	070106	701060001	VENTANILLA	VENTA
Combinar	070106	701060001	VENTANILLA	VENTA

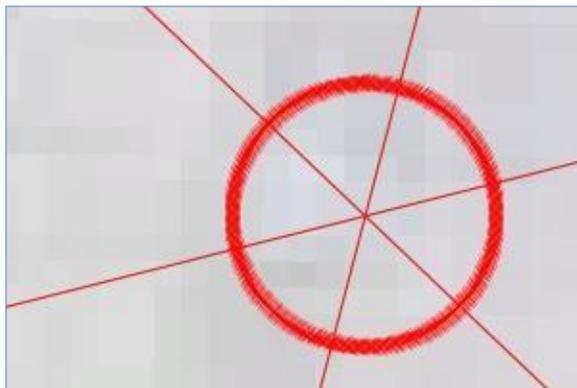
Tomar atributos del objeto espacial seleccionado
 Omitir todos los campos
 Eliminar objeto espacial de la selección

Aceptar

Áreas verdes (M)



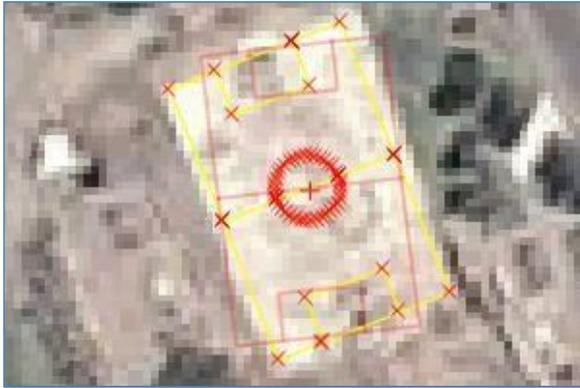
Lozas deportivas (N)



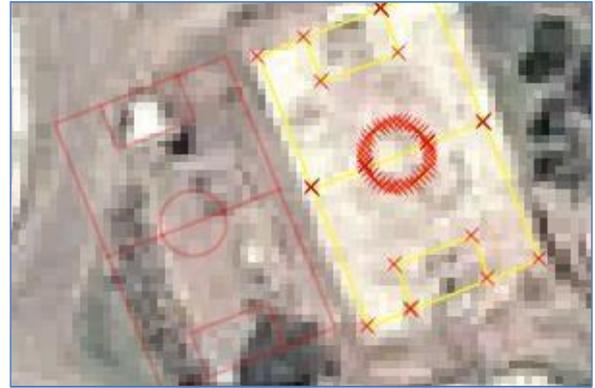
Áreas verdes (Ñ)



Lozas deportivas (O)



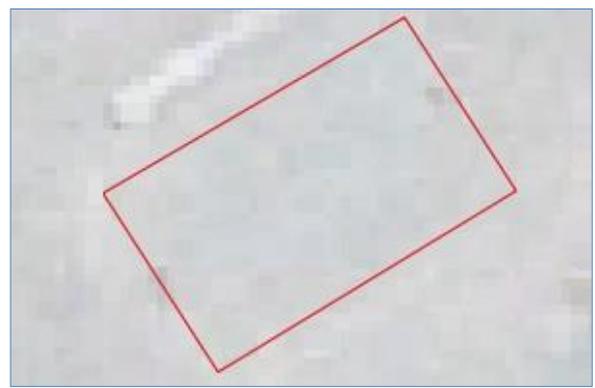
Lozas deportivas (P)



Zonas propuestas (Q)



Lozas deportivas (R)



Zonas propuestas (S)

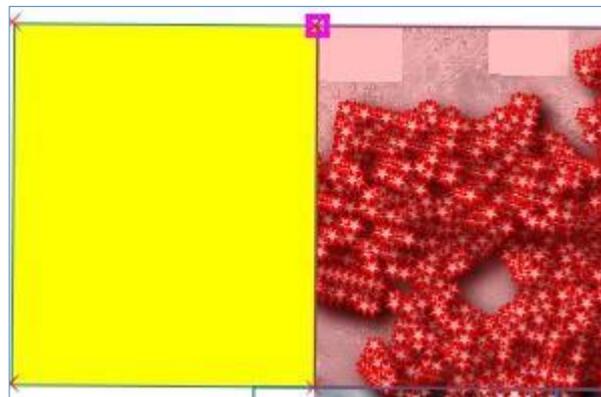
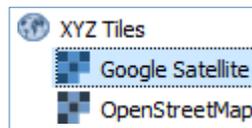


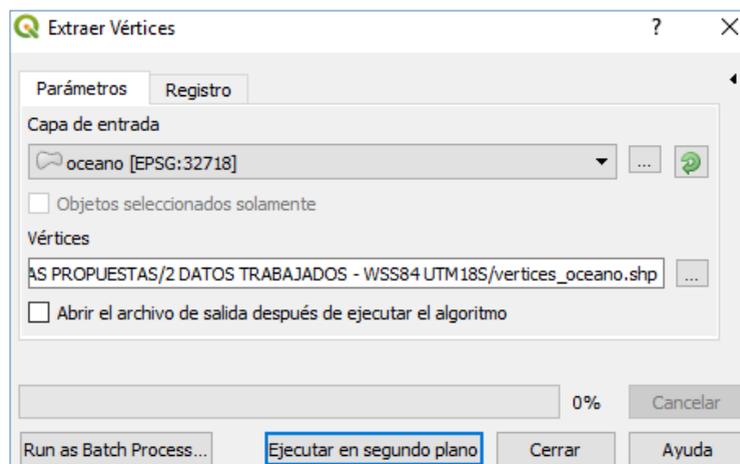
Figura 15. Imágenes de las herramientas de edición usadas.
Fuente: *Elaboración propia.*

Precisiones:

- a. Para las superficies donde el mosaico no cubría la información necesitada para continuar con los dibujos, se agregaron las imágenes satelitales de Google Maps¹³ para continuar con los mismos:

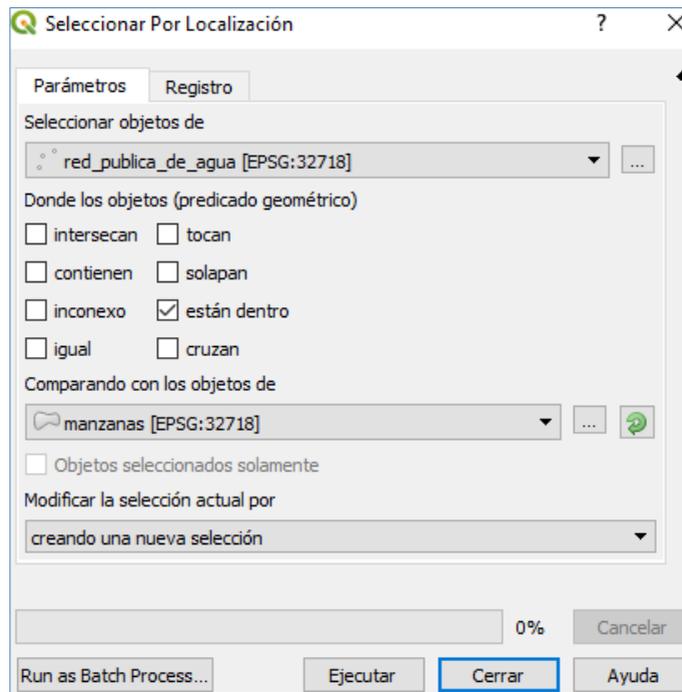


- b. Para la remodelación de la capa distrito de Ventanilla, se convirtió la capa océano a vértices, de forma que, al dibujar el distrito de Ventanilla, la parte que colinda entre ambas capas siga los vértices de capa océano:



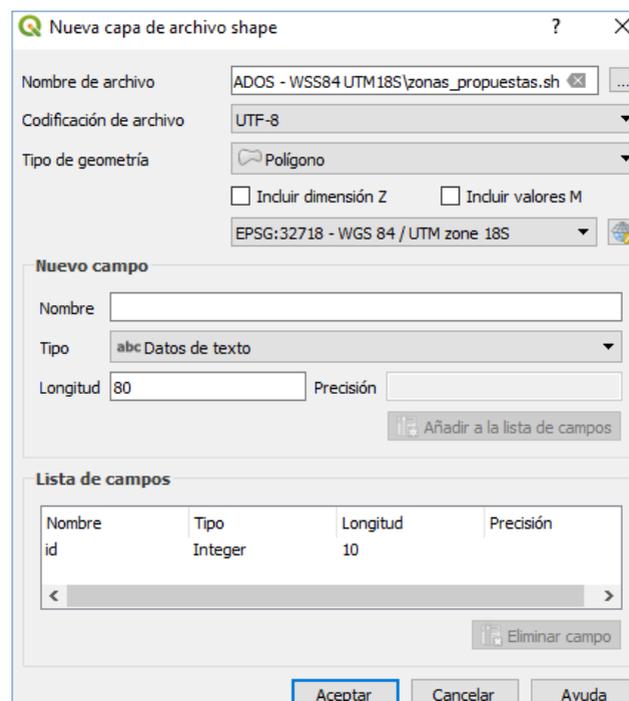
- c. Se verificó que todos los puntos de la red pública de agua y alcantarillado, estuviesen dentro de las manzanas remodeladas:

¹³ Google Maps: Es una aplicación y sitio web que permite a los usuarios desplazarse por los mapas de todo el mundo e ir ampliando las zonas de interés para apreciar fotos satelitales de gran calidad, mapas con calles y rutas, entre otros. (Headways Media, 2016).

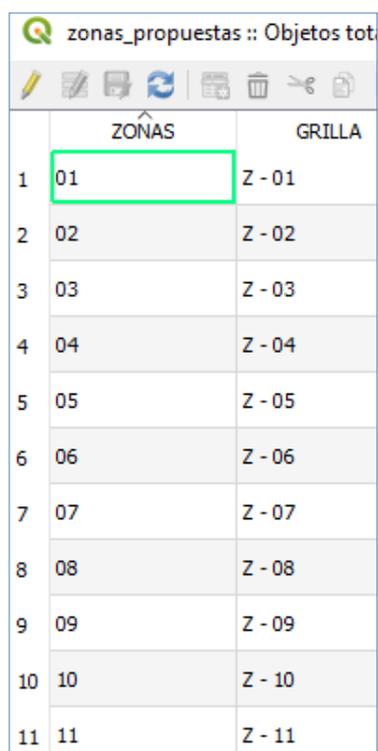


Realizado el proceso, muchos puntos no quedaron dentro de las manzanas, por lo tanto, se cambió su ubicación de forma que se sitúen dentro de las manzanas. Se empleó la herramienta de edición Mover punto ().

d. Se creó la capa poligonal zonas propuestas:



Llegándose a dibujar 11 zonas y completándose su tabla de atributos:



	ZONAS	GRILLA
1	01	Z - 01
2	02	Z - 02
3	03	Z - 03
4	04	Z - 04
5	05	Z - 05
6	06	Z - 06
7	07	Z - 07
8	08	Z - 08
9	09	Z - 09
10	10	Z - 10
11	11	Z - 11

Según lo trabajado, los errores corregidos representan aproximadamente un 50% de la información entregada por el INEI. Para los atributos de las capas “red pública de agua” y “red pública de alcantarillado”, se agregaron los campos de abast_agua (abastecimiento de agua) y zonas, para el primero; para el segundo se agregaron los campos red_alcant (red de alcantarillado) y zonas.

Tanto las capas “red pública de agua” y “red pública de alcantarillado” se zonificaron espacialmente y se categorizaron en sus atributos siguiendo 3 rangos:

- Sin abastecimiento o sin alcantarillado: 0%.
- Abastecimiento parcial o alcantarillado parcial: 1 - 99%.
- Abastecimiento total o alcantarillado total: 100%.

Ver cuadro 10 y cuadro 11.

Cuadro 10. Atributos completados para la capa red pública de agua.

Distrito	id_manzana	Red pública de agua	Porcentaje de agua	Total de viviendas	Abastecimiento de agua	Zonas
Ventanilla	31000210	31	64.58	48	Abastecimiento parcial: 1-99%	6
Ventanilla	31000370	19	73.08	26	Abastecimiento parcial: 1-99%	6
Ventanilla	31000540	38	80.85	47	Abastecimiento parcial: 1-99%	6
Ventanilla	31000570	1	11.11	9	Abastecimiento parcial: 1-99%	6
Ventanilla	30000430	0	0	16	Sin abastecimiento: 0%	5
Ventanilla	31000410	24	80	30	Abastecimiento parcial: 1-99%	6
Ventanilla	31000450	21	87.5	24	Abastecimiento parcial: 1-99%	6
.
.
.
Ventanilla	enésimo id_manzana	enésimo red pública de agua	enésimo porcentaje de agua	enésimo total de viviendas	enésimo red de abastecimiento	enésimo zonas

Fuente: *Elaboración propia.***Cuadro 11. Atributos completados para la capa red pública de alcantarillado.**

Distrito	id_manzana	Red pública de alcantarillado	Porcentaje de alcantarillado	Total de viviendas	Red de alcantarillado	Zonas
Ventanilla	31000210	31	64.58	48	Alcantarillado parcial: 1-99%	6
Ventanilla	31000370	19	73.08	26	Alcantarillado parcial: 1-99%	6
Ventanilla	31000540	38	80.85	47	Alcantarillado parcial: 1-99%	6
Ventanilla	31000570	3	33.33	9	Alcantarillado parcial: 1-99%	6
Ventanilla	30000430	8	50	16	Alcantarillado parcial: 1-99%	5
Ventanilla	31000410	24	80	30	Alcantarillado parcial: 1-99%	6
Ventanilla	31000450	21	87.5	24	Alcantarillado parcial: 1-99%	6
.
.
.
Ventanilla	enésimo id_manzana	enésimo red pública de alcantarillado	enésimo porcentaje de alcantarillado	enésimo total de viviendas	enésimo red de alcantarillado	enésimo zonas

Fuente: *Elaboración propia.*

Terminada la edición, se simbolizó y etiquetó las capas de la forma más estética posible, como se muestra en la figura 16.

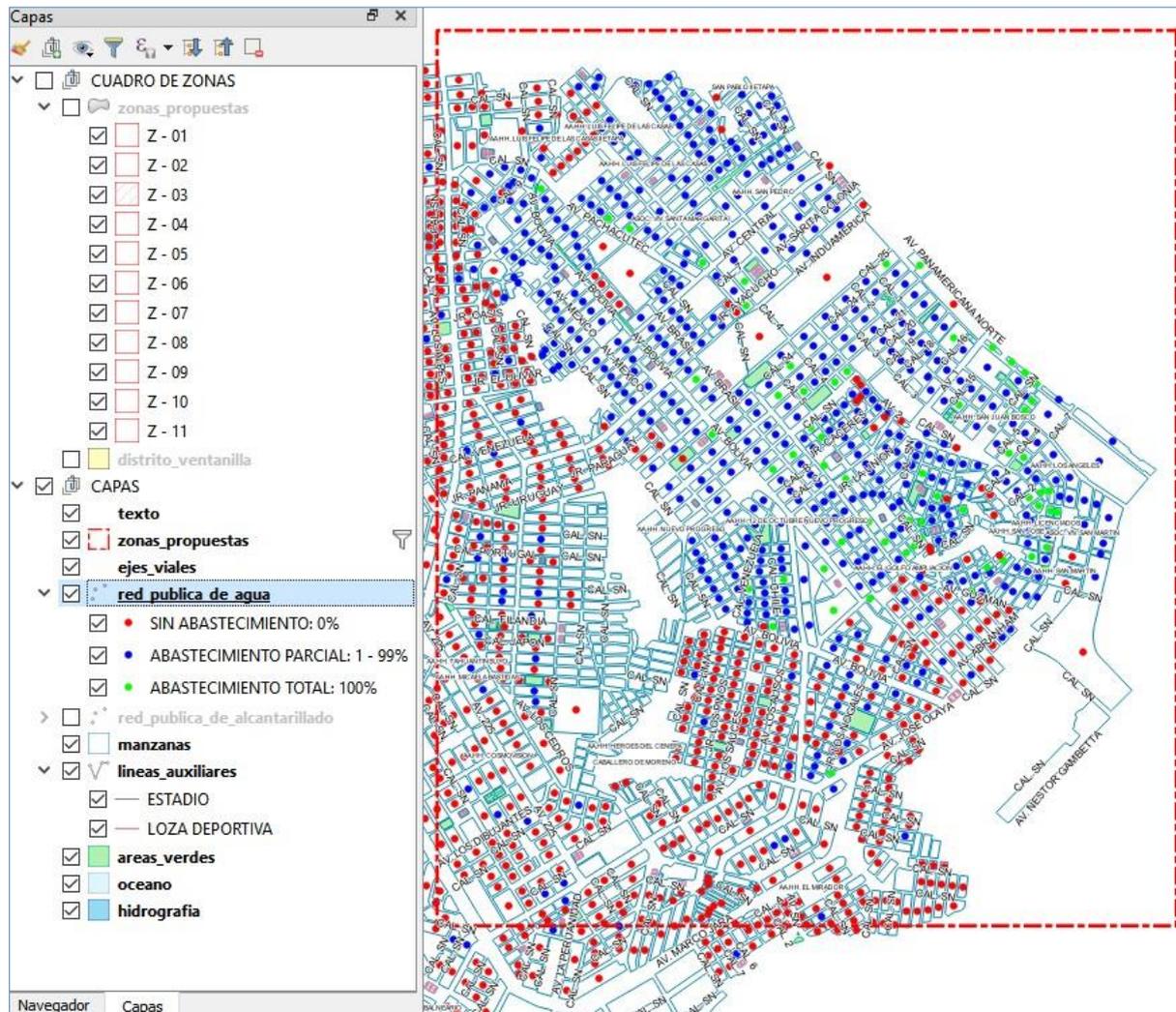


Figura 16. Capas simbolizadas y etiquetadas.
Fuente: Elaboración propia.

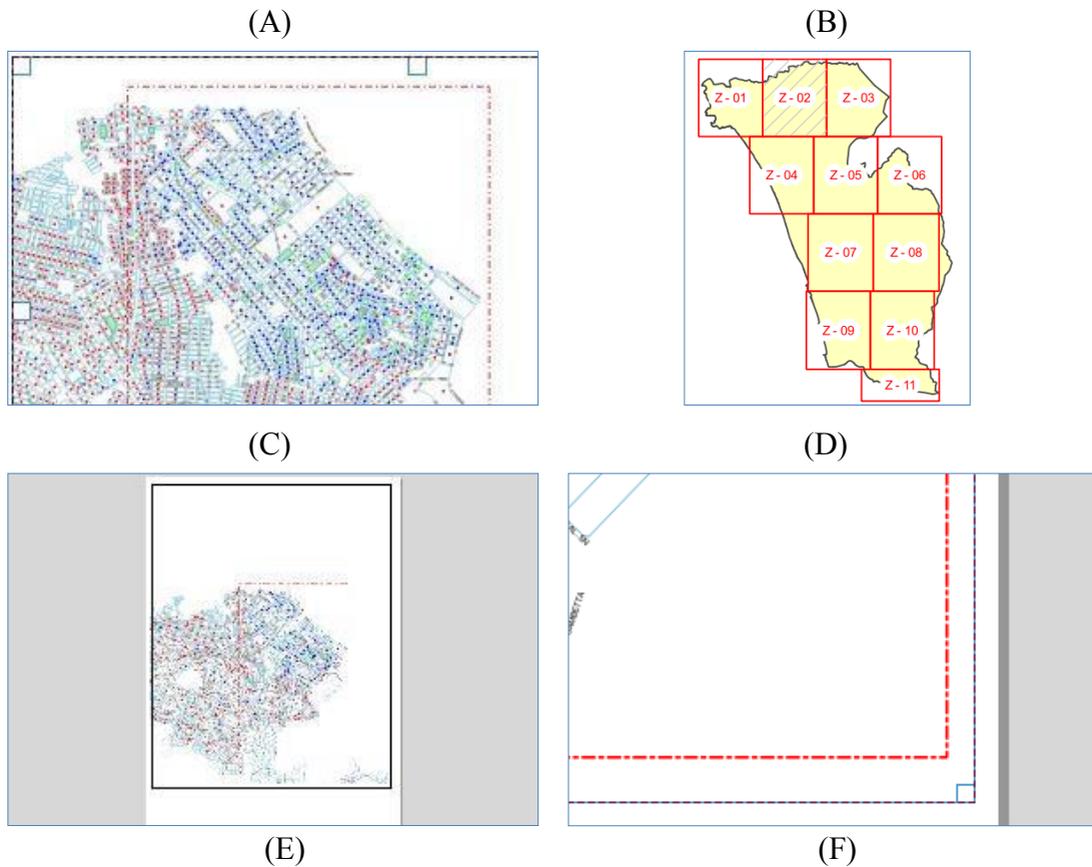
A partir de la cartografía que fue corregida, simbolizada y etiquetada, se diseñaron 22 planos imprimibles para todo el distrito, empleándose para ello diversas herramientas. Ver cuadro 12.

Cuadro 12. *Funciones de las herramientas de composición de mapa usadas.*

Icono	Función
	Añadir mapa: Sirvió para insertar las capas que estarán presentes en el mapa (A), y el mapa de ubicación (B).
	Mover mapa: Sirvió para mover en bloque el contenido del mapa (C).
	Seleccionar mapa: Sirvió para seleccionar y redimensionar el área que comprende el mapa (D).
	Añadir imagen y añadir texto: Sirvió para insertar respectivamente, las imágenes para el logo y la flecha norte (E), y los textos (F).
	Añadir forma: Sirvió para insertar rectángulos en forma de gráfico (G).
	Leyenda: Sirvió para insertar la leyenda (H).
	Escala: Sirvió para insertar la barra de escala (I).
	Zoom completo: Sirvió para ver toda la hoja (J).

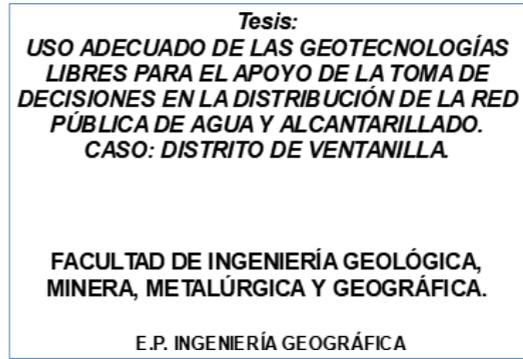
Fuente: *Elaboración propia.*

Al cuadro 12 se le asocia la figura 17, donde se muestran las imágenes del uso de las herramientas para la composición del mapa que se usaron.





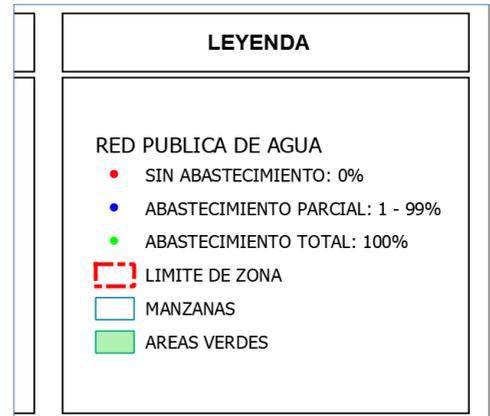
(G)



(H)



(I)



(J)

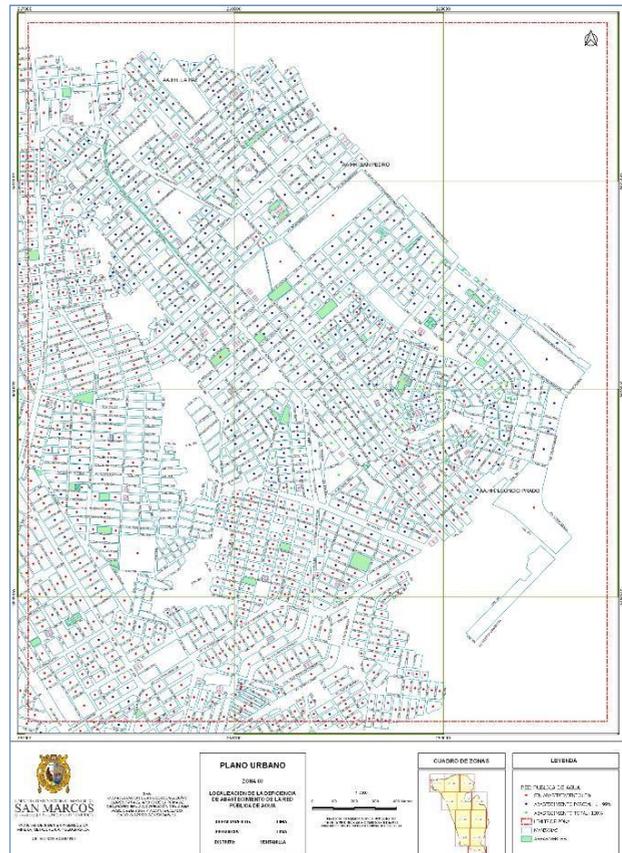
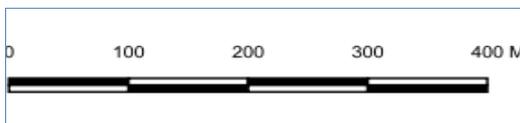
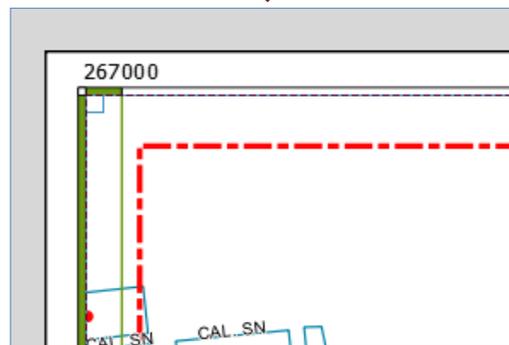
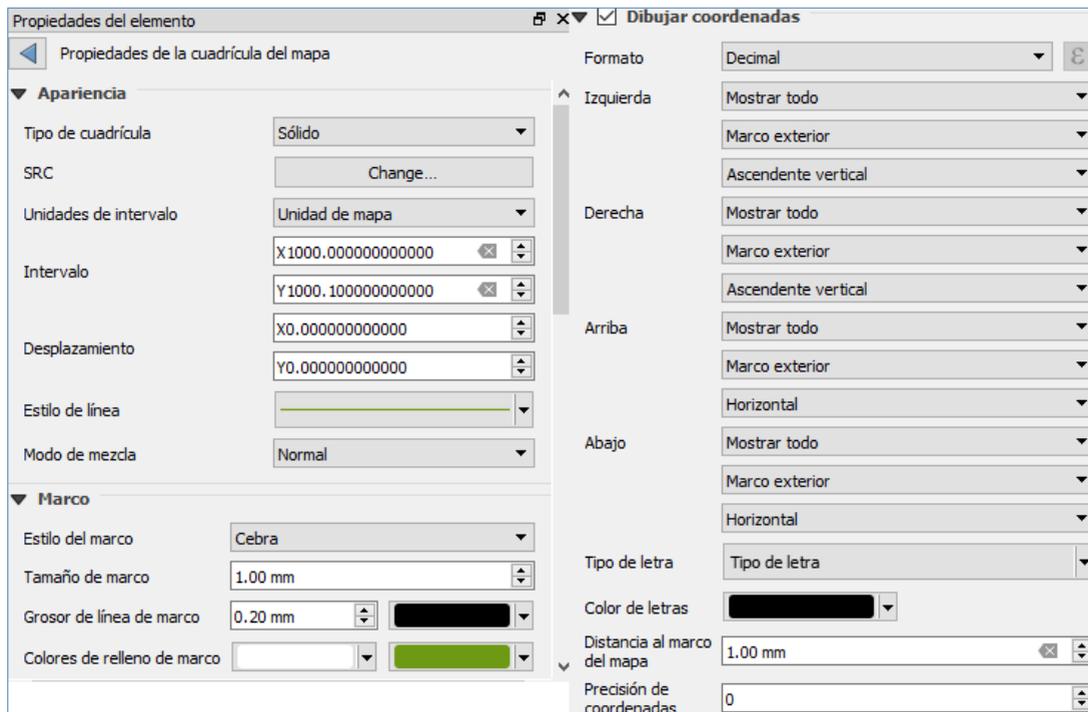


Figura 17. Imágenes de las herramientas para la composición de mapa usadas.

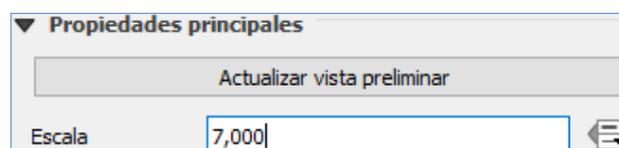
Fuente: Elaboración propia.

Precisiones:

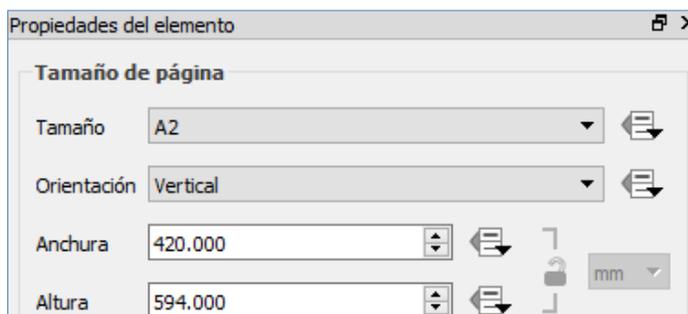
- a. Para insertar la grilla de coordenadas, se hizo uso del siguiente panel:



- b. Para insertar la escala 1:7000 al mapa, se hizo uso del siguiente panel:



-
- c. Para insertar el tamaño de la hoja a A2 con orientación vertical, se hizo uso del siguiente panel:



4.3 Implementación de la base de datos espacial

Cabe precisar, que crear una base de datos espacial no es lo mismo que crear una base de datos, la primera tiene la capacidad de contener elementos geográficos con un sistema de coordenadas dado, mientras la segunda no.

La base de datos a crearse será VENTANILLA CAPAS y tendrá las funcionalidades espaciales de toda entidad vectorial. Para ello se ejecuta sobre la base de datos la expresión SQL: create extension postgis, convirtiendo la base de datos VENTANILLA CAPAS en una base de datos espacial.

Al mostrar el árbol de objetos de VENTANILLA CAPAS, se observa dentro del mismo, un nodo denominado "tablas" y otro denominado "vistas".

4.3.1 Tablas

Contiene un listado de todas las tablas espaciales. Por defecto se crea la tabla "spatial_ref_sys", la cual contiene los sistemas de referencia espacial conocidos en el mundo. Son identificados por un código, por ejemplo, el 32718 corresponde al sistema de coordenadas proyectadas: WGS 84 UTM 18S, en el cuadro 13 se aprecia el contenido de la tabla "spatial_ref_sys".

Cuadro 13. Listado de los sistemas de coordenadas geográficas y proyectadas en la base de datos espacial.

Identificador del sistema de referencia	Nombre del autor	Código del autor	Nombre de los sistemas de referencia
2000	EPSG ¹⁴	2000	PROJCS[Anguilla 1957 / British West Indies Grid",GEOGCS["Anguilla 1957",DATUM["Anguilla_1957"
2001	EPSG	2001	PROJCS[Antigua 1943 / British West Indies Grid",GEOGCS["Antigua 1943",DATUM["Antigua_1943"
2002	EPSG	2002	PROJCS[Dominica 1945 / British West Indies Grid",GEOGCS["Dominica 1945",DATUM["Dominica_1945"
2003	EPSG	2003	PROJCS[Grenada 1953 / British West Indies Grid",GEOGCS["Grenada 1953",DATUM["Grenada_1953"
2004	EPSG	2004	PROJCS[Montserrat 1958 / British West Indies Grid",GEOGCS["Montserrat 1958",DATUM["Montserrat_1958"
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
32718	EPSG	32718	PROJCS["WGS 84 / UTM zone 18S",GEOGCS["WGS 84",DATUM["WGS_1984"
32719	EPSG	32719	PROJCS["WGS 84 / UTM zone 19S",GEOGCS["WGS 84",DATUM["WGS_1984"
32720	EPSG	32720	PROJCS["WGS 84 / UTM zone 20S",GEOGCS["WGS 84",DATUM["WGS_1984"

Fuente: Adaptado por el autor.

4.3.2 Vistas

Contiene cuatro vistas, que son: geography_columns, geometry_columns, raster_columns y raster_overviews. Para la investigación es de interés la segunda vista.

¹⁴ EPSG: Son códigos numéricos asociados con las definiciones de los sistemas de coordenadas. (MapServer, 2018).

La vista de “geometry_columns”, contiene el tipo de geometría y el sistema de referencia espacial de las tablas almacenadas en la base de datos espacial. La vista se actualiza automáticamente al adicionarse más tablas.

El cuadro 14 es ilustrativo, porque todavía no se ha migrado la información SIG a la base de datos espacial y por lo tanto no se debería ver todavía ningún elemento en la vista.

Cuadro 14. *Vista de las columnas de geometría en la base de datos espacial.*

Base de datos espacial	Esquema de la tabla	Nombre de la tabla	Columna de geometría	Dimensión de las coordenadas	Identificador del sistema de referencia	Tipo
Ventanilla Capas	Público	Red pública de agua	geom	2	4326	Point
Ventanilla Capas	Público	Red pública de alcantarillado	geom	2	4326	Point

Fuente: *Adaptado por el autor.*

4.3.3 Migrar la información SIG a la base de datos espacial

Creada la base de datos espacial libre, se estableció una conexión con el SIG libre, con el objeto de importar y almacenar las capas geográficas elaboradas en el SIG: red pública de agua y red pública de alcantarillado, hacia la base de datos espacial.

Para realizar el proceso, se usó la herramienta geotecnológica libre pgShapeLoader y se prestó especial atención en proporcionar el correcto SRID; para el caso de las capas importadas, el identificador es 32718. Ver figura 18.

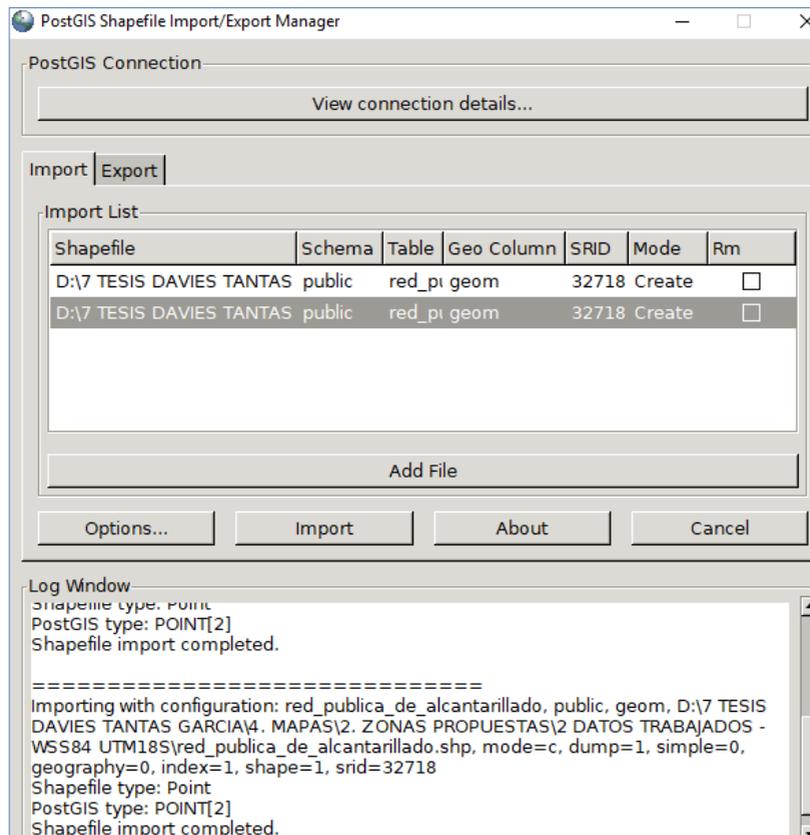


Figura 18. *Importación de las capas red pública de agua y alcantarillado a la base de datos espacial Ventanilla Capas.*

Fuente: *Elaboración propia.*

Ahora, desde la base de datos espacial, se puede visualizar el contenido de las tablas: red pública de agua y red pública de alcantarillado. Al revisar una de ellas, como se aprecia en el cuadro 15, se observa una importante columna, la columna “geom”, donde se almacenan las coordenadas de cada registro (elemento geográfico).

Cuadro 15. Red pública de agua contenida en la base de datos espacial Ventanilla Capas.

Manzana	Distrito	Id_manzana	Red pública de agua	Porcentaje de agua	Total de viviendas	Abastecimiento de agua	Zonas	Geom
1	Ventanilla	031000210	31	64.58	48	Abastecimiento parcial: 1 – 99%	06	0101000020C E7F00002A0C A99AF36F104 194C958C1A D916041
2	Ventanilla	031000370	19	73.08	26	Abastecimiento parcial: 1 – 99%	06	0101000020C E7F000074475 0E9BF6E1041 65C81E11839 16041
3	Ventanilla	031000540	38	80.85	47	Abastecimiento parcial: 1 – 99%	06	0101000020C E7F00004C58 CB78E974104 1369B3486B1 916041
4	Ventanilla	031000570	1	11.11	9	Abastecimiento parcial: 1 – 99%	06	0101000020C E7F00000472F 03ED0761041 3E86E2E1CE9 16041
5	Ventanilla	030000430	0	0.00	16	Abastecimiento parcial: 1 – 99%	06	0101000020C E7F000041405 7B6866E1041 7EA0C4F1E19 16041
6	Ventanilla	031000410	24	80.00	30	Abastecimiento parcial: 1 – 99%	06	0101000020C E7F0000A448 2B0DCD7110 41F91E426F7 C916041
7	Ventanilla	031000450	21	87.50	24	Abastecimiento parcial: 1 – 99%	06	0101000020C E7F0000ED87 2A7C1A72104 1F2FF1EFB8D 916041
.
.
4014	Ventanilla	063000230	0	0.00	9	Sin abastecimiento: 0%	02	0101000020C E7F0000031A F54DA142104 12D655C339B 936041
4015	Ventanilla	064000400	1	11.11	9	Abastecimiento parcial: 1 – 99%	02	0101000020C E7F000072D1 E635DB39104 16BD18E879A 936041
4016	Ventanilla	06100001G	0	0.00	8	Sin abastecimiento: 0%	02	0101000020C E7F0000CE6B CDBDBD3D1 041967A5E47 1D946041

Fuente: Elaboración propia.

Para visualizar las coordenadas proyectadas perteneciente al sistema WGS 84 UTM 18S, se convierte la columna binaria “geom” a una columna con los valores de las coordenadas de forma que sea legible. Ver figura 19.

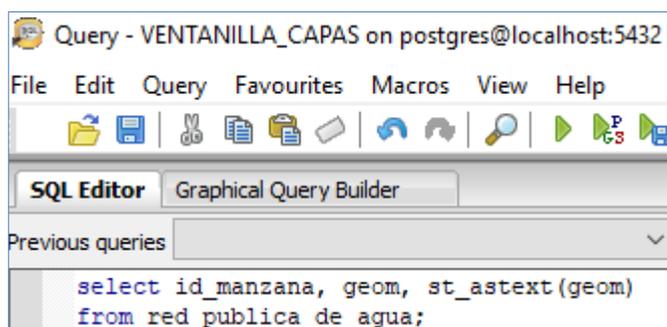


Figura 19. Visualización del código binario como coordenadas proyectadas.
Fuente: Elaboración propia.

El resultado se aprecia en el cuadro 16.

Cuadro 16. Comparación del código binario y su equivalente como coordenadas proyectadas.

Manzana	Id_manzana	Geom (código binario)	Coordenadas WGS 84 UTM 18S
1	031000210	0101000020CE7F00002A0CA99A F36F104194C958C1AD916041	POINT(269308.90103549 8686958.04208831)
2	031000370	0101000020CE7F0000744750E9B F6E104165C81E1183916041	POINT(269231.97784530 3 8686616.53500766)
3	031000540	0101000020CE7F00004C58CB78E 9741041369B3486B1916041	POINT(269626.36796319 9 8686988.19392167)
4	031000570	0101000020CE7F00000472F03ED 07610413E86E2E1CE916041	POINT(269748.06146410 1 8687223.0589019)
5	030000430	0101000020CE7F0000414057B686 6E10417EA0C4F1E1916041	POINT(269217.67806721 1 8687375.55525231)
6	031000410	0101000020CE7F0000A4482B0D CD711041F91E426F7C916041	POINT(269427.26286042 7 8686563.47682141)
7	031000450	0101000020CE7F0000ED872A7C1 A721041F2FF1EFB8D916041	POINT(269446.62125599 3 8686703.84753415)
.	.	.	.
.	.	.	.
4015	064000400	0101000020CE7F000072D1E635D B3910416BD18E879A936041	POINT(266095.43535393 2 8691946.23028306)
4016	06100001G	0101000020CE7F0000CE6BCDBD BD3D1041967A5E471D946041	POINT(265156.07864651 3 8687249.60776295)

Fuente: Elaboración propia.

4.4 Propuestas

4.4.1 Zonas con deficiencia en la red pública de agua y alcantarillado

Las geotecnologías libres son la suma de aplicativos individuales que giran en torno a las capacidades del tesista, el cual busca en base a procesos automatizados, dar a conocer a las autoridades del distrito de Ventanilla la distribución de su red pública de agua y alcantarillado, como apoyo en la toma de decisiones en el saneamiento de tales servicios básicos.

Dicho esto, a forma de propuesta se determinaron zonas con deficiencia en la red pública de agua y alcantarillado.

Primero, a partir del cálculo en la base de datos de la cantidad de viviendas con red pública de agua y alcantarillado en las manzanas, se ubicaron y determinaron los porcentajes de esas cantidades en el SIG, dividiéndose el distrito de Ventanilla en 11 zonas, donde se identificará entre otras capas, las manzanas con deficiencia en los servicios de la red pública de agua y alcantarillado, y sobre las cuales se deben realizar las obras de saneamiento. En total se elaboraron 22 planos imprimibles a fecha mayo del 2018 para hojas de tamaño A2 y con una escala 1:7000.

Posteriormente se creó y completo una base de datos espacial conteniendo las manzanas con deficiencia en los servicios de la red pública de agua y alcantarillado, interactuando con dicha base se pueden identificar los atributos de cada manzana (id_manzana, red_publica_agua, red_publica_alcantarillado, total_viviendas y los porcentajes) de tal forma que puedan ser actualizados y agregados nuevamente al SIG.

En el anexo 2 se muestran los planos imprimibles redimensionados, debido a que no calzan en el tamaño A4 de la tesis.

4.4.2 Uso de geotecnologías libres

Las geotecnologías libres propuestas en las tesis de investigación no generan ningún costo en su uso, a diferencia de las geotecnologías privadas como se muestra en el cuadro 17 y 18, por lo tanto, para los gobiernos locales el presupuesto no será una barrera - sino todo lo contrario: dichas geotecnologías serán accesibles para cualquier municipalidad.

A la vez, las geotecnologías libres en lo abarcado a la investigación, tienen el mismo potencial que las geotecnologías privadas, haciendo que en la actualidad sea una opción de vanguardia como se demostró en la prueba de la hipótesis para esta tesis.

Cuadro 17. Costo de una geotecnología privada.

Geotecnología	ESRI	Costo unitario en soles
SIG de escritorio y Base de Datos Espacial	ArcGIS Estándar de escritorio, versión 10.5.	S/37 294.00
Extensiones	ArcGIS 3D Análisis, versión 10.5.	S/13 877.00
	ArcGIS Análisis espacial, versión 10.5.	S/13 877.00
TOTAL		S/65 048.00

Fuente: Observatorio para el Desarrollo Territorial, 2017.

Cuadro 18. Costo de las geotecnologías libres.

Geotecnología	Equipo de desarrolladores	Costo unitario en soles
SIG de escritorio y Base de Datos Espacial	QGIS, versión 3.4	S/0.00
Extensiones	Librerías GDAL ¹⁵ versión 2.2.4 para análisis ráster, librerías SAGA ¹⁶ versión 2.3 y GRASS ¹⁷ versión 6.4 para análisis espacial y análisis 3D	S/0.00
Base de Datos Espacial	PostgreSQL versión 9.3 y su extensión PostGIS versión 2.1.7	S/0.00
TOTAL		S/0.00

Fuente: Elaboración propia.

¹⁵ GDAL: Es una biblioteca para la lectura y escritura de ráster en formatos múltiples. Es utilizado para realizar diversos análisis ráster. (MapServer, 2018).

¹⁶ SAGA: Es un SIG libre elaborado para una inserción sencilla y eficaz de diversos algoritmos, ofreciendo un conjunto de herramientas integrales, y suministrando una interfaz de fácil interacción. (SAGA, 2018).

¹⁷ GRASS: Es un SIG libre elaborado para una adecuada gestión de los datos espaciales, procesos y modelados de información vectorial y ráster, y la observación de muchos tipos de datos. (GRASS, 2017).

CAPÍTULO V:
DEMOSTRACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Para poder realizar el contraste de la hipótesis, se aplicó el modelo de calidad ISO/IEC 9126-1 perteneciente al estándar internacional ISO/IEC 9126.

5.1 Modelo de calidad ISO/IEC 9126-1

Este modelo evalúa los atributos de la calidad de un software, siendo para este caso la evaluación de las geotecnologías libres (base de datos PostgreSQL / PostGIS y el Sistema de Información Geográfica - QGIS) referente a los atributos de la funcionalidad, usabilidad y eficiencia.

5.1.1 Funcionalidad

De acuerdo al estándar ISO/IEC 9126-1, es el atributo que mide el grado en que el software cumple un conjunto de tareas o funciones determinadas. (Sicilia, 2009).

Respecto al sub atributo de la interoperabilidad, se registraron los siguientes aspectos:

- Aspecto 4: La interoperabilidad entre el Sistema de Información Geográfica libre y la base de datos libre.

Cuadro 19. Aspectos tomados en cuenta para la funcionalidad.

Alternativas	Aspecto 4	Porcentaje
Muy bueno	3	50%
Bueno	3	50%
Regular	0	0%
Malo	0	0%
Muy malo	0	0%
Total	6	100%

Fuente: *Elaboración propia.*

Lectura de los resultados: A la pregunta efectuada, se resuelve que el 50% de los entrevistados opina Muy bueno y el 50% restante que es Bueno, respecto al aspecto consignado para este caso. Por lo tanto, se concluye que estas geotecnologías libres poseen el sub atributo de la interoperabilidad.

5.1.2 Usabilidad

De acuerdo al estándar ISO/IEC 9126-1, es el atributo que mide el esfuerzo necesario en el uso de un software por parte de un usuario. (Sicilia, 2009).

Respecto a los sub atributos: facilidad de comprensión, facilidad de aprendizaje, y operatividad; se registraron los siguientes aspectos:

Facilidad de comprensión, facilidad de aprendizaje y operatividad:

- Aspecto 1: La facilidad de uso de la base de datos libre.
- Aspecto 5: La facilidad de uso del Sistema de Información Geográfica libre.

Cuadro 20. Aspectos tomados en cuenta para la usabilidad.

Alternativas	Aspecto 1	Aspecto 5	Porcentaje
Muy bueno	3	3	50%
Bueno	3	3	50%
Regular	0	0	0%
Malo	0	0	0%
Muy malo	0	0	0%
Total	6	6	100%

Fuente: *Elaboración propia.*

Lectura de los resultados: A la pregunta efectuada, se resuelve que el 50% de los entrevistados opina Muy bueno y el 50% restante que es Bueno, respecto a los dos aspectos consignados para este caso. Por lo tanto, se concluye que estas geotecnologías libres poseen los sub atributos en la facilidad de comprensión, la facilidad de aprendizaje y la operatividad.

5.1.3 Eficiencia

De acuerdo al estándar ISO/IEC 9126-1, es el atributo que mide el grado en que el software hace un adecuado uso de los recursos del hardware y el sistema operativo. (Sicilia, 2009).

Respecto al sub atributo: tiempo de uso (tiempo de respuesta); se registraron los siguientes aspectos:

- Aspecto 2: El tiempo de generación de las consultas, variables y tablas en la base de datos libre.

Cuadro 21. Aspectos tomados en cuenta para la eficiencia.

Alternativas	Aspecto 2	Porcentaje
Muy bueno	3	50%
Bueno	3	50%
Regular	0	0%
Malo	0	0%
Muy malo	0	0%
Total	6	100%

Fuente: *Elaboración propia.*

Lectura de los resultados: A la pregunta efectuada, se resuelve que el 50% de los entrevistados opina Muy bueno y el 50% restante que es Bueno, respecto al aspecto consignado para este caso. Por lo tanto, se concluye que esta geotecnología libre en lo que respecta a la base de datos, posee el atributo del tiempo de uso (tiempo de respuesta).

5.2 Contraste de la hipótesis

5.2.1 Evaluación de las geotecnologías libres

En base a los resultados del capítulo anterior se realizó una entrevista para la evaluación de las geotecnologías libres (ver anexo 3), teniendo como muestra un total de 6 trabajadores pertenecientes a las Subgerencias de Catastro y Planeamiento Urbano, y a la Subgerencia de Autorizaciones Municipales, las cuales forman parte de la Gerencia de Desarrollo Urbano del distrito de Ventanilla.

Cabe recordar, que la evaluación se enmarca en la estimación de la red pública de agua y alcantarillado. Siendo evaluados los aspectos del modelo de calidad del ISO/IEC 9126-1, y agregándose dos aspectos adicionales a criterio del tesista:

- Aspecto 3: La relevancia de la información generada en la base de datos libre.
- Aspecto 6: La utilidad de los planos urbanos producidos en el Sistema de Información Geográfica libre.

A. Evaluación de la base de datos (PostgreSQL / PostGIS)

- **Aspecto 1:** La facilidad de uso de la base de datos libre.

¿Cómo califica la facilidad de uso de la base de datos libre?

Cuadro 22. *Resultados de opinión para la facilidad de uso de la base de datos libre.*

Alternativas	Usuarios	Porcentaje
Muy bueno	3	50%
Bueno	3	50%
Regular	0	0%
Malo	0	0%
Muy malo	0	0%
Total	6	100%

Fuente: *Elaboración propia.*

Lectura de los resultados: A la pregunta efectuada, se resuelve que el 50% de los entrevistados opinan que la facilidad del uso de la base de datos libre es Muy buena y el 50% restante que es Buena. Por lo tanto, se concluye que es fácil de usar para los entrevistados, teniendo ellos como base de sus respuestas el cumplimiento de los sub atributos de facilidad de comprensión, facilidad de aprendizaje y operatividad.

- **Aspecto 2:** El tiempo de generación de las consultas, variables y tablas en la base de datos libre.

¿Cómo califica el tiempo de generación de las consultas, variables y tablas en la base de datos libre?

Cuadro 23. *Resultados de opinión para el tiempo de generación de las consultas, variables y tablas en la base de datos libre.*

Alternativas	Usuarios	Porcentaje
Muy bueno	3	50%
Bueno	3	50%
Regular	0	0%
Malo	0	0%
Muy malo	0	0%
Total	6	100%

Fuente: *Elaboración propia.*

Lectura de los resultados: A la pregunta efectuada, se resuelve que el 50% de los entrevistados opinan que el tiempo de generación de consultas, variables y tablas en la base de datos libre es Muy bueno y el 50% restante que es Bueno. Por lo tanto, se concluye que las generaciones mencionadas son eficientes para los entrevistados, teniendo ellos como base de sus respuestas el cumplimiento del sub atributo del tiempo de uso.

- **Aspecto 3:** La relevancia de la información generada en la base de datos libre.

¿Cómo califica la relevancia de la información generada en la base de datos libre?

Cuadro 24. *Resultados de opinión para la relevancia de la información generada en la base de datos libre.*

Alternativas	Usuarios	Porcentaje
Muy bueno	3	50%
Bueno	3	50%
Regular	0	0%
Malo	0	0%
Muy malo	0	0%
Total	6	100%

Fuente: *Elaboración propia.*

Lectura de los resultados: A la pregunta efectuada, se resuelve que el 50% de los entrevistados opinan que la relevancia de la información generada en la base de datos libre es Muy buena y el 50% restante que es Buena. Por lo tanto, se concluye que información generada es relevante para los entrevistados.

- **Aspecto 4:** La interoperabilidad entre el Sistema de Información Geográfica libre y la base de datos libre.

¿Cómo califica la interoperabilidad entre el Sistema de Información Geográfica libre y la base de datos libre?

Cuadro 25. Resultados de opinión para la interoperabilidad entre el Sistema de Información Geográfica libre y la base de datos libre.

Alternativas	Usuarios	Porcentaje
Muy bueno	3	50%
Bueno	3	50%
Regular	0	0%
Malo	0	0%
Muy malo	0	0%
Total	6	100%

Fuente: Elaboración propia.

Lectura de los resultados: A la pregunta efectuada, se resuelve que el 50% de los entrevistados opinan que la interoperabilidad entre el Sistema de Información Geográfica libre y la base de datos libre es Muy buena y el 50% restante que es Buena. Por lo tanto, se concluye que es funcional para los entrevistados, teniendo ellos como base de sus respuestas el cumplimiento del sub atributo de interoperabilidad.

B. Evaluación del Sistema de Información Geográfica (QGIS)

- **Aspecto 5:** La facilidad de uso del Sistema de Información Geográfica libre.

¿Cómo califica la facilidad de uso del Sistema de Información Geográfica libre?

Cuadro 26. *Resultados de opinión para la facilidad de uso del Sistema de Información Geográfica libre.*

Alternativas	Usuarios	Porcentaje
Muy bueno	3	50%
Bueno	3	50%
Regular	0	0%
Malo	0	0%
Muy malo	0	0%
Total	6	100%

Fuente: *Elaboración propia.*

Lectura de los resultados: A la pregunta efectuada, se resuelve que el 50% de los entrevistados opinan que la facilidad del uso del Sistema de Información Geográfica es Muy buena y el 50% restante que es Buena. Por lo tanto, se concluye que es fácil de usar para los entrevistados, teniendo ellos como base de sus respuestas el cumplimiento de los sub atributos de facilidad de comprensión, facilidad de aprendizaje y operatividad.

- **Aspecto 6:** La utilidad de los planos urbanos producidos en el Sistema de Información Geográfica libre.

¿Cómo califica la utilidad de los planos urbanos producidos en el Sistema de Información Geográfica libre?

Cuadro 27. *Resultados de opinión para la utilidad de los planos urbanos producidos en el Sistema de Información Geográfica libre.*

Alternativas	Usuarios	Porcentaje
Muy bueno	5	83.33%
Bueno	1	16.67%
Regular	0	0%
Malo	0	0%
Muy malo	0	0%
Total	6	100%

Fuente: *Elaboración propia.*

Lectura de los resultados: A la pregunta efectuada, se resuelve que el 83.33% de los entrevistados opinan que la utilidad de los planos urbanos producidos en el Sistema de Información Geográfica libre es Muy buena y el 16.67% restante que es Bueno. Por lo tanto, se concluye que los planos urbanos producidos son útiles para los entrevistados.

5.2.2 Planteamiento de la hipótesis

Para la tesis de investigación: “Geotecnologías libres como apoyo en la toma de decisiones en la gestión técnica de la red pública de agua y alcantarillado. Caso: distrito de Ventanilla”.

Se establecen las siguientes hipótesis generales:

H₀: Las geotecnologías libres, no permiten mejorar la gestión técnica del agua y alcantarillado en el distrito de Ventanilla, identificando y georreferenciando la red pública como apoyo en la toma de decisiones.

H₁: Las geotecnologías libres, permiten mejorar la gestión técnica del agua y alcantarillado en el distrito de Ventanilla, identificando y georreferenciando la red pública como apoyo en la toma de decisiones.

A. Nivel de significancia

Para la prueba de la hipótesis el nivel de significancia considerado fue de 5%, es decir, $\alpha = 0.05$.

De acuerdo a la Ecuación (4) el grado de libertad es:

$$GL = 6 - 1 = 5$$

Del nivel de significancia y el grado de libertad, se tiene a través de la tabla de valores t de Student el valor crítico de prueba:

$t_c = 2.015$ (ver anexo 6)

Por lo tanto, la región de rechazo corresponde a los valores mayores a 2.015.

B. Resultados del cuestionario

Para el contraste de la hipótesis general, se planteó un cuestionario dividido en dos dimensiones: la primera hace referencia a la base de datos (PostgreSQL), la segunda hace referencia al Sistema de Información Geográfica (QGIS).

Ambas dimensiones resuelven las hipótesis específicas y hacen explícitas las orientaciones concebidas para resolver la hipótesis general.

Dimensión 01: La base de datos (PostgreSQL / PostGIS):

- **Aspecto 1:** La facilidad de uso de la base de datos libre.
- **Aspecto 2:** El tiempo de generación de las consultas, variables y tablas en la base de datos libre.
- **Aspecto 3:** La relevancia de la información generada en la base de datos libre.
- **Aspecto 4:** La interoperabilidad entre el Sistema de Información Geográfica libre y la base de datos libre.

Dimensión 02: El Sistema de Información Geográfica (QGIS):

- **Aspecto 5:** La facilidad de uso del Sistema de Información Geográfica libre.
- **Aspecto 6:** La utilidad de los planos urbanos producidos en el Sistema de Información Geográfica libre.

Las alternativas para cada aspecto fueron:

- Muy bueno.
- Bueno.
- Regular.
- Malo.
- Muy malo.

Siendo los puntajes por cada alternativa:

- Muy bueno = 5
- Bueno = 4
- Regular = 3
- Malo = 2
- Muy malo = 1

En el cuadro 28 se muestra el resultado del cuestionario.

Cuadro 28. *Resultados de la entrevista para la prueba de la hipótesis.*

Aspectos	Puntaje					Puntaje total	Promedio
	Muy bueno	Bueno	Regular	Malo	Muy malo		
	5	4	3	2	1		
A 1	3	3	0	0	0	27	4.5
A 2	3	3	0	0	0	27	4.5
A 3	3	3	0	0	0	27	4.5
A 4	3	3	0	0	0	27	4.5
A 5	3	3	0	0	0	27	4.5
A 6	5	1	0	0	0	29	4.83

Fuente: *Elaboración propia.*

Para el cálculo de la t se emplearon las ecuaciones (1), (2) y (3). Reemplazando los datos, se tiene:

Media muestral: Reemplazando la información en la ecuación (2), se resuelve:

$$n = 6$$
$$\Sigma_1^n x_i = 27.33$$
$$\bar{x} = \frac{27.33}{6} = 4.555$$

Desviación estándar muestral: Reemplazando la información en la ecuación (3), se resuelve:

$$n = 6$$
$$\Sigma_1^n (x_i - \bar{x})^2 = 0.09075$$
$$S = \sqrt{\frac{0.09075}{6 - 1}} = 0.135$$

Según la lectura de la media muestral, su valor es mayor a 4 (4.555), por lo tanto, se puede asumir que los valores específicos de μ pueden ser:

H_0 : Hipótesis nula, donde: $1 \leq \mu \leq 4$

H_1 : Hipótesis alternativa

El t de Student evalúa la hipótesis nula, por lo que se considera a $\mu = 4$ (se pudo considerar un valor menor a 4, pero haría que el t se incrementara).

T de Student: Reemplazando la información en la ecuación (1), se resuelve:

$$t = \frac{4.555 - 4}{0.135/\sqrt{6}} = 10.07$$

5.2.3. Decisión final

Para decidir la aceptación o rechazo de la hipótesis nula, se muestra la figura 20, que fue realizada a partir de los cálculos para determinar el “t”.

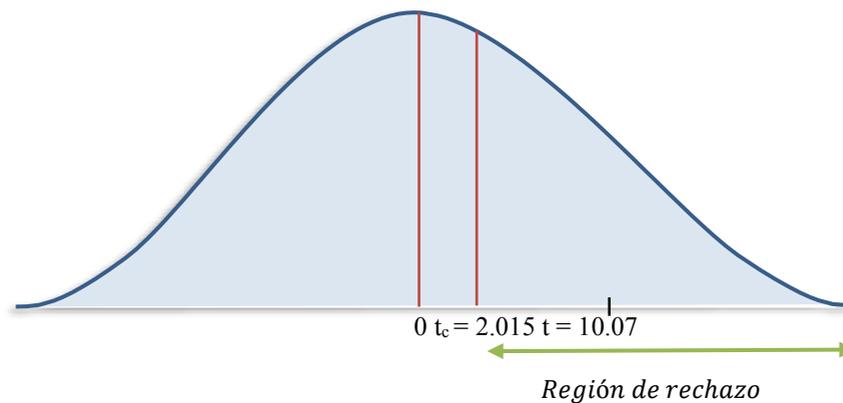


Figura 20. *Región de aceptación de la hipótesis.*
Fuente: *Elaboración propia.*

Al cotejar el valor calculado de t y el valor crítico se observa que $t > t_c$:

$$t = 10.07 \text{ (t calculado)} > t_c = 2.015 \text{ (t crítico)}$$

Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula (H_0) con un margen de error del 5% (nivel de significancia) y se acepta la hipótesis alternativa (H_1), con lo cual se valida la hipótesis de la presente tesis de investigación:

Las geotecnologías libres, permiten mejorar la gestión técnica del agua y alcantarillado en el distrito de Ventanilla, identificando y georreferenciando la red pública como apoyo en la toma de decisiones.

CAPÍTULO VI:
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Primera: La metodología propuesta usando las geotecnologías libres, cumplió con la estimación y localización de la concentración de la red pública de agua y alcantarillado, empleando para ello una base de datos (PostgreSQL) – una base de datos espacial (PostGIS) y un SIG (QGIS), concluyendo que los resultados del modelo de calidad y criterios adicionales para este conjunto de herramientas gratuitas y de código abierto, permiten validar la prueba de hipótesis según la entrevista realizada, apoyando así a la toma de decisiones en la gestión técnica del agua y alcantarillado por red pública.

Segunda: El manejo de expresiones SQL en la base de datos libre como es PostgreSQL, permitió realizar una correcta gestión de la información de las viviendas, creando 6 nuevas variables en 2 tablas cuantitativas de forma organizada y automatizada, para luego en base a esta información generada ser vinculada a un SIG libre como es QGIS. Además, se creó y completó una base de datos espacial (PostgreSQL / PostGIS) conteniendo 2 tablas espaciales con información en la distribución de la red pública de agua y alcantarillado para las diferentes zonas del distrito de Ventanilla.

Tercera: El manejo de las herramientas en QGIS con información proveniente de PostgreSQL, permitió administrar y trabajar dicha información en forma de tabla y unirla a una capa vectorial, creándose otras nuevas y agregándose capas vectoriales adicionales, editándose, simbolizándose y presentándose 22 planos cartográficos para su impresión, teniendo como temática la distribución de la red pública de agua y alcantarillado para las diferentes zonas del distrito de Ventanilla.

Cuarta: En base a los resultados obtenidos, un grupo de investigación o un investigador puede realizar un análisis multitemporal entre los 2 últimos censos de vivienda (2007 – 2017), respecto a la variación de la concentración de la red pública de agua y alcantarillado en el distrito de Ventanilla, todo ello aplicando la metodología propuesta.

RECOMENDACIONES

Primera: Implementar en la subgerencia de Catastro y Planeamiento Urbano, y en la subgerencia de Autorizaciones Municipales de la municipalidad distrital de Ventanilla, las geotecnologías libres (PostgreSQL / PostGIS, y QGIS), las cuales son una gran alternativa por no tener costo alguno en su uso, siendo sus funciones equivalentes y de igual calidad que las funciones de una geotecnología privativa.

Segunda: Invertir por parte de la municipalidad distrital de Ventanilla, en la compra de información estadística y cartográfica actualizada del censo de vivienda realizado por el INEI en el 2017, para que de esa forma dispongan de fuentes actualizadas y oficiales en la estimación y localización de la red pública de agua y alcantarillado de su distrito.

Tercera: Administrar y trabajar de manera conjunta entre la subgerencia de Informática y las subgerencias de Catastro y Planeamiento Urbano, y la de Autorizaciones Municipales, siendo la primera la encargada de implementar las geotecnologías libres y de manejar la base de datos, y las otras las encargadas de manejar la base de datos espacial y el SIG.

Cuarta: Mostrar a las autoridades municipales los planos urbanos, de forma que puedan abordar mejor la problemática y tomen decisiones informadas en lo referente a la ayuda social para las zonas con déficit en la red pública de agua y alcantarillado.

Quinta: Invitar a los estudiantes a través de la lectura de la tesis a seguir investigando y profundizando en lo referido a las geotecnologías libres, de forma que creen modelos personalizados; en ese sentido también, se espera que la avanzando en la tesis sirva como antecedente a futuros tesis interesados en las geotecnologías libres.

Sexta: Publicitar y capacitar como universidad a todo usuario que desee aprender sobre las geotecnologías libres, ello aplicado a estudios de análisis sobre el territorio, los cuales impliquen diversos aspectos de índole social, económico y ambiental; haciendo que con el tiempo tales geotecnologías libres y de vanguardia sean de uso masivo.

Séptima: Extrapolar a otros distritos la metodología propuesta en la estimación y localización de la concentración de la red pública de agua y alcantarillado, teniendo como base la misma información estadística y cartográfica proporcionada por el INEI.

Octava: Compartir la información generada con SEDAPAL de forma que lo cruce con sus redes de abastecimiento de agua y alcantarillado, y pueda ubicar las conexiones clandestinas, gestionar su cierre; y así evitar pérdidas económicas a dicho organismo el cual es subvencionado por el gobierno.

Novena: Integrar los resultados cartográficos de la tesis (shapefiles y tablas) al sistema de Supervisión de Control y Adquisición de Datos (SCADA) de SEDAPAL. Tal sistema es un software comercial diseñado para el control de procesos a distancia y es compatible con ArcGIS.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilera, F., y Molero, E. (2007). *Los sistemas de Información Geográfica SIG*. Granada: Laboratorio de Urbanismo y Ordenación del Territorio.

Ayala, I. (2016). *Predicción de sequías con redes neuronales artificiales y algoritmos genéticos utilizando precipitación por percepción remota*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Ingeniería, Perú.

Bortagaray, N. (2018). *Desarrollo e Implementación de Algoritmos para QGIS en Análisis de Series de Tiempo*. (Tesis de grado). Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Bosque, J. (2ª Ed.). (1997). *Sistemas de Información Geográfica*. Madrid. España: Ediciones Rialp.

Caballero, J. (2017). *Sistema de información geográfica para mejorar la gestión técnica de agua potable en la empresa municipal de agua potable y alcantarillado Emapa-Huancavelica*. (Tesis de grado). Universidad Nacional del Centro del Perú.

Caranton. (1993). *Definición de Cartografía*. SlideShare. Recuperado el 22 de agosto de 2018 de https://es.slideshare.net/Consu_Alfaro/cartografia-definicion

Castellanos, F. (2016). *Fundamentos de SQL*. Prezi. Recuperado el 22 de agosto de 2018 de <https://prezi.com/atuqlpzbtcyr/fundamentos-de-sql>

Comité distrital de seguridad ciudadana. (2017). *Plan Local de Seguridad Ciudadana*. Municipalidad de Ventanilla. Recuperado el 27 de agosto de 2018 de <http://www.muniventanilla.gob.pe/contenidos-nfs/files/otrosEnlaces/codisecc/PLSC-2017%20%20%20FINAL%202017%20CODISEC.pdf>

Comunidad Andina. (2007). *Glosario de términos estadísticos*. Recuperado el 28 de agosto de 2018 de http://intranet.comunidadandina.org/Documentos/Reuniones/DTrabajo/SG_REG_DIES_IV_dt%202.pdf

Copa, A., y Pacompia, F. (2017). *Sistema de información georeferenciado utilizando software libre para apoyar la toma de decisiones en la Dirección de Estudios de Pre Inversión del Gobierno Regional de Puno*. (Tesis de grado). Universidad Nacional del Altiplano, Perú.

FSF. (1996). *Definición de software libre*. Recuperado el 23 de agosto de 2018 de <https://www.gnu.org/philosophy/free-sw.es.html#header>

Google Earth. (2016). *Definición de Google Earth*. Recuperado el 23 de agosto de 2018 de <https://earthgoogle.blogspot.com>

Gómez, H. (2016). *Impacto del cambio climático en la demanda hídrica de las cuencas Chancay - Lambayeque y Lurín*. Perú. (Tesis de grado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú.

González, J. (2016). *Riqueza y diversidad de murciélagos en los caseríos de Coina y Chuquizongo, Otuzco, La Libertad, entre julio del 2015 y enero del 2016*. (Tesis de grado). Universidad Nacional de Trujillo, Perú.

GRASS. (2017). *¿Qué es GRASS GIS?* Recuperado el 23 de agosto de 2018 de <https://grass.osgeo.org/documentation/general-overview>

gvSIG. (2009). *Conoce gvSIG Desktop, el Sistema de Información Geográfica libre*. Recuperado el 10 de noviembre de 2018 de <http://www.gvsig.com/es/productos>

-
- Headways Media. (2016). *Google Maps*. Recuperado el 23 de agosto de 2018 de <https://www.headways.com.mx/glosario-mercadotecnia/palabra/google-maps>
- Hernández, R. (6ª Ed.). (2014). *Metodología de la Investigación*. México: Editorial Mc Graw Hill.
- ICA. (2003). *Definición de mapa*. Recuperado el 23 de agosto de 2018 de <https://icaci.org/mission>
- INEI. (2007). *Definiciones censales básicas*. Recuperado el 23 de agosto de 2018 de [http://censos.inei.gob.pe/cpv2007/tabulados/ Docs/Glosario.pdf](http://censos.inei.gob.pe/cpv2007/tabulados/Docs/Glosario.pdf)
- INEI. (2019). *Boletín N° 07 Formas de Acceso al Agua y Saneamiento Básico*. Recuperado el 11 de enero de 2020 de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin_agua_nov2019.pdf
- Laurini, R., y Thompson, D. (1994). *Fundamentals of spatial information Systems*. Missouri, EEUU: Academic Press.
- Maldonado, R. (2016). *Proceso de extracción de patrones secuenciales para la caracterización de fenómenos espacio-temporales*. (Tesis de grado). Pontificia Universidad Católica del Perú.
- MapServer. (2018). *Glossary*. Recuperado el 23 de agosto de 2018 de <https://mapserver.org/sq/glossary.html>
- Meliá, J. (2016). *Valores de la distribución t de Student que dejan el área derecha indicada en función de los grados de libertad*. Universidad de Valencia. Recuperado el 23 de agosto de 2018 de <https://www.uv.es/meliajl/Docencia/Tablas/TablasEstad3.htm>
-

-
- Mercado, E. (2013). *Implementación de un sistema de información geográfica con software libre para el apoyo a la toma de decisiones en las pymes*. (Tesis de maestría). Instituto Politécnico Nacional, México.
- Moreno, A. (2ª Ed.). (2008). *Sistema y análisis de la información geográfica*. México: Alfaomega Grupo Editor.
- Observatorio para el Desarrollo Territorial. (2017). *Cotización ArcGIS*. (Correo electrónico).
- Ortiz, E. (2015). *Elaboración de un sistema de información geográfico en el campus experimental San Pablo de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, en la Universidad Técnica de Babahoyo. Ecuador*. (Tesis de grado).
- Pérez, D. (2007). *¿Qué son las bases de datos?* Maestros del web. Recuperado el 24 de agosto de 2018 de <http://www.maestrosdelweb.com/que-son-las-bases-de-datos>
- Pérez, J., y Gardey, A. (2010). *Definición de toma de decisiones*. Recuperado el 24 de agosto de 2018 de <https://definicion.de/toma-de-decisiones>
- Porta, J. (2013). *Sistemas de información geográfica y algoritmos de optimización aplicados a problemas geoespaciales en la administración de tierras*. (Tesis de doctorado). Universidad de A Coruña, España.
- PostgreSQL. (2018). *¿Anunciando PGInstaller con soporte PostGIS?* Recuperado el 10 de noviembre de 2018 de <https://www.postgresql.org/about/news/1869>
- PostgreSQL. (2018). *¿Lo nuevo en PostgreSQL?* Recuperado el 10 de noviembre de 2018 de <https://www.postgresql.org>
- Quispe, V. (1ª Ed.). (2002). *Sistemas de Información Geográfica*. Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
-

QGIS. (2018). *¿Qué es QGIS?* Recuperado el 10 de noviembre de 2018 de <https://qgis.org/es/site>

SAGA. (2018). *¿Qué es GRASS SAGA?* Recuperado el 24 de agosto de 2018 de <http://saga-gis.org/en/index.html>

SEDAPAL. (2004). *Reglamento de Elaboración de Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado para Habilitaciones Urbanas de Lima Metropolitana y Callao.* Recuperado el 09 de enero de 2020 de http://www.sedapal.com.pe/c/document_library/get_file?uuid=578f8a2b-4965-451d-8d32-ad969915321f&groupId=10154

Sicilia, M. (2009). *Estándar ISO 9126 del IEEE y la Mantenibilidad.* Recuperado el 24 de agosto de 2018 de <http://cnx.org/contents/PSYwRGD1@3/Estndar-ISO-9126-del-IEEE-y-la>

Significados. (2016). *Cuantitativa.* Recuperado el 24 de agosto de 2018 de <https://www.significados.com/cuantitativa>

ANEXOS

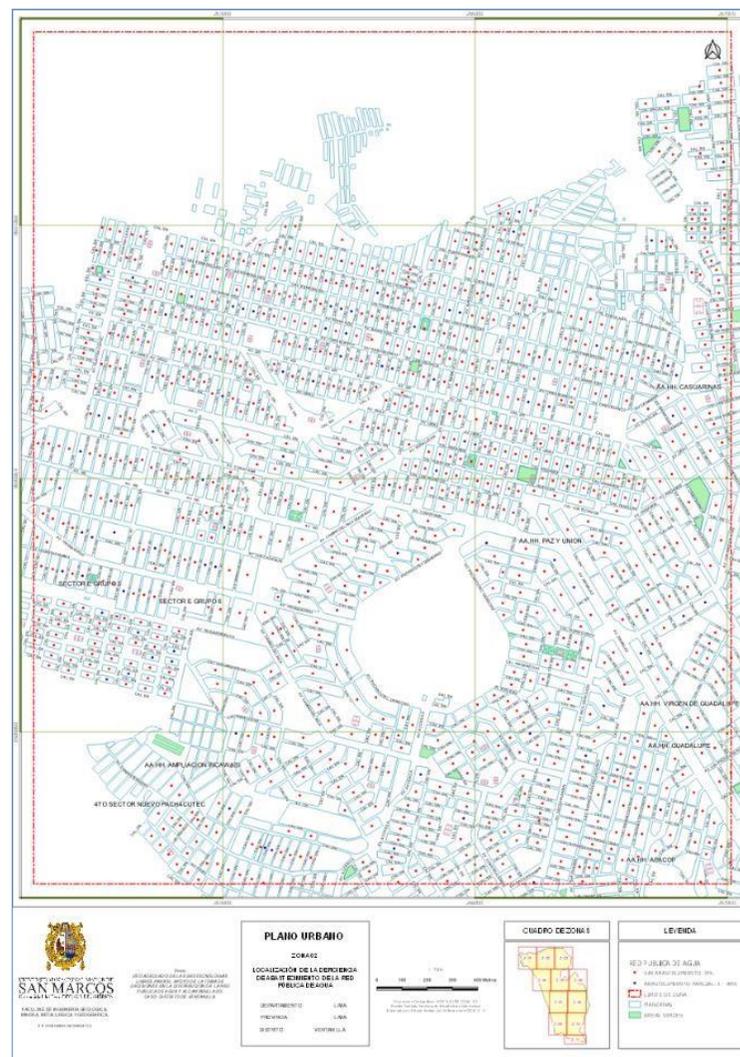
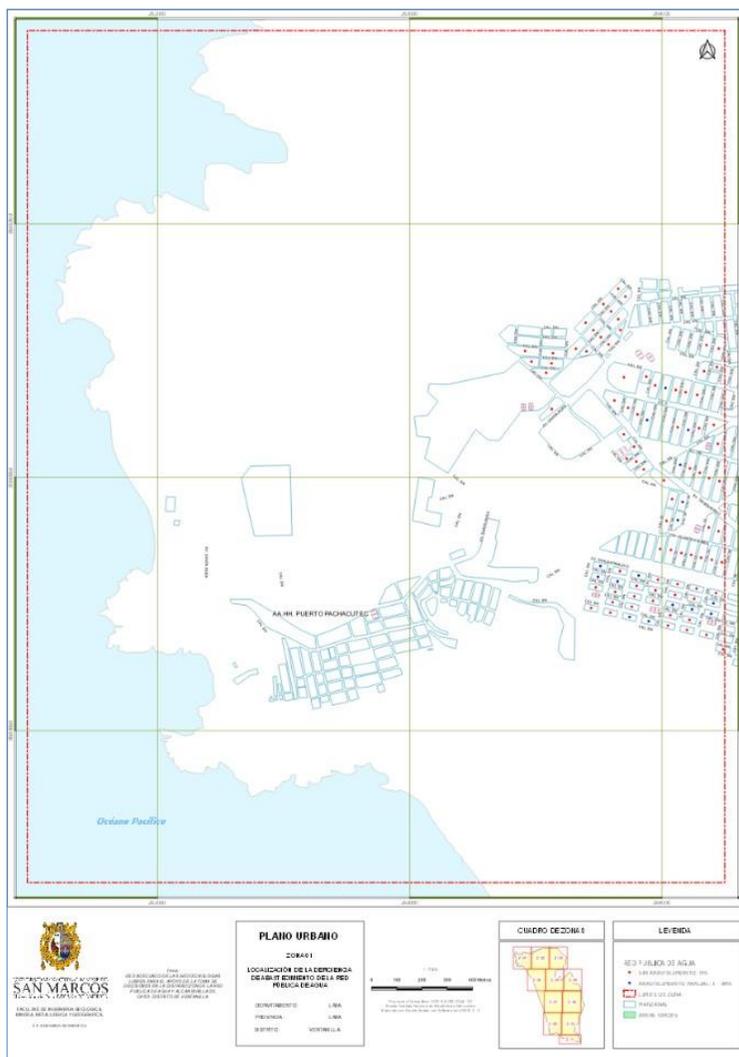
Anexo 1: Matriz de consistencia.

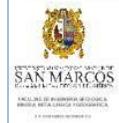
Matriz de consistencia de la Hipótesis

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	N°
¿Se podría mejorar la gestión técnica del agua y alcantarillado en el distrito de Ventanilla utilizando geotecnologías libres, con metodología para identificar y georreferenciar la red pública como apoyo en la toma de decisiones?	Proponer la mejora en la gestión técnica del agua y alcantarillado en el distrito de Ventanilla utilizando geotecnologías libres, con metodología para identificar y georreferenciar la red pública como apoyo en la toma de decisiones.	Las geotecnologías libres, permiten mejorar la gestión técnica del agua y alcantarillado en el distrito de Ventanilla, identificando y georreferenciando la red pública como apoyo en la toma de decisiones.	<i>H</i>
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECIFICAS	N°
¿Se puede crear información organizada y automatizada en una base de datos libre, como apoyo en la toma de decisiones en la gestión técnica del agua y el alcantarillado, por red pública?	Crear información organizada y automatizada en una base de datos libre, como apoyo en la toma de decisiones en la gestión técnica del agua y el alcantarillado, por red pública.	Las geotecnologías libres, permiten crear información organizada y automatizada en una base de datos, como apoyo en la toma de decisiones en la gestión técnica del agua y el alcantarillado, por red pública.	<i>H1</i>
¿Se pueden producir planos cartográficos en un SIG libre, como apoyo en la toma de decisiones en la gestión técnica del agua y el alcantarillado, por red pública?	Producir planos cartográficos en un SIG libre, como apoyo en la toma de decisiones en la gestión técnica del agua y el alcantarillado, por red pública.	Las geotecnologías libres, permiten producir planos cartográficos en un SIG, como apoyo en la toma de decisiones en la gestión técnica del agua y el alcantarillado, por red pública.	<i>H2</i>

Anexo 2: Planos de las zonas con deficiencia en la red pública de agua y alcantarillado.

Planos de las 11 zonas con deficiencia en la red pública de agua:





PLANO URBANO
ZONAS
 LOCALIZACIÓN DE LA DEPENDENCIA
 DEL SITIO EMISOR DE LA RED
 PÚBLICA DE AGUA

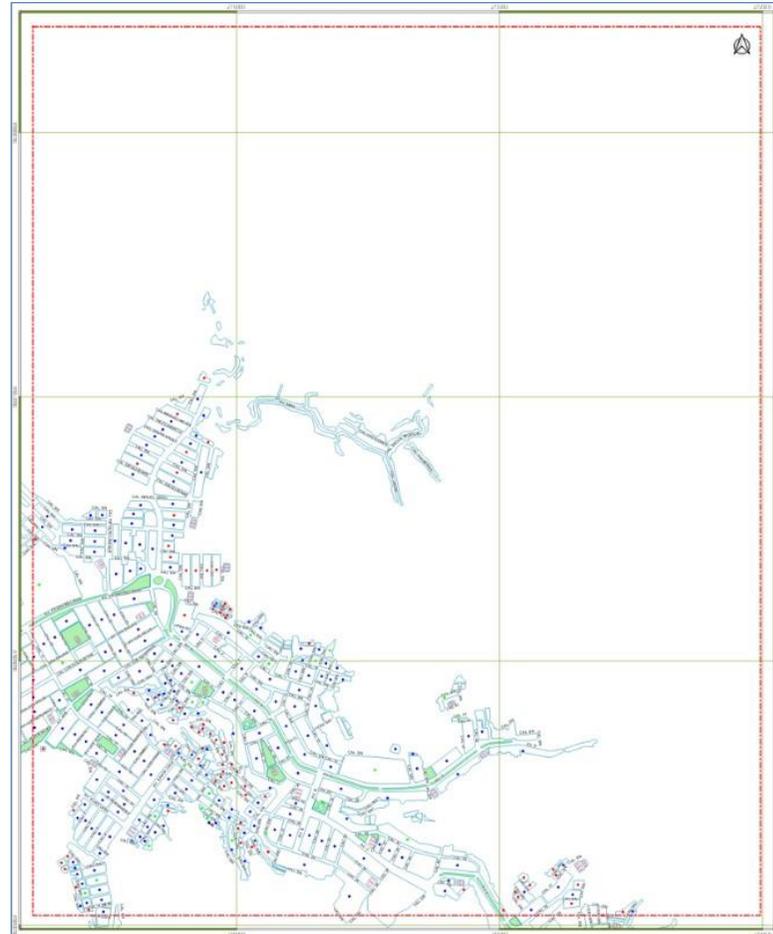
DEPARTAMENTO: LIMA
 PROVINCIA: LIMA
 DISTRITO: VENTURILLA



LEYENDA

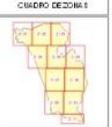
RED PÚBLICA DE AGUA

- SITIO EMISOR DE AGUA
- ▲ PARQUEAMENTO PAVIMENTADO
- PARQUEAMENTO NO PAVIMENTADO
- ▭ ZONAS DE COCINA
- ▭ RESIDUAL
- ▭ ZONAS VERDES



PLANO URBANO
ZONAS
 LOCALIZACIÓN DE LA DEPENDENCIA
 DEL SITIO EMISOR DE LA RED
 PÚBLICA DE AGUA

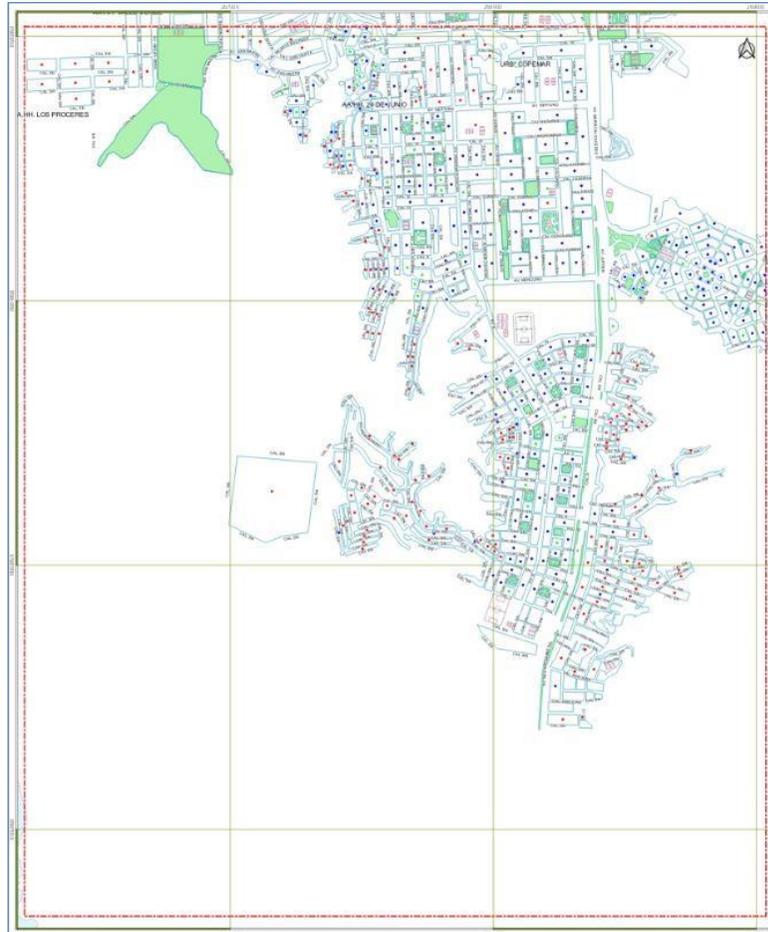
DEPARTAMENTO: LIMA
 PROVINCIA: LIMA
 DISTRITO: VENTURILLA



LEYENDA

RED PÚBLICA DE AGUA

- SITIO EMISOR DE AGUA
- ▲ PARQUEAMENTO PAVIMENTADO
- PARQUEAMENTO NO PAVIMENTADO
- ▭ ZONAS DE COCINA
- ▭ RESIDUAL
- ▭ ZONAS VERDES



INSTITUCIÓN EDUCATIVA "SAN MARCOS"
 DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS
 MUNICIPIO DE SAN MARCOS
 INSTITUCIÓN EDUCATIVA "SAN MARCOS"
 DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS
 MUNICIPIO DE SAN MARCOS

PLANO URBANO

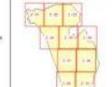
ZORBA7

LOCALIZACIÓN DE LA DEPENDENCIA
 DEL DISTRITO DE SAN MARCOS DE LA RED
 PÚBLICA DE AGUA

DEPARTAMENTO: LIMA
 PROVINCIA: LIMA
 DISTRITO: VENTURILLA



CUADRO DE ZONAS



LEYENDA

- RED PÚBLICA DE AGUA
- SERVIDOR PÚBLICO (SP)
- PARQUEAMIENTO PARCIAL (1 - 80%)
- PARQUEAMIENTO TOTAL (100%)
- SERVIDOR PÚBLICO
- SERVIDOR PRIVADO



INSTITUCIÓN EDUCATIVA "SAN MARCOS"
 DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS
 MUNICIPIO DE SAN MARCOS
 INSTITUCIÓN EDUCATIVA "SAN MARCOS"
 DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS
 MUNICIPIO DE SAN MARCOS

PLANO URBANO

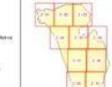
ZORBA8

LOCALIZACIÓN DE LA DEPENDENCIA
 DEL DISTRITO DE SAN MARCOS DE LA RED
 PÚBLICA DE AGUA

DEPARTAMENTO: LIMA
 PROVINCIA: LIMA
 DISTRITO: VENTURILLA

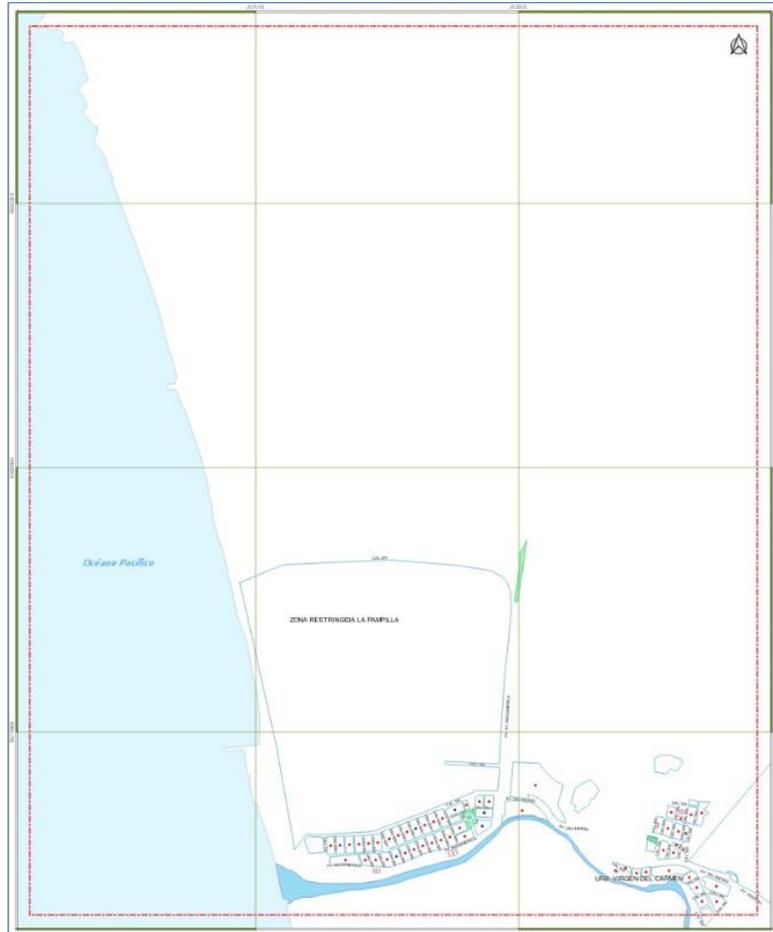


CUADRO DE ZONAS



LEYENDA

- RED PÚBLICA DE AGUA
- SERVIDOR PÚBLICO (SP)
- PARQUEAMIENTO PARCIAL (1 - 80%)
- PARQUEAMIENTO TOTAL (100%)
- SERVIDOR PÚBLICO
- SERVIDOR PRIVADO



INSTITUCIÓN EDUCATIVA "SAN MARCOS"
 DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL
 CARRANZA, 2014

PLANO URBANO

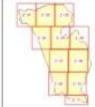
ZONA 09

LOCALIZACIÓN DE LA DEPENDENCIA
 DEL DISTRITO DEBENITO DEL I.R.D.
 PÚBLICA DE AGUA

DEPARTAMENTO: LIMA
 PROVINCIA: LIMA
 DISTRITO: VENTURILLA

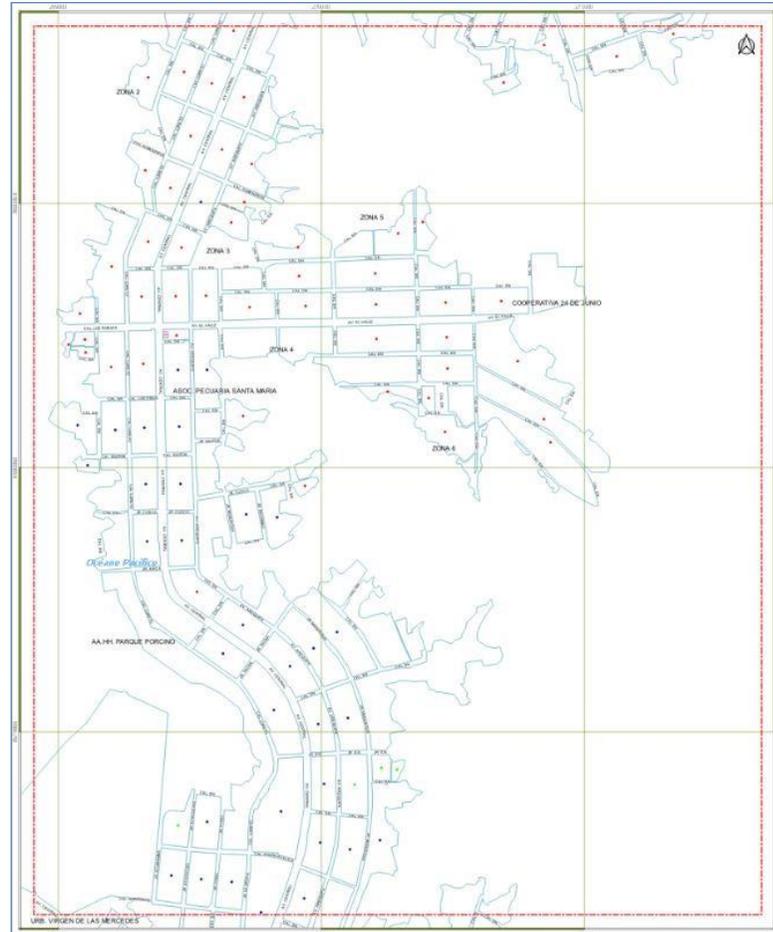


CUADRO DE ZONAS



LEYENDA

- RED PÚBLICA DE AGUA
- SERVIDOR PÚBLICO (SP)
- ▲ SERVIDOR PÚBLICO PRIVADO (SP)
- SERVIDOR PÚBLICO PRIVADO (SP)



INSTITUCIÓN EDUCATIVA "SAN MARCOS"
 DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL
 CARRANZA, 2014

PLANO URBANO

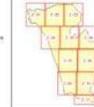
ZONA 09

LOCALIZACIÓN DE LA DEPENDENCIA
 DEL DISTRITO DEBENITO DEL I.R.D.
 PÚBLICA DE AGUA

DEPARTAMENTO: LIMA
 PROVINCIA: LIMA
 DISTRITO: VENTURILLA

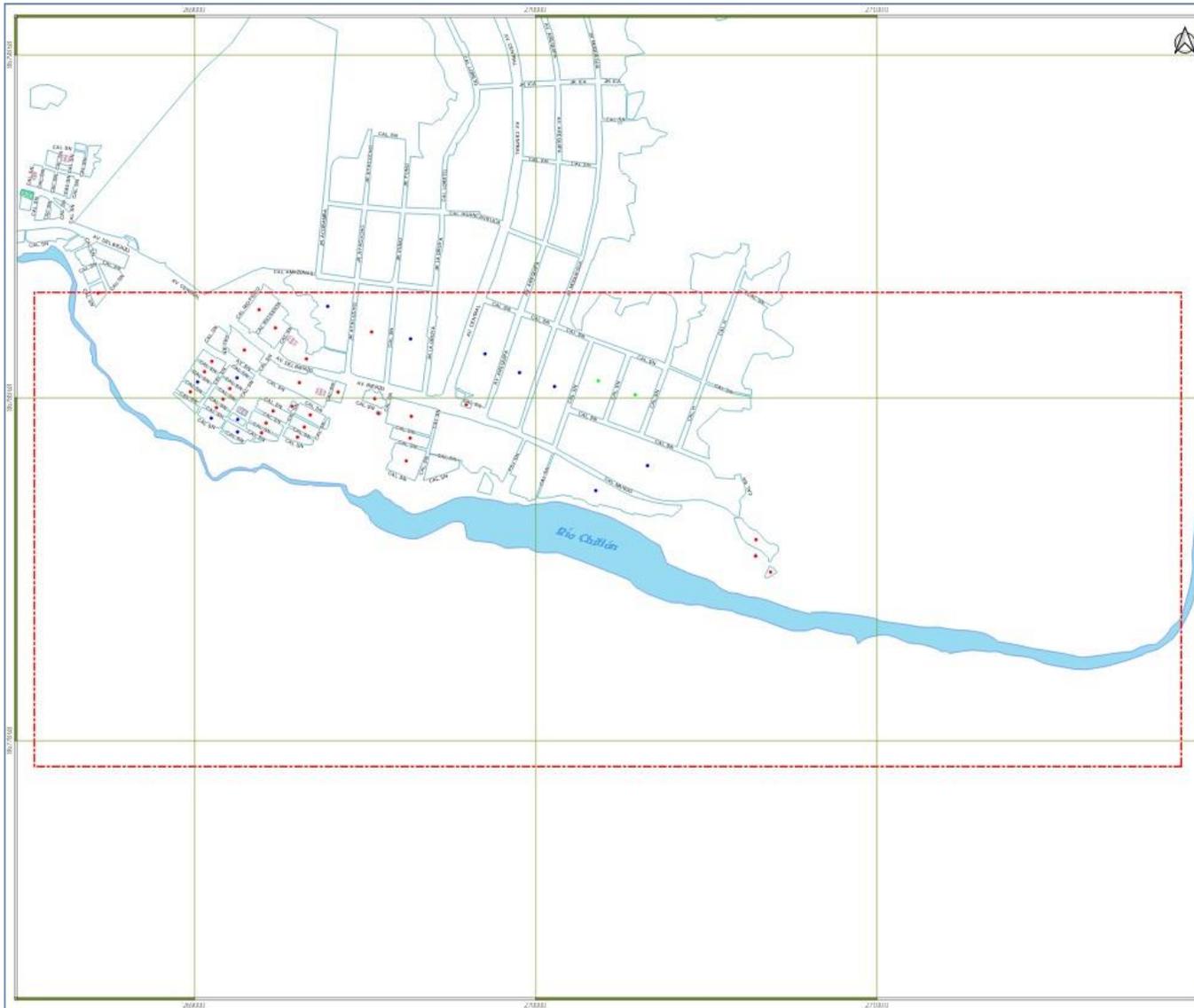


CUADRO DE ZONAS



LEYENDA

- RED PÚBLICA DE AGUA
- SERVIDOR PÚBLICO (SP)
- ▲ SERVIDOR PÚBLICO PRIVADO (SP)
- SERVIDOR PÚBLICO PRIVADO (SP)



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE
SAN MARCOS
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA
 INGENIERÍA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA
 P.º DE INGENIEROS GEOGRÁFICOS

Trabajo de
 USO ADICIONAL DE LAS GESTIONES DE
 UNIDAD PARA EL ANÁLISIS DE LA ZONA DE
 INTERVENCIÓN EN LA DISTRIBUCIÓN DE LA RED
 PÚBLICA DE AGUA DEL DISTRITO DE VENTANILLA.

PLANO URBANO
 ZONA II
**LOCALIZACIÓN DE LA DEFICIENCIA
 DE ABASTECIMIENTO DE LA RED
 PÚBLICA DE AGUA**

DEPARTAMENTO: LIMA
 PROVINCIA: LIMA
 DISTRITO: VENTANILLA

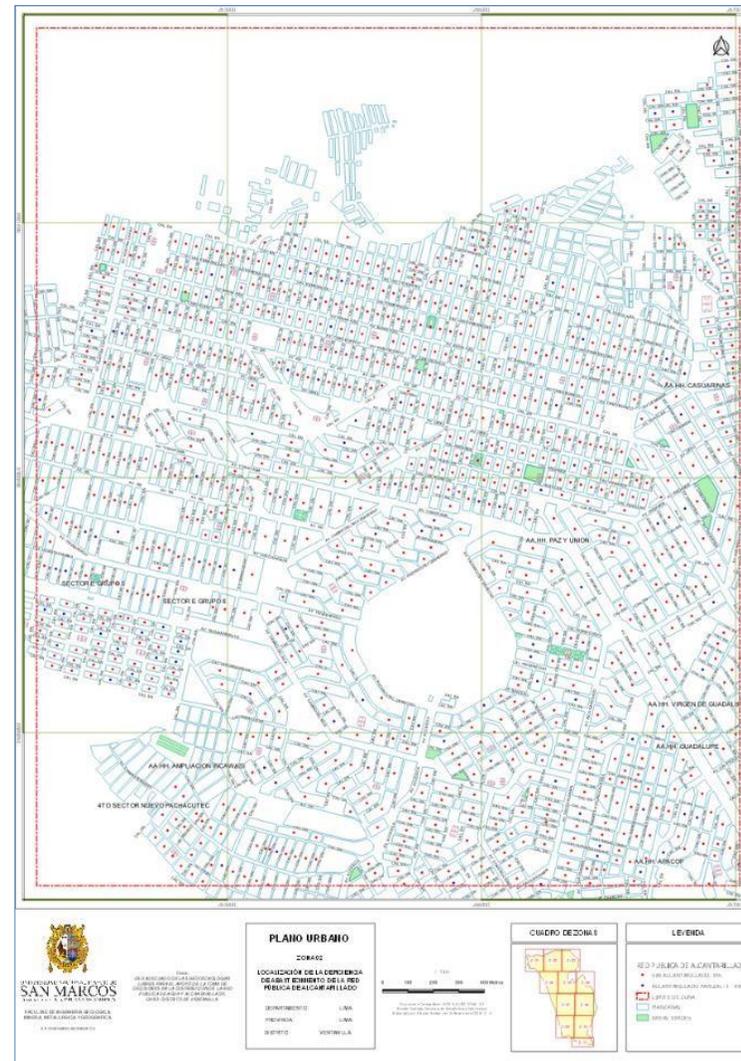
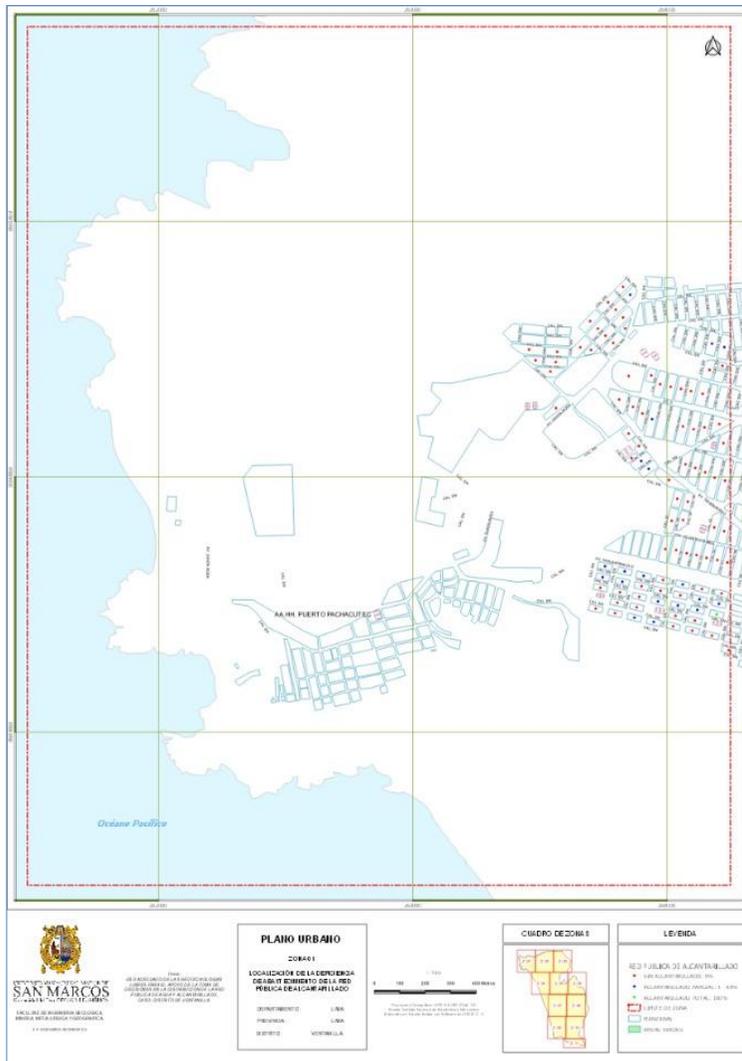


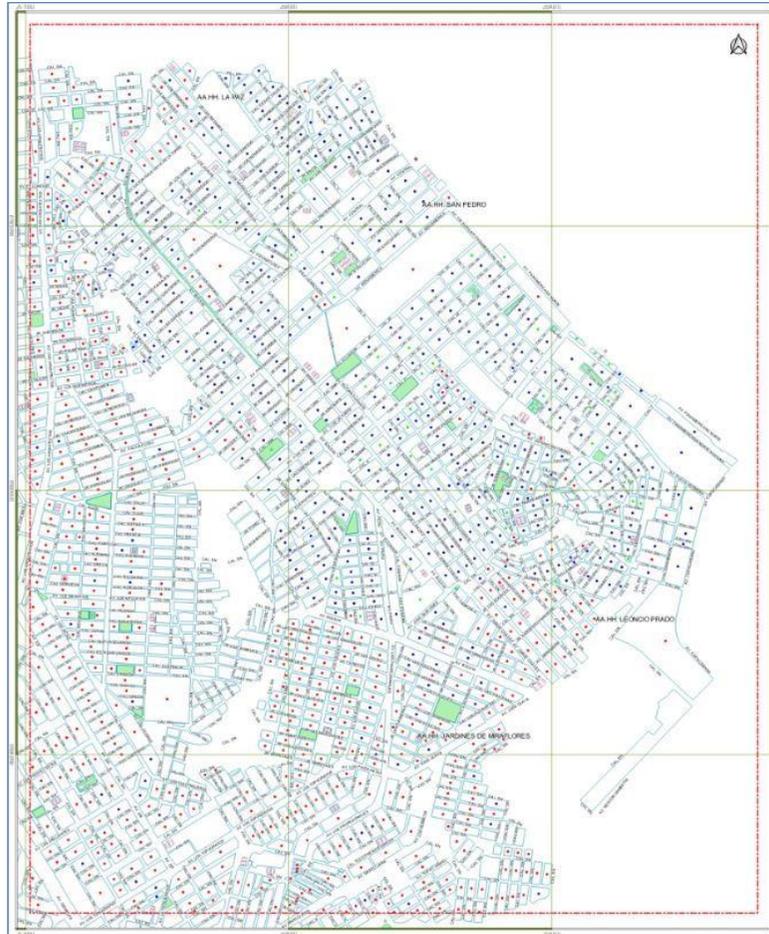
LEYENDA

RED PÚBLICA DE AGUA

- SERVICIO DE ABASTECIMIENTO 100%
- SERVICIO DE ABASTECIMIENTO PARCIAL 1 - 99%
- SERVICIO DE ABASTECIMIENTO TOTAL 100%
- ▭ LIMITE DE ZONA
- ▭ MANAGARIA
- ▭ AREAS VERDES

Planos de las 11 zonas con deficiencia en la red pública de alcantarillado:







MUNICIPALIDAD DEL DISTRITO DE SAN MARCOS
 MUNICIPALIDAD DEL DISTRITO DE SAN MARCOS
 MUNICIPIO DE SAN MARCOS
 DISTRITO DE SAN MARCOS

PLANO URBANO
ZONA 03
LOCALIZACIÓN DE LA COMPETENCIA DEL DISTRITO DE SAN MARCOS DEL MUNICIPIO DE SAN MARCOS

DEPARTAMENTO: LIMA
 PROVINCIA: LIMA
 DISTRITO: VENTURILLA



0 100 200 300 METROS

CUADRO DE ZONAS

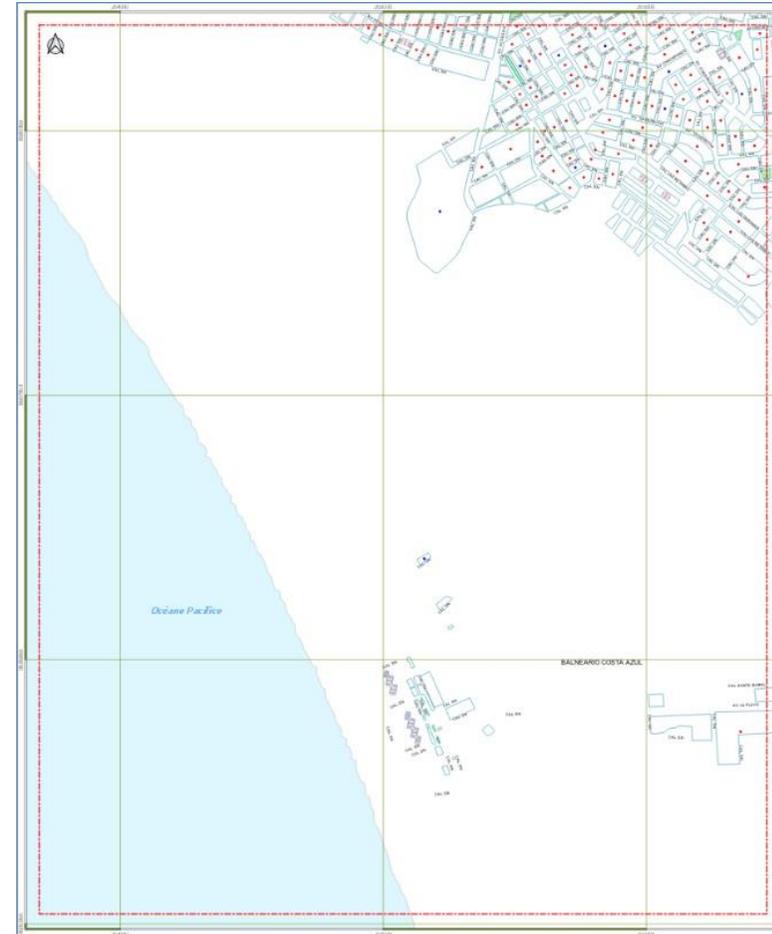


LEYENDA

RED 7 JALISCO DE ALCANTARILLADO

- ALIANTARILLADO 100% (100%)
- ALIANTARILLADO PARCIAL (100%)
- ALIANTARILLADO TOTAL (100%)

■ ZONAS DE COM.
 ■ PARCELA
 ■ ZONAS VERDES





MUNICIPALIDAD DEL DISTRITO DE SAN MARCOS
 MUNICIPALIDAD DEL DISTRITO DE SAN MARCOS
 MUNICIPIO DE SAN MARCOS
 DISTRITO DE SAN MARCOS

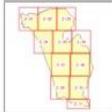
PLANO URBANO
ZONA 04
LOCALIZACIÓN DE LA COMPETENCIA DEL DISTRITO DE SAN MARCOS DEL MUNICIPIO DE SAN MARCOS

DEPARTAMENTO: LIMA
 PROVINCIA: LIMA
 DISTRITO: VENTURILLA



0 100 200 300 METROS

CUADRO DE ZONAS

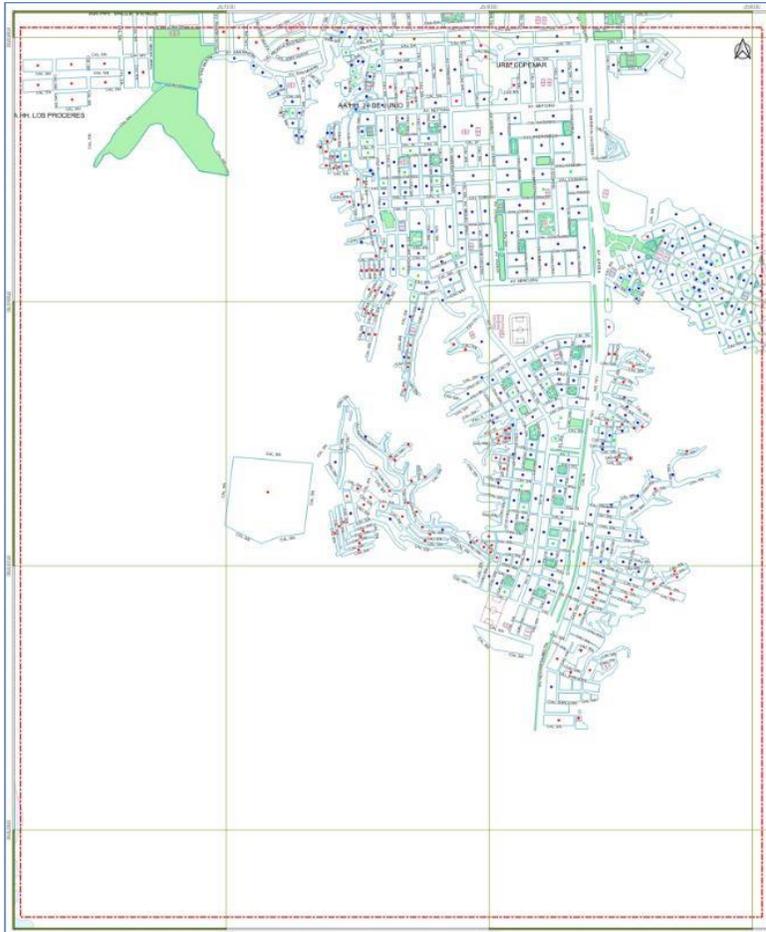


LEYENDA

RED 7 JALISCO DE ALCANTARILLADO

- ALIANTARILLADO 100% (100%)
- ALIANTARILLADO PARCIAL (100%)
- ALIANTARILLADO TOTAL (100%)

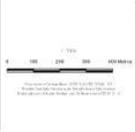
■ ZONAS DE COM.
 ■ PARCELA
 ■ ZONAS VERDES



PLANO URBANO
ZONA 47

LOCALIZACIÓN DE LA COMPETENCIA DEL DISTRITO EN EL DISTRITO DE SAN MARCOS

DEPARTAMENTO: LIMA
PROVINCIA: LIMA
DISTRITO: VENTURILLA



LEYENDA

RED 7 JUBA DE ALCANTARILLADO

- ALCANTARILLADO SANITARIO
- ALCANTARILLADO PLUVIAL
- ALCANTARILLADO MIXTO

ÁREAS DE EDIFICACIÓN

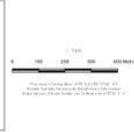
- PLANTAS
- ÁREAS VERDES



PLANO URBANO
ZONA 48

LOCALIZACIÓN DE LA COMPETENCIA DEL DISTRITO EN EL DISTRITO DE SAN MARCOS

DEPARTAMENTO: LIMA
PROVINCIA: LIMA
DISTRITO: VENTURILLA



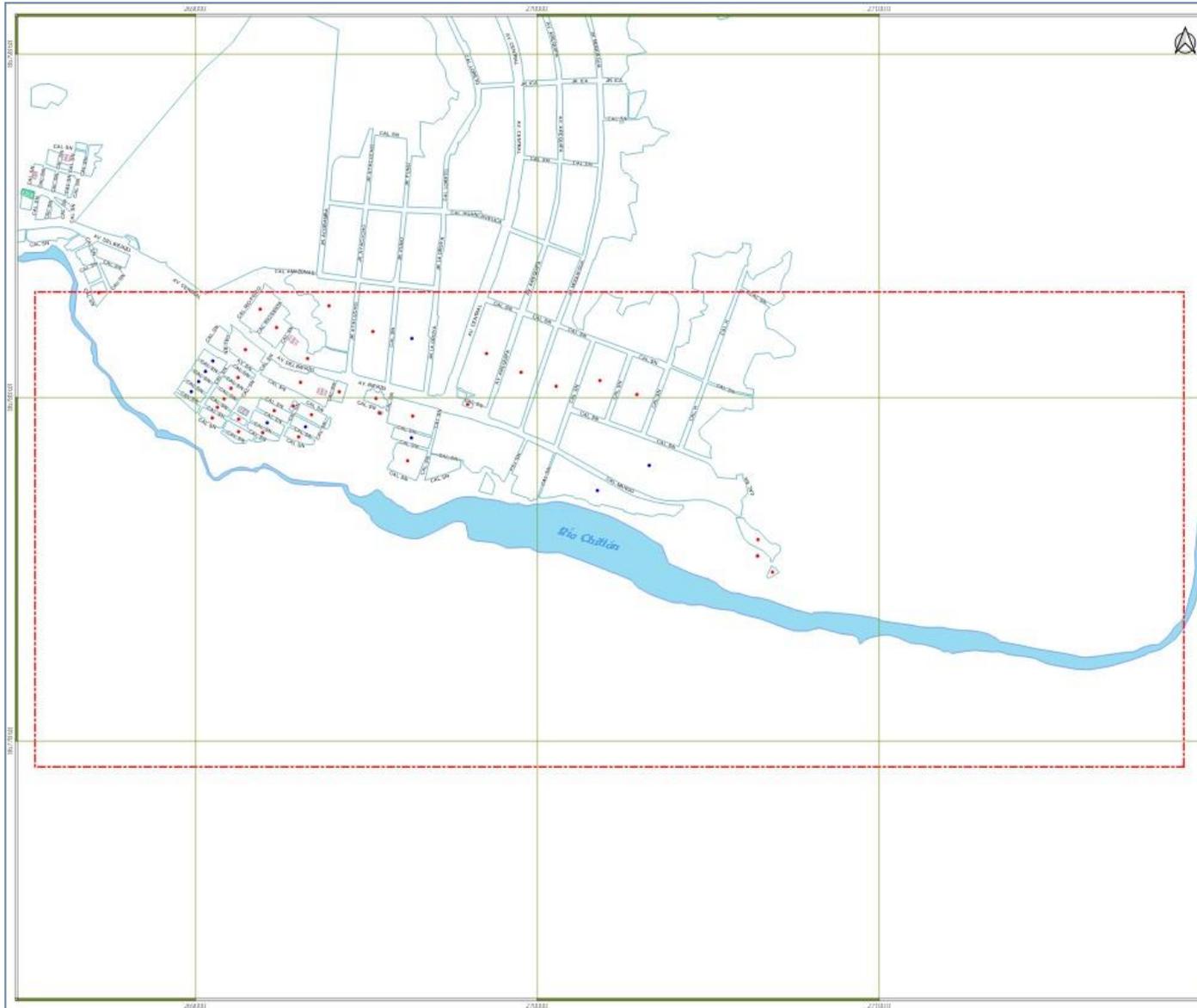
LEYENDA

RED 7 JUBA DE ALCANTARILLADO

- ALCANTARILLADO SANITARIO
- ALCANTARILLADO PLUVIAL
- ALCANTARILLADO MIXTO

ÁREAS DE EDIFICACIÓN

- PLANTAS
- ÁREAS VERDES



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE
SAN MARCOS
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLOGICA,
 MINERÍA METALURGICA Y GEOQUIMICA
 Y DE INGENIERIA GEOGRAFICA

Elaborado por:
 USO ADECUADO DE LAS GEOTECNOLOGIAS
 LABORALES PARA EL APOYO DE LA TOMA DE
 DECISIONES EN LA DISTRIBUCION Y ASESORIA
 PUBLICA A LOS ALCAÑALES DEL
 CASO DEPARTAMENTO DE VENTURILLA.

PLANO URBANO
 ZONA II
 LOCALIZACIÓN DE LA DEFICIENCIA
 DE ABASTECIMIENTO DE LA RED
 PUBLICA DE ALCANTARILLADO

DEPARTAMENTO: LIMA
 PROVINCIA: LIMA
 DISTRITO: VENTURILLA



Proyecto de Graduación N° 2017-2018-2019
 Profesor: Dr. Ing. Carlos A. Torres
 Alumno: Dr. Ing. Carlos A. Torres



LEYENDA

RED PUBLICA DE ALCANTARILLADO

- SITIO ALCANTARILLADO 100%
- ALCANTARILLADO PARCIAL 1 - 99%
- ▭ LIMITE DE ZONA
- ▭ FRONTERAS
- ▭ AREAS VERDES

Anexo 3: Entrevista para la prueba de la hipótesis.

ENTREVISTA

Apellidos y Nombres:

Dependencia:

Dimensión 01: La base de datos libre (PostgreSQL/PostGIS), en la estimación y localización de la distribución de la red pública de agua y alcantarillado:

1. ¿Cómo califica la facilidad de uso de la base de datos libre?
 - a) Muy Bueno.
 - b) Bueno.
 - c) Regular.
 - d) Malo.
 - e) Muy malo.

2. ¿Cómo califica el tiempo de generación de las consultas, variables y tablas en la base de datos libre?
 - a) Muy Bueno.
 - b) Bueno.
 - c) Regular.
 - d) Malo.
 - e) Muy malo.

3. ¿Cómo califica la relevancia de la información generada en la base de datos libre?
 - a) Muy Bueno.
 - b) Bueno.
 - c) Regular.
 - d) Malo.
 - e) Muy malo.

4. ¿Cómo califica la interoperabilidad entre el Sistema de Información Geográfica libre y la base de datos libre?

- a) Muy Bueno.
- b) Bueno.
- c) Regular.
- d) Malo.
- e) Muy malo.

Dimensión 02: El Sistema de Información Geográfica libre (QGIS), en la estimación y localización de la distribución de la red pública de agua y alcantarillado:

5. ¿Cómo califica la facilidad de uso del Sistema de Información Geográfica libre?

- a) Muy Bueno.
- b) Bueno.
- c) Regular.
- d) Malo.
- e) Muy malo.

6. ¿Cómo califica la utilidad de los planos urbanos producidos en el Sistema de Información Geográfica libre?

- a) Muy Buen.
- b) Bueno.
- c) Regular.
- d) Malo.
- e) Muy malo.

Anexo 4: Cargo de la solicitud para la realización de la entrevista.



Municipalidad Distrital de Ventanilla
GERENCIA DE DESARROLLO URBANO
SUB. GERENCIA DE CATASTRO Y PLANEAMIENTO URBANO

Ventanilla, 12 de julio de 2018

CARTA N° 049 -2018/MDV-GDU-SGCPU

Señor
DAVES PETER TANTAS GARCÍA
Mz. 34 Lote 8 Urb. Laura Caller
Teléfono: 973668275
Los Olivos
Presente.-

Referencia: D.S. N° 27527-2018

Me es grato dirigirme a usted, para saludarle y a la vez para comunicarle que esta entidad ha recibido el documento de la referencia, donde solicita una reunión para mostrar el uso de las geotecnologías libres como parte de la Tesis de Investigación: "Las Geotecnologías libres para el apoyo de la toma de decisiones en la distribución de la red pública de agua y alcantarillado en el distrito de Ventanilla", a través de una encuesta al personal de esta Subgerencia.

Al respecto, en atención a su solicitud, se le comunica que la cita solicitada será atendida en la oficina de la Subgerencia de Catastro y Planeamiento Urbano, debiendo comunicarse al teléfono que aparece al pie de página del presente documento, a efectos de coordinar la fecha y horario de su asistencia.

Sin otro particular me despido de Ud.

Atentamente,


MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE VENTANILLA
SUB GERENCIA DE CATASTRO Y PLANEAMIENTO URBANO
ARQ. JESUALDO TORRES ALVAREZ
SUB GERENTE

Subgerencia de Catastro y Planeamiento Urbano
Teléfono: (01)-6311400 Anexo 183

Anexo 6: Tabla de valores t de Student.

gl	Valores t de Student y probabilidad P asociada en función de los grados de libertad gl.									
	0.4	0.25	0.1	P (de una cola)						
	0.05	0.025	0.01	0.005	0.0025	0.001	0.0005			
2	0.289	0.816	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	14.089	22.326	31.596
3	0.277	0.765	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	7.453	10.215	12.924
4	0.271	0.741	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	5.598	7.173	8.610
5	0.267	0.727	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	4.773	5.893	6.869
6	0.265	0.718	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	4.317	5.208	5.959
7	0.263	0.711	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	4.029	4.785	5.408
8	0.262	0.706	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	3.833	4.501	5.041
9	0.261	0.703	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	3.690	4.297	4.781
10	0.260	0.700	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	3.581	4.144	4.587
11	0.260	0.697	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	3.497	4.025	4.437
12	0.259	0.695	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	3.428	3.930	4.318
13	0.259	0.694	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	3.372	3.852	4.221
14	0.258	0.692	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	3.326	3.787	4.140
15	0.258	0.691	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	3.286	3.733	4.073
16	0.258	0.690	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	3.252	3.686	4.015
17	0.257	0.689	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.222	3.646	3.965
18	0.257	0.688	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.197	3.610	3.922
19	0.257	0.688	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.174	3.579	3.883
20	0.257	0.687	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.153	3.552	3.850
21	0.257	0.686	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.135	3.527	3.819
22	0.256	0.686	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.119	3.505	3.792
23	0.256	0.685	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.104	3.485	3.768
24	0.256	0.685	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.091	3.467	3.745
25	0.256	0.684	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.078	3.450	3.725
26	0.256	0.684	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.067	3.435	3.706
27	0.256	0.684	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.057	3.421	3.690
28	0.256	0.683	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.047	3.408	3.674
29	0.256	0.683	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.038	3.396	3.659
30	0.256	0.683	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.030	3.385	3.646
40	0.255	0.681	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	2.971	3.307	3.551
60	0.254	0.679	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	2.915	3.232	3.460
120	0.254	0.677	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617	2.860	3.160	3.373
Infinito	0.253	0.674	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	2.807	3.090	3.291