



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Aplicación de un Sistema de Información Geográfico para el
Monitoreo de Casos Confirmados del Covid-19 en el Distrito
Ayacucho, 2021**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERA AMBIENTAL

AUTORA:

Soca Yupanqui, Guisela Chana (ORCID: 0000-0003-2647-2009)

ASESOR:

Mg. Herrera Díaz, Marco Antonio (ORCID: 0000-0002-8578-4259)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión de Riesgos y Adaptación al Cambio Climático.

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria

Se la dedico a Dios, porque el siempre me acompaña y a mis padres Pelagio Soca López y Rafael Arcangel Molina Bonilla, quienes me han educado y motivado para lograr a culminar mi carrera.

Agradecimiento

A mis hermanos porque hemos crecido ayudándonos mutuamente, pasando momentos inolvidables.

A mi novio por su paciencia y apoyo incondicional.

A los docentes por sus enseñanzas y por invertir su vida en formar y edificar la a mía.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	vi
Índice de gráficos y figuras.....	vii
Resumen.....	xi
Abstract.....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1. Sistema de información geográfico.....	9
2.2. Componentes del sistema de información geográfico.....	10
2.3. Sistema de información geográfico en la salud.....	15
2.4. Definiciones básicas.....	17
2.5. Covid 19.....	18
2.6. Formulación del problema.....	23
2.7. Justificación.....	24
2.8. Objetivos.....	25
III.METODOLOGÍA.....	26
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	26
3.2. Variables y operacionalización.....	26
3.3. Población y muestra.....	28
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	29

3.5. Procedimientos.....	29
3.6. Método de análisis de información.....	32
3.7. Aspectos éticos.....	32
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
V. CONCLUSIONES.....	82
VI. RECOMENDACIONES.....	83
REFERENCIAS.....	84
ANEXOS.....	89

Índice de tablas

Tabla 1: Matriz de operacionalización de variables.....	27
Tabla 2: Tablas en sistema.....	34
Tabla 3: Descripción de la tabla prueba.....	35
Tabla 4: Descripción de la tabla distrito.	35
Tabla 5: Descripción de la tabla género.....	36
Tabla 6: Descripción de la tabla persona.....	37
Tabla 7: Descripción de la tabla domicilio_residencia.....	37
Tabla 8: Descripción de la tabla síntoma.	37
Tabla 9: Descripción de la tabla riesgo.	38
Tabla 10: Descripción de la tabla resultado.....	38
Tabla 11: Descripción de la tabla procedencia_solicitud.	38
Tabla 12: Descripción de la tabla severidad.....	39
Tabla 13: Descripción de la tabla lugar_prueba.....	39
Tabla 14: Descripción de la tabla domicilio_residencia.	39
Tabla 15: resultados de la interpolación IDW.....	80

Índice de figuras

Figura 1: Fórmula para determinar la muestra.....	28
Figura 2: Esquema de los tres subsistemas aplicadas en la tesis.	31
Figura 3: Creación de los campo de la tabla género.....	40
Figura 4: Creación de los campo de la tabla persona.....	41
Figura 5: Creación de los campo de la tabla domicilio_residencia,.....	42
Figura 6: Creación de los campo de la tabla distrito.	42
Figura 7: Creación de los campo de la tabla síntoma.	43
Figura 8: Creación de los campo de la tabla riesgo.	43
Figura 9: Creación de los campo de la tabla resultado.....	44
Figura 10: Creación de los campo de la tabla procedencia_solicitud.	44
Figura 11: Creación de los campo de la tabla severidad.....	45
Figura 12: Creación de los campo de la tabla prueba.....	45
Figura 13: Creación de los campo de la tabla lugar_prueba.....	46
Figura 14: Esquema físico de la base de datos	47
Figura 15: Conexión de QGIS con la base de datos de PostgreSQL	48
Figura 16: Capa WMS (web mapping service) openstreetmap	49
Figura 17: Información de tabla domicilio_residencia	50
Figura 18: Registro y actualización de tabla domicilio_residencia	50
Figura 19: Información de tabla genero	50
Figura 20: Registro y actualización de la tabla género	51
Figura 21: Información de tabla síntomas.....	51
Figura 22: Registro y actualización de tabla síntoma.....	52
Figura 23: Información de tabla riesgo	52
Figura 24: Registro y actualización de tabla riesgo	53
Figura 25: Información de tabla resultado.....	53

Figura 26: Registro y actualización de tabla resultado.....	54
Figura 27: Información de tabla severidad.....	54
Figura 28: Registro y actualización de tabla severidad.....	55
Figura 29: Información de tabla procedencia_solicitud.....	55
Figura 30: Registro y actualización de tabla procedencia_solicitud.....	56
Figura 31: Información de tabla prueba.....	56
Figura 32: Registro y actualización de tabla prueba.....	57
Figura 33: Información de tabla distrito.....	57
Figura 34: Registro y actualización de tabla distrito.....	58
Figura 35: Capa distrito.....	58
Figura 36: Información de tabla persona.....	59
Figura 37: Registro y actualización de tabla persona.....	59
Figura 38: Capa persona.....	60
Figura 39: Información de tabla lugar_prueba.....	60
Figura 40: Registro y actualización de tabla lugar_prueba.....	61
Figura 41: Capa lugar_prueba.....	61
Figura 42: Conexión del Geoserver al Postgresql.....	62
Figura 43: Capa persona web.....	62
Figura 44: Detalle persona web.....	63
Figura 45: Capa no reactivo web.....	63
Figura 46: Capa IgG reactivo web.....	64
Figura 47: Capa IgM reactivo web.....	64
Figura 48: Capa IgM IgG reactivo web.....	65
Figura 49: Capa indeterminado web.....	65
Figura 50: Capa lugares de prueba web.....	66
Figura 51: Capa distritos web.....	66

Figura 52: Capa base web de Openstreetmap.	67
Figura 53: Capa web de Bingsatelite.....	67
Figura 54: web Capa.....	68
Figura 55: Consulta de número de casos positivos y negativos.....	69
Figura 56: Grafico de número de casos positivos y negativos.....	69
Figura 57: Consulta de número de resultados.	69
Figura 58: Grafico de los resultados de las pruebas.....	70
Figura 59: Consulta de género.....	70
Figura 60: Grafico de género.....	71
Figura 61: Consulta de riesgo.....	71
Figura 62: Grafico de riesgos.	72
Figura 63: Consulta de severidad.	72
Figura 64: Grafico de severidad.....	73
Figura 65: Consulta de síntomas	73
Figura 66: Grafico de síntomas.....	74
Figura 67: Primer intervalo de tiempo del análisis temporal del COVID-19 en el distrito de Ayacucho.	74
Figura 68: Segundo intervalo de tiempo del análisis temporal del COVID-19 en el distrito de Ayacucho.....	75
Figura 69: Tercer intervalo de tiempo del análisis temporal del COVID-19 en el distrito de Ayacucho.	75
Figura 70: Cuarto intervalo de tiempo del análisis temporal del Covid COVID-19 en el distrito de Ayacucho.....	76
Figura 71: Quinto intervalo de tiempo del análisis temporal del COVID-19 en el distrito de Ayacucho.	76

Figura 72: Sexto intervalo de tiempo del análisis temporal del COVID-19 en el distrito de Ayacucho.	77
Figura 73: Capa de casos positivos de COVID-19.	77
Figura 74: Configuración de Mapa de Calor casos positivos COVID-19 en el distrito de Ayacucho en Qgis.	78
Figura 75: Mapa de Calor casos positivos COVID-19 en el distrito de Ayacucho en Qgis.	78
Figura 76: Configuración de Interpolación IDW de casos positivos COVID-19 en el distrito de Ayacucho en Qgis.	79
Figura 77: Interpolación IDW casos positivos COVID-19 en el distrito de Ayacucho en Qgis.	80

Resumen

La presente tesis denominada “Aplicación de un Sistema de Información Geográfico para el monitoreo de casos confirmados del COVID-19 en el distrito Ayacucho, 2021”, fue desarrollada teniendo en cuenta a personas infectadas y confirmadas con el COVID-19, en donde se vio la necesidad de saber dónde se sitúan los focos de contagio y la evolución del virus, con el objetivo de como un sistema de información geográfico apoya el monitoreo de los casos confirmados del COVID-19, para rastrear los casos confirmados de manera rápida y sencilla en tiempo real, viendo la situación actual dentro de nuestra comunidad, para luego sacar nuestros propios análisis.

La investigación se realizó mediante los 3 subsistemas: subsistema de datos, subsistema de visualización-cartografía y el subsistema de análisis, así mismo se utilizó programas como: Microsoft Excel, Qgis, PosgreSql, Geoserver, Geochagi, que ayudaron a la creación de la base gráfica de la investigación, también se utilizó como instrumento de investigación la ficha de reporte de resultados de prueba rápida COVID-19, luego fue registrado en la base de datos.

Finalmente se demostró que la aplicación del sistema de información geográfico nos permite identificar y tener un control de los casos confirmados del COVID-19, para la toma de decisiones.

Palabras clave: sistema, información, geográfico, subsistemas, Covid-19.

Abstract

This thesis called "Application of a Geographic Information System for monitoring confirmed cases of COVID-19 in the Ayacucho district, 2021", was developed taking into account people infected and confirmed with COVID-19, where it was seen the need to know where the sources of contagion are located and the evolution of the virus, with the aim of as a geographic information system supporting the monitoring of confirmed cases of COVID-19, to track confirmed cases quickly and easily in real time, seeing the current situation within our community, and then taking our own analysis.

The research was carried out using the 3 subsystems: data subsystem, visualization-cartography subsystem and analysis subsystem, likewise programs such as: Microsoft Excel, Qgis, PosgreSql, Geoserver, Geochagi, which helped to create the database. graph of the investigation, the COVID-19 rapid test results report form was also used as a research instrument, then it was registered in the database.

Finally, it was shown that the application of the geographic information system allows us to identify and control confirmed cases of COVID-19, for decision-making.

Keywords: system, information, geographic, subsystems, Covid-19.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente el distrito de Ayacucho ubicado en la ciudad de Ayacucho, presenta personas infectadas por el virus del COVID-19, confirmadas mediante pruebas rápidas, en donde se dio la necesidad de identificar los focos de contagio y la evolución del virus, así mismo tener el control de datos de los referidos casos confirmados con el propósito de comunicar y analizar la situación actual de la pandemia dentro de nuestro propio entorno, ya que el grado de salud varía según la zona, país o región donde nos encontramos habitando.

Por todo lo mencionado se planteó la aplicación de un sistema de información geográfico, basada en la creación de una estructura de base de datos físico a partir de la información brindada por la Dirección Regional de Salud de Ayacucho (DIRESA), que va estar implementado en PosgreSql, seguido por la visualización y creación cartográfica, permitiendo representar geográficamente la localización de los casos confirmados del COVID-19, mediante mapas telemáticos y finalmente el análisis en donde se procesa todos los datos geográficos, del mismo modo se utilizó como método de análisis de datos Inverse Distance Weighting (IDW).

Con lo que se espera con la investigación es proveer un sistema que ayude a frenar la aparición y expansión del virus, tomando decisiones para planificar, organizar, crear políticas, concientizar a las personas entre otros.

La tesis ha sido desarrollada en 7 partes fundamentales:

1^{ra} parte del trabajo es la introducción, el planteamiento claro de la investigación, en donde se dará a conocer los motivos principales del estudio, además esta parte de la tesis considera la realidad problemática.

2^{da} parte es marco teórico en donde se analizan bases teóricas del tema de investigación, también se recopilaron trabajos realizados acerca del tema con normas nacionales e internacionales, también están incluidas la justificación y objetivos, que son el punto de partida para el desarrollo de la investigación.

3^{ra} parte de la investigación es la metodología en donde se explica el diseño de investigación, las variables, población y muestra, las técnicas e instrumentos de recolección de datos, procedimientos, método de análisis de datos y aspectos éticos.

4^{ta} parte de la investigación son los resultados, en donde se da un análisis general y específico de los resultados obtenidos a partir de la aplicación de los sistemas de información geográfico con los lineamientos necesarios para la realización del trabajo.

5^{ta} parte de la investigación es la discusión, en donde se evaluaron y discutieron los datos obtenidos de los resultados.

La 6^{ta} y 7^{ma} parte de la investigación, hacen referencia a las conclusiones y recomendaciones, para una futura o posterior investigación.

Por último, la 8^{te} parte de la investigación, muestra las referencias bibliográficas empleadas.

II. MARCO TEÓRICO

FUERTES, Erick (2020), determino el nivel de vulnerabilidad ante un evento sísmico de gran magnitud (mayor a 8.6 Mw) aplicando el sistema de información geográfico en el Asentamiento Humano La Flor-Carabayllo.

Se empleo la aplicación del Proceso de Análisis Jerárquico (AHP) propuesta por Thomas Saaty, la cual va permitir determinar la ponderación de la vulnerabilidad global, Se analizaron 2 dimensiones: física y social, cada una de ellas presentan los factores exposición, fragilidad y resiliencia. Se procesó toda la información en el software ArcGis mediante la aplicación de los modelos de geoprocésamiento, para la obtención de los planos que simultáneamente determinaron los niveles de vulnerabilidad del área de estudio.

Se concluye que en el asentamiento humano la Flor el 47% de lotes se encuentran entre el nivel Alto y Muy Alto de vulnerabilidad, lo que evidencia un tema preocupante en la infraestructura de las viviendas. Por esta razón, un 53% de lotes se encuentran entre el nivel Bajo y Medio de vulnerabilidad.

Se recomienda más estudios relacionados a la Gestión de Riesgos de Desastres en áreas vulnerables, que la Municipalidad de Carabayllo establezca ordenanzas en cuanto a las edificaciones en los asentamientos humanos como inspecciones técnicas en forma periódica, cursos de capacitación en GDR en los diversos sectores del distrito, trabajar con metodología AHP, aplicación de modelos Geoprocésamiento, tomar conciencia en la Realidad en que se encuentran y reforzar su vivienda.

GONZALES, et al. (2020), elaboraron una propuesta didáctica (Plataforma Geoespacial) para el uso de Tecnologías de la Información Geográfica (TIG), que permitirá a las autoridades acceder a más recursos para tomar mejores decisiones en el seguimiento, control y respuesta a la pandemia del COVID-19. Llegaron a la conclusión que la plataforma geoespacial presenta opciones que ayudan a fomentar el uso de las TIG's con la finalidad de mantener actualizadas a las autoridades y población en general, así además permitir el cálculo de proyecciones estadísticas. Recomendaron la intensificación de campañas

preventivas siguiendo las recomendaciones de OMS, MINSA y del Estado Peruano, además de la plena transparencia y claridad en las cifras.

FREIRE, Lenin y DURAN, Jorge (2019), realizaron la implementación de un sistema de información geográfico para realizar análisis de la información recolectada por el personal de primer nivel de atención de salud cuando realizan visitas domiciliarias y que corresponda a perfiles epidemiológicos locales, con almacenamiento centralizado de información y utilizando dashboard para toma de decisiones de tipo gerencial en el Cantón Huaquillas.

Para desarrollar un Sistema de Información Geográfica se utilizaría tecnología de código abierto para la Gestión de la Base de Datos así mismo para levantar los servicios del sistema, también se utilizó mapas de herramienta Open StreetMaps y Dashboard de gráficos estadísticos que ayudaron al Director a conocer en tiempo real las morbilidades de mayor frecuencia que se detectan, esto se utilizó para la toma de decisiones en cuento a estrategias de prevención o canalizar trabajos con otras instituciones.

Resultados obtenidos en relación a la reducción de tiempo de análisis y procesamiento de información de parte de los analistas distritales el cual tiene un control de las actividades extramurales que realizan el equipo de primer nivel de atención el momento de realizar visitas domiciliarias, reportes de capacitación de pacientes y sitios donde las morbilidades son frecuentes, para poder realizar toma de decisiones, pueden ejecutar desde un dispositivo móvil solamente con acceso a internet, también aprovechar tecnología de programa de código abierto.

Para la implementación del sistema se debe contar con el apoyo de la máxima autoridad, contar con equipo de corta fuegos, conocimientos básicos del internet, servicio de internet continuo, mantenimiento de servidores y realizar actualizaciones de procesos y campos.

VALDIVIEZO, Aymé (2019), estudió la implementación de un catastro de redes de distribución de agua potable con el software QGIS, tomando como área de estudio la urbanización de Miraflores, Piura; detalla el proceso de instalación de todos los componentes necesarios para la implementación de un GIS

(hardware, software de base de datos, QGIS, etc.) y los diseños para la visualización de la información de la misma. Concluyendo que, en los proyectos relacionados a catastro la tecnología más apropiada a emplear es un SIG, debido a que este nos permite una mejor gestión a la información geográfica y alfanumérica. Recomendando el trabajo en Campo para la verificación de los datos obtenidos.

CHAMBILLA, Deisy (2019), implemento un sistema de información geográfico en la empresa SENASA-Lima, para erradicar las plagas y enfermedades de los cultivos (mosca de la fruta), para ello hizo encuestas y recopilación de información, utilizo estadística y herramientas tecnológicas para analizar los resultados obtenidos. En conclusión, el trabajo de investigación cumplido con las expectativas satisfaciendo a los usuarios con la implementación del Visor GIS, así mismo recomendó capacitación en tecnologías de información como también en el software libre.

TORREA, Luis y RODRIGUEZ, Juan (2019), realizaron un estudio que tiene como objetivo la Implementación de un sistema de información Geográfico, para mejorar las condiciones de riego y tener un control detallado de la distribución de agua en el distrito de mediana escala El Juncal en el Departamento de Huila, para su optima ejecución se recolecto información fundamental, identificando puntos críticos y posteriormente sistematizándolos a través del ArcGIS, concluyendo que el SIG facilito la información de identificar del curso de la red de canales y también evitar el racionamiento en épocas de invierno, se sugiere la impermeabilización de los canales y la instalación de medidores de caudales.

BAUTISTA, Jean (2019), Implemento un sistema de información Geográfico (SIG) para el avalúo de inmuebles en la empresa consorcio de profesionales Lozano Ríos S.C.R.L, en el distrito de Tarapoto, debido a los problemas de manejo de documentación de los predios de sus clientes se hizo un registro en el cual se ubica los predios y su correspondiente documentación visualizándose en un mapa con un API de Google. Se demostró que existe una influencia positiva del SIG, este sistema ayudo a la empresa a localizar sus serios problemas y finalmente adquirir ciertos requerimientos para su gestión.

SUCARI, Emilyn (2018), Diseño un sistema de información geográfico (SIG) para monitorear los cambios de las aves en el bosque lluvioso de Madre de Dios, por medio de la visualización, su diseño metodológico lo realizo usando los indicadores de distribución, diversidad y amenaza, concluyendo que el SIG se adecua en el monitoreo, pudiéndose trabajar otros indicadores de diversidad incluso crear otros indicadores sobre la data ya modelada y posteriormente la toma de decisiones para realizar planes de conservación, además recomendó perfeccionar los planes de conservación empleando un modelo mucho más extenso para almacenar información.

FLORES, Guido (2018), investigó el cómo gestionar los residuos sólidos a través de sistemas de información geográfica en el distrito de Huancavelica; hace uso del ArcGIS para cuantificar la generación de residuos sólidos a través de mapas geográficos, los sitios de acopio, segregación y rutas, concluyendo que los sistemas de información geográfica son viables para la gestión los residuos sólidos en el distrito de Huancavelica. Recomendó a la municipalidad de Huancavelica Implementación de contenedores en los puntos de acopio a cielo abierto, implementación de sistemas de reutilización y tratamiento de los residuos orgánicos e inorgánicos, realización procesos de modelamiento en los procesos de gestión de residuos sólidos para la optimización de recursos, etc.

CABALLERO, José (2017), realizó un trabajo sobre el Sistema de Información Geográfico para mejorar la Gestión técnica eficaz de agua potable en la Empresa Municipal de Agua Potable y alcantarillado en la localidad de Huancavelica, utilizo el SIG para la modelación de la red de agua, analizo datos, elaboro mapas, informes y gráficos, por otro lado habían informaciones dispersas guardados en diversos formatos por tal motivo se tuvo la necesidad de manejar esas grandes cantidades de información en una base de datos centralizada, para resolver aquel problema se utilizó tecnologías, técnicas innovadoras para el tratamiento de la información y la construcción de modelos de redes de distribución con el fin de tomar decisiones adecuadas.

GONZALEZ, Grecia (2017), Aplico un sistema de información geográfico para la prevención de las viviendas ante la vulnerabilidad sísmica en el distrito del Agustino, debido al silencio sísmico que venía aquejando la ciudad de Lima,

se tomó 8 sectores del Agustino para la muestra probabilística, utilizando los programas de Google Earth, Arcgis, Sasplanet y Autocad las cuales ayudaron a la realización de la base gráfica, así mismo utilizaron la ficha de verificación para la base de datos, resolviendo la vulnerabilidad sísmica del lugar antedicho. Concluyendo que la aplicación de un SIG ayuda a la edificación del grado de vulnerabilidad en las viviendas del distrito del Agustino y así hacer frente a los fenómenos sísmicos.

VEGA, Wilian (2016), planteó hacer conocer el uso del sistema de información geográfico en el ordenamiento territorial en la Provincia de Andahuaylas, usando la metodología de Domingo Gómez Orea, con las distintas fases de diagnóstico, técnica que se utiliza para ahorrar tiempo en el manejo de las inmensas cantidades de datos y posteriormente para la toma de decisiones en el territorio, se concluye que el sistema de información Geográfico es una herramienta eficaz en la planificación del territorio, de tal forma se digitalizaron los planos de manera detallada con sus respectivas descripciones.

MEZA, Kevin (2016), Implemento un sistema de información geográfico (SIG) para la administración de territorios en la empresa REDEXSA S.A.C, y así mejorar el cumplimiento de los objetivos de venta, zonificación de sus clientes y cobertura de territorio, bajo lo cual obtuvo datos que fueron procesados mediante estadística SPSS y Google Maps, representándolos en gráficos estadísticos y mapas, llegando a concluir que la implementación de un SIG mejora la Administración en la referida empresa y recomendando unir distintas tecnologías para el manejo de más información.

LONDONO. Libardo; RESTREPO, Carolina y MARULANDA, Elisabeth (2014), utilizaron el Sistema de Información Geográfica para modelar los patrones de distribución espacial de la enfermedad del dengue. Tomaron los reportes del dengue como materia de estudio desde año 2008, 2009, hasta el año 2011 del Valle de Aburrá, Medellín-Colombia, su metodología fue ubicar espacialmente los casos de dengue tomadas de la secretaria de Salud de Medellín lo cual contaba con las direcciones de los domicilios de los pacientes. Se situaron geoespacialmente por medio del software ArcGis 10, análisis espacial IDW y Slope. Concluyeron que la enfermedad del dengue tiene patrones

espaciales en el suroccidental de Medellín, Guayabal y Comunas de Belén, por ultimo recomendaron estudiar esta enfermedad con variables ambientales y así obtener muchas herramientas para tomar decisiones en cuanto a la prevención del dengue.

MERCADO, Edgar (2013), realizo un estudio que tuvo como objetivo ser un orientador para la implementación del sistema de información geográfico, utilizando tecnología libre para tomar decisiones en los problemas que se da en las PYME (pequeñas y medianas empresas), para lo cual se hizo un mapeo de los procesos luego se diseñó y desarrolló la solución, explicando los procesos y herramientas que se usaron paso a paso, esta implementación se hizo bajo un patrón Modelo, vista y controlador, se concluye que el presente trabajo facilita los conocimientos primordiales, herramientas y pasos para implementar un SIG y un ahorro de tiempo e inversión, se recomienda tener conocimientos básicos en base de datos.

TUNCAR, Yanet y BENDEZU, Rolando (2012), realizaron una Investigación que tiene como objetivo primordial implementar y desarrollar un sistema de información geográfico que facilite la gestión de los centros de salud de la Provincia de Angaraes-Huancavelica, de tal forma tener una ventaja para competir y mejorar los recursos del estado de forma acertada, se concluye que la implementación del SIG mejora de modo importante en el aprovechamiento de análisis geográfico y en la administración del personal de centros de salud, se recomienda concientizar a los gerentes y trabajadores así mismo consignar presupuesto para estos proyectos de implementación.

JIMENEZ, Dina (2011), realizo un sistema de información geográfico utilizando la base de datos de los deslizamientos producidos por sismos con bases de datos de deslizamientos inducidos por sismos a nivel de todo el mundo, para generar el SIG se utilizó el Excel y el ArcGis, se concluye que SIG permite capturar información gráfica, tabular y tener acceso a la información actualizada para luego tomar decisiones educadas y finalmente se recomienda potencializar el uso y aprovechamiento de las bondades que ofrece el SIG.

MAYORGA, Olga (2011), pretende usar el sistema de información geográfico en el ordenamiento territorial en la fase de análisis y diagnóstico, utilizando la metodología de Domingo Gómez Orea y tomando como caso de estudio a la parroquia en Pifo de la provincia de Pichincha, se concluye que el SIG es una buena opción en el ordenamiento territorial, a su vez con menor inversión posible para tomar decisiones.

VILLA, Carlos (2011), realizó un estudio que tuvo como objetivo principal la aplicación del sistema de información geográfico para la gestión policial y prevención del Delito, para lo cual se hizo esquemas de vigilancia a través de mapas geodelictivos y el análisis estadístico mediante la tipología y frecuencia de los delitos de un determinado lugar, se concluye que este sistema rompe paradigmas del policía, despertando empatía y convirtiéndolo en un policía de proximidad ante los problemas específicos de su comunidad.

ASCENCIO, Fernando (2008), estudio el empleo de los SIG para la ayuda en la gestión de riesgos geotécnicos (prevención y mitigación) en la ciudad de Piura. Estudió la geomorfología del área de estudio, la profundidad del nivel freático, dirección del flujo de agua, potencial de licuación y la relación entre las mismas. Concluyó dando énfasis en la importancia del empleo de los SIG como herramienta para la correlación de niveles temáticos para la determinación de factores como la geomorfología, niveles freáticos, litología del suelo, para su prevención. Recomendó sentar la normativa a nivel local y regional del sistema de coordenadas geográficas a ser empleado en todo proyecto y un levantamiento topográfico general de la ciudad.

2.1 Sistema de información geográfico

Según OLAYA, Víctor (2014) Sistema de Información Geográfico SIG es un sistema de base de datos cuenta con dos elementos primordiales software y hardware, sistema que une tecnología informática, personas e información geográfica con capacidades específicas como: capturar, analizar, almacenar, editar y por último representan los datos georreferenciados, el SIG no solo crea mapas sino también se hace operaciones sobre ellas ya que forma parte del sistema.

Según DAVARA, Fernando (2004), SIG es un conjunto organizado de métodos, componentes y posea estructura coherente con características propias que permiten tratar la información del mundo real para obtener a su vez información geográfica digital que sea de utilidad para la toma de decisiones y resolución de problemas de las más diversas áreas como: medio ambiente, socioeconomía, mercadotecnia, geomarketing e incluso Ciencias de la Salud donde los problemas demandan tomar decisiones en menor tiempo, con mayor apoyo posible, al afectar fundamentalmente a la salud humana y nuestro entorno.

2.2 Componentes de un sistema de información geográfico

Según OLAYA, Víctor (2014), los SIG están formados por una secuencia de subsistemas interrelacionados, con funciones particulares, por lo cual es necesario el estudio de cada uno de ellos ya que son útiles para el estudio general de los sistemas de información geográfico, normalmente se nombran tres 3 subsistema fundamentales:

Subsistema de datos

Este subsistema es el más interrelacionado e inseparable con el resto de los subsistemas, se le considera imprescindible ya que alimenta de datos a los restantes, se hace cargo de las operaciones de entrada, salida y la gestión en un SIG y así dando sentido a la tecnología.

Modelado de datos físicos

Según YEUNG, Albert y HALL, Brent (2007), Señalan que el esquema se conoce comúnmente como diseño de base de datos física. El modelado físico es un proceso más complejo y técnico que el modelado lógico porque requiere competencia en el uso tanto del DBMS como del sistema de hardware utilizado para instalar la base de datos. Debido a este proceso el esquema físico más simple será el más complejo y dependerá del hardware como del DBMS, es casi imposible describir un esquema físico en términos genéricos.

LO, C.P., YEUNG, Albert K.W. (2007), Señalan que el modelado de datos físicos es la imagen del mundo real en base a las relaciones entre entidades y atributos, también Identifica sus necesidades y las funciones organizacionales, tomando

los datos requeridos con sus respectivas funciones, ordenado por grupos. Para definir el esquema de la base de datos primero se diseña la estructura a través de un software que defina el lenguaje propio de la base de datos (QGIS), para luego continuar con la edición y mantenimiento respectivo de la información de aquella base de datos. Finalmente se va representar de manera gráfica como: punto, línea o polígono, va depender el tipo de representación geográfica empleada.

Subsistema de visualización y creación cartográfica

Según OLAYA, Víctor (2014), la visualización es parte vital de los SIG y por ello estos disponen de abundantes funcionalidades es necesario conocer sus elementos y saber emplearlos de modo adecuado, la semiología gráfica se encarga del estudio de los símbolos del lenguaje visual, por otro lado, las variables visuales se emplean para la caracterización de símbolos. Existen 6 variables visuales: posición, forma, tamaño, color, textura y orientación. El color se divide en: tono, valor y saturación. El tono y valor su aplicación es práctica en la parte cartográfica. Las variables visuales tienen propiedades como: asociativa, selectiva, ordenada, cuantitativa que definen los niveles de organización y va de pequeña a grande organización, estas propiedades adaptan el tipo de información que puede transmitirse a través de ellas. Cuando se unen varias variables visuales que tienen una misma propiedad, se muestra con mayor fuerza en los resultados. De tal forma que la percepción visual sea mejor en el contraste entre el fondo y la figura, todo lo mencionado sirve para transmitir correctamente cualquier tipo de información mediante el lenguaje visual y así representar la información geográfica.

Un mapa constituye una forma de comunicación visual y en esta comunicación se tiene que tener en cuenta una serie de factores. Existe la cartografía base y la cartografía temática, la cartografía temática es la más usada por los SIG y están vinculadas con las características de una variable. Las variables cuantitativas se debe agrupar sus distintos valores en clases. Para delimitar los intervalos comúnmente se usa los intervalos iguales, intervalos naturales o intervalos basados en la media y la desviación de los valores en cuestión. El mapa temático más importantes es el mapa de puntos con símbolos proporcionales de coropletas e isolíneas. Al componer un mapa se debe añadir

diversos elementos que van a facilitar su interpretación. También conocer la función de cada uno de ellos y saber situarlos sobre el lienzo del mapa y así la transmisión de la información entre emisor y receptor sea óptima.

No obstante, existe una diferencia entre la creación de una representación dentro de un SIG y la labor tradicional del cartógrafo ya que el usuario de la información geográfica no lo recibe en un formato visual, lo recibe en datos numéricos. Otras utilizaciones que complementan a los SIG es el diseño gráfico y que ya están siendo incorporadas poco a poco en los SIG, siendo una herramienta completa que da lo necesario para la creación profesional de cartografía.

GRETCHEN, Peterson (2009), señaló que el diseño estético va de la mano con el diseño comunicativo y que el texto va dirigido principalmente a los profesionales SIG, que inician su carrera.

Indica que los cartógrafos de SIG deben inspirarse en el diseño creativo de los museos de arte, libros de diseño gráfico y colecciones cartográficas en línea o impresas.

También señaló el diseño de maquetación, con 16 bocetos de diseño diferentes, el autor proporciona una lista de verificación de diseño con elementos primarios y secundarios, en ella guía al lector con preguntas reflexivas sobre qué diseño o elementos periféricos incluir en el mapa. Con cada elemento, analiza las mejores prácticas de ubicación y estilo. Por ejemplo, hace sugerencias con respecto a las letras del título y de los subtítulos (incluida la fuente, los tamaños y la ubicación) y advierte contra el uso de todas las mayúsculas. Además, observa la ubicación y el estilo de otros elementos del mapa. En cuanto a un elemento periférico, el autor cita a Edward Tufte sobre la autoría de mapas, que se relaciona con el hecho de que las personas, no las agencias, hacen mapas. El último tercio del capítulo está dedicado a útiles discusiones estilísticas sobre contexto, disposición, énfasis, simplicidad versus complejidad, márgenes y equilibrio.

Dio consejos sobre el uso de fuentes serif y sans serif, junto con guías prácticas sobre tamaños de fuente, asegura que un mapa sin un fondo de diseño de color podría transmitir un mensaje, pero de una manera desagradable, también sugiere

que a medida que se desarrolle la tecnología y las modas de color, el arte de hacer mapas va ir evolucionar continuamente.

Brindo discusiones sobre sistemas de color, incluidos RGB, hexadecimal, HSV, CYMK y CIELAB, luego el autor pasa a los mapas de coropletas y da una regla contra el mapeo con más de cinco tonos de un color. No obstante, da consejos sobre la normalización de los datos de coropletas. Al final de la sección de coropletas se destaca una subsección de dos párrafos sobre mapas de densidad de puntos y mapas de símbolos graduados.

Ofreció recomendaciones en cuanto a las convenciones de color, el contraste de color y las posibles deficiencias de color de los lectores de mapas. El autor concluye el capítulo con sugerencias para diseñar mapas en blanco, negro y escala de grises, debido a que el color no siempre es necesario; a menudo se requiere blanco y negro; y por el bien de la elegancia y la comunicación sucinta. También explico el diseño y mapeo de características, es decir, puntos, líneas y polígonos aplicados a una variedad de capas y temas de mapas, que incluyen: carreteras, ríos, cuerpos de agua, ciudades, límites políticos, características difusas, elevación y sombreado, parcelas, corrientes de agua y viento, temperatura, uso de la tierra, senderos, servicios públicos, superficies impermeables, cuencas, edificios, suelos y geología. El Autor señala ocho cuadros de color, con sus opciones preferidas para cada categoría, así mismo ofrece pautas para un buen diseño.

Finalmente, en el último capítulo da una serie de sugerencias prácticas sobre el lugar de presentación y la distancia de visualización, dando como ejemplo diapositivas con presentaciones simples y rápidas, ocupadas y lentas, simples y lentas, recomienda añadir capas a las diapositivas, consecutivamente con mapas e intervalos de visualización más extensos para las diapositivas más complejas. Otros ejemplos de medios incluyen la colocación y el diseño de mapas en informes, carteles, en la web y para la exportación.

Subsistema de análisis

Según OLAYA, Víctor (2014), el uso de la información geográfica trae consigo algún tipo de análisis, que va de una consulta sencilla a un modelo muy complejo.

Existe distintas formas de procesos de análisis espacial, los cuales toman datos espaciales de diversas clases y generan resultados con diversas clasificaciones complejas.

Por otro lado, los datos espaciales tienen características particulares, por lo que se considera importante en los procesos de análisis, entre ellas la existencia de una estructura, los efectos de borde, escala o derivados (Problema de la Unidad de Área Modificable), son los más sobresalen. El elemento de la autocorrelación espacial, siempre se debe tener en cuenta a la hora de estudiar los datos espaciales, ya que condiciona los resultados de análisis. Así mismo los distintos elementos del análisis espacial se relacionan entre sí. Además, el estudio y clasificación de las referidas relaciones presenta opciones diversas como: relaciones topológicas, relaciones de orientación, relaciones de distancia y entre otras. Finalmente se debe modelizar estas relaciones de manera correcta, integrando todos los puntos de vista, para luego tener una herramienta de análisis completa, intuitiva y coherente.

ARANEDA, Edgardo, (2002). Los SIG pueden medir de distancia entre dos puntos, hasta el modelado complejo de patrones espaciales.

Tipos de análisis SIG.

- a) Distancia simple: Se usa para determinar el tiempo de viaje y proximidad de puntos.
- b) Capas ráster y vectoriales: Las capas ráster se producen por la ejecución de fórmulas matemáticas en celdas, mientras que las capas vectoriales caen dentro del punto en polígono, línea en polígono y polígono en polígono. La combinación de diferentes capas puede generar nuevas composiciones.
- c) Forma de polígonos, perímetro, longitud y área: Aquel análisis remarca la forma de las entidades espaciales.
- d) Distancia funcional: Este análisis supone agregar obstáculos a las distancias simples para simular situaciones de vida real.

- e) Funciones de vecindad: Son funciones que pueden ser usadas en arqueología como análisis del vecino que este cercano.
- f) Direccionalidad, conectividad y complejidades de redes: Generalmente son utilizadas en análisis de redes, por ejemplo, las redes hidrológicas que pueden señalar la presencia de localización de sitios.
- g) Densidad de distribución, análisis cuadrático y polígonos de Thiessen: Estas funciones son usadas para encontrar una ruptura entre patrones, como distribuciones biológicas.
- h) Modelos de gravedad: Para crear un modelo de localización se puede dar un peso relativo a los layers según parámetros de interés.
- i) Forma y pendientes: Los parámetros más usados en modelos predictivos son los Modelos Digitales de Elevación (DEMs).
- j) Interpolación: Sirve para crear datos espaciales continuos, apoyado en muestras de puntos. Los SIG construyen los paquetes de algoritmos de interpolación varios algoritmos de interpolación son construidos en los paquetes SIG, Se usa siempre y cuando una superficie de datos no esté apto. Los modelos digitales de terreno (DEMs) son el resultado de mecanismos de interpolación.

2.3 Sistemas de información geográfico en la salud

ASCUNTAR, Johana y JAIMES, Fabian (2016), incorporaron los sistemas de información geográfico (SIG) en los eventos de la salud, medio ambiente y las condiciones socioeconómicas desfavorables de la población. Explorar la distribución espacial de los eventos y posteriormente la toma de decisiones médicas.

Utilizaron al SIG para algunas investigaciones con apoyo de la vigilancia y monitorización en salud Pública, la primera aplicación tuvo un enfoque de análisis trataron de entender la dinámica espacial del dengue y su relación con los factores socioeconómicos y ambientales, para la prevención, control o priorización de inversión en lugares que presentan mayor riesgo. La otra

aplicación de SIG fue la descripción espacial de la situación de un evento en Salud, como el atlas de mortalidad por cáncer en Colombia

La Implementación del SIG da un mejor entendimiento entre la morbilidad o mortalidad de una enfermedad y sus diferentes características del entorno y desempeño de los servicios de salud, nos facilita el control de enfermedades y las características de las diferentes zonas geográficas, permitiendo hacer un diagnóstico de salud a partir de un punto de vista territorial teniendo en cuenta vida de la población, variables ambientales de la zona y la cultura, de manera que estos sistemas proporcionan un gran apoyo para la planeación, prevención e implementación de políticas de salud pública.

DAVARA, Fernando (2004), aportó un mayor entendimiento de los sistemas de información geográfico (sistemas multidisciplinares) para la toma decisiones en Ciencias de la Salud (también multidisciplinares) haciendo una síntesis de los conceptos que bordean a un Sistema de Información Geográfico, describiendo sus aplicaciones en las ciencias de la Salud.

Definió al SIG como un sistema informático, con parte lógica y física (software y hardware), datos espaciales y personal, para almacenar, analizar, consultar, gestionar y propagar información geográfica digital, así mismo considero que todo SIG tiene funcionalidades, componentes, fuentes de datos, modelos de datos espaciales y para identificar posibles aplicaciones de un SIG se debe responder preguntas espaciales como: ¿Dónde se encuentra ubicado el centro de salud?, ¿ Que sitio de la población es vulnerable?, entre otros. Las respuestas de estas y otras preguntas facilitan las utilidades de los SIG en las Ciencias de la Salud,

método usado para las aplicaciones relacionadas con la planificación, análisis, toma de decisiones, presentación y difusión de información.

El Sistema de Información Geográfico tienen la capacidad de formar datos geoespaciales de diferentes fuentes, fuentes de datos que apoyan a la toma de decisiones en Ciencias de la Salud, como un conjunto de elementos que pueden interactuar, utilizando informaciones y datos de referencia espacial ayudando a

integrar, analizar, presentar información de utilidad, difundiendo una serie de datos con el fin de orientar, evaluar, gestionar y apoyar las acciones a la toma de decisiones en sus disciplinas, de manera más eficiente, rápida e intuitiva que otros sistemas.

Según BURSTEIN, Tania (2002), los sistemas de información geográfica en Salud Pública son capaces de combinar datos demográficos (sexo, edad, domicilio, etc.), con datos de salud (enfermedades, prevalencia, características clínicas, incidencias, etc.), como también con características del medio natural (temperatura, altitud, clima, etc.) o cualquier otra información que sea necesaria. Obteniendo información educada en el momento preciso mostrando la realidad de los problemas, como por ejemplo identificar el área de influencia de una determinada enfermedad, condiciones del medioambiente o la ocurrencia por sexo o edades, por tal razón la utilización del SIG ayuda a tener una visión real en la salud pública y la posibilidad de prevenir lo que pueda pasar más adelante.

2.4 Definiciones Básicas

- **Qgis**

Según THIEDE, Rudiger; SUTTON, Tim; DUSTER, Horst y SUTTON Marcelle (2019), es un sistema de información geográfico, un software de código libre, porque es gratis y está en constante desarrollo, pueden agregar nuevas funciones y mejorar las existentes, brinda una extensa ayuda y su documentación esta disponible y por último es multiplataforma.

- **Base de datos**

Según MONTENEGRO, Carlos (2012), es un software de banco de datos que organiza los datos de forma digital para los usuarios, denominado como la espina dorsal del SIG, nos permite el almacenamiento de las geometrías, acceso, respaldo, seguridad, recuperación de registros, consultas entre otros.

- **PostgreSql**

<https://www.postgresql.org/> (Sin fecha), es un sistema que se usa para gestionar la base de datos que estén ligados a objetos de código abierto, semejante al MIT o al BSD, es dirigido por una sociedad de

desarrolladores que trabajan de forma generosa apolados por organizaciones comerciales.

- **PostGis**

<https://postgis.net/> (sin fecha), es una extensión del PostgreSQL, hace que un sistema de administración de datos PostgreSQL cambie a base de datos espacial todo esto debido a sus 3 características: tipos de datos espaciales, funciones e índices espaciales, luego de esto rápidamente adquirirá 35 características (estándares abiertos) de la base de datos empresariales.

- **Geoserver**

Open Source Geospatial Foundation, es un servidor de java que utiliza estándares abiertos, en donde los usuarios pueden ver y editar datos así mismo permite el intercambio de datos y la flexibilidad de creación de mapas.

- **Geochagi**

Academia chagi (2021), aplicativo web visualizador de datos geográficos.

- **Inverse Distance Weighting (IDW)**

MURILLO, et al. (2012), es método determinista que se usa para la ponderación de la distancia inversa, ya que interpola un conjunto de puntos dispersos conocidos, calcula con un promedio ponderado de los valores disponibles en los puntos conocidos y permite la predicción, generación de superficies continuas. Facilita el análisis de la condición sector en estudio.

2.5 COVID-19

Según la Organización Mundial de la Salud (2020), no se conocen bien los orígenes del virus, para su transmisión tiene que haber un contacto estrecho con una persona infectada sin la correcta protección o conglomeración en establecimientos, inicia normalmente con fiebre, tos, dificultades para respirar y en algunos casos presentan síntomas gastrointestinales y diarrea, se considera que este virus provoca una enfermedad de alto riesgo en personas mayores o que padecen diabetes, neumonía crónica, cáncer o inmunodepresión, actualmente no existe vacuna, pero hay varios tratamientos y vacunas en fase

de desarrollo, una medida de prevención es la higiene de lavarse las manos sistemáticamente y el distanciamiento social.

Casos del COVID-19:

1.- Caso sospechoso:

A.- Personas que presenten criterio como:

Clínicos: tos, fiebre, fatiga/general, tos, mialgia, cefalea, resfriado nasal, dolor de garganta, anorexia, disnea, estado alterado y diarrea.

Epidemiológicos: Haber habitado, viajado en un lugar de alto riesgo de contagio del virus o haber trabajado en un centro de salud, en un periodo de 14 días anteriores a la aparición de los síntomas.

B.- Paciente que presenta enfermedad respiratoria aguda grave, acompañada con fiebre mayor o igual a 38 °C, con el comienzo de los 10 últimos días, donde se debe de hospitalizar.

2.- Caso probable:

A.- Paciente que presenta los síntomas clínicos mencionados anteriormente o está vinculado epidemiológicamente a un caso probable, confirmado o a un conglomerado de casos.

B.- Caso sospechoso, que presentan señales del COVID-19, se visualiza las imágenes torácicas mediante las pruebas de diagnóstico como: radiografía del tórax, tomografía computarizada del tórax y la ecografía pulmonar.

C.- Persona con reciente pérdida de olfato o gusto, con causa no identificada.

D.- Fallecimiento de un adulto con causa desconocida que tuvo dificultades respiratorias y que haya estado vinculado a los criterios clínicos y epidemiológicos.

3.- Caso confirmado:

Persona infectada por el virus COVID-19, confirmada por un laboratorio.

Pruebas para el COVID-19

Pruebas de amplificación de ácidos nucleicos:

Son pruebas de PCR para detectar el 2019-nCoV, la optimización de estas pruebas tiene un proceso complicado, deben de ponerse en contacto con laboratorios experimentados que publican sus pruebas, debido a la existen de los betacoronavirus dos de ellos causa infección zoonótica en humanos (MERS-CoV), transmitido por camellos dromedarios y el SARS adquiridos por civetas y murciélagos que habitan en cuevas, ya desarrollada y validada las pruebas específicas de amplificación de ácidos nucleicos (AAN), la confirmación de los casos por el nuevo microbio será por medio de la detección específica de secuencias exclusivas de ácido nucleico viral a través de la reacción en cadena de la polimerasa con retrotranscriptasa (RT-PCR).

Prueba serológicas:

Estas pruebas pueden servir para confirma la respuesta inmunológica de un patógeno que causa enfermedad en este caso del coronavirus, para lo cual se debe tener muestras de suero de los casos de investigación de la fase aguda y convaleciente.

Según DIAZ, Francisco y TORO, Ana (2020), el COVID-19 es causado por el virus del síndrome respiratorio agudo severo tipo-2 (SARS-CoV-2), se clasifican en dos grupos: coronavirus humano (HCoV) que causan un resfrió leve y coronavirus zoonóticos que pueden causar graves enfermedades respiratorias, a ciencia cierta no se puede confirmar cual pudo haber sido la fuente o el intermediario de esta enfermedad, si fue un animal silvestre del grupo de los vivérridos o un dromedario. Este virus tiene un periodo de incubación de 5 a 14 días, con una tasa de letalidad entre el 1% y 3%, siendo los más vulnerables los adultos mayores y personas con enfermedades cardiovasculares, diabetes,

hipertensión y cáncer. La mayoría de las personas infectadas son asintomáticos y la mejor forma de prevención es el aislamiento.

Caso del Covid 19:

1.- Caso sospecho:

Paciente con enfermedad respiratoria aguda (fiebre, tos, disnea, etc.), que haya viajado, residido o que haya tenido contacto con un caso probable o confirmado del COVID-19, en los 14 días previos de la aparición de los síntomas.

Paciente con enfermedad respiratoria aguda severa, que requiere hospitalización con un diagnóstico que no puede justificar la clínica.

2.- Caso probable:

Caso sospechoso al quien le hicieron la prueba para la detección del SARS-CoV-2, con resultados no concluyentes.

Caso sospechoso al quien no se pudo realizar la prueba de diagnóstico.

3.- Caso confirmado:

Paciente con resultados positivos en la prueba del laboratorio para el SARSCoV-2, sin tener en cuenta su situación clínica.

Como método de diagnóstico se utilizó:

a) Secuenciación del genoma viral:

Prueba poco practica y costosa como para gran cantidad de muestras.

b) Pruebas serológicas rápidas:

Con especificidades y sensibilidades.

Según el Gobierno peruano (2020), el COVID-19 es una cepa a un no identificada, cuyo virus se adquiere si se mantiene contacto con una persona infectada, se propaga al toser o estornudar a través de partículas acuosas que

se quedan en el ambiente, desarrollando síntomas como dolor de garganta, tos, congestión nasal, dificultad para respirar y fiebre. Si las personas de mayor edad y las que sufren enfermedades respiratorias, cardiopatías o diabetes, llegaran a contraer este virus podrían ser propensas a desarrollar el virus en un nivel grave, hay personas que no presentan ningún síntoma, es importante el lavado de manos y evitar el contacto con personas que presentan los síntomas mencionados.

Caso del COVID-19:

1.- Caso sospechoso:

Cuando una persona presenta fiebre, tos y dificultad para respirar (infección respiratoria aguda), con un historial de viaje o que haya vivido en un lugar con transmisión del COVID-19, en un periodo de 14 días previos al inicio de los síntomas, o también personas que presenten fiebre superior a 38°, tos, dificultad para respirar (infección respiratoria aguda grave) y que necesitan hospitalización, sin otra causa de la enfermedad que explique el cuadro clínico.

2.- Caso probable:

Aquella persona sospechosa con resultado de laboratorio indeterminado para el COVID-19.

3.- Caso confirmado:

Persona con infección del COVID-19, confirmada por un laboratorio.

Pruebas que se realizan para el descarte del COVID-19:

a.- Prueba molecular:

También conocidas como pruebas de reacción en cadena de la polimerasa (PCR), su muestra consiste en introducir un hisopo especial en la nariz de una persona y recogiendo secreciones respiratorias, mediante esta prueba se detecta el material genético del virus, evaluando su ARN en un laboratorio, sus resultados demoran entre 3 a 4 días.

b.- Prueba serológica:

También llamadas pruebas rápidas, estas pruebas detectan los anticuerpos generados para atacarlos como la Inmunoglobulina M (IgM) y la Inmunoglobulina G (IgG). La muestra se obtiene de una gota de sangre del dedo de una persona, colocándola en un dispositivo, aparecen los resultados aproximadamente de 10 a 15 minutos en forma de bandas en la pantalla del dispositivo como:

- **Reactivo IgM:** Indica que es positivo, la persona está haciendo la enfermedad en fase aguda, está en fase infectiva del virus.
- **Reactivo IgG:** Indica que la persona ya paso la enfermedad, por lo tanto, tiene anticuerpos de memoria "IgG".
- **Reactivo IgM e IgG:** Indica que la persona está en un periodo de recuperación, está pasando la fase aguda que es infectivo a la fase resolutive o recuperación.
- **No reactivo:** Es negativo
- **Indeterminado:** Indica que paso algo en el proceso de diagnóstico de la muestra, se recomienda repetir otra vez la prueba rápida.

Según la DIRESA, estas pruebas son registradas en una ficha de reporte de resultados de prueba rápida covid-19, incluye datos como: Ubicación geográfica, género, edad, domicilio residencia, síntomas, procedencia solicitud, resultado, severidad, riesgo, lugar y fecha.

2.6 Formulación del problema

Problema general

¿Cómo un sistema de información geográfico apoya el monitoreo de los casos confirmados del COVID-19 en el distrito de Ayacucho, 2021?

Problema específico

a) ¿De qué manera recopilar y sistematizar la información geográfica de los casos confirmados del COVID-19 en el distrito de Ayacucho, 2021?

b) ¿De qué forma se pueden representar las ubicaciones geográficas de los casos confirmados del COVID-19 en el distrito de Ayacucho 2021?

c) ¿Cómo realizar los análisis que sirvan como insumo para la toma de decisiones en el monitoreo de casos confirmados del COVID-19 en el distrito de Ayacucho, 2021?

2.7 Justificación

La realización de este trabajo ha sido desarrollado para dar a conocer la aplicación de los sistemas de información geográfico en donde se representan con puntos los casos confirmados por COVID-19, en el distrito de Ayacucho, para ver donde se sitúan los focos de contagio y la evolución de la incidencia del virus, con el propósito de comunicar y analizar la situación actual de la pandemia dentro de nuestro propio entorno, ya que el grado de salud varía según la zona, país o región donde nos encontramos habitando y de este modo frenar la aparición y expansión del virus.

Por todo ello se propone aplicar los SIG, desarrollando en el software Qgis, donde se va generar una estructura de base de datos físico a partir de la información disponible, que va estar implementado en PostgreSql, seguido por la visualización y creación cartográfica que nos va permitir representar geográficamente la localización de los casos confirmados del COVID-19, así como la estructura demográfica de los infectados, generalmente por sexo y edad, a partir de los datos incorporados se creará mapas y formularios de registro de datos. Finalmente se realizará el análisis en donde se procesa los datos geográficos que dará el soporte técnico a las decisiones que tomaran las administraciones locales en situaciones de emergencia sanitaria.

Bajo esta perspectiva se justifica esta investigación en la necesidad de brindar una sugerencia que permita la planificación, organización, creación de políticas, concientización a las personas entre otros, en periodos de pandemia.

2.8 Objetivos

Objetivo general

Aplicar un sistema de información geográfico para apoyar el monitoreo de los casos confirmados del COVID-19 en el distrito de Ayacucho, 2021.

Objetivo específico

- a) Recopilar y sistematizar la información geográfica de los casos confirmados del COVID-19 en el distrito de Ayacucho, 2021.
- b) Representar las ubicaciones geográficas de los casos confirmados del COVID-19 en el distrito de Ayacucho 2021.
- c) Realizar los análisis que sirvan como insumo para la toma de decisiones en el monitoreo de casos confirmados del COVID-19 en el distrito de Ayacucho, 2021.

II. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Para RODRÍGUEZ, Walabonso (2001) la clasificación de la investigación científica por su naturaleza del objeto de estudio puede ser básicas o aplicadas; siendo la investigación básica una actividad orientada a la búsqueda de nuevos conocimientos y la investigación aplicada orientada a un fin práctico.

Por ello como la presente investigación busca la aplicación de un SIG en respuesta a la dificultad del monitoreo de casos confirmados de COVID-19, es de tipo aplicada.

Según HERNÁNDEZ, Roberto; FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar (2014), las investigaciones no experimentales se pueden clasificar en transversales o transeccionales y longitudinales. A su vez, los diseños transversales se dividen en tres: exploratorios, descriptivos y correlacionales-causales; siendo los diseños transeccionales descriptivos aquellas investigaciones que tienen como objetivo el estudio de las incidencias o niveles de una o muchas variables en una población.

La presente investigación es no experimental transversal descriptiva puesto que, no se hizo la manipulación de la variable de investigación, la recolección de datos fue un único momento dado y se buscó la descripción del fenómeno (casos confirmados de COVID-19).

3.2 Variables y operacionalización

- **Variable independiente**
Sistema de información geográfico
- **Variable dependiente**
Casos confirmados del COVID-19

3.2.1 Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE 1	SISTEMA DE INFORMACION GEOGRÁFICO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	ESCALA
		Según Olaya (2011) Sistema de Información Geográfico SIG es un sistema de base de datos cuenta con dos elementos primordiales software y hardware, sistema que une tecnología informática, personas e información geográfica con capacidades específicas como: capturar, analizar, almacenar, editar y por último representan los datos georreferenciados.	Se implementará el subsistema de datos para las operaciones de entrada-salida de datos, en donde se obtendrá el esquema de base de datos físico que va estar implementado en PosgreSql, subsistema de visualización y creación cartográfica en donde se va crear mapas a partir de los datos, incorporando también formularios de registro de datos y el subsistema de análisis en donde se procesa los datos geográficos para la toma de decisiones.	Subsistema de datos	N° de Tablas de Base de Datos	Microsoft Excel Xlsx./Versión 2019	Cuantitativo razón
				Subsistema de visualización y creación cartográfica	N° de Capas de Visualización	Qgis 3.16 PosgreSql 13.1 Geoserver	Cuantitativo razón
				Subsistema de análisis	N° de Tablas de Resultados	Geochagi	Cuantitativo razón
VARIABLE 2	CASOS CONFIRMADOS DEL COVID 19	Según la Organización Mundial de la Salud (2020), Persona infectada por el virus COVID-19, confirmada por un laboratorio.	La muestra se obtiene de una gota de sangre del dedo de una persona, colocándola en un dispositivo, aparecen los resultados aproximadamente de 10 a 15 minutos en forma de bandas en la pantalla del dispositivo.	Prueba rápida	Ubicación geográfica	Ficha de prueba rápida COVID-19	Cuantitativo intervalo
					Género		Cualitativo nominal
					Edad		Cuantitativo razón
					Domicilio Residencia		Cualitativo nominal
					Síntomas		Cualitativo nominal
					Procedencia solicitud		Cualitativo nominal
					Resultado		Cualitativo nominal
					Severidad		Cualitativo ordinal
					Riesgos		Cualitativo nominal
					Lugar Prueba		Cualitativo nominal

Tabla 1: Matriz de operacionalización de variables

3.3 Población y muestra

Población:

La población de la presente investigación estuvo conformada por 9 604 casos confirmados con COVID-19 del departamento de Ayacucho, provincia de Huamanga, distrito de Ayacucho del año 2021, de fecha 14 de abril del 2020 al 05 de febrero del 2021, datos que fueron tomados de la página oficial de la Dirección Regional de Salud de Ayacucho (DIRESA).

Muestra:

Según Lopéz, P. y Fachelli, S. (2015). Se aplicó la siguiente fórmula para calcular la muestra, se tomó en cuenta el tipo de población finita y el parámetro de proporción.

$$n = \frac{z^2 \times P \times Q \times N}{(N - 1) \times e^2 + z^2 \times P \times Q}$$

Figura 1: Fórmula para determinar la muestra.

Fuente: Lopéz, P. y Fachelli, S. (2015). Metodología de la Investigación Social Cuantitativa. <http://ddd.uab.cat/record/129382>

En la fórmula aparecen los símbolos siguientes:

z²: Es el nivel de confianza, elevado al cuadrado.

e²: Es el error muestral, elevado al cuadrado.

N: Es el tamaño total de la población.

P: Es la proporción o porcentaje de individuos que tiene una característica.

Q: Es la proporción o porcentaje de individuos que no tiene la característica.

Entonces para la población presentada tenemos:

$$n = \frac{1.96^2 * 0.5 * 0.5 * 9604}{(9604 - 1) * 0.05^2 + 1.96^2 * 0.5 * 0.5}$$

n= 370

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se aplicó la técnica de análisis documental a los registros de resultados de la prueba rápida COVID-19 en el distrito de Ayacucho.

Se utilizó para la elaboración de la investigación los siguientes instrumentos:

- Microsoft Excel Xlsx/ Versión 2019, para elaborar gráficos y tablas.
- Qgis 3.16, para realizar el proceso de interacción de mapas.
- PosgresSql 13.1, para administración de la base de datos.
- Geoserver, para la conexión de la base de datos con el sistema de visualización.
- Geochagi, para la visualización de mapas en la web.

También se utilizó el instrumento de registros que permitirá detallar la información requerida de la muestra de casos de estudio, el instrumento se muestra en el anexo 4.

3.5 Procedimientos

Los datos fueron procesados con el programa de Qgis, con los que se obtuvo de la Dirección Regional de Salud de Ayacucho (DIRESA), cuyo documento se encuentra en el anexo 4. La implementación se hizo a través de 3 subsistemas:

1.- Subsistema de datos para las operaciones de entrada-salida de datos, en donde se obtiene el esquema de base de datos físico que va estar implementado en PosgresSql.

- Se descarga el software de base de datos PostgreSQL.
- Se instala la extensión Postgis para el manejo de datos geoespaciales.
- Se procede a la creación de la base de datos posteriormente las tablas y relaciones.
- Se culmina con la migración de datos en formato .csv a las diferentes tablas de la base de datos.

2.- Subsistema de visualización y creación cartográfica, en este sistema se crean mapas a partir de los datos, incorporando también formularios de registro de datos.

Qgis

- Instalación del QGIS
- Se conecta el QGIS con la base de datos
- Se crea un nuevo proyecto en Qgis
- Se procede a la generación de capas a partir de las diferentes tablas de la base de datos.
- Se procede a la generación de los formularios de registro.
- Se procede a dar estilos a las diferentes capas.

Visor Web

- Instalación del Geoserver
- Se procede al registro de servicios web WFS a partir de las diferentes tablas de la base de datos.
- Se procede al codificado de estilos en CSS para los mapas.
- Se procede a la instalación del Geochagi.
- Se procede a la conexión del Geochagi con los diferentes servicios web del Geoserver.

3.- Subsistema de análisis en donde se procesa los datos geográficos para la toma de decisiones.

- Creación de estadísticas de resultados de pruebas.
- Creación de estadísticas de porcentaje de mujeres y varones con COVID-19 positivos.
- Creación de estadísticas de número de personas con COVID-19 positivos por mes y día.
- Creación de estadísticas de riesgos recurrentes.
- Creación de estadísticas de síntomas recurrentes.
- Creación de estadísticas de severidad.
- Animación en base al factor tiempo del número de casos covid positivos
-
- Interpolación espacial con IDW y mapas de calor.

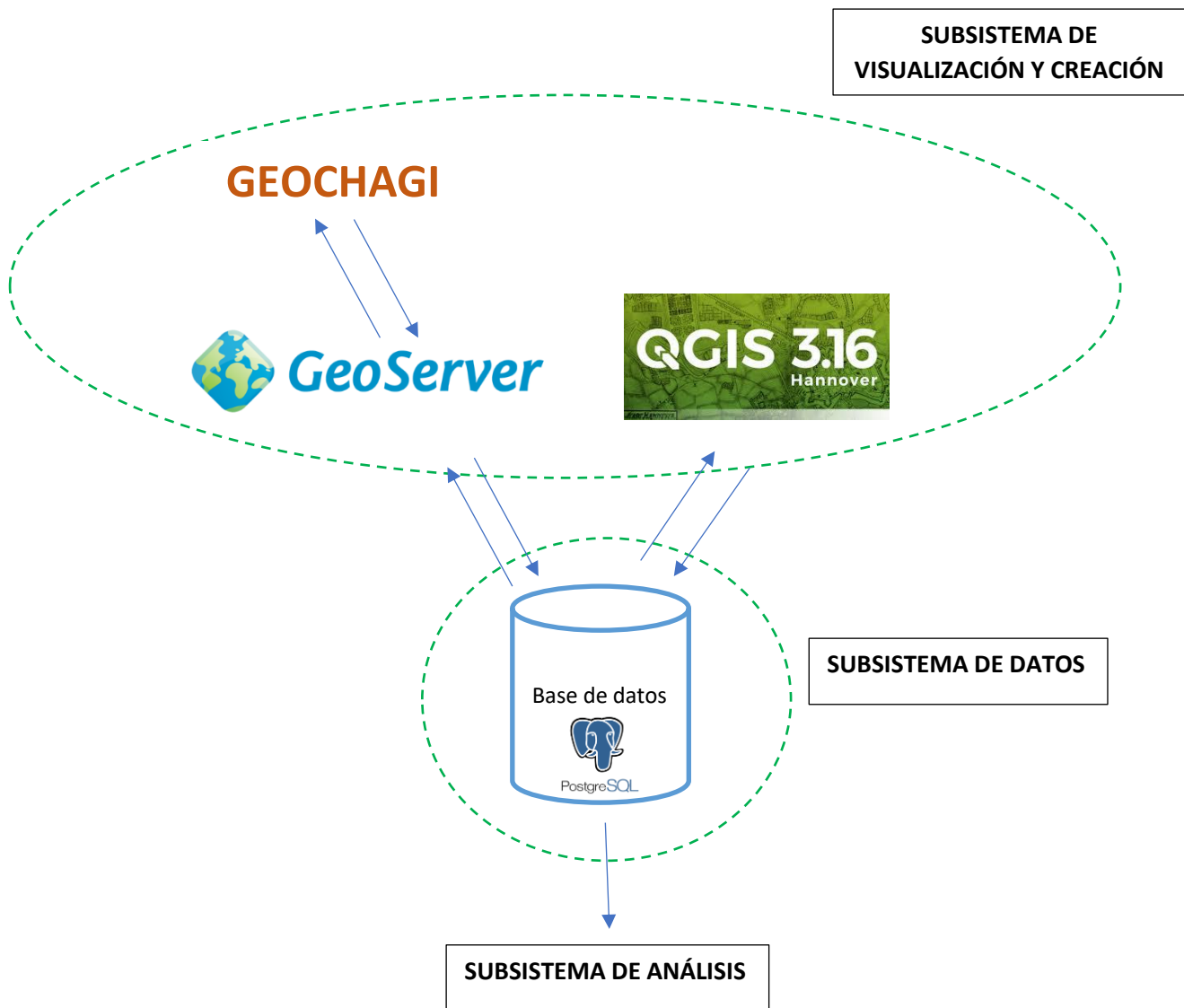


Figura 2: Esquema de los tres subsistemas aplicadas en la tesis.

Fuente: Elaboración Propia.

3.6 Método de análisis de información

El análisis de datos se realizará mediante el método (IDW), para determinar la ponderación de la distancia inversa de un conjunto de puntos dispersos conocidos. Facilitando de esta forma el análisis para la predicción y generación de superficies continuas del sector en estudio.

3.7 Aspectos éticos

La investigación respetará la veracidad de los resultados, no atentará contra los derechos de los participantes, por lo tanto, no se revelará los datos como nombres, direcciones y otros datos aportados por la DIRESA.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El área de estudio fue el distrito de Ayacucho de la provincia de Huamanga del departamento de Ayacucho con el fin de demostrar la utilidad de los sistemas de información geográficos para el apoyo a la gestión de datos de casos confirmados del COVID-19. El SIG desarrollado puede trabajar en una red LAN (siglas que en inglés significan Local Área Network), pero también puede trabajar en la nube dependiendo de las capacidades de las mismas. El sistema fue probado en un sistema operativo Windows 10 con 4 GB de RAM con disco sólido de 120 GB.

4.1 Subsistema de Datos.

Para el desarrollo del presente subsistema es necesario la instalación de los siguientes programas en el presente orden: PostgreSQL 13.1, Postgis y Qgis 3.16.

4.1.1 Creación de tablas de base de datos en PostgreSQL.

Para el desarrollo del esquema físico de la base de datos es recomendable el desarrollo de fichas de tablas de base de datos.

Las tablas del sistema son las siguientes:

Nombre	Descripción	Tiene geometría
genero	Contiene el género de los pacientes.	no
persona	Contiene datos personales de la persona atendida.	si
domicilio_residencia	Contiene el tipo de proveniencia de la persona atendida (hospedaje o domicilio)	no
distrito	Contiene los distritos del departamento de Ayacucho.	si

síntoma	Contiene los síntomas que pueden presentar las personas atendidas.	no
riesgo	Contiene los riesgos que puede tener una persona atendida.	no
resultado	Contiene los tipos de resultados de las pruebas serológicas.	no
procedencia_solicitud	Contiene las descripciones de las diferentes solicitudes para una prueba serológica.	no
severidad	Contiene grado de severidad de la persona atendida.	no
prueba	Contiene los datos de las pruebas realizadas a las personas atendidas.	no
Lugar_prueba	Contiene el lugar donde se realizaron las pruebas a las personas.	si

Tabla 2: Tablas en sistema.
Fuente: Elaboración propia.

Las tablas que poseen geometría, son aquellas que se pueden visualizar en un determinado mapa, denominadas tablas relacionadas con geometría, mientras que las tablas sin geometría poseen datos complementarios, también denominadas tablas relacionadas.

Campo	Tipo	Tamaño	Descripción	Tipo de Llave
idprueba	serial		Identificador de tabla	Primary Key
tiene_sintoma	boolean		Campo que describe si tiene síntomas o no el paciente	
fecha_inicio_sintoma	date		Fecha de	

idprocedenciasolicitud	integer		Campo que referencia a la tabla procedencia_solicitud	Foreign Key
idresultado	integer		Campo que referencia a la tabla resultado	Foreign Key
idseveridad	integer		Campo que referencia a la tabla severidad	Foreign Key
observacion	character varying	100	Algunas observaciones referentes a la prueba	
estado	character varying	1	estado del ítem en prueba	
idpersona	integer		Campo que referencia a la tabla persona	Foreign Key
idriesgos	json		Campo que referencia a la tabla riesgos	Foreign Key
idsintomas	json		Campo que referencia a la tabla síntomas	Foreign Key
fecha_registro	date		Fecha del registro en sistema de la prueba	
idlugarprueba	integer		Campo que referencia a la tabla lugar_prueba	Foreign Key

Tabla 3: Descripción de la tabla prueba.
Fuente: Elaboración propia.

Campo	Tipo	Tamaño	Descripción	Tipo de Llave
id	Serial		Identificador de tabla serial	Primary Key
geom	Geometry(multipoligon)		Limitación espacial de un distrito	
nombdist	character varying	254	Nombre del distrito	

Tabla 4: Descripción de la tabla distrito.
Fuente: Elaboración propia.

Campo	Tipo	Tamaño	Descripción	Tipo de Llave
idgenero	serial		Identificador de tabla genero	Primary Key
denominacion	character varying	100	Denominación del ítem en genero	
estado	character varying	1	estado del ítem en genero	

Tabla 5: Descripción de la tabla género.
Fuente: Elaboración propia.

Campo	Tipo	Tamaño	Descripción	Tipo de Llave
idpersona	serial		Identificador de la tabla persona	Primary Key
nro_doc	character varying	20	Número de DNI. de la persona	
nombres	character varying	50	Nombres de la persona	
apellido_pat	character varying	50	Apellido paterno de la persona	
apellido_mat	character varying	50	Apellido materno de la persona	
idgenero	integer		Campo que referencia a la tabla genero	Foreign Key
celular	character varying	9	Número del celular de la persona	
edad	integer		Edad de la persona	
iddomicilioresidencia	integer		Campo que referencia a la tabla domicilio_residencia	Foreign Key
direccion	character varying	1000	Describe el domicilio de la persona	
iddistrito	integer		Campo que referencia a la tabla distrito	Foreign Key

geom	Geometry(point)		Registro de latitud y longitud de persona	
------	-----------------	--	---	--

Tabla 6: Descripción de la tabla persona.
Fuente: Elaboración propia.

Campo	Tipo	Tamaño	Descripción	Tipo de Llave
iddomicilioresidencia	Serial		Identificador de tabla domicilio_residencia	Primary Key
denominacion	character varying	100	Denominación del ítem en domicilio_residencia	
estado	character varying	1	estado del ítem en domicilio_residencia	

Tabla 7: Descripción de la tabla domicilio_residencia
Fuente: Elaboración propia.

Campo	Tipo	Tamaño	Descripción	Tipo de Llave
idsintoma	serial		Identificador de tabla síntoma	Primary Key
denominacion	character varying	100	Denominación del ítem en síntoma	
observacion	character varying	100	Algunas observaciones referentes al síntoma	
estado	character varying	1	Estado del ítem en síntoma	

Tabla 8: Descripción de la tabla síntoma.
Fuente: Elaboración propia.

Campo	Tipo	Tamaño	Descripción	Tipo de Llave
idriesgo	serial		Identificador de tabla riesgo	Primary Key
denominacion	character varying	100	Denominación del ítem en riesgo	

observacion	character varying	100	Algunas observaciones referentes al riesgo	
estado	character varying	1	Estado del ítem en riesgo	

Tabla 9: Descripción de la tabla riesgo.
Fuente: Elaboración propia.

Campo	Tipo	Tamaño	Descripción	Tipo de Llave
idresultado	serial		Identificador de tabla resultado	Primary Key
denominacion	character varying	30	Denominación del ítem en resultado	
estado	character varying	1	estado del ítem en resultado	

Tabla 10: Descripción de la tabla resultado.
Fuente: Elaboración propia.

Campo	Tipo	Tamaño	Descripción	Tipo de Llave
idprocedenciasolicitud	serial		Identificador de tabla procedencia_solicitud	Primary Key
denominacion	character varying	100	Denominación del ítem en procedencia_solicitud	
estado	character varying	1	estado del ítem en procedencia_solicitud	

Tabla 11: Descripción de la tabla procedencia_solicitud.
Fuente: Elaboración propia.

Campo	Tipo	Tamaño	Descripción	Tipo de Llave
idseveridad	serial		Identificador de tabla severidad	Primary Key
denominacion	character varying	30	Denominación del ítem en severidad	

estado	character varying	1	estado del ítem en severidad	
--------	-------------------	---	------------------------------	--

Tabla 12: Descripción de la tabla severidad.

Fuente: Elaboración propia.

Campo	Tipo	Tamaño	Descripción	Tipo de Llave
idlugarpueba	serial		Identificador de tabla lugar_prueba	Primary Key
denominacion	character varying	100	Denominación del ítem en lugar_prueba	
estado	character varying	1	estado del ítem en lugar_prueba	
geom	Geometry(Point)		Registro de latitud y longitud de lugar_prueba	

Tabla 13: Descripción de la tabla lugar_prueba.

Fuente: Elaboración propia.

Campo	Tipo	Tamaño	Descripción	Tipo de Llave
iddomicilioresidencia	serial		Identificador de tabla domicilio_residencia	Primary Key
denominacion	character varying	100	Denominación del ítem en domicilio_residencia	
estado	character varying	1	estado del ítem en domicilio_residencia	

Tabla 14: Descripción de la tabla domicilio_residencia.

Fuente: Elaboración propia.

genero

General Columns Advanced Constraints Parameters Security SQL

Inherited from table(s)

Columns +







	Name	Data type	Length/Precision	Scale	Not NULL?	Primary key?
 	<input type="text" value="idgenero"/>	<input type="text" value="integer"/>			<input checked="" type="checkbox"/> Yes	<input checked="" type="checkbox"/> Yes
 	<input type="text" value="denominacion"/>	<input type="text" value="character varying"/>	<input type="text" value="100"/>		<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> No
 	<input type="text" value="estado"/>	<input type="text" value="character varying"/>	<input type="text" value="1"/>		<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> No

Figura 3: Creación de los campo de la tabla género.
Fuente: Elaboración propia.

persona

General Columns Advanced Constraints Parameters Security SQL

Inherited from table(s)

Columns +

	Name	Data type	Length/Precision	Scale	Not NULL?	Primary key?
	<input type="text" value="idpersona"/>	integer			<input checked="" type="checkbox"/> Yes	<input checked="" type="checkbox"/> Yes
	<input type="text" value="nro_doc"/>	character varying	20		<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> No
	<input type="text" value="nombres"/>	character varying	50		<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> No
	<input type="text" value="apellido_pat"/>	character varying	50		<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> No
	<input type="text" value="apellido_mat"/>	character varying	50		<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> No
	<input type="text" value="idgenero"/>	integer			<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> No
	<input type="text" value="celular"/>	character varying	9		<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> No
	<input type="text" value="edad"/>	integer			<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> No
	<input type="text" value="iddomicilioresidencia"/>	integer			<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> No
	<input type="text" value="direccion"/>	character varying	1,000		<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> No
	<input type="text" value="iddistrito"/>	integer			<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> No
	<input type="text" value="geom"/>	geometry			<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> No

Figura 4: Creación de los campo de la tabla persona
Fuente: Elaboración propia

domicilio_residencia

General **Columns** Advanced Constraints Parameters Security SQL

Inherited from table(s)

Columns +

	Name	Data type	Length/Precision	Scale	Not NULL?	Primary key?
	<input type="text" value="iddomicilioresidencia"/>	<input type="text" value="integer"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	<input type="text" value="denominacion"/>	<input type="text" value="character varying"/>	<input type="text" value="100"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="text" value="estado"/>	<input type="text" value="character varying"/>	<input type="text" value="1"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figura 5: Creación de los campo de la tabla domicilio_residencia,
Fuente: Elaboración propia.

distrito

General **Columns** Advanced Constraints Parameters Security SQL

Inherited from table(s)

Columns +

	Name	Data type	Length/Precision	Scale	Not NULL?	Primary key?
	<input type="text" value="id"/>	<input type="text" value="integer"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	<input type="text" value="geom"/>	<input type="text" value="geometry"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="text" value="nombdist"/>	<input type="text" value="character varying"/>	<input type="text" value="254"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figura 6: Creación de los campo de la tabla distrito.
Fuente: Elaboración propia

sintoma

General **Columns** Advanced Constraints Parameters Security SQL

Inherited from table(s)

Columns +

	Name	Data type	Length/Precision	Scale	Not NULL?	Primary key?
	idsintoma	integer			<input checked="" type="checkbox"/> Yes	<input checked="" type="checkbox"/> Yes
	denominacion	character varying	100		<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> No
	observacion	character varying	100		<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> No
	estado	character varying	1		<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> No

Figura 7: Creación de los campo de la tabla síntoma.
Fuente: Elaboración propia.

riesgo

General **Columns** Advanced Constraints Parameters Security SQL

Inherited from table(s)

Columns +

	Name	Data type	Length/Precision	Scale	Not NULL?	Primary key?
	idriesgo	integer			<input checked="" type="checkbox"/> Yes	<input checked="" type="checkbox"/> Yes
	denominacion	character varying	100		<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> No
	observacion	character varying	100		<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> No
	estado	character varying	1		<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> No

Figura 8: Creación de los campo de la tabla riesgo.
Fuente: Elaboración propia.

resultado

General Columns Advanced Constraints Parameters Security SQL

Inherited from table(s)

Columns +

	Name	Data type	Length/Precision	Scale	Not NULL?	Primary key?
	<input type="text" value="idresultado"/>	<input type="text" value="integer"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	<input type="text" value="denominacion"/>	<input type="text" value="character varying"/>	<input type="text" value="30"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="text" value="estado"/>	<input type="text" value="character varying"/>	<input type="text" value="1"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figura 9: Creación de los campo de la tabla resultado.
Fuente: Elaboración propia

procedencia_solicitud

General Columns Advanced Constraints Parameters Security SQL

Inherited from table(s)

Columns +

	Name	Data type	Length/Precision	Scale	Not NULL?	Primary key?
	<input type="text" value="idprocedenciasolicitud"/>	<input type="text" value="integer"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	<input type="text" value="denominacion"/>	<input type="text" value="character varying"/>	<input type="text" value="100"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="text" value="estado"/>	<input type="text" value="character varying"/>	<input type="text" value="1"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figura 10: Creación de los campo de la tabla procedencia_solicitud.
Fuente: Elaboración propia

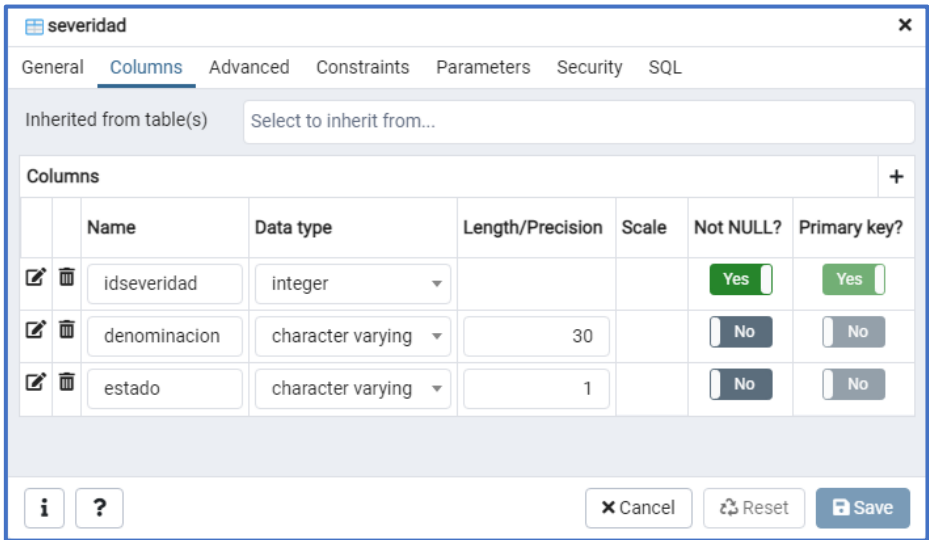


Figura 11: Creación de los campo de la tabla severidad.
Fuente: Elaboración propia.

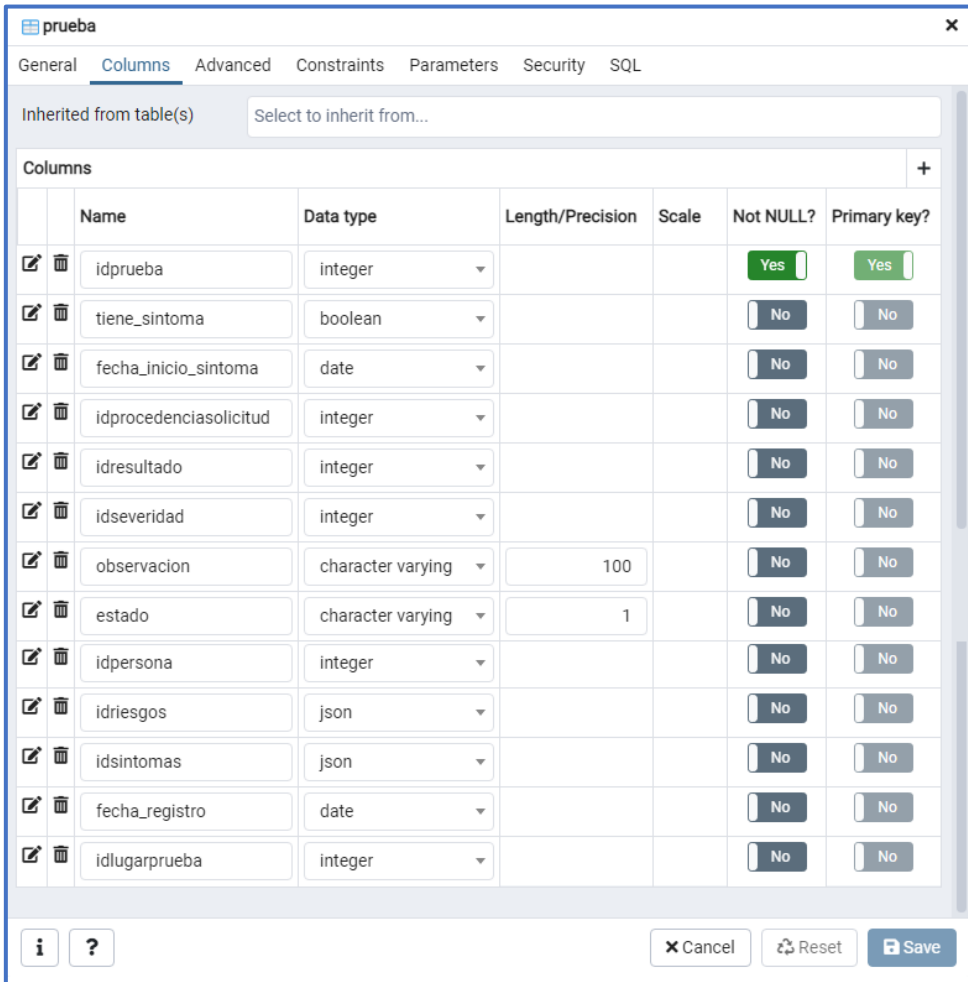


Figura 12: Creación de los campo de la tabla prueba.
Fuente: Elaboración propia

lugar_prueba

General **Columns** Advanced Constraints Parameters Security SQL

Inherited from table(s)

Columns							+
	Name	Data type	Length/Precision	Scale	Not NULL?	Primary key?	
<input type="checkbox"/>	idlugarprueba	integer			<input checked="" type="checkbox"/> Yes	<input checked="" type="checkbox"/> Yes	
<input type="checkbox"/>	denominacion	character varying	100		<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> No	
<input type="checkbox"/>	estado	character varying	1		<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> No	
<input type="checkbox"/>	geom	geometry			<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> No	

Figura 13: Creación de los campo de la tabla lugar_prueba.
Fuente: Elaboración propia.

4.1.2 Esquema físico de la base de datos.

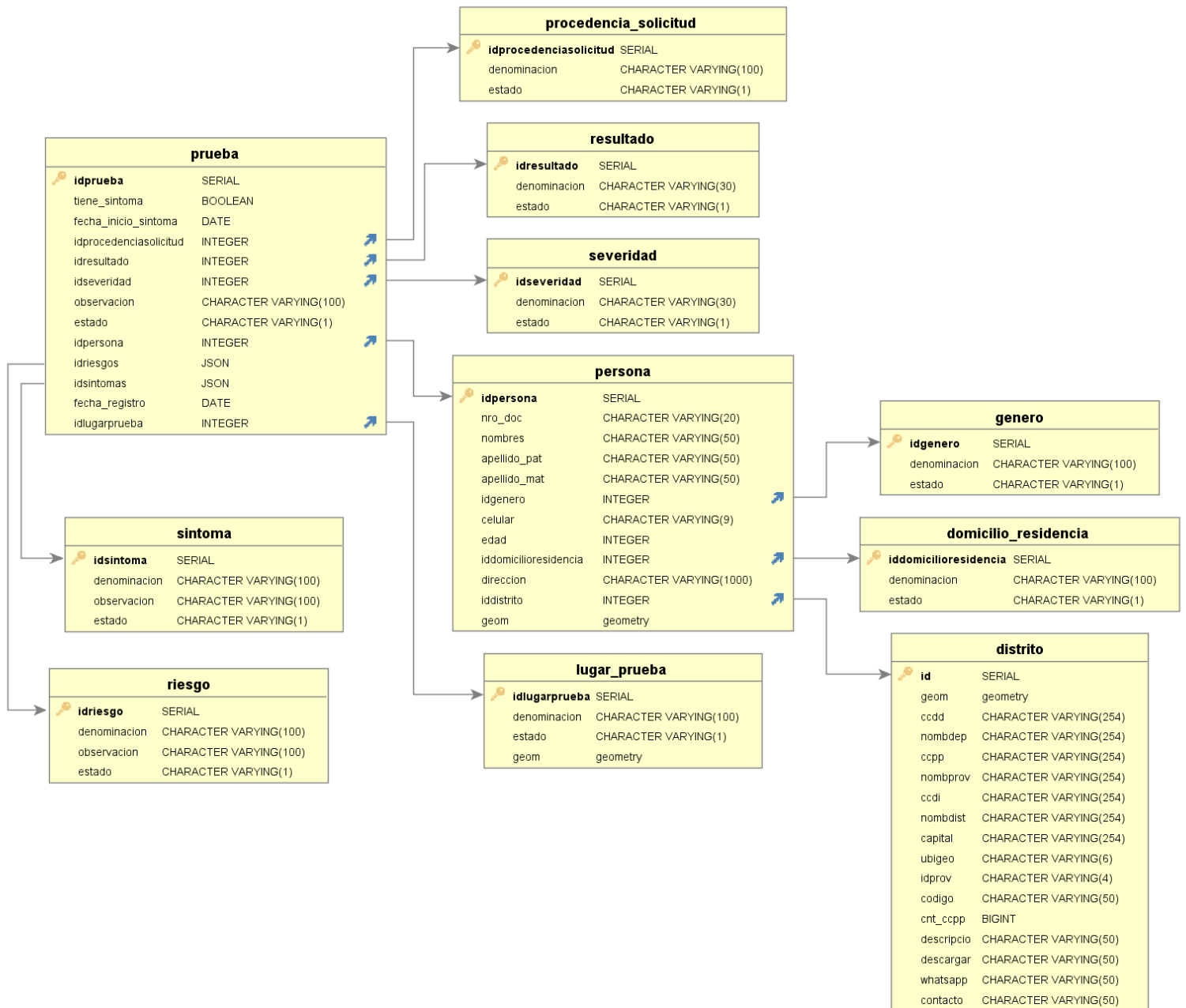


Figura 14: Esquema físico de la base de datos

Fuente: Elaboración propia.

4.1.3 Conexión de QGIS con la base de datos de PostgreSQL

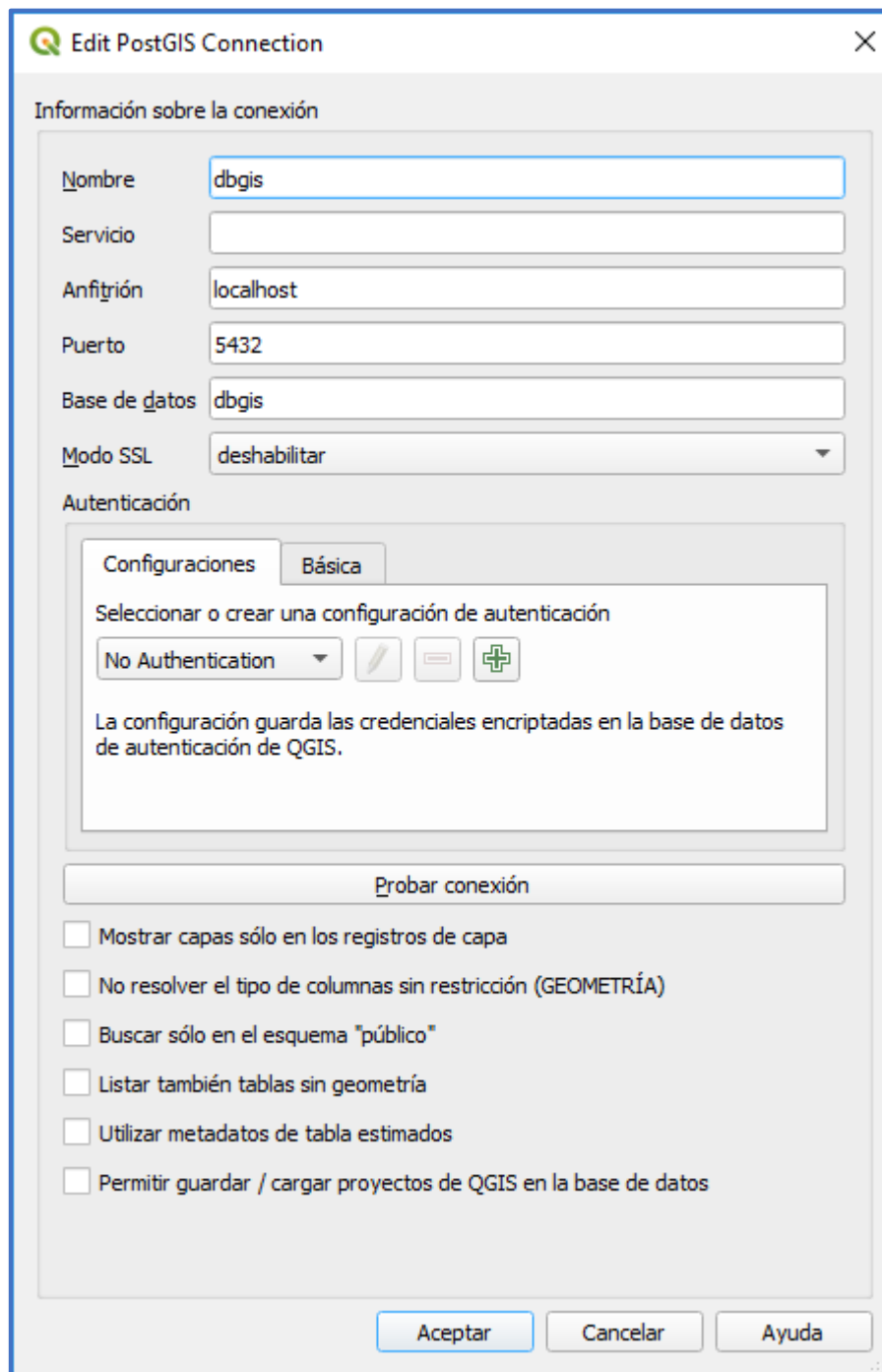


Figura 15: Conexión de QGIS con la base de datos de PostgreSQL

Fuente: Elaboración propia

4.2 Subsistema de visualización y creación cartografía

Para la presente tesis se crea 2 tipos de subsistemas de visualización, el primero sistema de visualización en Qgis (aplicativo de escritorio) y el segundo sistema de visualización en Geochagi (aplicativo web).

4.2.1 Subsistema de visualización en Qgis.

Capa base: Openstreetmap

Capa WMS(web mapping service) openstreetmap, se referencia a través del del Plugin open layers.

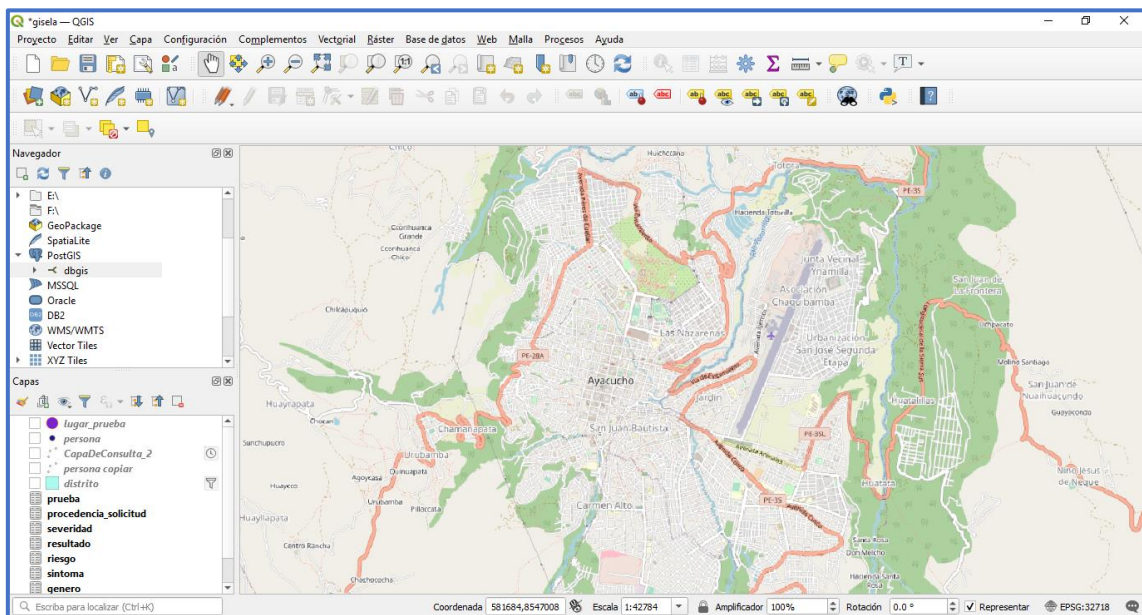


Figura 16: Capa WMS (web mapping service) openstreetmap

Fuente: Elaboración propia

Lista de tablas y capas en el proyecto

Las siguientes tablas: domicilio_residencia, genero, sintomas, riesgo, resultados, severidad, procedencia_solicitud, prueba, distrito, persona, lugar_prueba, presentan operaciones como listado, registro, actualización y eliminación, según requiera la persona que manipula el sistema. Se describe brevemente las operaciones de registro y listado realizados a través del software Qgis:

123 iddomicilioresidencia = € Actualizar todo Actualizar lo seleccionado

iddomicilioresidencia	denominacion	estado
1	INFORMACION DE DOMICILIO	1
2	2 LUGAR DONDE SE HOSPEDA ACTUALMENTE	1

Mostrar todos los objetos espaciales

Figura 17: Información de tabla domicilio_residencia
Fuente: Elaboración propia

domicilio_residencia - Atributos del objeto espacial

denominacion: NULL

estado: NULL

Aceptar Cancelar

Figura 18: Registro y actualización de tabla domicilio_residencia
Fuente: Elaboración propia.

genero — Features Total: 2, Filtered: 2, Selected: 0

idgenero	denominacion	estado
1	FEMENINO	1
2	2 MASCULINO	1

Mostrar todos los objetos espaciales

Figura 19: Información de tabla genero
Fuente: Elaboración propia.

genero - Atributos del objeto espacial

denominacion

estado

Aceptar Cancelar

Figura 20: Registro y actualización de la tabla género
Fuente: Elaboración propia.

sintoma — Features Total: 18, Filtered: 18, Selected: 0

	idsintoma	denominacion	observacion	estado
1	1	tos	tos	1
2	3	Congestion Nasal	Congestion Nasal	1
3	2	Dolor Garganta	Dolor Garganta	1
4	5	Fiebre Escalofrio	Fiebre Escalofrio	1
5	4	Dificultad Respi...	Dificultad Respi...	1
6	7	diarrea	diarrea	1
7	6	Malestar General	Malestar General	1
8	9	Presenta Cefalea	Presenta Cefalea	1
9	8	Nauseas Vomito	Nauseas Vomito	1
10	11	Presenta Dolor	Presenta Dolor	1
11	10	Irritabilidad Co...	Irritabilidad Co...	1
12	13	Dolor Presenta	Dolor Presenta	1
13	12	Presenta Otros	Presenta Otros	1
14	15	Dolor Presenta ...	Dolor Presenta ...	1
15	14	Dolor Presenta ...	Dolor Presenta ...	1
16	17	Dolor Presenta ...	Dolor Presenta ...	1
17	16	Dolor Presenta ...	Dolor Presenta ...	1
18	18	Dolor Presenta ...	Dolor Presenta ...	1

Mostrar todos los objetos espaciales

Figura 21: Información de tabla síntomas
Fuente: Elaboración propia

sintoma - Atributos del objeto espacial

denominacion

observacion

estado

Aceptar Cancelar

Figura 22: Registro y actualización de tabla síntoma
Fuente: Elaboración propia.

riesgo — Features Total: 13, Filtered: 13, Selected: 0

	idriesgo	denominacion	observacion	estado
1	11	Riesgo_Enf Cardiovascular	Riesgo_Enf Car...	1
2	10	Riesgo Ninguna	Riesgo Ninguna	1
3	13	Riesgo Renal Cronica	Riesgo Renal Cr...	1
4	12	Riesgo Asma	Riesgo Asma	1
5	1	Riesgo Personal Salud	Riesgo Personal...	1
6	3	Riesgo Enf Pulmonar Cronica	Riesgo Enf Pul...	1
7	2	Riesgo Obesidad	Riesgo Obesidad	1
8	5	Riesgo Hipertension Arterial	Riesgo Hiperte...	1
9	4	Riesgo Diabetes	1Riesgo Diabetes	1
10	7	Riesgo Cancer	Riesgo Cancer	1
11	6	Riesgo Enf Tratinmuno	Riesgo Enf Trati...	1
12	9	Riesgo Mayor 60 Años	Riesgo Mayor 6...	1
13	8	Riesgo Embarazo	Riesgo Embarazo	1

Mostrar todos los objetos espaciales

Figura 23: Información de tabla riesgo
Fuente: Elaboración propia.

riesgo - Atributos del objeto espacial

denominacion: NULL

observacion: NULL

estado: NULL

Aceptar Cancelar

Figura 24: Registro y actualización de tabla riesgo
Fuente: Elaboración propia.

idresultado	denominacion	estado
1	1 No Reactivo	1
2	3 IgM Reactivo	1
3	2 IgG Reactivo	1
4	5 Indeterminado	1
5	4 IgM e IgG React...	1

Mostrar todos los objetos espaciales

Figura 25: Información de tabla resultado
Fuente: Elaboración propia.

resultado - Atributos del objeto espacial

denominacion

estado

Aceptar Cancelar

Figura 26: Registro y actualización de tabla resultado
Fuente: Elaboración propia.

	idseveridad	denominacion	estado
1	1	Asintomático	1
2	3	Moderado	1
3	2	Leve	1
4	4	Severo	1

Mostrar todos los objetos espaciales

Figura 27: Información de tabla severidad
Fuente: Elaboración propia

severidad - Atributos del objeto espacial

denominacion NULL

estado NULL

Aceptar Cancelar

Figura 28: Registro y actualización de tabla severidad
Fuente: Elaboración propia.

procedenciasolicitud	denominacion	estado
1	1 Persona proven...	1
2	3 Contacto con c...	1
3	2 Que vive, trabaj...	1
4	5 Llamada al 113	1
5	4 Contacto con c...	1
6	7 Prueba en EESS	1
7	6 Personal de Salud	1
8	8 Otro priorizado	1

Mostrar todos los objetos espaciales

Figura 29: Información de tabla procedencia_solicitud
Fuente: Elaboración propia.

procedencia_solicitud - Atributos del objeto espacial

denominacion

estado

Aceptar Cancelar

Figura 30: Registro y actualización de tabla procedencia_solicitud
Fuente: Elaboración propia.

prueba — Features Total: 12...

	idprueba	Tiene Sintomas?	ha Inicio de Sir
1	6945	falso	NO
2	6944	falso	NO
3	6947	falso	NO
4	6946	falso	NO
5	6949	falso	NO
6	6948	falso	NO
7	6951	falso	NO
8	6950	falso	NO

Mostrar todos los objetos espaciales

Figura 31: Información de tabla prueba
Fuente: Elaboración propia.

prueba - Atributos del objeto espacial

Tiene Sintomas?

Fecha Inicio de Sintomas NULL

Procedencia Solicitud Persona proveniente del extranjero (migraciones)

Resultado No Reactivo

Severidad Asintomático

observacion NULL

estado NULL

Persona (ninguna selección)

Riesgos

Riesgo Personal Salud Riesgo Obesidad Riesgo Enf Pulmonar Cronica Riesgo Diabetes Riesgo Hipertension Arterial Riesgo Enf Tratinmuno Riesgo Cancer

Riesgo Embarazo Riesgo Mayor 60 Años Riesgo Ninguna Riesgo_Enf Cardiovascular Riesgo Asma Riesgo Renal Cronica

Sintomas

tos Dolor Garganta Congestion Nasal Dificultad Respiratoria Fiebre Escalofrio Malestar General diarrea

Nauseas Vomito Presenta Cefalea Irritabilidad Confusion Presenta Dolor Presenta Otros Dolor Presenta Dolor Presenta Muscular

Dolor Presenta Abdominal Dolor Presenta Pecho Dolor Presenta Articulaciones Dolor Presenta Otros

Fecha Registro NULL

Lugar Prueba

Aceptar Cancelar

Figura 32: Registro y actualización de tabla prueba
Fuente: Elaboración propia.

distrito — Features Total: 1, Filtered: 1, Selected: 0

123 id = € Actualizar todo Actualizar lo seleccionado

id	nombdist
1	978 AYACUCHO

Mostrar todos los objetos espaciales

Figura 33: Información de tabla distrito
Fuente: Elaboración propia.

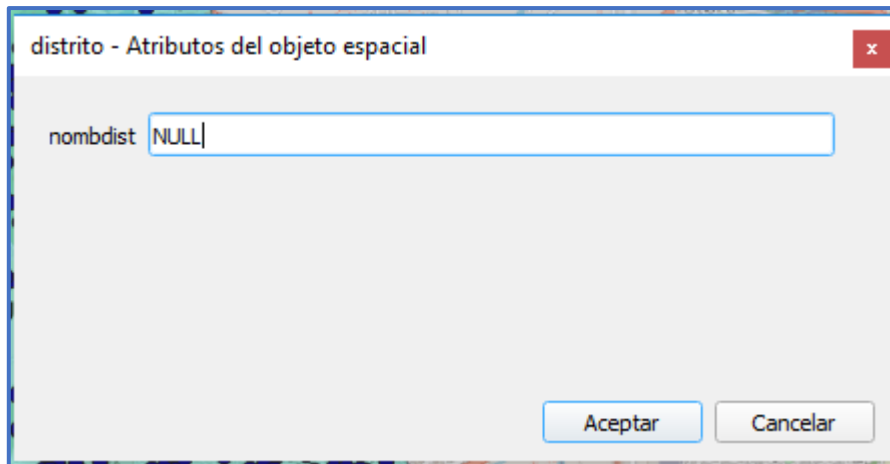


Figura 34: Registro y actualización de tabla distrito
Fuente: Elaboración propia.

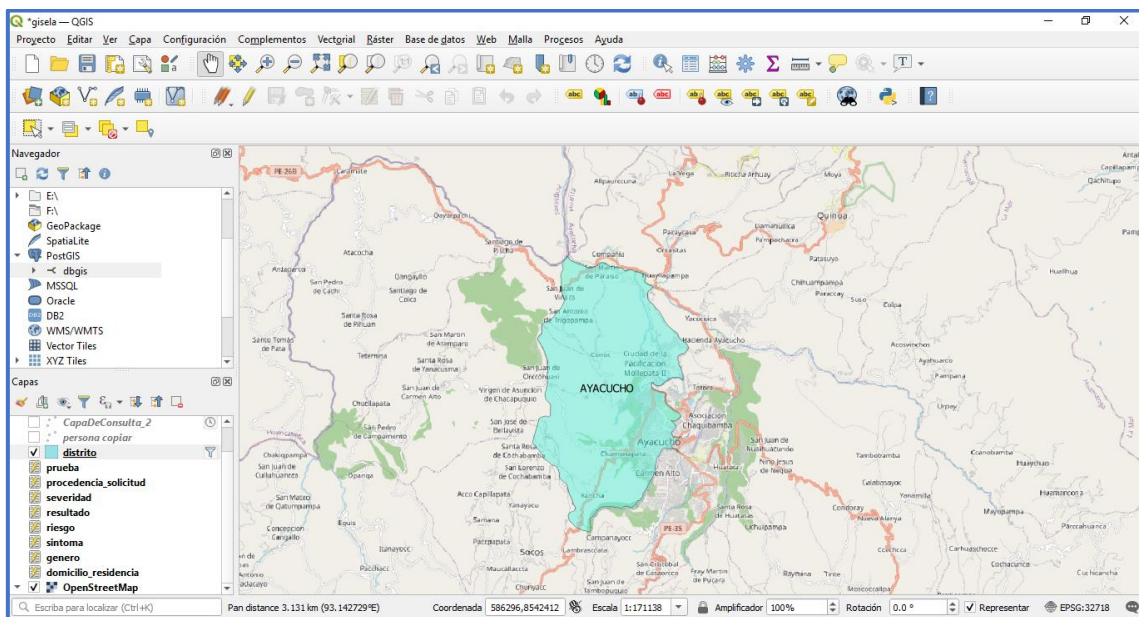


Figura 35: Capa distrito.
Fuente: Elaboración propia.

persona — Features Total: 1730, Filtered: 1353, Selected: 0

idpersona	DNI	Nombres	Apellido Paterno	Apellido Materno	Genero	Num. Celular	Edad	omiculo Residenci	Direccion	Distrito	
1	3806	43291259	LUIS DANIEL	CASTREJON	SIERRA	MASCULINO	943507450	34	INFORMACION...	AV. CONGACHI A1 (HRA ESPALDA)	AYACUCHO
2	9938	41583750	FERNANDO	FERNANDEZ	HUARCAYA	MASCULINO	917724478	39	INFORMACION...	Santa Ana, Ayacucho, Huamanga, Ay...	AYACUCHO
3	1325	74872956	VANESSA MARL...	ANDERSON	LAYSECA	FEMENINO	955533858	26	INFORMACION...	Pomabamba, Provincia de Cangallo, ...	AYACUCHO
4	7903	41653357	HAYDEE	CUBA	VERA	FEMENINO	956625473	37	INFORMACION...	JR PERU 180	AYACUCHO
5	9951	44463150	EDER	HUAMAN	PALOMINO	MASCULINO	999760090	33	INFORMACION...	Asociación Virgen del Carmen MzALT...	AYACUCHO
6	1333	28309894	EDGAR	BAUTISTA	PRADO	MASCULINO	988224464	45	INFORMACION...	Paje, Jorge Chavez S/N	AYACUCHO
7	3374	28309801	EDSON	GUILLEN	FLORES	MASCULINO	968963115	45	INFORMACION...	Avenida Tingo Maria, Ur. Chacra Rios...	AYACUCHO
8	3378	28293750	RAYDA	GUILLEN	ALCA	FEMENINO	966242609	47	INFORMACION...	JR. QUINUA	AYACUCHO
9	5423	80045670	SANTOS	MARTINEZ	MENDOZA	MASCULINO	990101350	72	INFORMACION...	JR. 9 DE DICIEMBRE 494	AYACUCHO
10	9509	45481263	KAREN ESBENCA	QUINTO	CORDOVA	FEMENINO	955923361	32	INFORMACION...	Av. El Ejercito N° 612	AYACUCHO
11	9508	28208244	VICTORIA	PALOMINO	OCHOA	FEMENINO	973999377	63	INFORMACION...	Jr. Bellido, San Juan Bautista, Huama...	AYACUCHO
12	5425	44867255	OFLIA	TORRES	SOLIS	FEMENINO	988124939	34	INFORMACION...	AV. HEROES DEL CENEPA X- 1A QUIC...	AYACUCHO
13	7466	46417023	SISA ESTEFANY	MORALES	ANCCO	FEMENINO	966500475	30	INFORMACION...	Jr. Garcilazo de la Vega N° 375	AYACUCHO
14	7468	28565060	EMILIANO	ORE	INGA	MASCULINO	927066406	69	INFORMACION...	Jirón Jose Carlos Mariategui, Ayacuch...	AYACUCHO
15	7474	20593145	HECTOR CARLOS	LIFONCIO	HUANACHIN	MASCULINO	950600633	43	INFORMACION...	Jr. huancahuavilca ma l i-i carmen alt...	AYACUCHO
16	5435	40092529	EMERSON	FERNANDEZ	PALOMINO	MASCULINO	967970093	41	INFORMACION...	plazoleta santa ana 63, Ayacucho, Hu...	AYACUCHO
17	1287	71107328	MARICRUZ	HINOSTROZA	MENDOZA	FEMENINO	979519293	29	INFORMACION...	Jr. La Mar 190	AYACUCHO
18	7478	46159333	YESENIA PILAR	ALARCON	TENORIO	FEMENINO	982693966	31	INFORMACION...	JR. TUPAC AMARU 379	AYACUCHO
19	1286	61282134	SUSY LIZET	TIPO	BENITES	FEMENINO	928747276	12	INFORMACION...	BARRIO ACOLA BAJA S/N, AYACUCHO	AYACUCHO
20	1288	28222331	GUADALUPE	MENDOZA	ACOSTA	FEMENINO	928747276	79	INFORMACION...	Av. Peru 260	AYACUCHO
21	5438	28273694	CARLOS MANU...	ABANTO	ROJAS	MASCULINO	966883560	53	INFORMACION...	Jr. JOSE CARLOS MARIATEGUI 354	AYACUCHO

Mostrar todos los objetos espaciales

Figura 36: Información de tabla persona.
Fuente: Elaboración propia.

persona - Atributos del objeto espacial

DNI: NULL

Nombres: NULL

Apellido Paterno: NULL

Apellido Materno: NULL

Genero: MASCULINO

Num. Celular: NULL

Edad: NULL

Domicilio Residencia: LUGAR DONDE SE HOSPEDA ACTUALMENTE

Direccion: NULL

Distrito: AYACUCHO

Aceptar Cancelar

Figura 37: Registro y actualización de tabla persona.
Fuente: Elaboración propia.

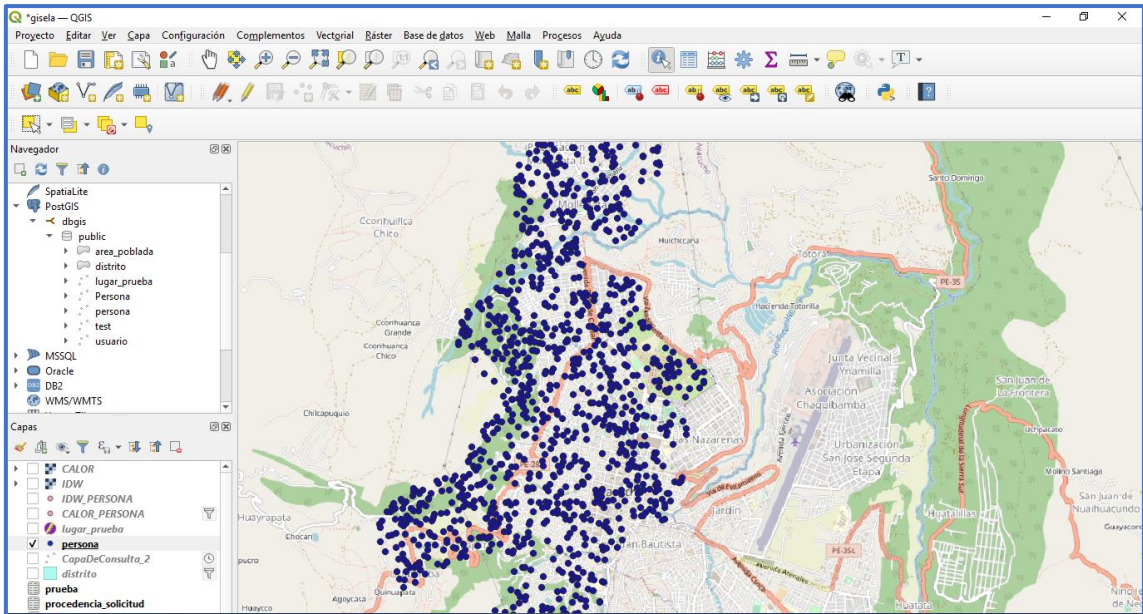


Figura 38: Capa persona.
Fuente: Elaboración propia.

The screenshot shows the attribute table for the 'lugar_prueba' layer. The table has three columns: 'idlugarpueba', 'denominacion', and 'estado'. A single record is displayed with the following values: '1' for 'idlugarpueba', 'DIRESA' for 'denominacion', and '1' for 'estado'. The 'idlugarpueba' cell is highlighted with a green border.

idlugarpueba	denominacion	estado
1	DIRESA	1

Figura 39: Información de tabla lugar_prueba.
Fuente: Elaboración propia.

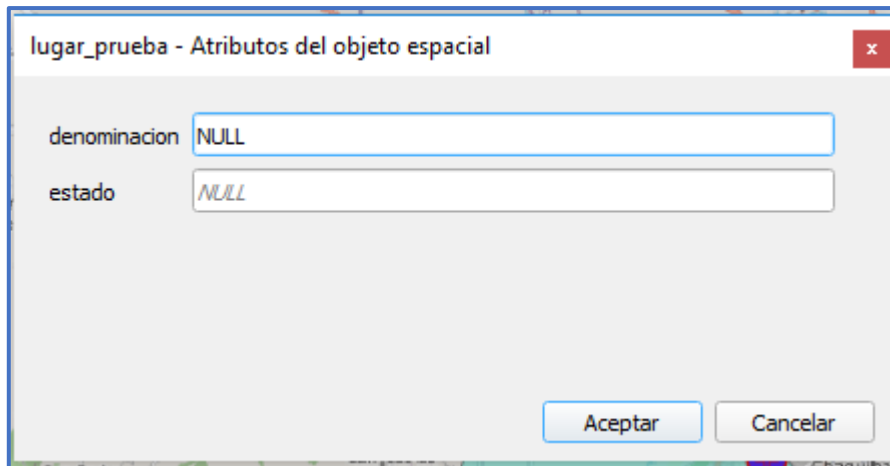


Figura 40: Registro y actualización de tabla lugar_pueba.
Fuente: Elaboración propia.

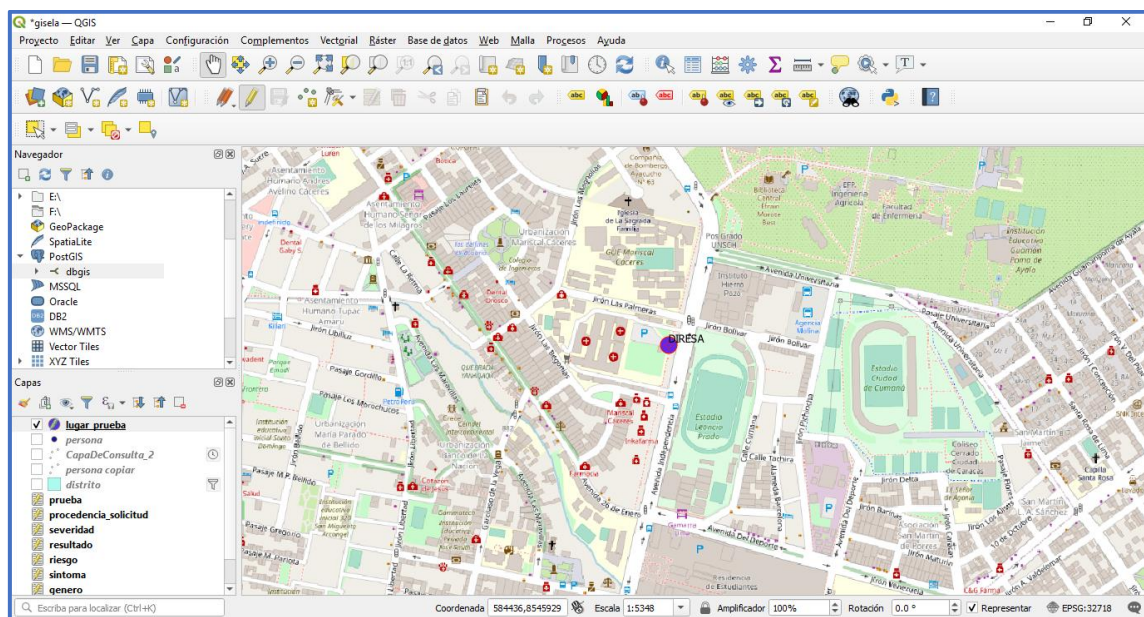


Figura 41: Capa lugar_pueba.
Fuente: Elaboración propia.

4.2.2 Subsistema de visualización en Geochagui.

Para la visualización Web se requiere del Geoserver y del Geochagi; el Geoserver nos proporcionara el servicio a los datos en formato WMS y WFS y el Geochagi se encarga de la visualización de los mismos.

Conexión del Geoserver al Postgresql

Se proceden al ingreso de los parámetros de conexión:

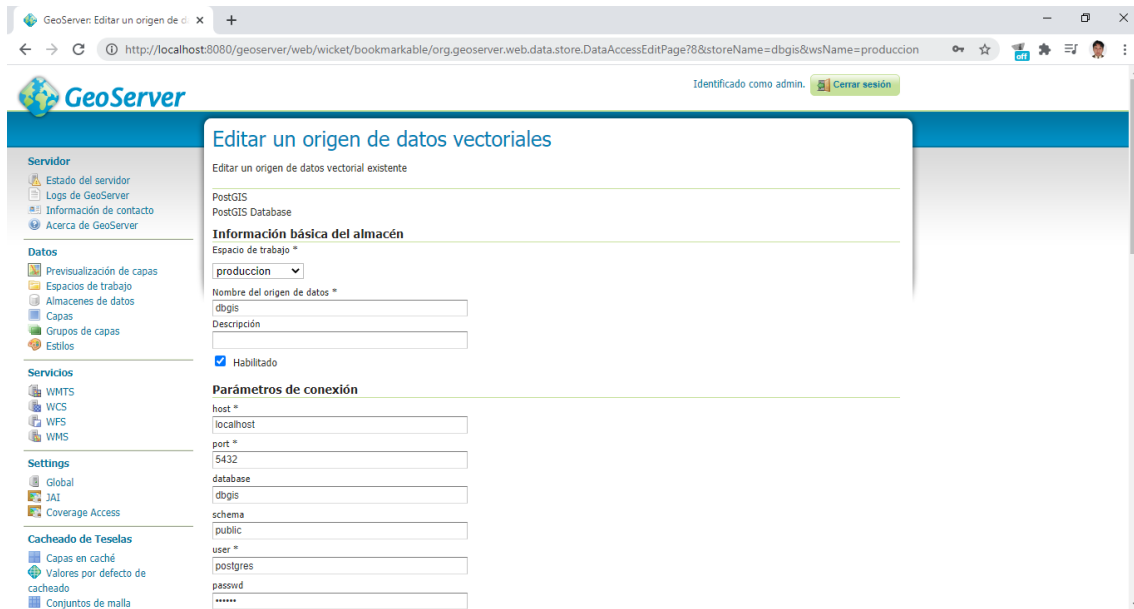


Figura 42: Conexión del Geoserver al Postgresql.
Fuente: Elaboración Propia.

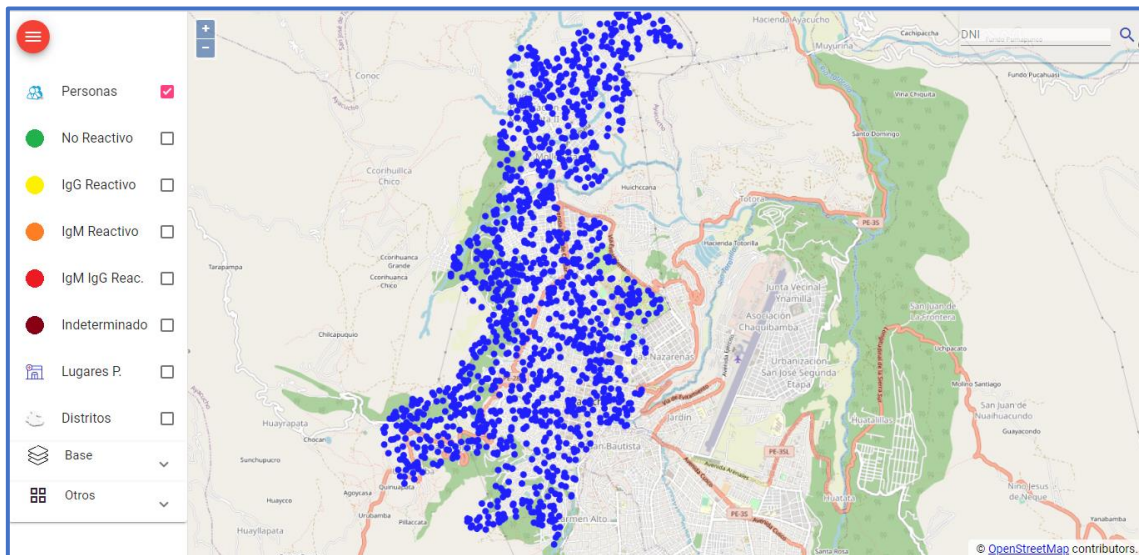


Figura 43: Capa persona web.
Fuente: Elaboración propia.

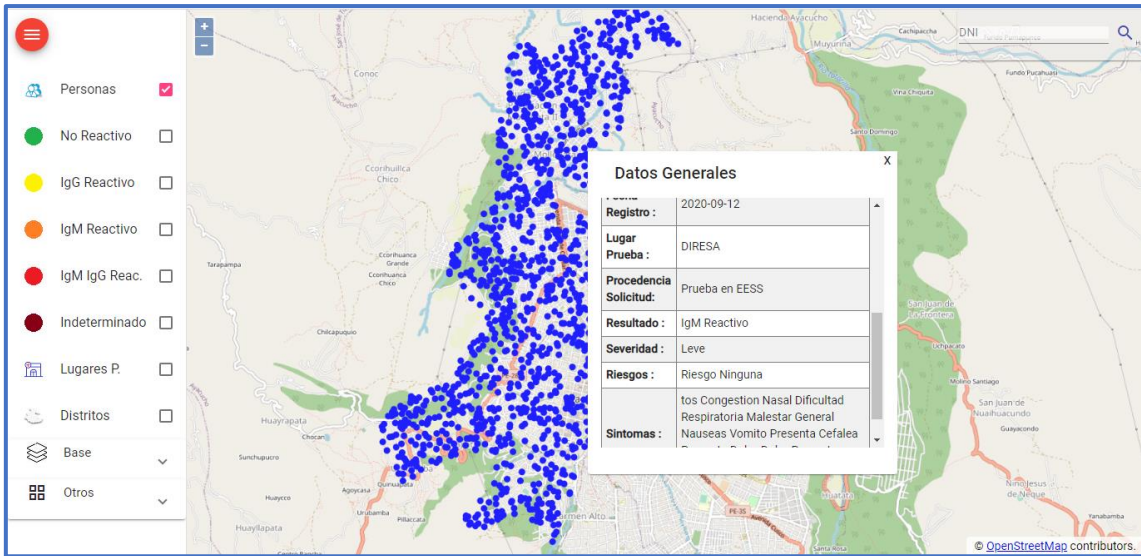


Figura 44: Detalle persona web.
Fuente: Elaboración propia.

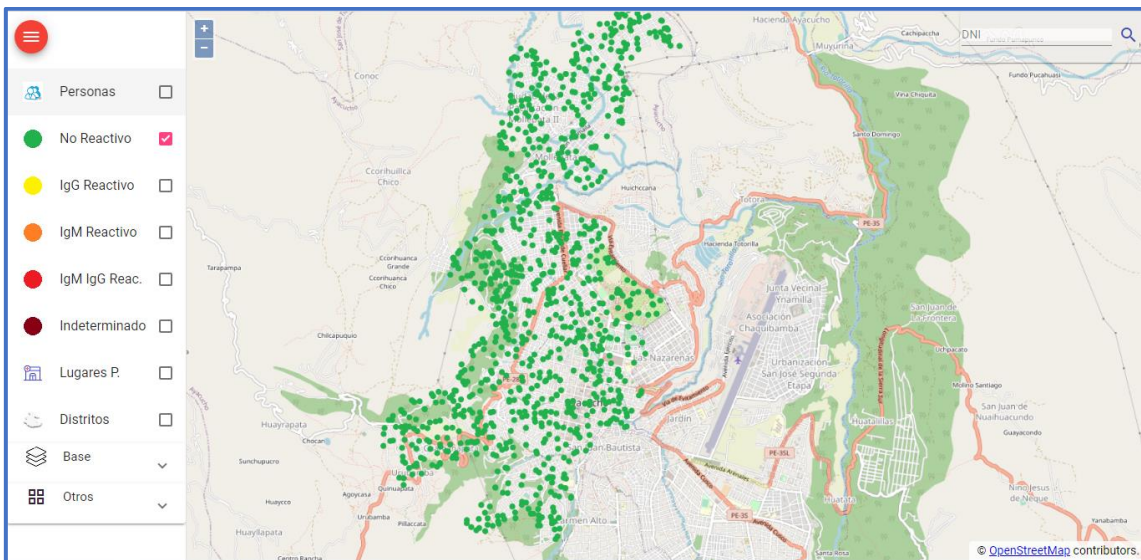


Figura 45: Capa no reactivo web.
Fuente: Elaboración propia.

Capas de visualización web en Geochagi:

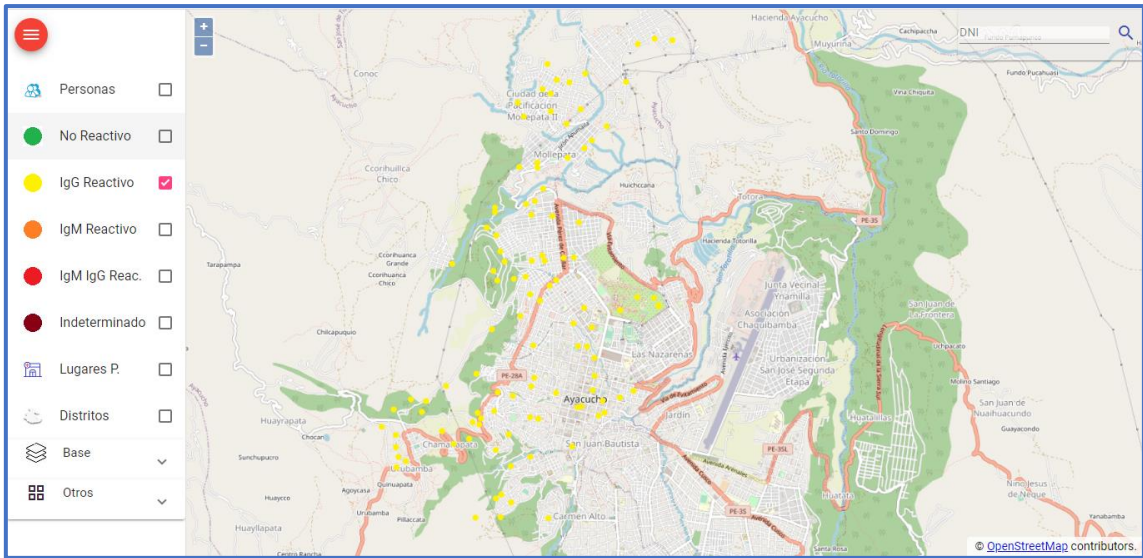


Figura 46: Capa IgG reactivo web.
Fuente: Elaboración propia.

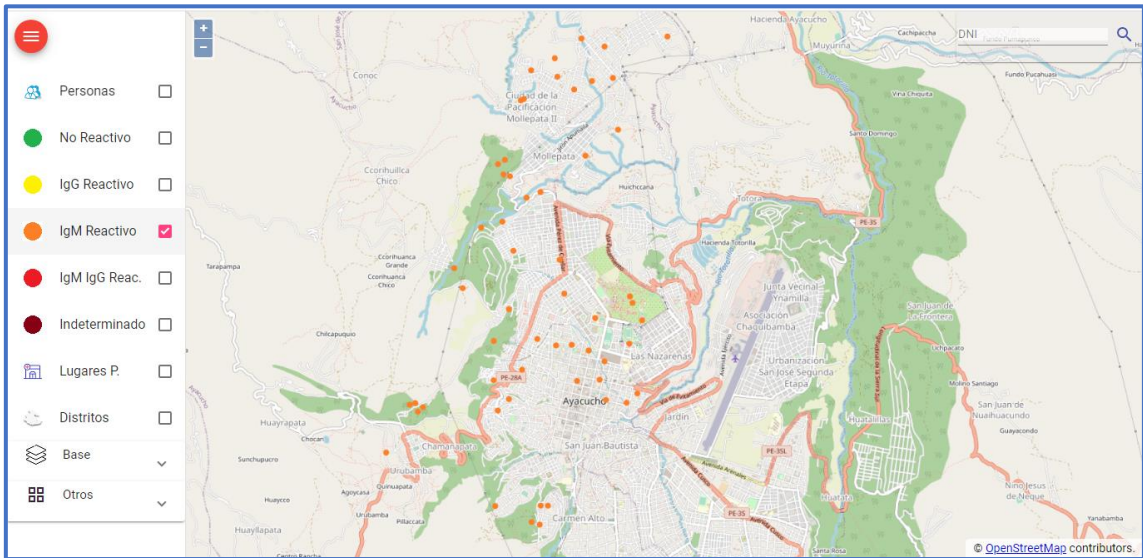


Figura 47: Capa IgM reactivo web.
Fuente: Elaboración propia.

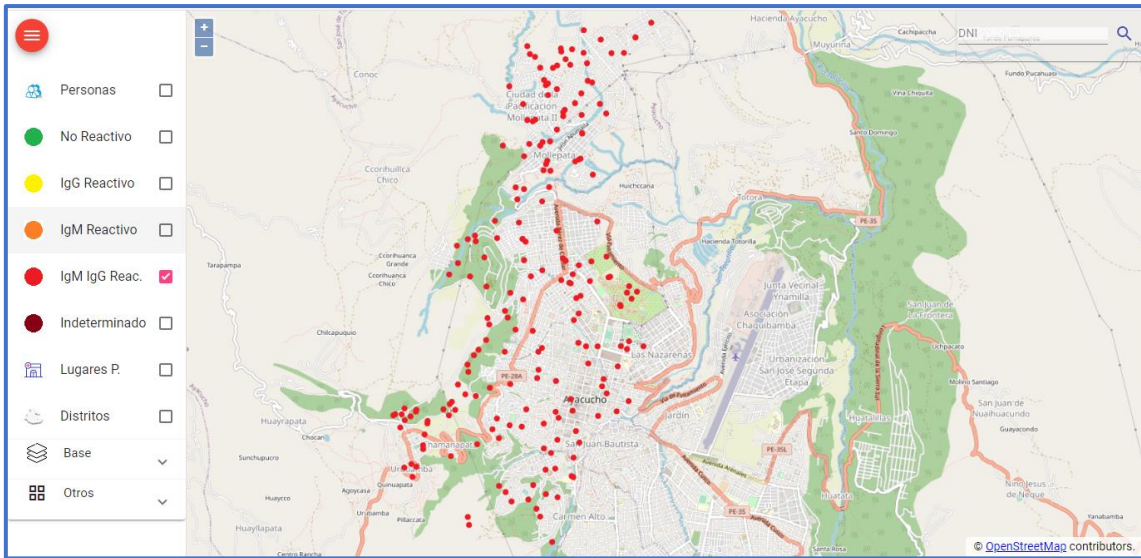


Figura 48: Capa IgM IgG reactivo web.
Fuente: Elaboración propia.

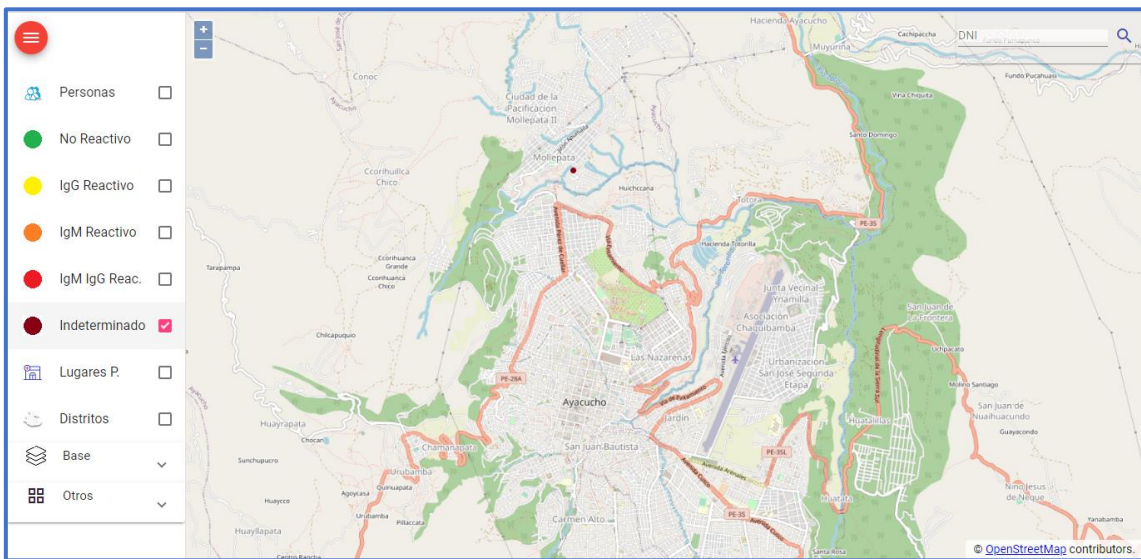


Figura 49: Capa indeterminado web.
Fuente: Elaboración propia.

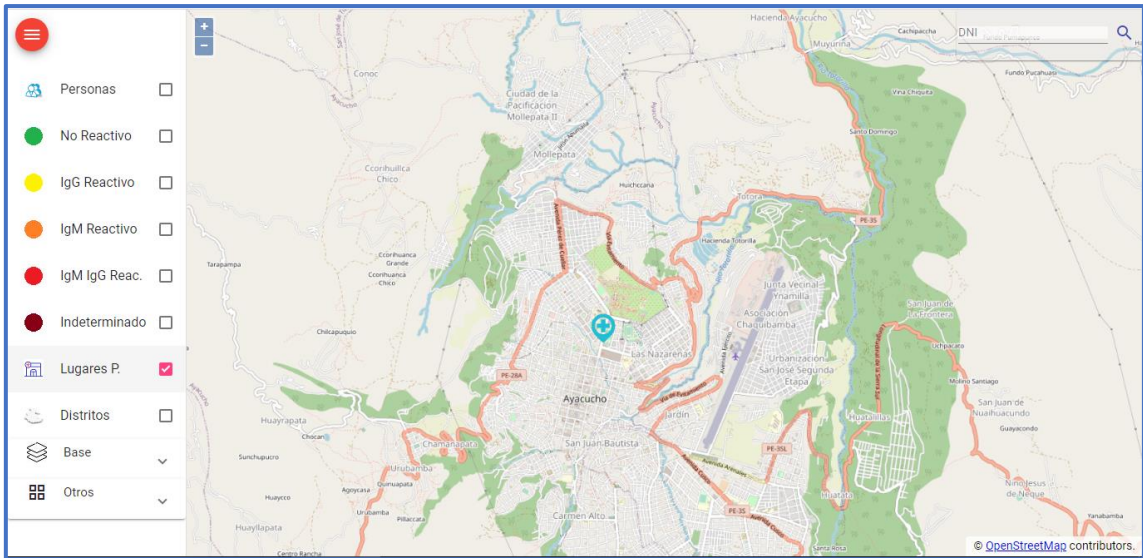


Figura 50: Capa lugares de prueba web.
Fuente: Elaboración propia.

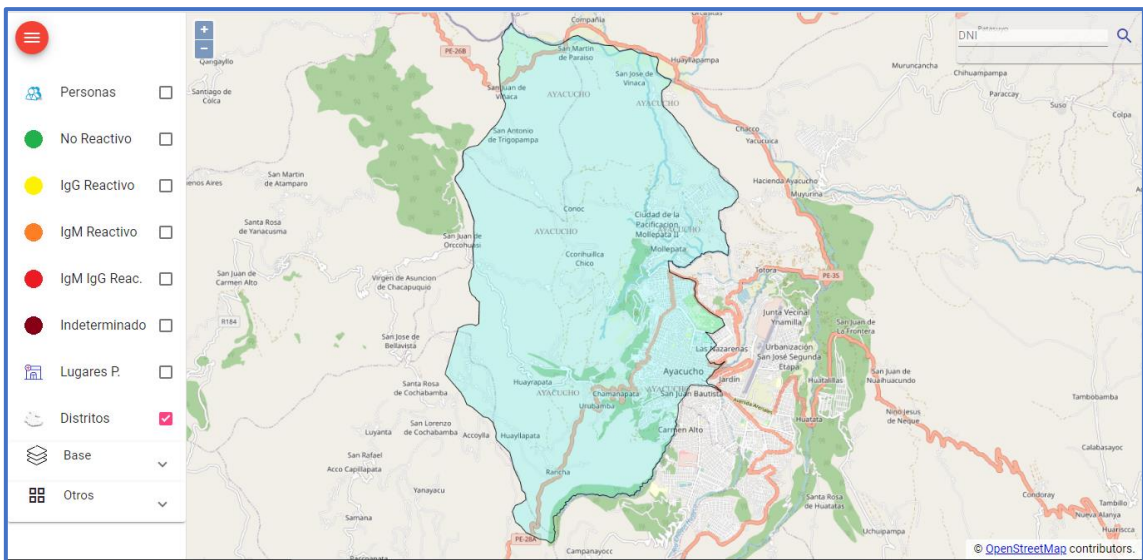


Figura 51: Capa distritos web.
Fuente: Elaboración propia.

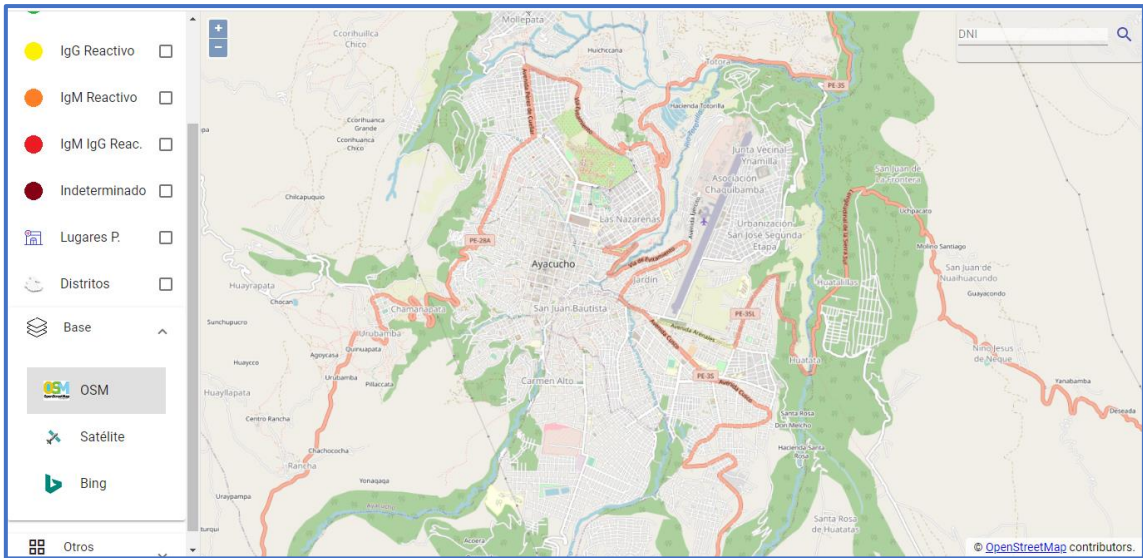


Figura 52: Capa base web de Openstreetmap.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 53: Capa web de Bingsatelite.
Fuente: Elaboración propia.

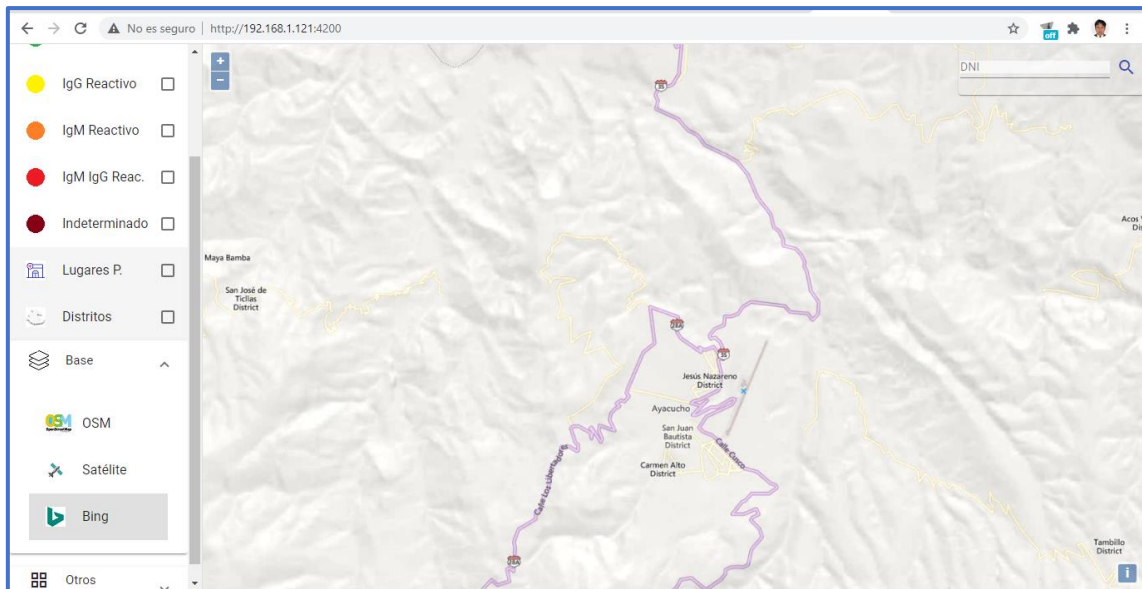


Figura 54: web Capa.
Fuente: Elaboración propia.

4. 3 Subsistema de análisis

Se obtuvo los siguientes resultados:

- Número de casos positivos y negativos.
- Resultados de las pruebas.
- Cantidad de casos positivos según género.
- Riesgos en casos COVID-19 positivos.
- Número de casos COVID-19 positivos según la severidad.
- Cantidad de personas agrupadas en determinados síntomas.
- Análisis temporal de casos COVID-19 positivos en el distrito de Ayacucho utilizando el software Qgis, Tomando 6 intervalos de tiempo.
- Mapa de calor (kernel density estimation).
- Interpolación IDW casos positivos Covid COVID-19 en el distrito de Ayacucho en Qgis.
- Resultado de la Interpolación IDW.

Número de casos positivos y negativos

Se extrajo una muestra aleatoria del total de pruebas realizadas (1396 pruebas) de las cuales 370 son casos positivos (IgG, IgM, IgM/IgG son reactivos) y 1026 son casos negativos (no reactivo); todo ello para saber qué porcentaje del total de pruebas realizadas son positivas.

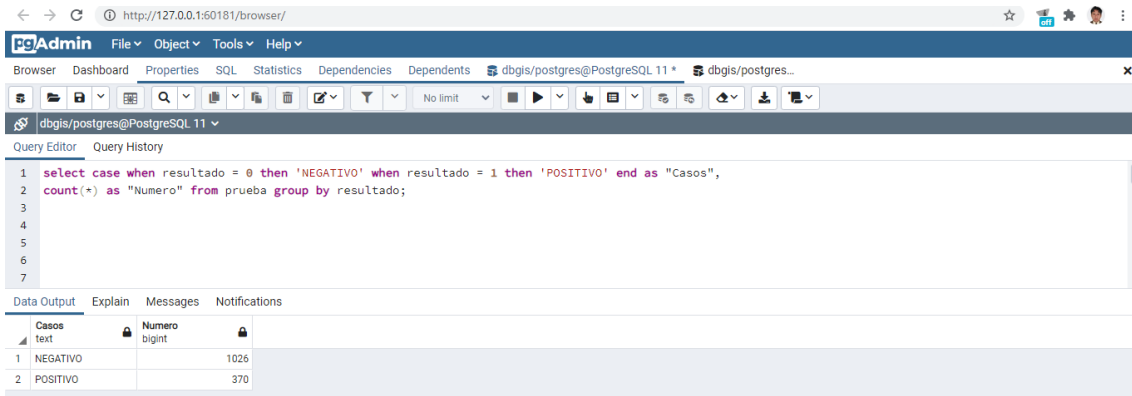


Figura 55: Consulta de número de casos positivos y negativos.
Fuente: Elaboración propia.

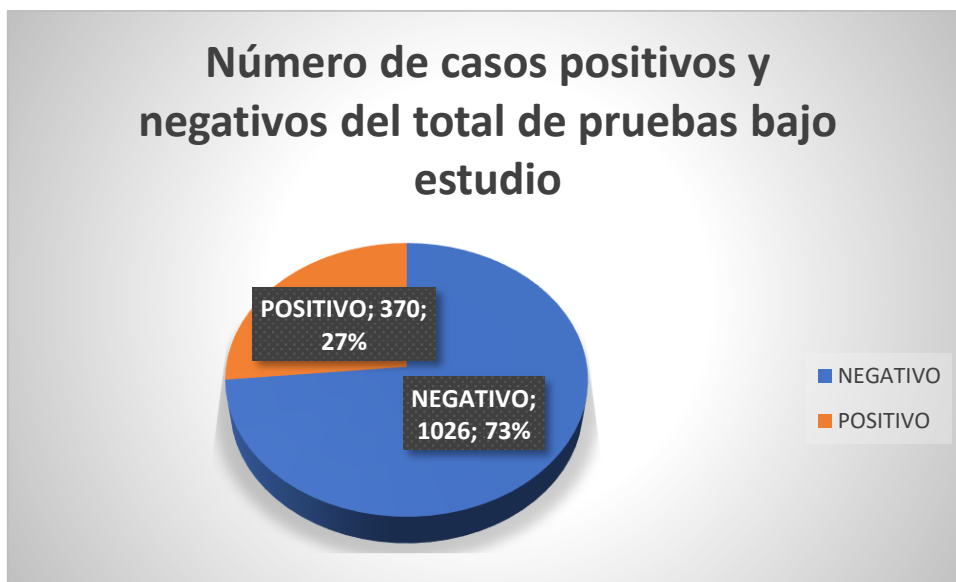


Figura 56: Grafico de número de casos positivos y negativos.
Fuente: Elaboración propia.

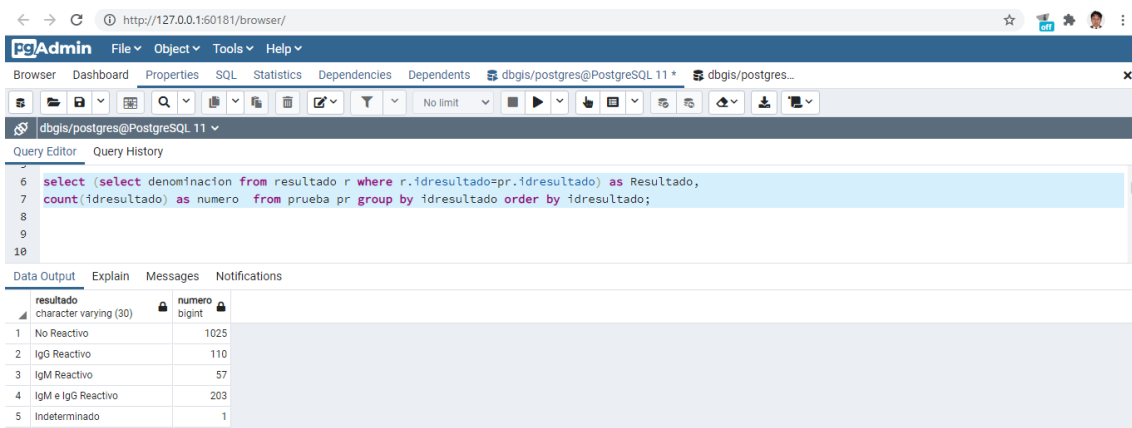


Figura 57: Consulta de número de resultados.
Fuente: Elaboración propia.

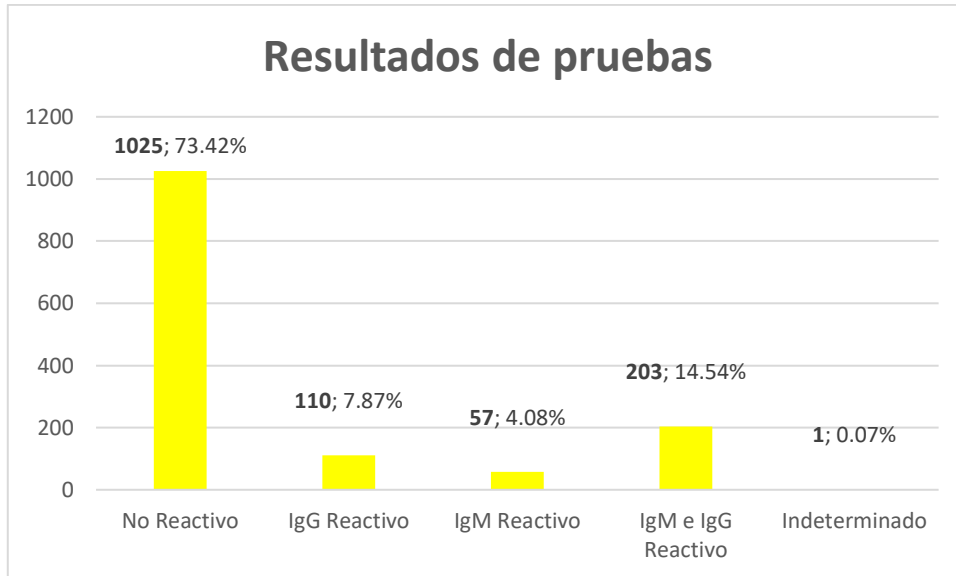


Figura 58: Grafico de los resultados de las pruebas.
Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Se observa la muestra aleatoria del total de pruebas realizadas (1396 pruebas), que el 73.42% de las pruebas son negativas.

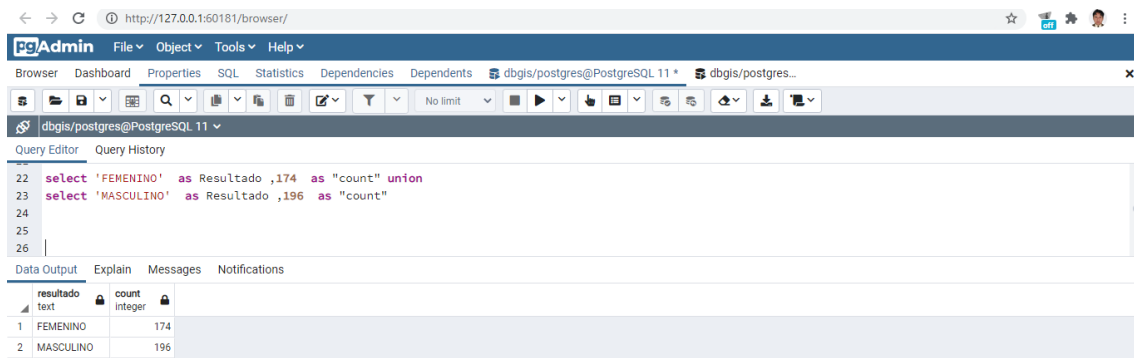


Figura 59: Consulta de género.
Fuente: Elaboración propia.

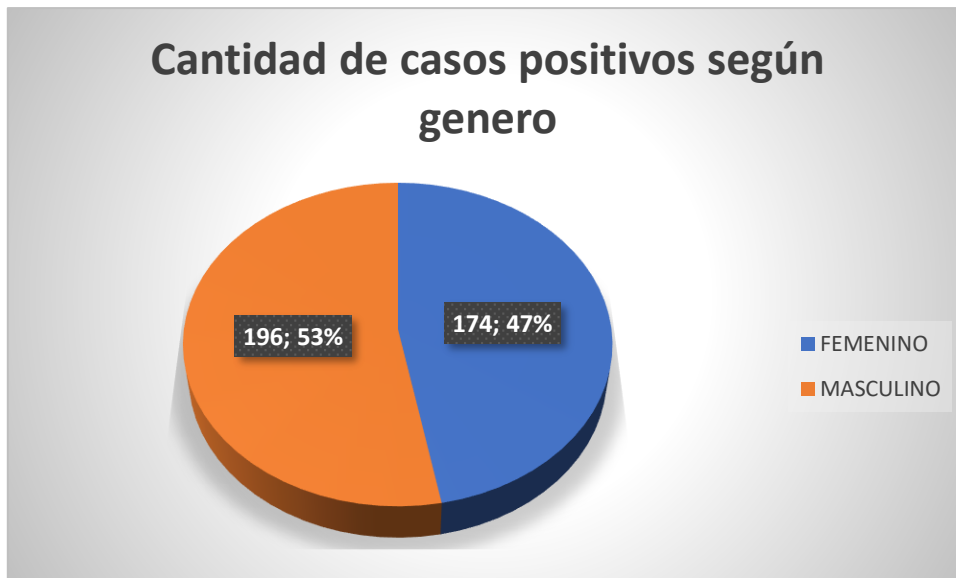


Figura 60: Grafico de género.
Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Se observa el total de 370 casos positivos el 53% son varones y el 47% son mujeres.

```

37 select resultados.elementos as elementos, (select denominacion from riesgo r where r.idriesgo=elementos) , count(resultados.elementos) as contador
38 from (select json_array_elements('driesgos)::text::int as elementos from prueba where resultado = 1) as resultados
39 group by elementos order by elementos;
  
```

elementos	denominacion	contador
integer	character varying (100)	bigint
1	Riesgo Personal Salud	32
2	Riesgo Obesidad	5
3	Riesgo Diabetes	3
4	Riesgo Hipertension Arterial	4
5	Riesgo Cancer	1
6	Riesgo Embarazo	10
7	Riesgo Mayor 60 Años	45
8	Riesgo Ninguna	267
9	Riesgo_Enf Cardiovascular	3

Figura 61: Consulta de riesgo.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 62: Grafico de riesgos.
Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Se observa la cantidad de personas agrupadas en un determinado riesgo.

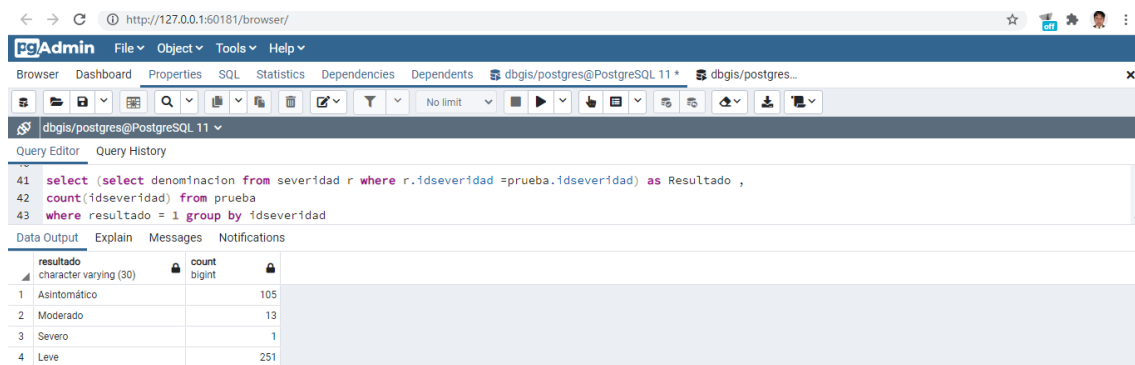


Figura 63: Consulta de severidad.
Fuente: Elaboración propia.

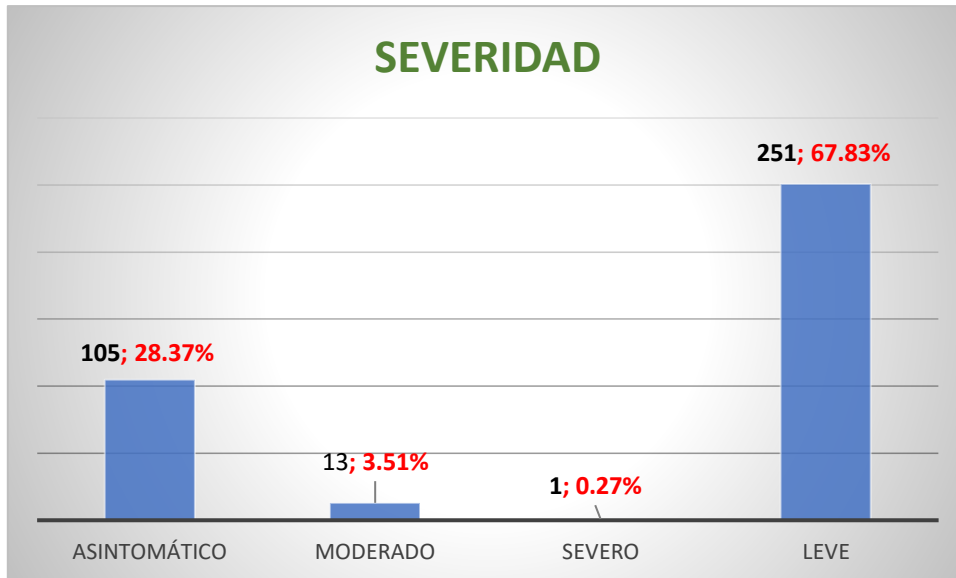


Figura 64: Grafico de severidad.
Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Se observa el número de casos COVID-19 positivos según la severidad, el 67,83% es leve y el 28.37% son asintomáticos.

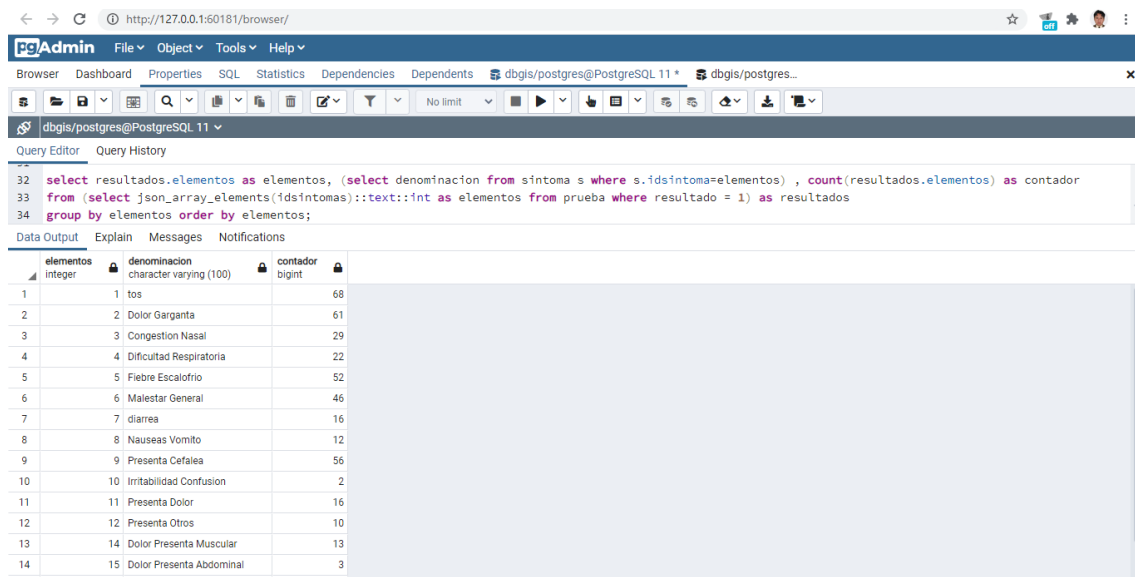


Figura 65: Consulta de síntomas
Fuente: Elaboración propia.

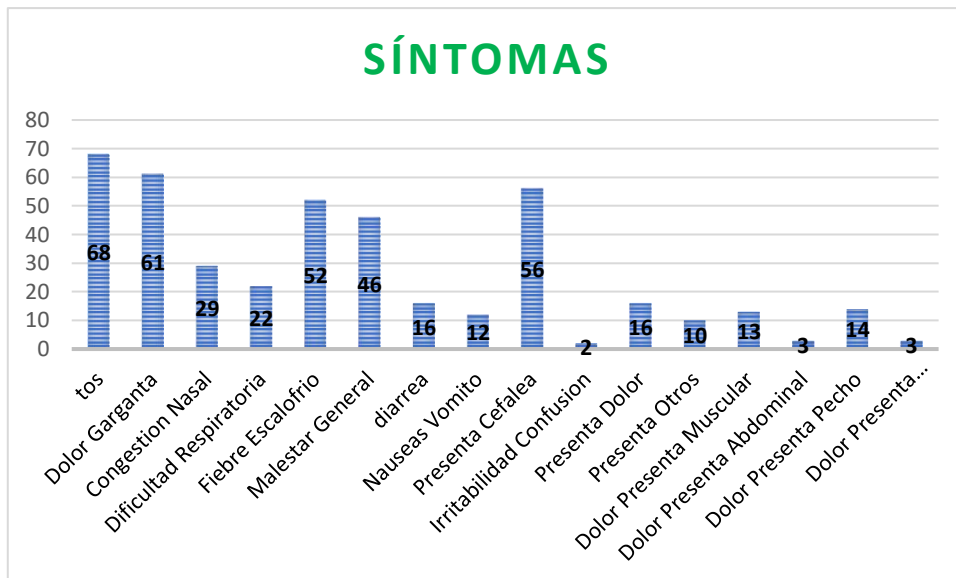


Figura 66: Grafico de síntomas.
Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Se observa la cantidad de personas agrupadas en determinados síntomas.

Análisis temporal de casos COVID-19 positivos en el distrito de Ayacucho utilizando el software Qgis, Tomando 6 intervalos de tiempo.

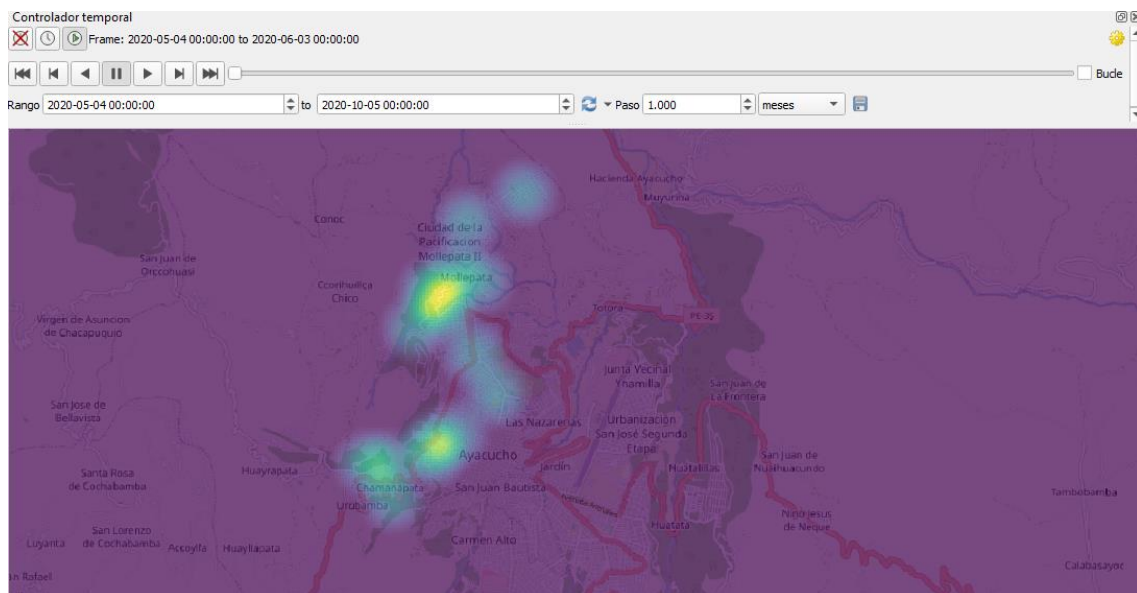


Figura 67: Primer intervalo de tiempo del análisis temporal del COVID-19 en el distrito de Ayacucho.
Fuente: Elaboración propia.

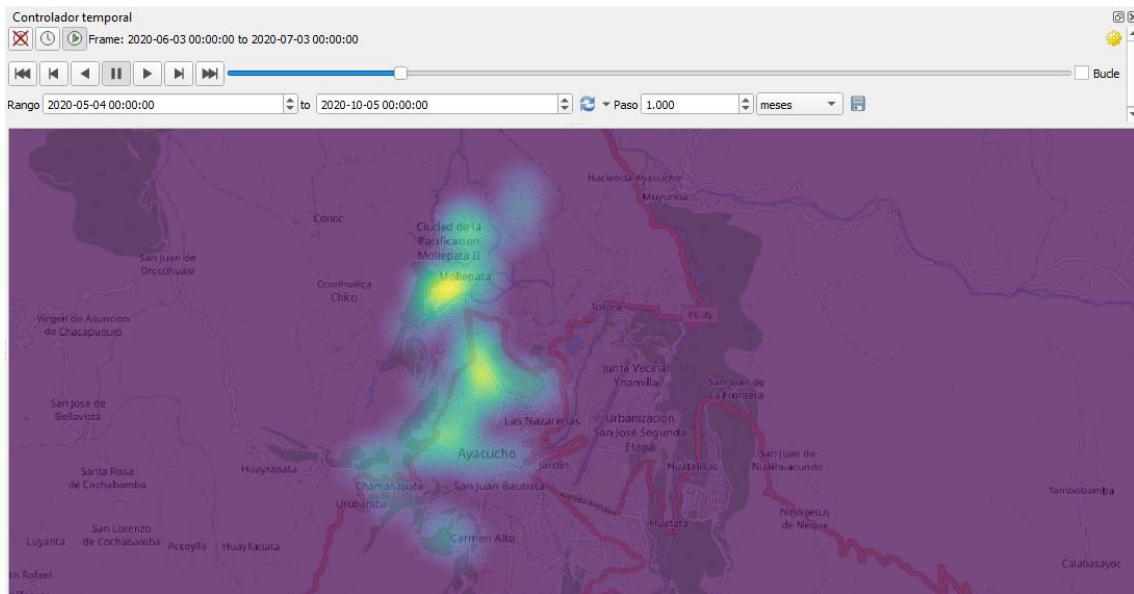


Figura 68: Segundo intervalo de tiempo del análisis temporal del COVID-19 en el distrito de Ayacucho.

Fuente: Elaboración propia.

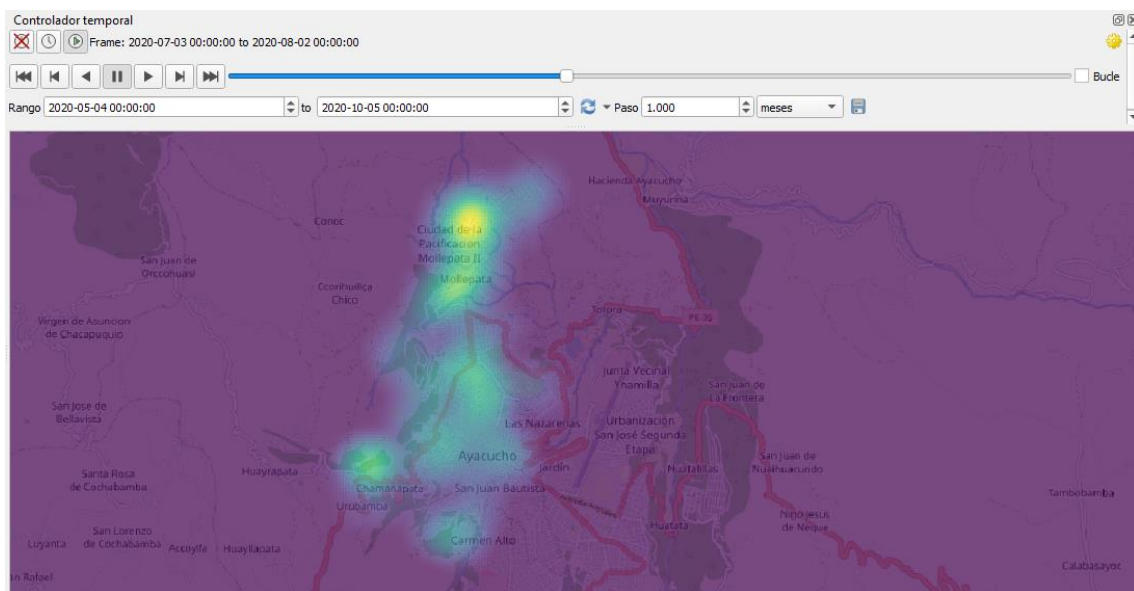


Figura 69: Tercer intervalo de tiempo del análisis temporal del COVID-19 en el distrito de Ayacucho.

Fuente: Elaboración propia.

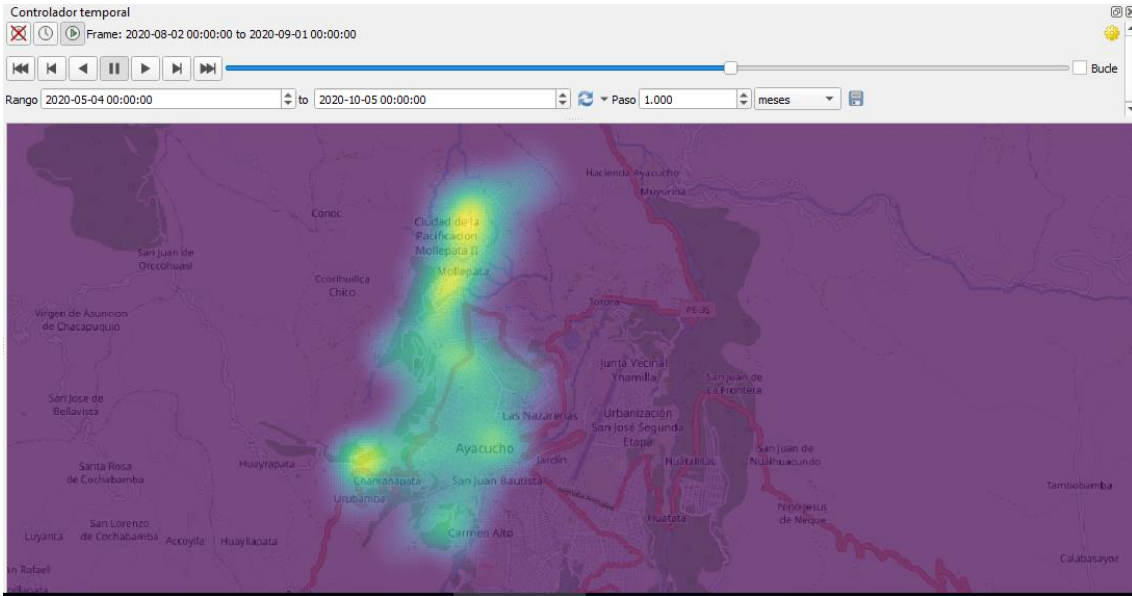


Figura 70: Cuarto intervalo de tiempo del análisis temporal del Covid COVID-19 en el distrito de Ayacucho.
Fuente: Elaboración propia.

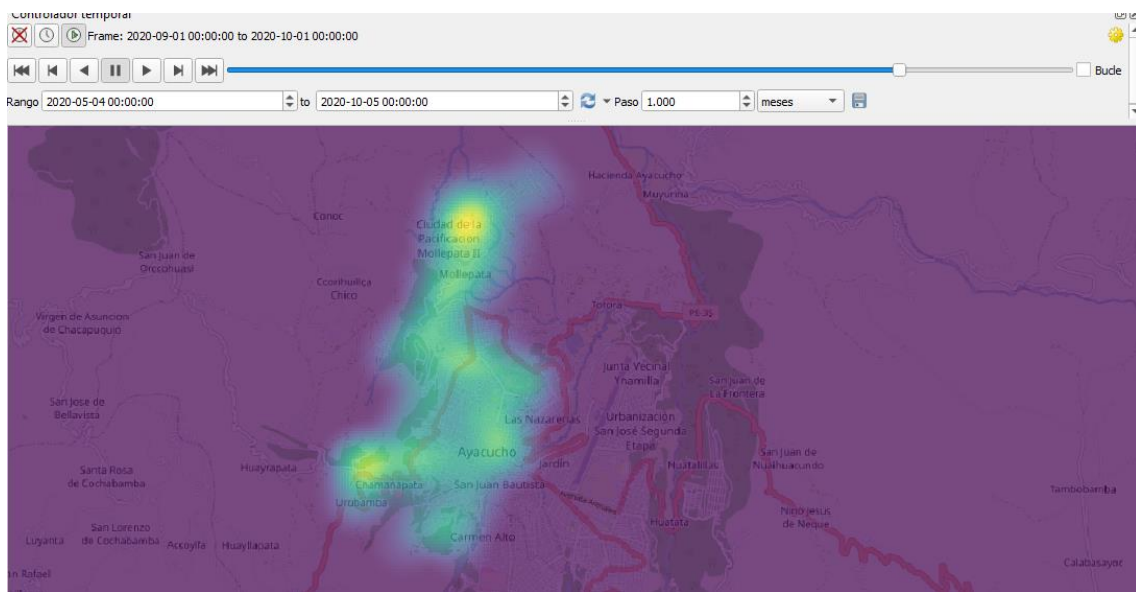


Figura 71: Quinto intervalo de tiempo del análisis temporal del COVID-19 en el distrito de Ayacucho.
Fuente: Elaboración propia.

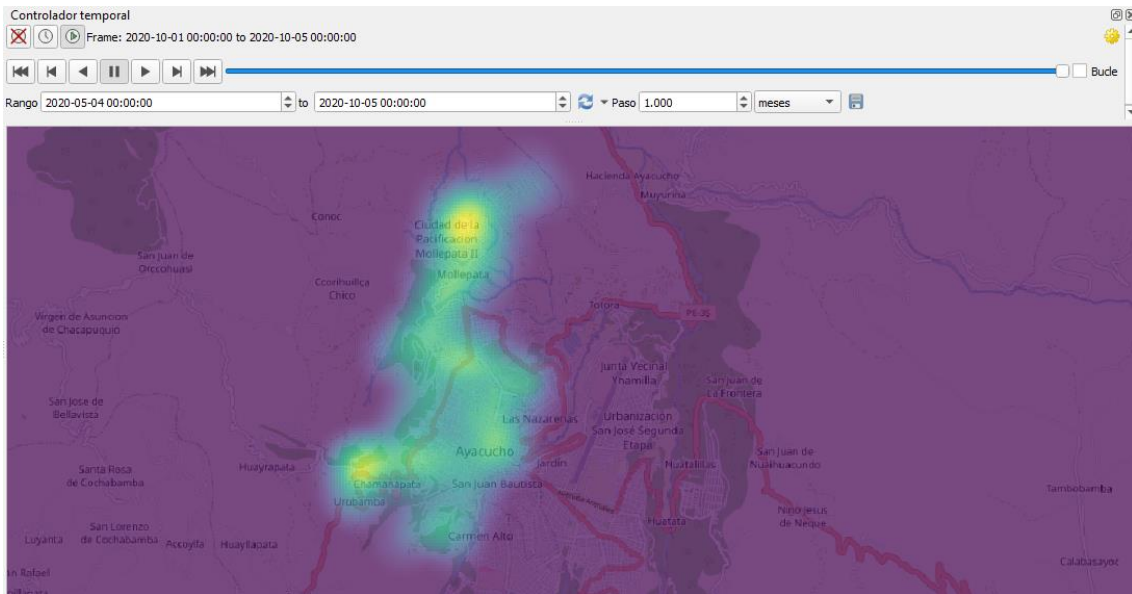


Figura 72: Sexto intervalo de tiempo del análisis temporal del COVID-19 en el distrito de Ayacucho.
Fuente: Elaboración propia.

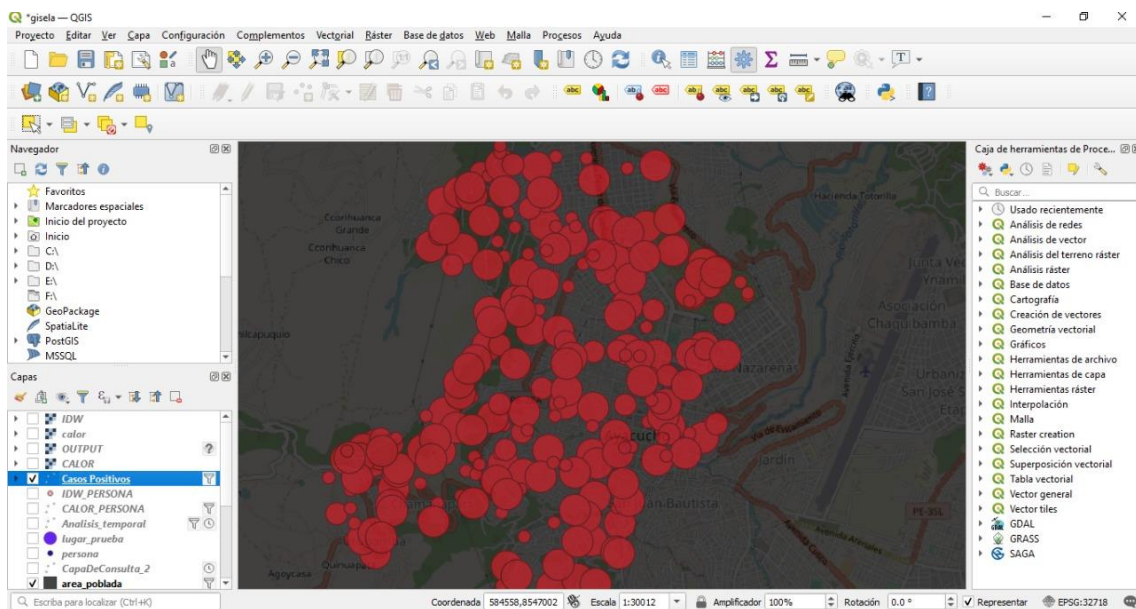


Figura 73: Capa de casos positivos de COVID-19.
Fuente: Elaboración propia.

Mapa de calor (kernel density estimation)

Se emplea para representar en el mapa la densidad de puntos de los casos confirmados del COVID-19.

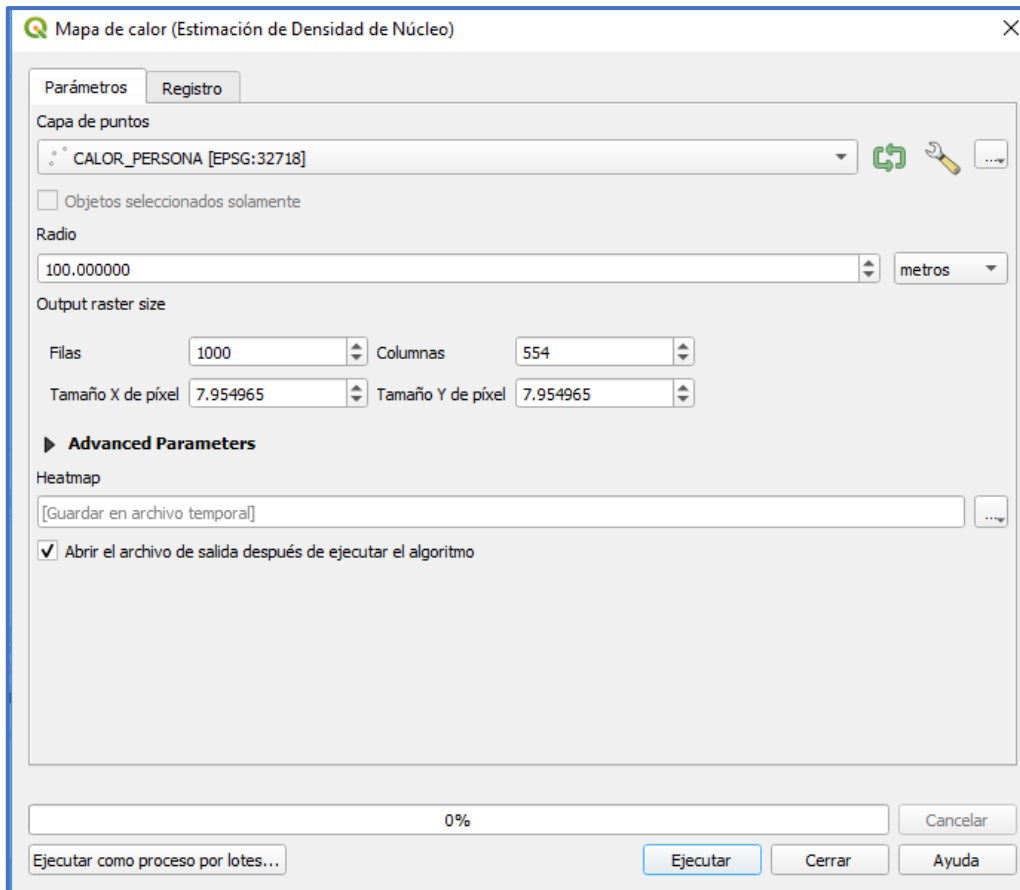


Figura 74: Configuración de Mapa de Calor casos positivos COVID-19 en el distrito de Ayacucho en Qgis.
Fuente: Elaboración propia.

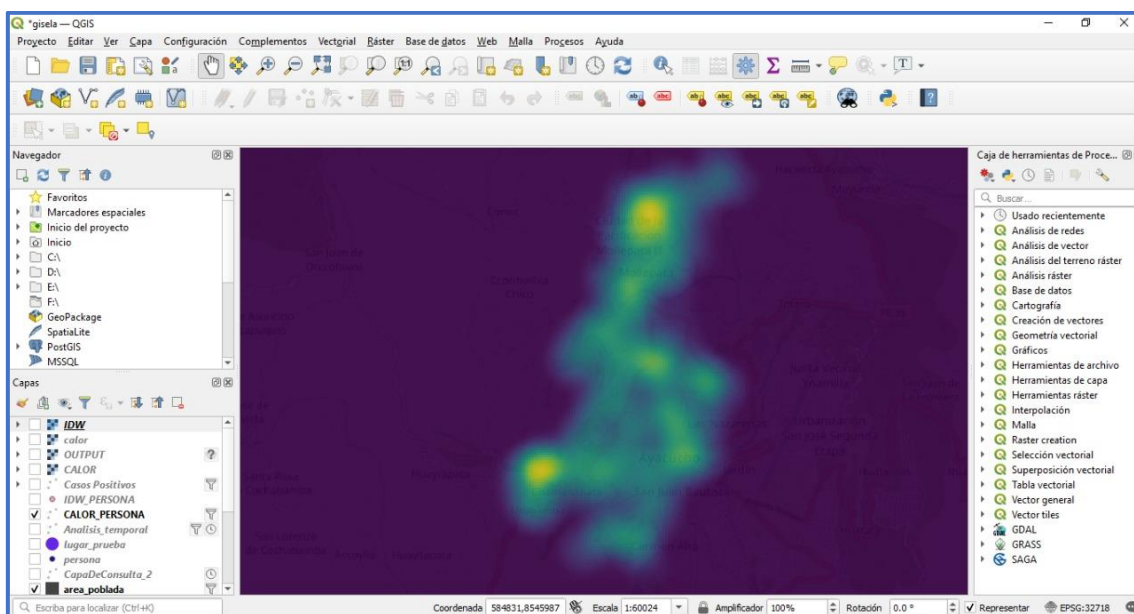


Figura 75: Mapa de Calor casos positivos COVID-19 en el distrito de Ayacucho en Qgis.
Fuente: Elaboración propia.

Interpolación IDW

Se usa para interpolar un conjunto de puntos dispersos conocidos, calcula con un promedio ponderado de los valores disponibles en los puntos conocidos facilitando el análisis de la condición de los casos confirmados del COVID-19 del sector en estudio.

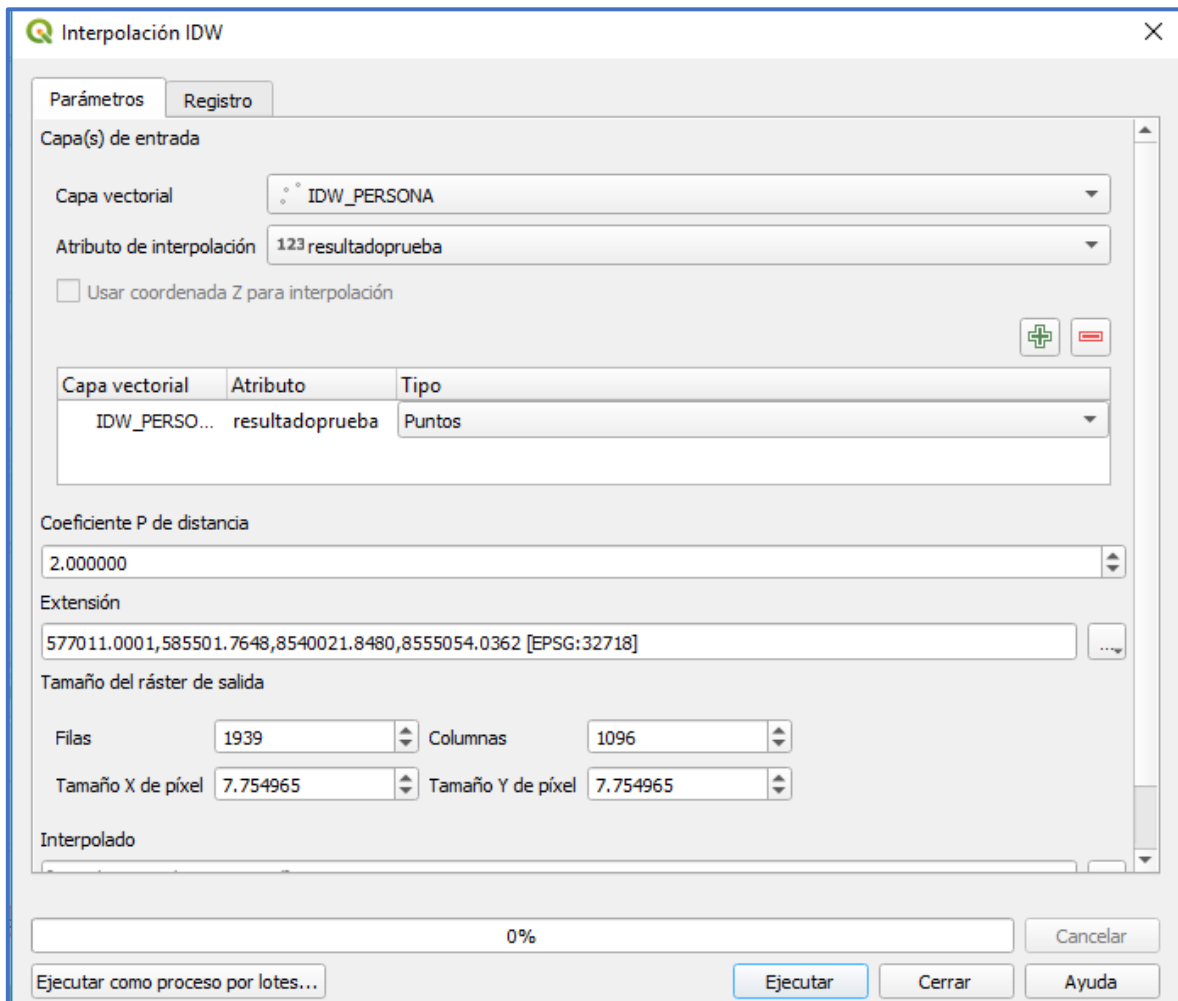


Figura 76: Configuración de Interpolación IDW de casos positivos COVID-19 en el distrito de Ayacucho en Qgis.

Fuente: Elaboración propia.

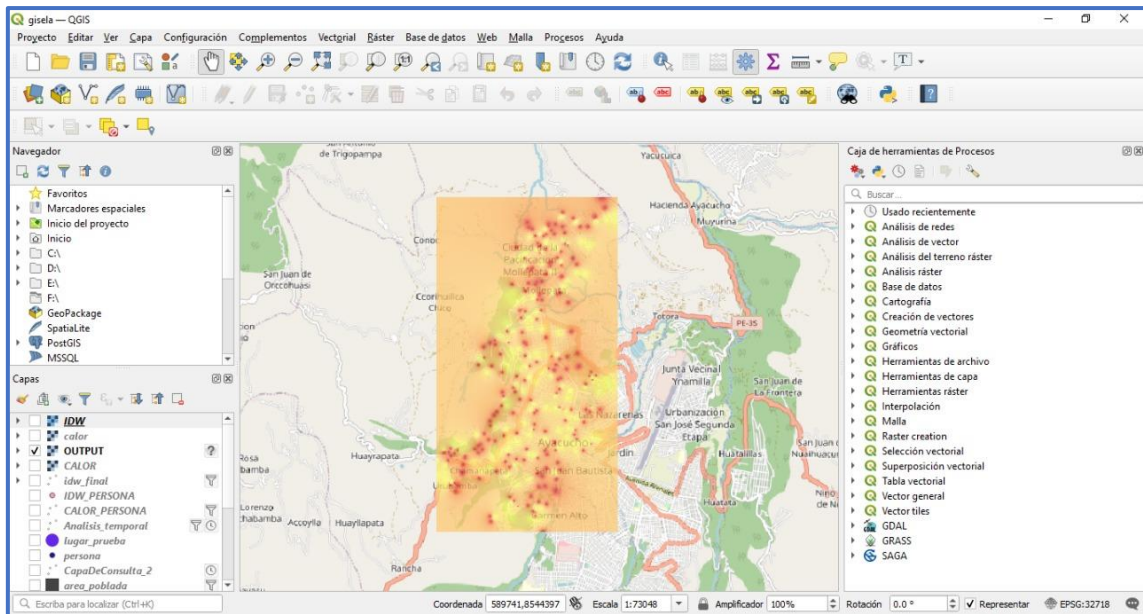


Figura 77: Interpolación IDW casos positivos COVID-19 en el distrito de Ayacucho en Qgis.
Fuente: Elaboración propia.

Siendo el Resultado de la Interpolación IDW:

Resultado	Valor
Valor Mínimo	0.00023713769
Valor Máximo	0.9944902
Media	0.26183550964582
Desviación Estándar	0.10071590464624

Tabla 15: resultados de la interpolación IDW.
Fuente: Elaboración propia.

Sintetiza GONZALES, et al. (2020), hicieron una propuesta didáctica sobre el uso de las tecnologías de información geográficas ante la propagación del COVID-19 aplicadas en abril del año 2020 en Perú, en la cual hace un análisis de 1020 pruebas de descarte de COVID-19 de las cuales 180 son positivas sienten un 17.64% del total, en la presente tesis se tomó un total de 1396 de las cuales la muestra es de 370 positivas que representan el 26.5 % del total de pruebas realizadas con lo cual nos denota, hasta la fecha, un incremento porcentual de las mismas.

ASCUNTAR, Johana y JAIMES, Fabian (2016), explican que una implementación del SIG nos permite un mejor entendimiento de la mortalidad de una enfermedad y sus diferentes características del entorno y desempeño de los servicios de salud teniendo en cuenta vida de la población, variables ambientales de la zona y la cultura.

DAVARA, Fernando (2004), nos habla acerca de las que en las aplicaciones de un SIG se debe responder preguntas espaciales como: ¿Dónde se encuentra ubicado el centro de salud?, ¿ Que sitio de la población es vulnerable? entre otros; las cuales se encuentran comprendidas en la presente investigación a través del análisis de interpolación como son los Mapas de Calor y el IDW, en donde cada uno muestra de forma similar una disposición geográfica de los casos positivos (en caso de los mapas de calor) y su índice aproximado de contagio (en caso de IDW).

IV. CONCLUSIONES

Las conclusiones de la investigación fueron las siguientes:

Los sistemas de información geográfica apoyan en gran medida a la sistematización de la información de pruebas de COVID-19, gracias a la generación de formularios de registros y a su fácil comunicación con programas gestores de base de datos.

Los datos de pruebas de COVID-19 se encuentra representadas en el aplicativo SIG facilitando su búsqueda y manipulación.

El análisis de los datos de las pruebas de COVID-19 sirven como insumo para la toma decisiones a partir de la gestión de datos de casos confirmados del COVID-19.

Los sistemas de información geográfica apoyan el monitoreo de datos de los casos COVID-19 porque nos permiten, además de los antes mencionados, encontrar la relación espacio – probabilidad de contagio en un determinado lugar o área geográfica pudiendo así tomar las medidas contingenciales que se crean convenientes.

VII. RECOMENDACIONES

Recomendaciones para futuras investigaciones se menciona las siguientes:

Estatización de las diferentes fichas de registro de datos de personas que se realizan las pruebas de descarte de COVID-19, en los diferentes lugares donde se realizan las pruebas.

La elaboración de un sistema de información geográfico con una base de datos centralizada con la información de las pruebas de COVID-19, realizadas en todos los lugares de pruebas.

El uso de herramientas Open Source para el desarrollo de los aplicativos SIG por un tema de costos y de eficiencia demostrada de los mismos.

El uso de servicios de computación en la nube para el despliegue del aplicativo SIG para un mejor desempeño, escalabilidad y seguridad de la información.

En posteriores investigaciones se puede incluir “áreas geográficas de contagio” generadas a partir de los mapas de calor.

A partir de estudios realizados como la presente tesis, se pueden generar insumos de información geográfica para el desarrollo de Gis relacionados a la distribución de vacunas.

REFERENCIAS

Fuertes, E. J. (2020). *Determinación del nivel de vulnerabilidad sísmica aplicando el sistema de información geográfica en el asentamiento humano la Flor – Carabayllo* (Tesis de pregrado, Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima, Perú). Recuperado de <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/4453>

Gonzales, et al. (2020), *Respuesta a emergencias aplicando Tecnologías de Información Geográfica ante la propagación del COVID-19 en Perú*. Disponible en la página web: <http://revistas.unfv.edu.pe/index.php/RCV/article/view/763>

Freire, L.E. y Duran, J.L. (2019). *Implementación de un sistema de información geográfico para realizar el análisis gerencial junto con Dashboard de perfiles epidemiológicos en el Cantón Huaquillas* (Tesis pregrado, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador). Recuperado de <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/45968>

Valdiviezo, A. (2019). *Manejo del software Qgis para gestionar datos de redes de distribución de agua en la Urb. Miraflores* (Tesis de pregrado, Universidad de Piura, Piura, Perú). Recuperado de <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/4089>

Chambilla, D.C. (2019). *Implementación de sistemas de información geográfica para el manejo integrado de la mosca de la fruta en Senasa* (Tesis de pregrado, Universidad San Ignacio de Loyola, Lima, Perú). Recuperado de <http://repositorio.usil.edu.pe/handle/USIL/9770>

Torrea, L.S y Rodríguez, J.S. (2019). *Implementación de un sistema de información geográfica para el distrito de riego de mediana escala el Juncal* (Tesis de pregrado, Universidad Católica de Colombia, Bogotá, Colombia). Recuperado de <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/23941>

Bautista, J.P. (2019). *Implementación de un sistema de información geográfica para la gestión de avalúos de inmuebles en la empresa Consorcio de profesionales Lozano Ríos S.C.R.L* (Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo, Tarapoto, Perú). Recuperado de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/39559>

Sucari, E.M. (2018). *Sistema de Información geográfica para el monitoreo de aves en el bosque lluvioso de Madre de Dios en la empresa GI Consultores* (Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú). Recuperado de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/38182>

Flores, G. (2018). *Gestión de residuos sólidos a través de sistema de información geográfica en el distrito de Huancavelica* (Tesis de doctorado, Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, Perú). Recuperado de <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/2109>

Caballero J.L. (2017). *Sistema de Información Geográfico para mejorar la gestión técnica de agua potable en la empresa municipal de agua potable y alcantarillado Emapa-Huancavelica* (Tesis de pregrado, Huancavelica, Perú). Recuperado de <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/3362>

Gonzalez, G.S. (2017). *Aplicación de un sistema de información geográfica para la prevención ante la vulnerabilidad sísmica de las viviendas del distrito de el Agustino* (Tesis de pregrado, Lima, Perú). Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/16959>

Vega, W. (2016). *Uso del sistema de información geográfica para el diagnóstico de ordenamiento territorial de la provincia de Andahuaylas* (Tesis de pregrado, Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho, Perú). Recuperado de <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3177>

Meza, K.R. (2016). *Implementación de un sistema de información geográfico para la administración de territorios en la empresa Redexsa S.A.C.* (Tesis de pregrado, Lima, Perú). Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/5025>

Londono, L.; Restrepo, C. y Marulanda, E. (2014). *Distribución espacial del dengue basado en herramientas del sistema de información geográfica*, Valle de Aburrá, Colombia. Dialnet, 32(1), 9 pp. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5079749>

Mercado, E.C. (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, Distrito Federal, Mexico). Recuperado de <file:///C:/Users/charles/Downloads/instituto-politecnico-nacional.pdf>

Tuncar, Y. y Bendezu, R.Y. (2012), *Sistema de información geográfica para la gestión de establecimientos de salud en la provincia de Angaraes* (Tesis de pregrado, Huancavelica, Perú). Recuperado de <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/703>

Jiménez, D. Y. (2011). *Sistema de información geográfica de deslizamientos inducidos por sismo* (Tesis de magister, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia). Recuperado de <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/1438>

Mayorga, O. H. (2011). *Uso de los sistemas de información geográfico para el análisis y diagnóstico del sistema territorial dentro de la metodología de ordenamiento territorial de Domingo Gómez Orea: caso de aplicación en la parroquia de Pifo* (Tesis de maestría, Universidad San Francisco de Quito, Quito, Ecuador). Recuperado de https://issuu.com/unigis_latina/docs/mayorga

Villa, C.J. (2011). *Los sistemas de información geográfico aplicada a la gestión policial y prevención del delito* (Titulo de pregrado, Universidad Nacional Autónoma de México). Recuperado de <http://132.248.52.100:8080/xmlui/handle/132.248.52.100/1560>

Ascencio, F. (2008). *Aplicación del Sig como herramienta para la prevención de riesgos geotécnicos en la ciudad de Piura* (Tesis de pregrado, Universidad de Piura, Piura, Perú). Recuperado de <https://hdl.handle.net/11042/1347>

Olaya, V. (2014). *Sistema de Información geográfica*. Recuperado de <http://volaya.es/writing>.

Yeung, A. y Hall, B. (2007). *Spatial Database Systems: Design, Implementation and Project Management* (ilustrada ed.), editorial Springer Netherlands. Recuperado de <https://books.google.com.pe/books?id=4nsouAAACAAJ>

LO, C.P., YEUNG, Albert K.W. (2007). *Concepts and techniques of geographic information systems*. 2ª ed. New Delhi. Prentice-Hall. pp.532.

Gretchen, P. (2009). *GIS Cartography A Guide to Effective Map Design*. (ilustrada ed.) editorial CRC Press. Disponible en <https://books.google.com.pe/books?id=EE0UiAN8gO4C>

Ascuntar, J. y Jaimes, F. (2016). *Ronda clínica y epidemiológica: sistemas de información geográfica (SIG) en salud*, 29(1), 9-103.

Davara, F. (2004). *Revista de Ciencias Sociales Sociedad y Utopía*, Dialnet, 24(1), 167-182.

Burstein, T. (2002). *Sistemas de información geográfica y su aplicación en la salud pública*. Disponible en <http://www.scielo.org.pe/pdf/rins/v19n3/a01v19n3.pdf>

Thiede, R.; Sutton, T.; Duster, H. y Sutton M. (2019). *QGIS Training Manual*, Disponible en <https://docs.qgis.org/2.18/pdf/es/QGIS-2.18-QGISTrainingManual-es.pdf>

Montenegro, C. (2012). *Implementación de SIG en el Municipio de la Zona Norte de la provincia de Santa Cruz*, México.

PostgreSQL Global Development Group (Fecha de consulta: 02 de noviembre de 2020). Disponible en: <https://www.postgresql.org/>

Postgis (Fecha de consulta: 03 de noviembre de 2020). Disponible en: <https://postgis.net/>

Geochagi (Fecha de consulta: 1 de febrero de 2021). Disponible en <http://academiachagi.com/geochagi/>

Organización Mundial de la Salud (2020). Disponible en la página web <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/331740/WHO-2019-nCoV-SurveillanceGuidance-2020.6-spa.pdf>

Diaz, F. y Toro, A. (2020). SARS-CoV-2/COVID-19: *el virus, la enfermedad y la pandemia*, Med. Lab, 24(3), 1-23.

Gobierno peruano (2020). Disponible en la página Web <https://www.gob.pe/9801-cuales-son-las-pruebas-para-saber-si-tienes-covid-19>

Hernández, R.; Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*, Editorial McGraw-Hill, 6^{ta} Edición.

Rodríguez, W. (2001). *Guía de Investigación Científica*, Editorial UCH, 1^{ra} Edición.

López, P. y Fachelli, S. (2015). *Metodología de la Investigación Social Cuantitativa*. 1^a edición, Bellaterra: Universidad Autónoma de Barcelona, <http://ddd.uab.cat/record/129382>

Murillo, et al. (2012), *Comparación de Métodos de Interpolación para la Generación de Mapas de Ruido en entornos Urbanos*, Dialnet, 3(1), 1-7.

Araneda, E. (2002). *Uso de Información Geográfica y Análisis Espacial en Arqueología: proyectos y limitaciones*. *Estudios Atacameños*, (22), 59-75

Dirección Regional de Salud de Ayacucho (2021). Disponible en: <https://www.saludayacucho.gob.pe/diresaweb/>

ANEXOS.

Anexo 1: Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE 1	SISTEMA DE INFORMACION GEOGRÁFICO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	ESCALA
VARIABLE 1	SISTEMA DE INFORMACION GEOGRÁFICO	Según Olaya (2011) Sistema de Información Geográfico SIG es un sistema de base de datos cuenta con dos elementos primordiales software y hardware, sistema que une tecnología informática, personas e información geográfica con capacidades específicas como: capturar, analizar, almacenar, editar y por último representan los datos georreferenciados.	Se implementará el subsistema de datos para las operaciones de entrada-salida de datos, en donde se obtendrá el esquema de base de datos físico que va estar implementado en PosgreSql, subsistema de visualización y creación cartográfica en donde se va crear mapas a partir de los datos, incorporando también formularios de registro de datos y el subsistema de análisis en donde se procesa los datos geográficos para la toma de decisiones.	Subsistema de datos	N° de Tablas de Base de Datos	Microsoft Excel Xlsx./Versión 2019	Cuantitativo razón
				Subsistema de visualización y creación cartográfica	N° de Capas de Visualización	Qgis 3.16 PosgreSql 13.1 Geoserver	Cuantitativo razón
				Subsistema de análisis	N° de Tablas de Resultados	Geochagi	Cuantitativo razón
VARIABLE 2	CASOS CONFIRMADOS DEL COVID 19	Según la Organización Mundial de la Salud (2020), Persona infectada por el virus COVID-19, confirmada por un laboratorio.	La muestra se obtiene de una gota de sangre del dedo de una persona, colocándola en un dispositivo, aparecen los resultados aproximadamente de 10 a 15 minutos en forma de bandas en la pantalla del dispositivo.	Prueba rápida	Ubicación geográfica	Ficha de prueba rápida COVID-19	Cuantitativo intervalo
					Género		Cualitativo nominal
					Edad		Cuantitativo razón
					Domicilio Residencia		Cualitativo nominal
					Síntomas		Cualitativo nominal
					Procedencia solicitud		Cualitativo nominal
					Resultado		Cualitativo nominal
					Severidad		Cualitativo ordinal
					Riesgos		Cualitativo nominal
					Lugar Prueba		Cualitativo nominal

Anexo 2: Instrumento de recolección de datos



FICHA DE REPORTE DE RESULTADOS DE PRUEBA RÁPIDA. COVID-19^a

Nº de Registro

DATOS DEL PACIENTE

Tipo de documento () DNI () Carnet de Extranjería () Pasaporte

Numero de documento		Celular	
Edad		Sexo	
Nombres	Apellido Paterno	Apellido Materno	

Dirección

Dirección		
Departamento	Provincia	Distrito

Nombre del EESS: _____

RENIPRESS: _____

¿Es personal de salud? () SI () NO Cuál: _____

¿Tiene síntomas? () SI () NO Fecha de inicio de síntomas: ___/___/___

Marque los síntomas que presenta:

Tos		Fiebre/ escalofrío		Cefalea	
Dolor de garganta		Malestar general		Irritabilidad/ confusión	
Congestión nasal		Diarrea		Dolor	
Dificultad respiratoria		Náuseas/ vómitos		Otros: _____	

DATOS DE LA PRUEBA RAPIDA

Fecha de ejecución de la prueba rápida: ___/___/___

Procedencia de la solicitud de diagnóstico:

Llamada al 113		Contacto con caso confirmado		Persona extranjero (migraciones)	
De EESS		Contacto con caso sospechoso		Personal de salud	
Otro priorizado					

Resultado de PR

- () Reactivo IgM
- () Reactivo IgG
- () Reactivo IgM/IgG
- () No Reactivo
- () Inválido

Clasificación Clínica de Severidad: () Leve () Moderado () Severo

¿El paciente presenta alguna condición de riesgo? () SI () NO ¿Cuál?: _____

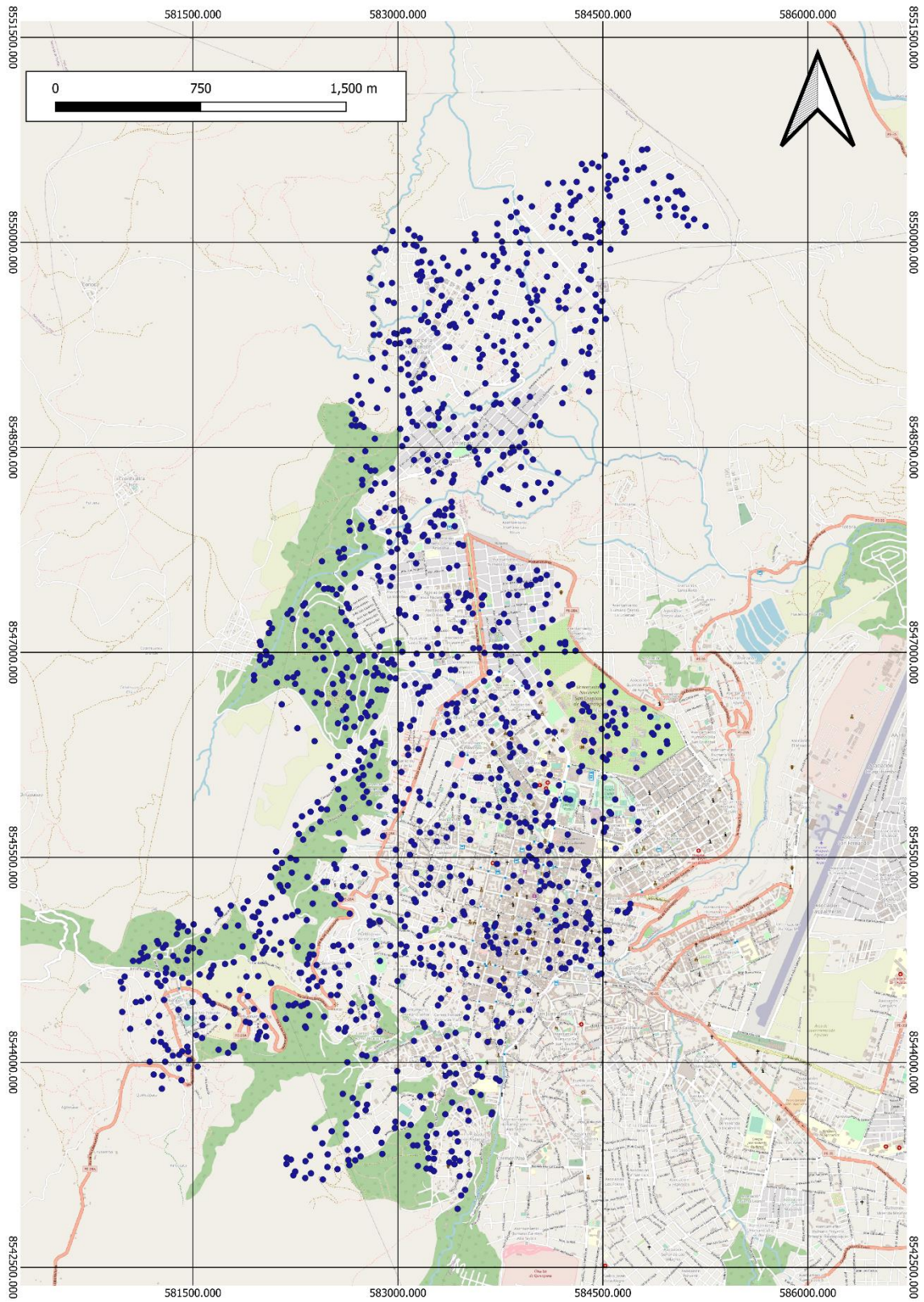
DATOS DEL PERSONAL QUE REALIZA LA PRUEBA RÁPIDA

Nombres y Apellidos: _____

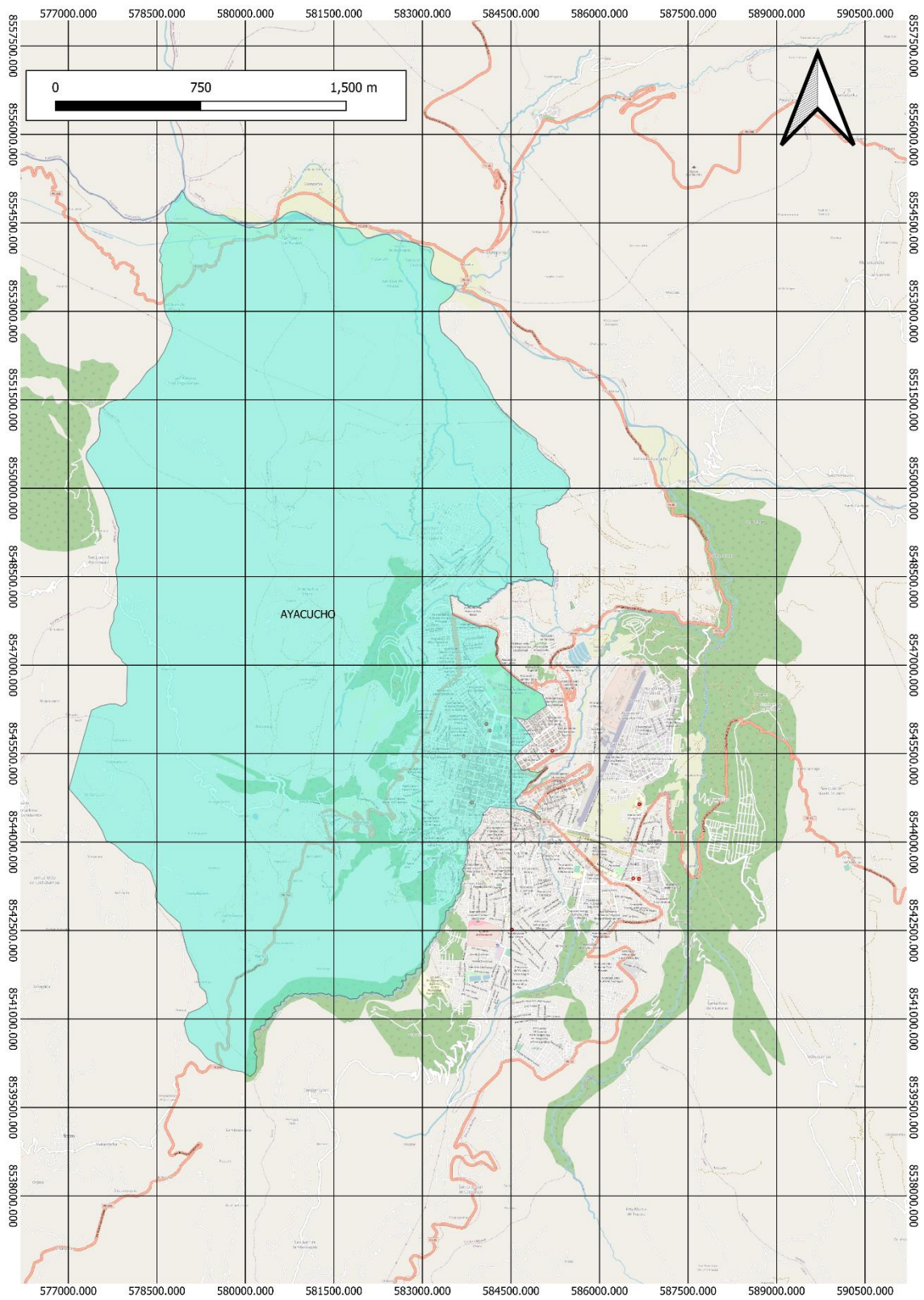
Número de DNI: _____

**Este formato de registro individual impreso se debe registrar en el formulario web
"FORMULARIO INTEGRADO: F100 F200 F300"**

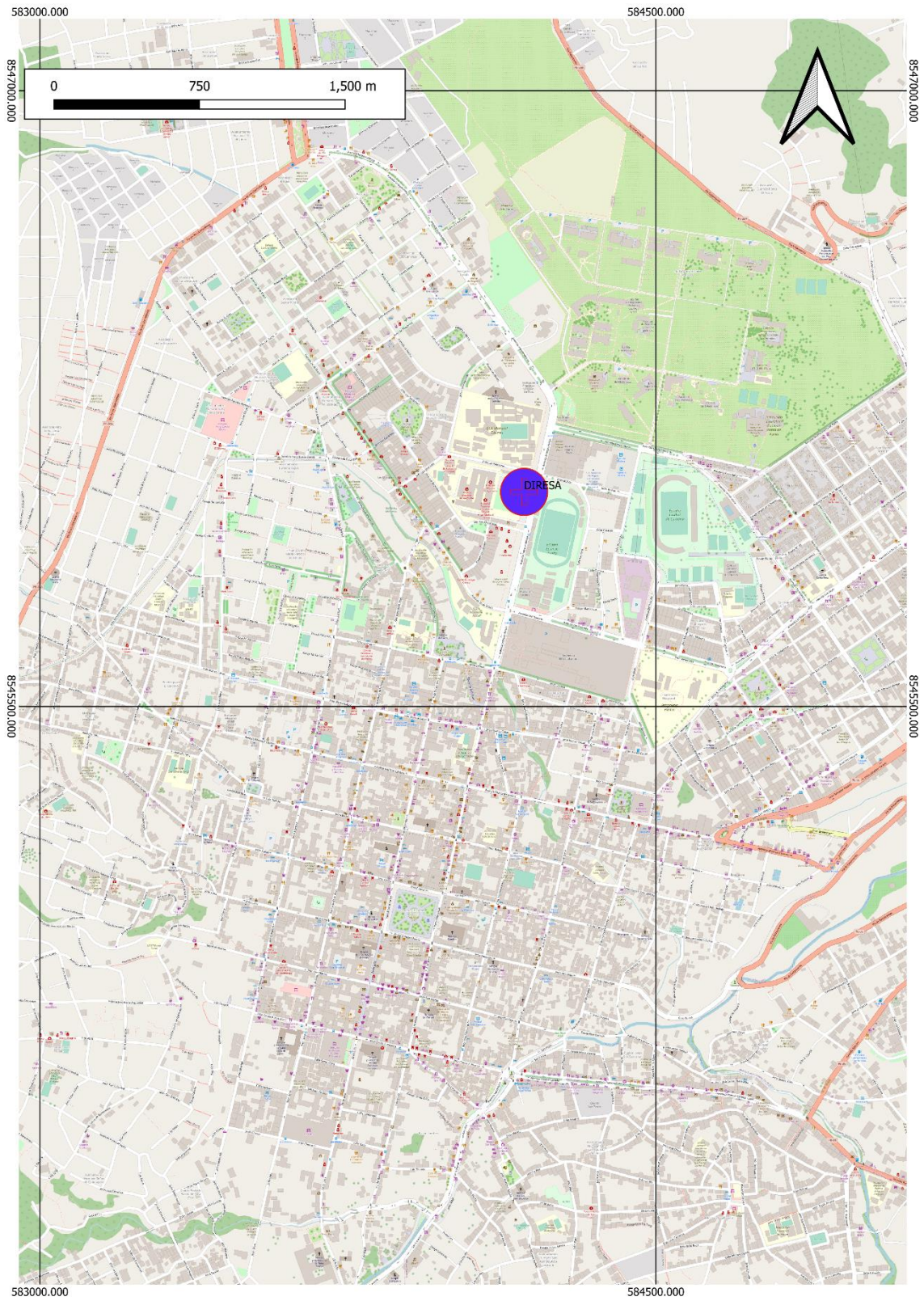
Anexo 3: Vista Impresión de mapa de Persona



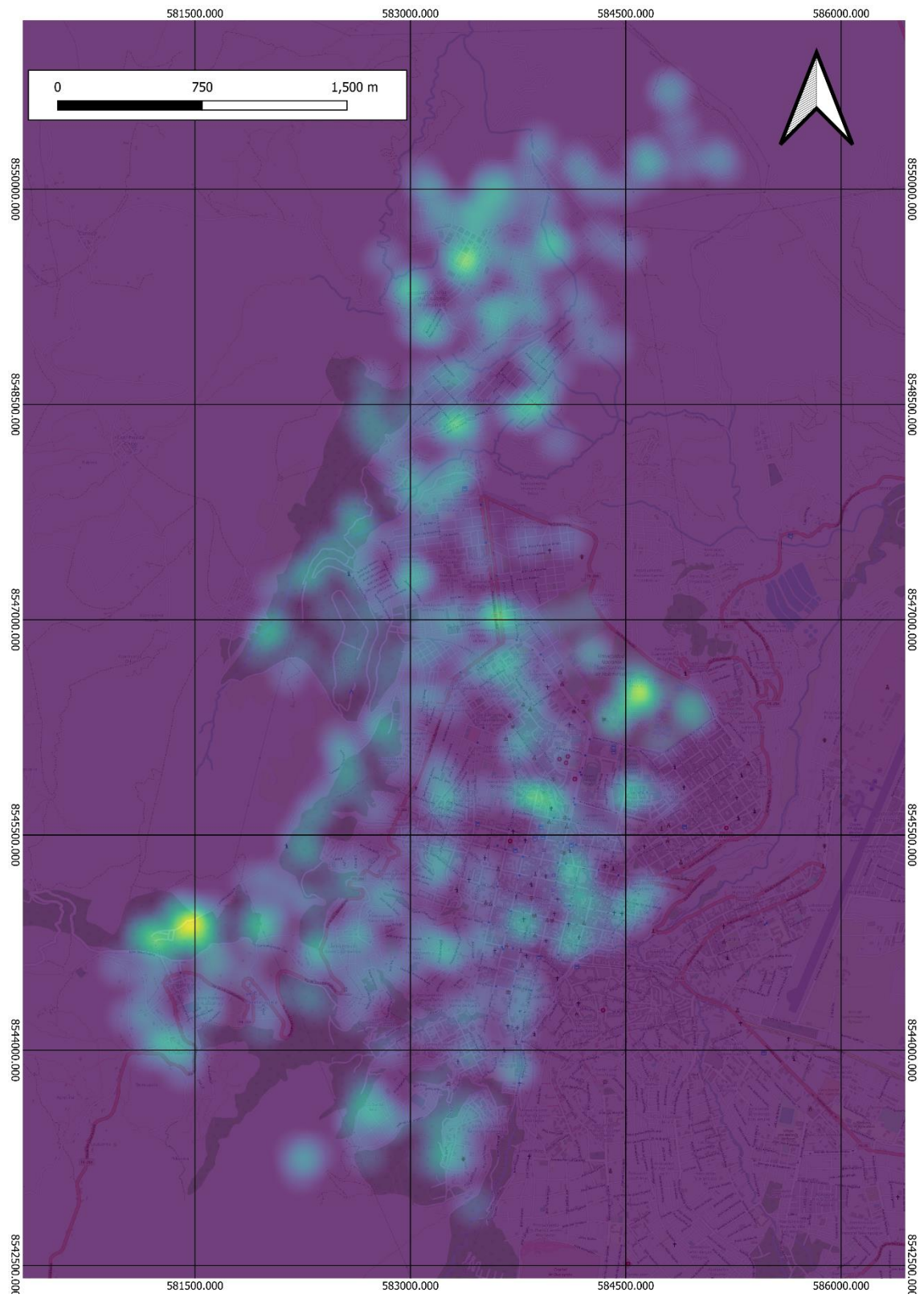
Anexo 4: Vista Impresión de mapa de Distrito



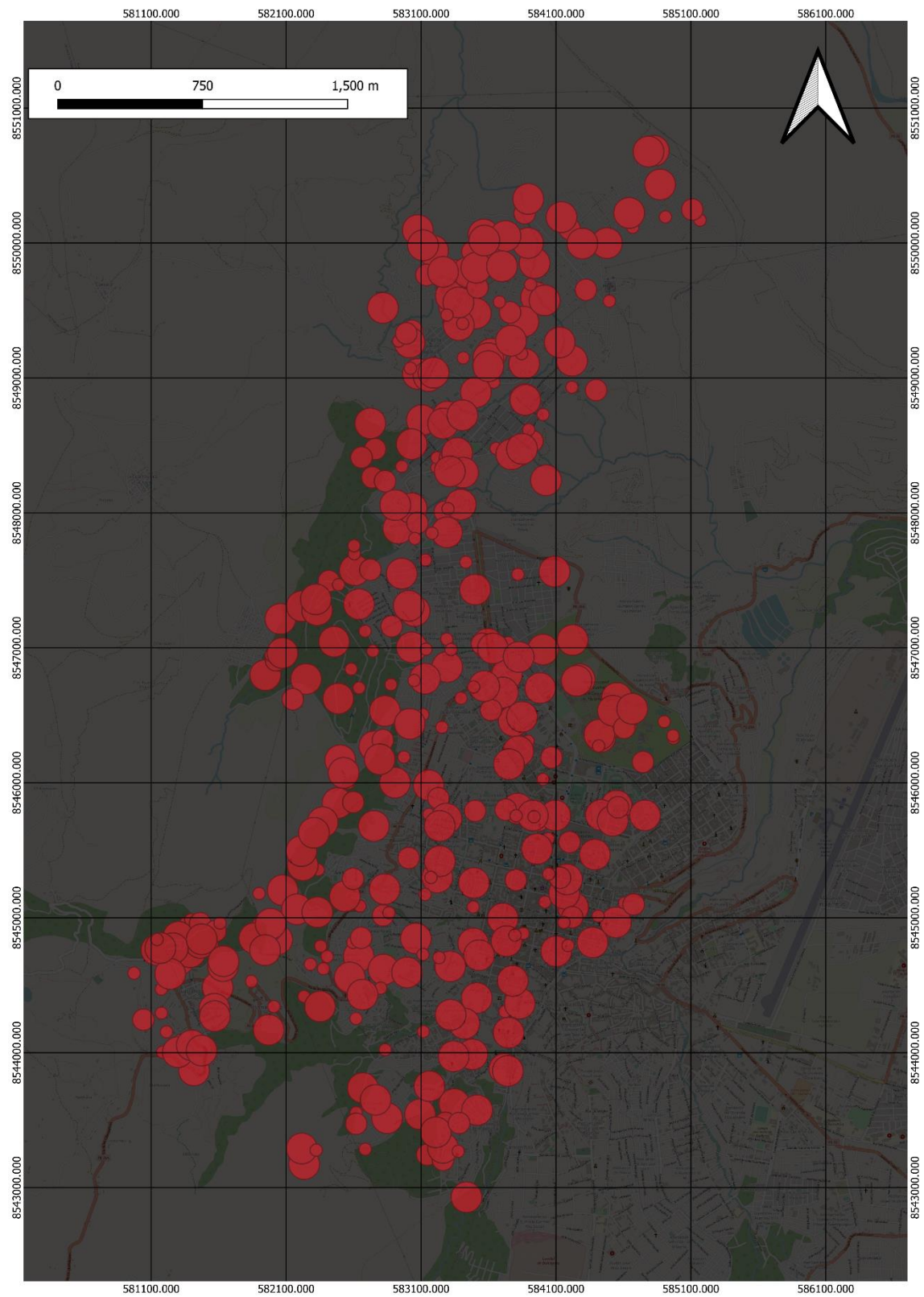
Anexo 5: Vista Impresión de mapa de lugar_prueba



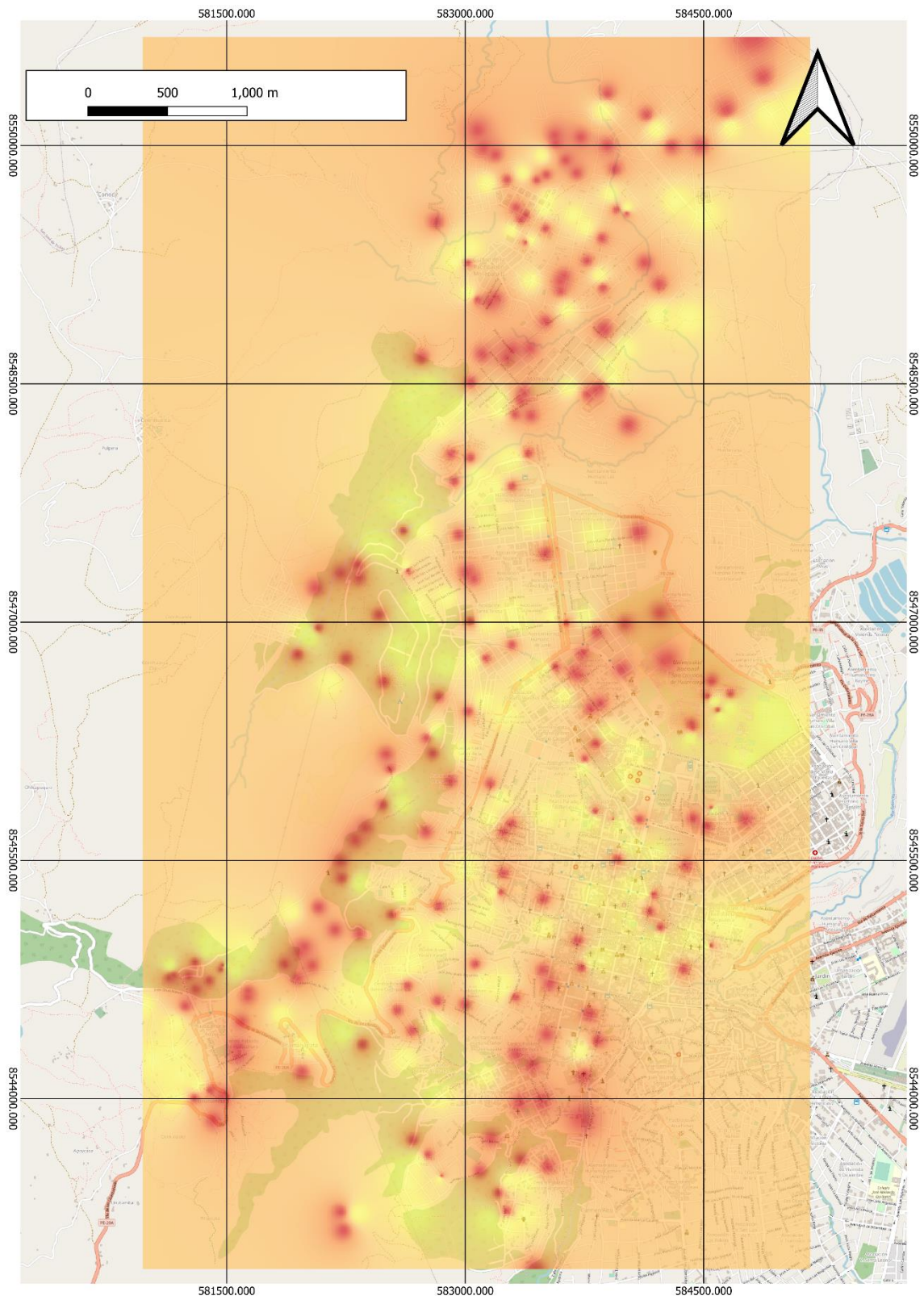
Anexo 6: Vista Impresión de capa de calor



Anexo 7: Vista Impresión de mapa de casos positivos del COVID-19



Anexo 8: Vista Impresión de mapa de IDW





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, SOCA YUPANQUI GUISELA CHANA estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Aplicación de un Sistema de Información Geográfico para el Monitoreo de Casos Confirmados del Covid-19 en el Distrito Ayacucho, 2021", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
SOCA YUPANQUI GUISELA CHANA DNI: 70050037 ORCID 0000-0003-2647-2009	Firmado digitalmente por: GUSOCAY el 21-05-2021 13:08:06

Código documento Trilce: INV - 0195186