

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental

Trabajo de Suficiencia Profesional

Trabajo de suficiencia profesional como especialista en sistemas de información geográfica para el diagnóstico situacional del proyecto de inversión pública de "Mejoramiento y ampliación del servicio de agua potable urbano y mejoramiento y ampliación del servicio de alcantarillado del ámbito urbano del distrito de Sapallanga, Huancayo, Junín"

Erick Moises Tuncar Ñahui

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Ambiental

Huancayo, 2025

Repositorio Institucional Continental
Trabajo de suficiencia profesional



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

**INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE
INVESTIGACIÓN**

A : Decano de la Facultad de Ingeniería
DE : Juan Eduardo Delgado Rojas
Asesor de trabajo de investigación
ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación
FECHA : 13 de Mayo de 2025

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

Título:

Trabajo de suficiencia profesional como especialista en Sistemas de Información Geográfica para el diagnóstico situacional del proyecto de inversión pública de "Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable Urbano y Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Alcantarillado del Ámbito Urbano del Distrito de Sapallanga, Huancayo, Junín"

Autor:

Erick Moises Tuncar Ñahui – EAP. Ingeniería Ambiental

Se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 19 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores
Nº de palabras excluidas (en caso de elegir "SI"): 20 Palabras SI NO
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI NO

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,



Asesor de trabajo de investigación
Juan Eduardo Delgado Rojas
DNI: 72709693
CIP: 251534

Agradecimiento

En primer lugar, agradezco a mis padres, quienes han sido el pilar fundamental en mi vida. A mi madre por su amor incondicional y fortaleza, y a mi padre por su nobleza y carácter ejemplar.

A Jhoel Pérez, quien me brindó la oportunidad de trabajar en su empresa y desarrollar mis capacidades, permitiéndome adquirir conocimientos valiosos y experiencias que enriquecieron mi formación profesional.

A mi asesor Juan Delgado, por su tiempo y disposición durante el desarrollo de este trabajo, cuyo aporte formó parte de este proceso académico.

A la Universidad Continental y a sus docentes, por brindarme las herramientas académicas necesarias para crecer en el ámbito de la Ingeniería Ambiental.

Finalmente, agradezco a todas las personas e instituciones que, de manera directa o indirecta, contribuyeron al desarrollo de este trabajo. Cada gesto de apoyo y cada enseñanza dejaron una huella significativa en este proceso.

Dedicatoria

A mis queridos padres, quienes con su amor, esfuerzo y dedicación han sido mi mayor fuente de inspiración. A mi madre, por su amor incondicional y sus consejos de vida. A mi padre, por ser un ejemplo de nobleza y fortaleza, recordándome siempre el valor del trabajo honesto y el esfuerzo constante.

Este logro no habría sido posible sin el respaldo y los valores que me inculcaron.

Índice General

Agradecimiento.....	ii
Dedicatoria.....	iii
Índice de Tablas	vii
Índice de Figuras.....	viii
Índice de Anexos.....	xi
Resumen Ejecutivo.....	xiii
Introducción.....	1
Capítulo I: Aspectos Generales de la Empresa	2
1.1. Datos Generales de la Empresa	2
1.2. Actividades Principales de la Empresa	2
1.3. Reseña Histórica de la Institución	2
1.4. Organigrama de la Institución	2
1.5. Misión y Visión de la Empresa	3
1.6. Bases Legales o Documentos Administrativos	3
1.7. Descripción del Área Donde Realiza sus Actividades Profesionales	5
1.8. Descripción del Cargo y de las Responsabilidades del Bachiller en la Institución y/o Empresa.....	5
Capítulo II: Aspectos Generales de las Actividades Profesionales	6
2.1. Antecedentes o Diagnóstico Situacional	6
2.2. Identificación de Oportunidad o Necesidad en el Área de Actividad	6
2.3. Objetivos de la Actividad Profesional.....	6
2.4. Justificación de la Actividad Profesional	6
2.5. Resultados Esperados.....	6
Capítulo III: Marco Teórico.....	7
3.1. Bases Teóricas.....	7
3.1.1. Fotogrametría con Dron	7
3.1.2. Tipos de Drones	7
3.1.3. Dron Phantom 4 Pro V.2	8

3.1.4. Principios Para la Planificación de Vuelo.....	9
3.1.5. Productos Fotogramétricos.....	11
3.1.6. Geodesia.....	13
3.1.7. Puntos Geodésicos	17
3.1.8. Puntos de Control Terrestre (GCP)	18
3.1.9. Topografía.....	19
3.1.10. Mapas.....	20
3.1.11. Sistema de Información Geográfica (GIS).....	22
3.1.12. Sistema ARCGIS.....	23
3.1.13. Softwares Utilizados	23
Capítulo IV: Descripción de las Actividades Profesionales	26
4.1 Descripción de Actividades Profesionales	26
4.1.1 Enfoque de las Actividades Profesionales.....	26
4.1.2. Alcance de las Actividades Profesionales.....	26
4.1.3. Entregables de las Actividades Profesionales.....	26
4.2. Aspectos Técnicos de la Actividad Profesional	26
4.2.1. Metodología.....	26
4.2.2. Técnicas	28
4.2.3. Instrumentos	29
4.2.4. Equipos y Materiales Utilizados en el Desarrollo de las Actividades.....	29
4.3. Ejecución de las Actividades Profesionales.....	30
4.3.1. Cronograma de Actividades Realizadas	30
4.3.2. Proceso y Secuencia Operativa de las Actividades Profesionales.....	33
Capítulo v: Resultados	51
5.1. Resultados Finales de las Actividades Realizadas.....	51
5.1.1. Catastro de Sapallanga.....	53
5.1.2. Diagnóstico de Agua Potable	55
5.1.3. Diagnóstico de Alcantarillado Sanitario	71
5.2. Logros Alcanzados.....	85
5.3. Dificultades Encontradas.....	85
5.4. Planteamiento de Mejoras.....	86
5.4.1. Metodologías Propuestas.....	86
5.4.2. Descripción de la Implementación.....	86
5.5. Análisis.....	86

5.6. Aporte del Bachiller en la Empresa	87
Conclusiones.....	88
Recomendaciones.....	91
Bibliografía.....	93
ANEXOS.....	97

Índice de Tablas

Tabla 1: Componentes del GNSS.....	16
Tabla 2: Cronograma de actividades realizadas.....	31
Tabla 3: Lecturas de los puntos geodésicos.....	34
Tabla 4: Coordenadas WGS 84 UTM Zona 18 S.....	38
Tabla 5: Coordenadas WGS 84 UTM Zona 18 S.....	39
Tabla 6: Medida de error promedio de los puntos de control terrestre.....	45
Tabla 7: Clasificación de lotes.....	48
Tabla 8: Barrios de Sapallanga.....	51

Índice de Figuras

Figura 1: Organigrama de la empresa HANDJ SAC.....	2
Figura 2: Drone de ala fija (7).....	7
Figura 3: Drone de ala rotatoria (8).....	8
Figura 4: Drone VTOL Wingtra (9).....	8
Figura 5: Drone Phantom 4 Pro v2 (11).....	9
Figura 6: Área de interés vs Área de vuelo (13).....	9
Figura 7: Distancia de Muestra del Terreno (16).....	10
Figura 8: Traslape Frontal (17).....	10
Figura 9: Traslape Lateral (17).....	10
Figura 10: Nube de puntos densa (19).....	11
Figura 11: Celdas del DEM (20).....	12
Figura 12: DEM con colores (20).....	12
Figura 13: Ortomosaico a partir de imágenes aéreas (22).....	13
Figura 14: Geoide y elipsoide (24).....	13
Figura 15: Constelaciones de las orbitas GEO, MEO, LEO (25).....	15
Figura 16: Sistema de Coordenadas Geográficas (27).....	16
Figura 17: Sistema de coordenadas Proyectadas UTM (29).....	17
Figura 18: Vista de la diana desde la imagen del dron (32).....	19
Figura 19: Mapa de pequeña escala (34).....	21
Figura 20: Mapa de gran escala (34).....	21
Figura 21: Mapa Topográfico (34).....	21
Figura 22: Mapa Temático (34).....	22
Figura 23: Flujos de trabajo de los GIS (36).....	22
Figura 24: Sistema ArcGIS (37).....	23
Figura 25: Logo ArcGIS Pro (38).....	24
Figura 26: Logo de ArcGIS Field Maps (39).....	24
Figura 27: Logo Agisoft Metashape (40).....	25
Figura 28: Logo DroneDeploy (41).....	25
Figura 29: Metodología para el Levantamiento Catastral.....	27
Figura 30: Metodología para el Diagnóstico Situacional.....	28
Figura 31: Ubicación de los Puntos Geodésicos.....	33
Figura 32: Proceso de excavación.....	35
Figura 33: Proceso de Medición.....	35
Figura 34: Vaciado con cemento.....	36
Figura 35: Incrustación del disco.....	36
Figura 36: Disco Instalado.....	37

Figura 37: Rastreo del Punto	37
Figura 38: Ubicación de los Puntos de Control Terrestre	38
Figura 39: Punto de Control Terrestre 01.....	40
Figura 40: Área de vuelo.....	41
Figura 41: Cálculos en el DroneDeploy.....	41
Figura 42: Áreas de vuelo.....	42
Figura 43: Planificación de vuelo en el DroneDeploy.....	43
Figura 44: Trabajo en campo	43
Figura 45: Vista del GCP desde la imagen del Drone	44
Figura 46: Eliminación de data errónea	44
Figura 47: Secuencia operativa para la generación del ortomosaico	45
Figura 48: Ubicación de los GCP y estimación de error.....	46
Figura 49: DEM Generado	47
Figura 50: Ortomosaico generado	47
Figura 51: Encuesta en la App ArcGIS Field Maps	50
Figura 52: Barrios de Sapallanga	52
Figura 53: Cantidad de viviendas por Barrio de todo el Distrito de Sapallanga.....	53
Figura 54: Catastro del Distrito de Sapallanga	54
Figura 55: Gráfico del Diagnóstico de Agua Potable del Barrio San Martín	55
Figura 56: Mapa del Diagnóstico de Agua Potable del Barrio San Martín.....	56
Figura 57: Gráfico del Diagnóstico de Agua Potable del Barrio San Pedro.....	57
Figura 58: Mapa del Diagnóstico de Agua Potable del Barrio San Pedro	58
Figura 59: Gráfico del Diagnóstico de Agua Potable del Barrio San Pablo.....	59
Figura 60: Mapa del Diagnóstico de Agua Potable del Barrio San Pablo.....	60
Figura 61: Gráfico del Diagnóstico de Agua Potable del Barrio Nueva Vida 1	61
Figura 62: Mapa del Diagnóstico de Agua Potable del Barrio Nueva Vida.....	62
Figura 63: Gráfico del Diagnóstico de Agua Potable del Barrio Virgen de Cocharcas.....	63
Figura 64: Mapa del Diagnóstico de Agua Potable del Barrio Virgen de Cocharcas.....	64
Figura 65: Gráfico del Diagnóstico de Agua Potable del Barrio Los Ángeles	65
Figura 66: Mapa del Diagnóstico de Agua Potable del Barrio Los Angeles.....	66
Figura 67: Gráfico del Diagnóstico Total de Agua Potable	67
Figura 68: Mapa del Diagnóstico Total de Agua Potable	68
Figura 69: Gráfico de horas al día Total de Agua Potable	69
Figura 70: Mapa de cantidad de horas al día Total de Agua Potable	70
Figura 71: Gráfico del Diagnóstico de Alcantarillado Sanitario del Barrio San Martín.....	71
Figura 72: Mapa del Diagnóstico de Alcantarillado Sanitario del Barrio San Martín.....	72
Figura 73: Gráfico del Diagnóstico de Alcantarillado Sanitario del Barrio San Pedro	73

Figura 74: Mapa del Diagnóstico de Alcantarillado Sanitario del Barrio San Martín.....	74
Figura 75: Gráfico del Diagnóstico de Alcantarillado Sanitario del Barrio San Pablo	75
Figura 76: Mapa del Diagnóstico de Alcantarillado Sanitario del Barrio San Pablo	76
Figura 77: Gráfico del Diagnóstico de Alcantarillado Sanitario del Barrio Nueva Vida.....	77
Figura 78: Mapa del Diagnóstico de Alcantarillado Sanitario del Barrio San Pablo	78
Figura 79: Gráfico del Diagnóstico de Alcantarillado Sanitario del Barrio Virgen de Cocharcas	79
Figura 80: Mapa del Diagnóstico de Alcantarillado Sanitario del Barrio Virgen de Cocharcas	80
Figura 81: Gráfico del Diagnóstico de Alcantarillado Sanitario del Barrio Los Angeles.....	81
Figura 82: Mapa del Diagnóstico de Alcantarillado Sanitario del Barrio Los Angeles.....	82
Figura 83: Gráfico del Diagnóstico Total de Alcantarillado Sanitario	83
Figura 84: Mapa del Diagnóstico Total de Alcantarillado Sanitario	84

Índice de Anexos

Anexo 1: Gráficas de Agua Potable de cada barrio.....	97
Anexo 2: Gráficas de Alcantarillado Sanitario de cada barrio.....	100
Anexo 3: Mapa de Diagnóstico de Agua Potable del San Martin (G).....	103
Anexo 4: Mapa de Diagnóstico de Agua Potable del Barrio Chaclas (H)	104
Anexo 5: Mapa de Diagnóstico de Agua Potable del Barrio Huallaspanca (I).....	105
Anexo 6: Mapa de Diagnóstico de Agua Potable del Barrio Tupac Amaru (J).....	106
Anexo 7: Mapa de Diagnóstico de Agua Potable del Barrio Progreso (K).....	107
Anexo 8: Mapa de Diagnóstico de Agua Potable del Barrio San Bernardo (L)	108
Anexo 9: Mapa de Diagnóstico de Agua Potable del Barrio San José (M).....	109
Anexo 10: Mapa de Diagnóstico de Agua Potable del Barrio Tres Esquinas (N)	110
Anexo 11: Mapa de Diagnóstico de Agua Potable del Barrio La Florida (O).....	111
Anexo 12: Mapa de Diagnóstico de Agua Potable del Barrio Ucushpampa (P).....	112
Anexo 13: Mapa de Diagnóstico de Agua Potable del Barrio Mariscal Castilla (Q).....	113
Anexo 14: Mapa de Diagnóstico de Agua Potable del Barrio Centro (R)	114
Anexo 15: Mapa de Diagnóstico de Agua Potable del Barrio San Antonio (S)	115
Anexo 16: Mapa de Diagnóstico de Agua Potable del Barrio San Cristobal (T).....	116
Anexo 17: Mapa de Diagnóstico de Agua Potable del Barrio de Miraflores 2 (U).....	117
Anexo 18: Mapa de Diagnóstico de Agua Potable del Barrio de Nueva Vida 2 (V)	118
Anexo 19: Mapa de Diagnóstico de Agua Potable del Barrio Bolivar (W)	119
Anexo 20: Mapa de Diagnóstico de Agua Potable del Barrio Cocharcas (X).....	120
Anexo 21: Mapa de Diagnóstico de Agua Potable del Barrio de Miraflores (Y)	121
Anexo 22: Mapa de Diagnóstico de Alcantarillado Sanitario del Barrio San Martin (G)	122
Anexo 23: Mapa de Diagnóstico de Alcantarillado Sanitario del Barrio Chaclas (H)	123
Anexo 24: Mapa de Diagnóstico de Alcantarillado Sanitario del Barrio Huallaspanca (I)...	124
Anexo 25: Mapa de Diagnóstico de Alcantarillado Sanitario del Barrio Tupac Amaru (J)..	125
Anexo 26: Mapa de Diagnóstico de Alcantarillado Sanitario del Barrio Progreso (K).....	126
Anexo 27: Mapa de Diagnóstico de Alcantarillado Sanitario del Barrio San Bemardo (L) .	127
Anexo 28: Mapa de Diagnóstico de Alcantarillado Sanitario del Barrio San José (M).....	128
Anexo 29: Mapa de Diagnóstico de Alcantarillado Sanitario del Barrio Tres Esquinas (N)	129
Anexo 30: Mapa de Diagnóstico de Alcantarillado Sanitario del Barrio La Florida (O).....	130
Anexo 31: Mapa de Diagnóstico de Alcantarillado Sanitario del Barrio Ucushpampa (P) ..	131
Anexo 32: Mapa de Diagnóstico de Alcantarillado Sanitario del Barrio Mariscal Castilla (Q)	132
Anexo 33: Mapa de Diagnóstico de Alcantarillado Sanitario del Barrio Centro (R).....	133
Anexo 34: Mapa de Diagnóstico de Alcantarillado Sanitario del Barrio San Antonio (S)...	134
Anexo 35: Mapa de Diagnóstico de Alcantarillado Sanitario del Barrio San Cristobal (T) .	135

Anexo 36: Mapa de Diagnóstico de Alcantarillado Sanitario del Barrio de Miraflores 2 (U)	136
Anexo 37: Mapa de Diagnóstico de Alcantarillado Sanitario del Barrio de Nueva Vida 2 (V)	137
Anexo 38: Mapa de Diagnóstico de Alcantarillado Sanitario del Barrio Bolivar (W)	138
Anexo 39: Mapa de Diagnóstico de Alcantarillado Sanitario del Barrio Cocharcas (X)	139
Anexo 40: Mapa de Diagnóstico de Alcantarillado Sanitario del Barrio de Miraflores (Y)	140
Anexo 41: Certificado del Punto Geodésico JUN01373	141
Anexo 42: Certificado del Punto Geodésico JUN01374	142
Anexo 43: Certificado del Punto Geodésico JUN01375	143
Anexo 44: Certificado del Punto Geodésico JUN01376	144
Anexo 45: Certificado del Punto Geodésico JUN01377	145
Anexo 46: Certificado del Punto Geodésico JUN01378	146
Anexo 47: Medición y lectura del JUN01373	147
Anexo 48: Medición y lectura del JUN01374	147
Anexo 49: Medición y lectura del JUN01375	148
Anexo 50: Medición y lectura del JUN01376	148
Anexo 51: Medición y lectura del JUN01377	149
Anexo 52: Medición y lectura del JUN01378	149
Anexo 53: Monumentación de los Puntos de Control Terrestre	150
Anexo 54: Recolección de datos mediante ArcGIS Field Maps	154
Anexo 55: Recolección de datos mediante ArcGIS Field Maps	155
Anexo 56: Caja de agua de la vivienda encuestada mediante ArcGIS Field Maps	155
Anexo 57: Caja de agua de la vivienda encuestada mediante ArcGIS Field Maps	156
Anexo 58: Buzón identificado mediante ArcGIS Field Maps	156
Anexo 59: Buzón identificado mediante ArcGIS Field Maps	157

Resumen Ejecutivo

El presente trabajo de suficiencia profesional en el desarrollo de mis actividades como especialista en Sistemas de Información Geográfica, dentro de la empresa HANDJ SAC, tuvo como objetivo principal realizar el diagnóstico situacional en cuanto a los servicios básicos de agua potable y alcantarillado sanitario para el proyecto de inversión pública de “Mejoramiento y ampliación del servicio de agua potable urbano, mejoramiento y ampliación del servicio de alcantarillado y mejoramiento y ampliación del servicio de tratamiento de aguas residuales para disposición final en el sistema integrado de saneamiento del ámbito urbano del distrito de Sapallanga de la provincia de Huancayo del departamento de Junín”. Para este proyecto la metodología consistió en el levantamiento topográfico y catastral del distrito de Sapallanga mediante el uso del Drone Phantom 4 Pro V2, equipo GNSS y estación total para las precisiones requeridas, teniendo como producto la información topográfica detallada y el ortomosaico del área del proyecto. Posteriormente, se realizó el dibujo del catastro de Sapallanga por medio del ortomosaico e información numérica de las viviendas identificadas, dando como productos los lotes habitables, lotes abandonados, terrenos, carreteras, ríos, canales y demás componentes. Para el diagnóstico situacional en cuanto a los servicios básicos de agua potable y alcantarillado sanitario de las viviendas, se creó una encuesta digital por medio de ArcGIS Field Maps para la fácil recolección y el almacenamiento de datos en campo. Los resultados del diagnóstico situacional en todo el distrito de Sapallanga, en el cual fueron identificadas y encuestadas un total de 7 848 lotes habitables, en cuanto al diagnóstico del servicio de agua potable, muestran que el 92.0 % de viviendas (7 223 viviendas) cuenta con el servicio de agua potable, mientras que el 8.0 % de viviendas (625 vivienda) no cuenta con el servicio de agua potable. Con respecto a la cantidad de horas de agua al día, solo el 7.3 % (575 viviendas) tiene el acceso al servicio las 24 horas, el 11.1 % (870 viviendas) las 8 horas al día, 36,6 % (2 895 viviendas) las 4 horas al día, el 36.7 % (2 883 viviendas) tan solo 2 horas al día y, finalmente, el 8 % (625 viviendas) no cuenta con el servicio de agua potable. Con respecto al diagnóstico del servicio de alcantarillado sanitario, se obtuvo que el 39.1 % de viviendas (3 072 viviendas) cuenta con el servicio de alcantarillado sanitario, mientras que el 60.9 % de viviendas (4 776 viviendas) no cuenta con el servicio de alcantarillado sanitario. El trabajo destaca la urgente necesidad de implementar proyectos para ampliar la cobertura para el acceso universal al agua potable y alcantarillado sanitario, mejorar y actualizar las infraestructuras existentes, garantizar un servicio de calidad y adecuado a las necesidades de la población actual y futura del distrito de Sapallanga, pues este distrito está en constante expansión y requiere soluciones estratégicas para lograr un desarrollo sostenible. Este trabajo de suficiencia profesional representa un aporte significativo al desarrollo de la comunidad de Sapallanga, destacando la importancia del uso de los Sistemas de Información Geográfica en proyectos. Se invita a los actores clave a utilizar esta información para la toma de decisiones estratégicas y medidas prácticas que garanticen el

acceso universal al saneamiento básico, con un enfoque sostenible y adaptado a las características específicas del distrito.

Palabras clave: Sistemas de Información Geográfica, Diagnóstico, Catastro, Fotogrametría, Agua Potable, Alcantarillado Sanitario, Sapallanga

Introducción

En la actualidad, el acceso al agua y al saneamiento de una población representa el desarrollo de una nación, pues, según la ONU, para el 2030, millones de personas no tendrán acceso a los servicios básicos a menos que se haga algo al respecto. Debido al aumento de la población, la urbanización, la necesidad de agua del sector agrícola, industrial y energético, además de los problemas ocasionados por los cambios climáticos debido al incremento de las temperaturas, ha aumentado la demanda del agua (1). Además de ello, un estudio menciona que el acceso a agua potable deficiente y una infraestructura de saneamiento inadecuada contribuyen significativamente a problemas de salud tales como: fiebre tifoidea, diarrea, colera, disentería y hepatitis (2). Por otro lado, el acceso de la población a saneamiento básico y agua potable es de vital importancia, por ello son necesarias las intervenciones institucionales para fortalecer el cumplimiento y la aplicación de las leyes, la colaboración entre organismos y la ampliación de los servicios de saneamiento y planificación urbana de las comunidades (3).

Asimismo, el uso de los Sistemas de Información Geográfica ha cobrado mayor importancia en los últimos años debido al fácil manejo de datos geoespaciales, pues en la última década se ha notado que aproximadamente el 80 % de los datos que se generan están vinculados con una ubicación geográfica (4). Por ello, el presente trabajo detalla el proceso a llevar para la elaboración del diagnóstico situacional actual del distrito de Sapallanga para el proyecto de inversión pública “Mejoramiento y ampliación del servicio de agua potable urbano, mejoramiento y ampliación del servicio de alcantarillado y mejoramiento y ampliación del servicio de tratamiento de aguas residuales para disposición final en el sistema integrado de saneamiento del ámbito urbano del distrito de Sapallanga de la provincia de Huancayo del departamento de Junín”, utilizando como principal herramienta las tecnologías de los Sistemas de Información Geográfica que permitirán la recolección de datos en campo, el análisis los datos y la generación de mapas temáticos que representan la problemática del distrito de Sapallanga.

Capítulo I: Aspectos Generales de la Empresa

1.1. Datos Generales de la Empresa

- Razón Social: H and J Consulting & Investment S.A.C
- Dirección: BL. IV D403 C.H. Villa Mercedes DEP 403 Huancayo, Huancayo, Junín.
- RUC: 20568027024.

1.2. Actividades Principales de la Empresa

HANDJ S.A.C. es una empresa que se dedica a:

- Elaboración de estudios definitivos y expedientes técnicos a nivel privado y público.
- Supervisión de obras públicas y privadas.
- Ejecución de obras públicas y privadas.
- Elaboración y ejecución de estudios de Ingeniería.

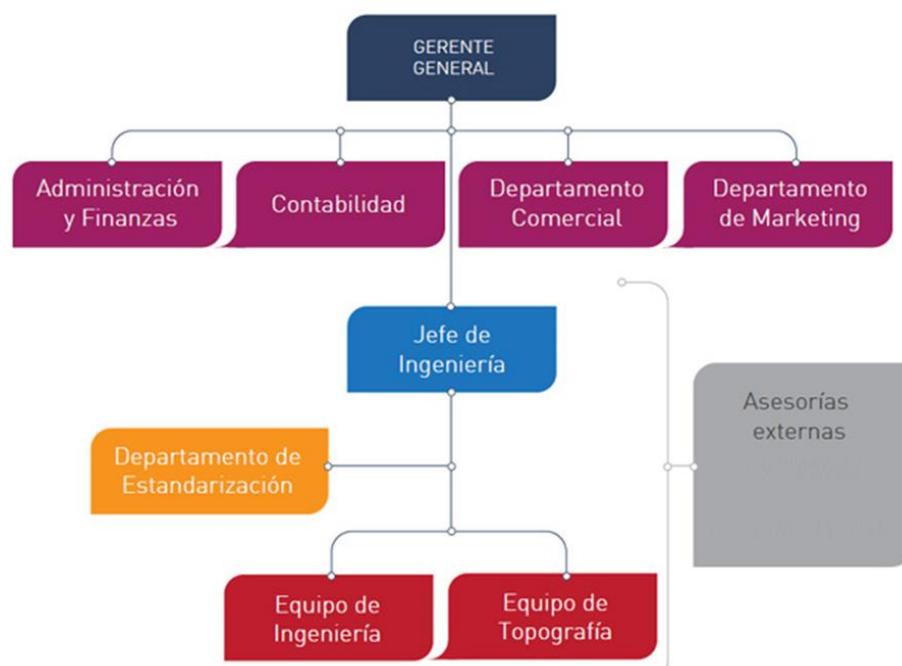
1.3. Reseña Histórica de la Institución

HANDJ nace de la idea de dos amigos, con la finalidad de establecer un mejor futuro para ambos. Nace, así, en el mes de junio de 2011, y entra en funcionamiento en agosto de 2011, teniendo un inicio básico, fortaleciéndose en el tiempo y ganando experiencia e identidad en la presentación de sus productos.

1.4. Organigrama de la Institución

Figura 1

Organigrama de la empresa HANDJ SAC



Nota. Elaboración propia.

1.5. Misión y Visión de la Empresa

Misión:

“Inspirar y fortalecer el espíritu humano entre la ingeniería y la naturaleza”.

Visión:

“HANDJ está dedicada a crear y fortalecer las construcciones con una interacción con la naturaleza, para dejar el mundo mejor de lo que lo encontramos”.

1.6. Bases Legales o Documentos Administrativos

Como bases legales se tiene lo siguiente:

- Decreto Supremo N.º 007-2017-Vivienda* que aprueba la Política Nacional de Saneamiento.
- Política Nacional de Saneamiento que presenta una serie de directrices enfocadas en optimizar la gestión y el rendimiento dentro del sector saneamiento. Esta política está estructurada en seis ejes y tiene como objetivo principal garantizar un acceso universal, sostenible y de calidad a los servicios de saneamiento.
- Resolución Ministerial N.º 399-2021-Vivienda que aprueban el Plan Nacional de Saneamiento 2022-2026 y sus anexos.
- Plan Nacional de Saneamiento 2022-2026 que prioriza la atención a las poblaciones más vulnerables, fomentando la equidad y la accesibilidad en la provisión de los servicios, con el fin de contar con una herramienta que oriente a los distintos actores de los tres niveles de gobierno en la implementación de acciones clave para garantizar el acceso a servicios de saneamiento de calidad y sostenibles, con miras a mejorar la calidad de vida de la ciudadanía y aportar al desarrollo del país.
- Decreto Legislativo N°1280 que aprueba la ley marco de la gestión y prestación de los servicios de saneamiento. Este decreto establece las disposiciones que regulan la prestación de los servicios de saneamiento en todo el país, tanto en zonas urbanas como rurales, con el objetivo de alcanzar la cobertura universal. Busca garantizar que dichos servicios sean de calidad, eficientes y sostenibles para la población, al mismo tiempo que impulsa la protección del medio ambiente y la inclusión social.
- Decreto Supremo N°019-2017-Vivienda. Este decreto asegura la calidad, la eficiencia y la sostenibilidad de la prestación de los servicios de saneamiento para garantizar el acceso universal. Además, abarca aspectos como las funciones según el tipo de prestador, la política de integración, la regulación económica, el fortalecimiento en la gestión de los servicios de saneamiento, así como las responsabilidades del organismo regulador, del ente técnico, entre otros temas relacionados.

- Decreto Supremo N.º 010-2019-Vivienda, que aprueba el “Reglamento de Valores Máximos Admisibles (VMA) para las Descargas de Aguas Residuales No Domésticas en el Sistema de Alcantarillado Sanitario”.
- Resolución Ministerial N.º 007-2022-Vivienda, que aprueba los criterios de priorización de las inversiones del sector Vivienda, Construcción y Saneamiento para su aplicación en la fase de Programación Multianual de Inversiones de los tres niveles de gobierno.
- Resolución Ministerial N.º 362-2021-Vivienda que establece lineamientos para la reactivación de obras paralizadas que se vinculan directamente con proyectos de saneamiento.
- Ley N.º 30506, ley que contempla medidas orientadas a fortalecer a las entidades relacionadas con la prestación de servicios de saneamiento, así como a modernizar y mejorar la gestión de las empresas proveedoras de agua y saneamiento, su infraestructura y servicios. Además, busca promover, facilitar y optimizar la inversión pública en este sector, garantizar la continuidad operativa de las empresas públicas que brindan estos servicios, e incorporar mecanismos que respalden la implementación de la política sectorial.
- Resolución Ministerial N.º 153-2019-Vivienda, que aprueba la Norma Técnica: “Guía de Diseños Estandarizados para Infraestructura Sanitaria Menor en Proyectos de Saneamiento en el Ámbito Urbano” para la formulación y elaboración de proyectos de los sistemas de saneamiento en el ámbito urbano, en los centros poblados urbanos con más de 2,000 habitantes.
- Ley N.º 28294 que crea el Sistema Nacional Integrado de Catastro y su Vinculación con el Registro de Predios, con la finalidad de regular la integración y unificación de los estándares, nomenclatura y procesos técnicos de las diferentes entidades generadores de catastro en el país.
- Decreto Supremo N.º 005-2006-JUS que aprueba el Reglamento de la Ley que crea el Sistema Nacional Integrado de Catastro y su vinculación con el Registro de Predios.
- Ley 30740. Ley que regula el uso y las operaciones de aeronaves no tripuladas o controladas a distancia (RPAS), con el objetivo de asegurar la seguridad operacional para los demás usuarios del espacio aéreo, así como la protección de las personas y los bienes en tierra y en cuerpos de agua.
- Resolución Ministerial N.º 584-2024-MTC/01.02 que dispone la publicación del proyecto de Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de la Ley N.º 30740, ley que regula el uso y las operaciones de los sistemas de aeronaves pilotadas a distancia (RPAS), así como su Exposición de Motivos.

- Resolución Jefatural N.º 139-2015/IGN/UCCN detalla la Norma Técnica Geodésica que regula y estandariza los procedimientos geodésicos en el país. Esta norma es fundamental para garantizar que las actividades relacionadas con la geodesia, cartografía y levantamientos topográficos cumplan con estándares de calidad y uniformidad.

1.7. Descripción del Área Donde Realiza sus Actividades Profesionales

El área donde el analista GIS se desempeña es el área del equipo de ingeniería y de topografía.

1.8. Descripción del Cargo y de las Responsabilidades del Bachiller en la Institución y/o Empresa

Cargo desempeñado

El cargo desempeñado es el de Analista en Sistemas en Información Geográfica.

Responsabilidades del bachiller

Las responsabilidades asumidas por parte del bachiller comprenden la recolección de datos geoespaciales en campo, para posteriormente procesarlos y analizarlos.

Capítulo II: Aspectos Generales de las Actividades Profesionales

2.1. Antecedentes o Diagnóstico Situacional

La empresa HANDJ SAC viene realizando sus actividades desde el año 2011, en la región Junín, elaborando, supervisando y ejecutando obras tanto del sector público y privado, además de elaborar y ejecutar estudios de ingeniería.

2.2. Identificación de Oportunidad o Necesidad en el Área de Actividad

Debido a los requerimientos de la empresa de trabajar con datos geoespaciales en la realización de los estudios para los proyectos requeridos, así como levantamientos topográficos, son necesarios los Sistemas de Información Geográfica, para la gestión, análisis y visualización de los datos geoespaciales, optimizando el tiempo y los recursos.

2.3. Objetivos de la Actividad Profesional

General

Elaborar el diagnóstico situacional del acceso de agua potable y alcantarillado sanitario para el proyecto de inversión pública de “Mejoramiento y ampliación del servicio de agua potable urbano, mejoramiento y ampliación del servicio de alcantarillado, y mejoramiento y ampliación del servicio de tratamiento de aguas residuales para disposición final en el sistema integrado de saneamiento del ámbito urbano del distrito de Sapallanga de la provincia de Huancayo del departamento de Junín”, mediante el uso de los Sistemas de Información Geográfica.

Específico

- Realizar el levantamiento topográfico y catastral con dron del distrito de Sapallanga.
- Elaborar y ejecutar una encuesta para identificar el acceso de las viviendas a los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario del distrito de Sapallanga.
- Elaborar mapas temáticos sobre el diagnóstico situacional de agua potable y alcantarillado sanitario del distrito de Sapallanga.

2.4. Justificación de la Actividad Profesional

Debido al aumento de proyectos a realizar, es de vital importancia manejar los datos geoespaciales y topográficos utilizando tecnologías actualizadas que permitan la recopilación y el manejo de estos datos, permitiendo optimizar el tiempo y los recursos de la empresa.

2.5. Resultados Esperados

Se espera que mediante el uso de los Sistemas de Información Geográfica y las tecnologías que acompañan, se maneje y procese los datos geoespaciales del proyecto, optimizando el tiempo y los recursos de la empresa.

Capítulo III: Marco Teórico

3.1. Bases Teóricas

3.1.1. Fotogrametría con Dron

La fotogrametría es una disciplina que permite realizar modelos en 3d a partir de fotografías 2d, utilizando la técnica de medición indirecta, es decir, que las mediciones no se efectúan sobre el objeto, sino sobre las imágenes del mismo. Asimismo, esta técnica de análisis resulta muy económica en comparación con otras tecnologías (5). Las fotografías aéreas son capturadas por vehículos no tripulados o también denominados “drones”. Para un buen resultado se debe contar con una cámara de alta calidad y baterías con una buena duración para el trabajo en campo.

3.1.2. Tipos de Drones

Los drones o vehículos aéreos no tripulados se pueden clasificar según sus características. Según Santos (6), estas son:

De ala fija

Estos drones son similares a la estructura de los aviones, pues se componen de un cuerpo alargado de donde se desprender unas alas fijas en los extremos. Su aerodinámica le permite aprovechar eficientemente la energía, y cuenta con gran estabilidad que le permite soportar vientos de alta velocidad. Respecto a las desventajas, estos vehículos suelen estar más caros y son más difíciles de pilotar.

Figura 2

Drone de ala fija (7)



De ala rotatoria

Estos vehículos son más conocidos en el mercado como de tipo multirroto. Como ventajas, pueden mantenerse volando sobre su mismo punto, pueden despegar y aterrizar de forma vertical y poseen una gran maniobrabilidad. Como desventaja presenta mayor debilidad en condiciones atmosféricas adversas.

Figura 3

Drone de ala rotatoria (8)



VTOL (Vertical Takeoff and Landing)

Por sus siglas en español Despegue y Aterrizaje vertical, este dron posee la capacidad de aterrizar y maniobrar verticalmente como un dron de ala rotatoria, pero que también puede volar horizontalmente como el de ala fija. Este dron combina la versatilidad de despegue, el aterrizaje en espacios reducidos y la eficiencia del vuelo en el consumo de energía.

Figura 4

Drone VTOL Wingtra (9)



3.1.3. Dron Phantom 4 Pro V.2

El dron Phantom 4 pro v2 es un modelo de dron de la marca DJI de tipo ala rotatoria, es utilizado ampliamente para trabajos topográficos. Entre sus características más resaltantes: un sensor CMOS de 1 pulgada que graba vídeos 4K a 60 fps y captura fotos de 20 MP, posee un sistema de transmisión OcuSync 2.0 HD que asegura una conectividad estable y fiable. Además de contar con detección de obstáculos en cinco direcciones, garantiza seguridad adicional y un control remoto con el cual se le puede integrar cualquier dispositivo móvil (10).

Figura 5

Drone Phantom 4 Pro v2 (11)



3.1.4. Principios Para la Planificación de Vuelo

Área de interés vs. área. de vuelo

En fotogrametría, el área de interés es la región específica del terreno que se desea capturar o el objetivo de captura. Por otro lado, el área de vuelo es la extensión que recorre el drone para garantizar que el área de interés sea cubierta con imágenes de calidad y superposición adecuada (12). Por ello, el área de vuelo tiene que ser mayor al área de interés para tener mejores resultados y evitar la pérdida de información, tal y como se muestra en la siguiente figura.

Figura 6

Área de interés vs Área de vuelo (13)



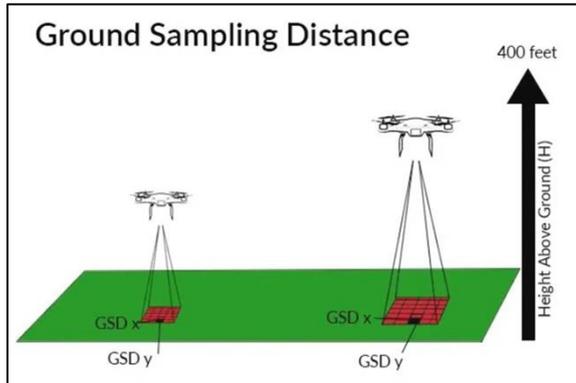
Ground Sample Distance (GSD) y Altura de Vuelo

Por sus siglas en inglés, es la Distancia de Muestra en el Terreno o la distancia entre 2 centros de píxeles consecutivos medidos sobre el terreno, es decir, un pixel representa una porción del área del terreno (14). En términos específicos, si el GSD es de 10 cm, significa que cada pixel cubre un área de 10 cm x 10 cm en el terreno real. Por el ello, el GSD va relacionado directamente con la altura de vuelo del drone: a una mayor altura, el drone en un solo pixel tratará de captar la información del terreno, por lo que se perderá información; mientras que, a una menor altura, el drone podrá captar mejor la información del terreno, es decir, la imagen

tendrá una mejor resolución (15). En conclusión, el GSD determinará el detalle de observación de las imágenes obtenidas.

Figura 7

Distancia de Muestra del Terreno (16)



Traslape frontal y lateral

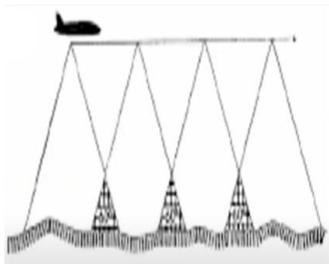
El traslape es el porcentaje de área común que comparten dos imágenes consecutivas. El traslape permite superponer las imágenes aéreas para garantizar la cobertura del terreno; está expresado en porcentaje e indica qué área o porcentaje del área de la fotografía anterior va ser capturada en la imagen siguiente. Esta sobreposición se puede dar de dos formas:

Traslape Frontal

Se refiere a la sobreposición de una misma línea de vuelo del dron.

Figura 8

Traslape Frontal (17)

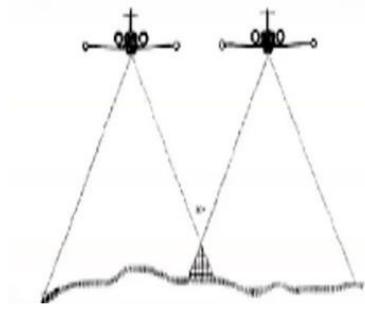


Traslape Lateral

Se refiere a la sobreposición entre imágenes de las líneas paralelas de vuelo.

Figura 9

Traslape Lateral (17)



3.1.5. Productos Fotogramétricos

Cuando se refiere a productos fotogramétricos, son los resultados generados del procesamiento fotogramétrico mediante un *software* especializado, y son los siguientes:

Nube de Puntos Densa

La nube de puntos densa es uno de los productos fotogramétricos que se obtiene una vez procesadas las fotografías del dron. Son un conjunto de puntos georreferenciados que representan la superficie u objetos de la tierra, sirven para tener una visualización en 3D del área de estudio. Así, a una mayor densidad de puntos, se captará mejor los detalles del terreno, como las estructuras u otras características del terreno. Estos puntos tienen coordenadas tridimensionales X, Y, Z, además de contener los colores en RGB que representan mejor la superficie terrestre (18).

Figura 10

Nube de puntos densa (19)



Modelo digital de elevaciones

También denominado DEM (Digital Elevation Model, por sus siglas en inglés), el DEM trata de representar las elevaciones de la superficie de la tierra con valores numéricos. Estas superficies suelen representarse mediante datos ráster. Un ráster contiene una matriz de celdas o también denominadas píxeles que están organizadas en filas y columnas que representan la superficie de la tierra. Cada celda representa una unidad de área cuadrada y almacena un valor numérico que corresponde a una estimación asociada a esa ubicación específica (20).

Figura 11

Celdas del DEM (20)

10.44	10.53	10.62	10.69	10.85	10.95	11.02	11.06	11.09	11.14	
10.56	10.66	10.64	10.91	10.82	10.61	10.59	10.58	10.71	10.7	
10.64	10.87	10.91	10.88	10.89	10.73	10.59	10.58	10.63	10.7	
10.8	10.84	11.08	10.99							
	10.44	10.53	10.62	10.69	10.85	10.95	11.02	11.06	11.09	11.14
11.19	11.23	10.96	11.08							
	10.06	10.69	10.64	10.91	10.82	10.61	10.59	10.58	10.71	10.7
11.23	11.42	11.31	10.91							
	10.64	10.67	10.91	10.88	10.99	10.73	10.59	10.58	10.63	10.7
11.36	11.42	11.32	11.06							
	10.8	10.84	11.08	10.99	10.96	10.6	10.5	10.43	10.68	10.68
11.26	11.34	11.26	11.07							
	11.19	11.23	10.96	11.06	10.97	10.89	10.89	10.64	10.77	10.47
11.17	11.16	11	10.97							
	11.23	11.42	11.31	10.91	11	10.83	10.78	10.76	10.52	10.3
10.7	10.78	10.81	10.82							
	11.36	11.42	11.32	11.06	10.81	10.89	10.75	10.45	10.44	10.32
	11.26	11.34	11.26	11.07	10.78	10.66	10.74	10.65	10.43	10.38
	11.17	11.16	11	10.97	10.68	10.7	10.62	10.57	10.5	10.36
	10.7	10.78	10.81	10.82	10.78	10.54	10.59	10.39	10.45	10.57

Cuando se observa un modelo del DEM en colores se ve una capa tratando de representar la superficie mediante las elevaciones, lo que generalmente se visualiza de la siguiente forma:

Figura 12

DEM con colores (20)

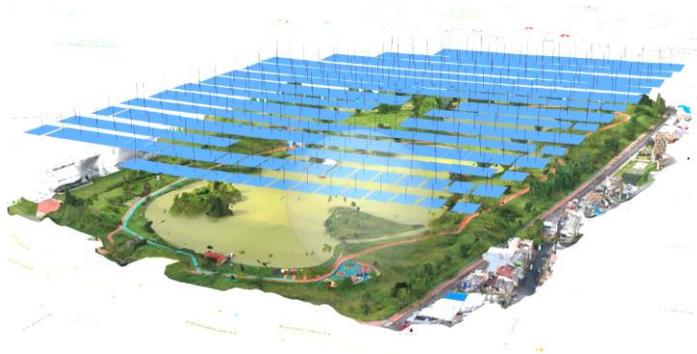


Ortomosaico

Un mosaico corresponde a un conjunto de imágenes capturadas desde una o varias cámaras, las cuales presentan áreas de traslape entre sí. Estas imágenes son ensambladas y fusionadas en una sola, con el fin de ampliar el campo visual de la escena. Cuando estas imágenes se ortorrectifican, es decir, cuando la distorsión geométrica se corrige y se realiza un balance de color de las imágenes, se denomina ortomosaico (21).

Figura 13

Ortomosaico a partir de imágenes aéreas (22)



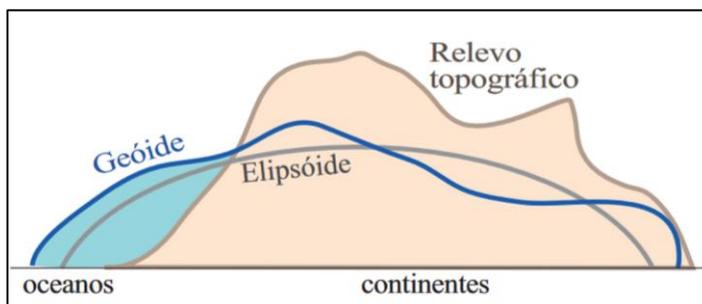
3.1.6. Geodesia

La geodesia es una ciencia que estudia la forma, dimensiones y propiedades gravitatorias de la tierra, le corresponde el posicionamiento preciso sobre la tierra. Por otro lado, la geodesia está estrechamente ligada con la Hidrología, Glaciología, Geología, ciencias atmosféricas, dinámica terrestre y movimiento de placas. En cuanto a su medición, se utilizan muchas técnicas y sistemas que en estos últimos años han aumentado. Así, se tiene la aplicación de técnicas geospaciales tales como los sistemas GNSS, navegación inercial y técnicas gravimétricas modernas (23).

Para entender la forma de la tierra, esta se define por un geoide que comprende una superficie gravimétrica equipotencial que se acerca más al nivel medio del mar y su continuación por debajo de los continentes. Por otro lado, para tener un modelo matemático que defina la tierra, es el elipsoide, una figura que se asemeja más al geoide, una esfera achatada por los polos sobre el eje de rotación de una elipse sobre el eje de rotación terrestre. Se emplea como una superficie de referencia para ubicar las coordenadas de cualquier punto sobre la Tierra.

Figura 14

Geoide y elipsoide (24)



Entre los principales objetivos de la geodesia se tienen:

- Determinación de la geometría y figura de la Tierra, así como facilitar el posicionamiento y la navegación.

- Determinación del campo gravitacional terrestre, analizar el geode, identificar anomalías y estudiar sus variaciones en el tiempo.
- Observar la orientación terrestre, así como los fenómenos de precesión y nutación, los tiempos UT, desplazamiento del polo y otros fenómenos geodinámicos.
- Analizar la geometría de la superficie terrestre y modelar la elevación del nivel del mar.
- Aplicaciones en áreas como la hidrología, el estudio de la atmósfera, el contenido de vapor de agua, el contenido total de electrones (TEC) y el cambio climático.

3.1.6.1. Geodesia Espacial. La geodesia espacial emplea el uso de técnicas geoespaciales para la definición de marcos de referencia y el estudio de la forma de la tierra. Este tipo de geodesia incluye la Geodesia Satelital (GNSS, DORIS, GRACE) y técnicas de Interferometría de muy larga base VLBI, SLR, LLR. Para fines prácticos se fundamenta en la recepción de señales electromagnéticas emitidas por dispositivos embarcados en satélites artificiales, o emitidas por cuásares extragalácticos, observaciones a la Luna y a las estrellas. Los principales objetivos de la geodesia espacial son determinar la forma de la Tierra, el campo gravitacional y el geode, así como medir fenómenos geodinámicos como la dinámica de la corteza terrestre, el desplazamiento del polo y el análisis de fenómenos atmosféricos.

En cuanto a las técnicas de medición de la geodesia espacial, existen varios principios de medida; por lo general, consisten en una estructura Tierra-espacio con un componente en Tierra de estaciones fijas desde las que se realiza un seguimiento al movimiento del satélite u objeto astronómico (Luna, quásares...) con ondas electromagnéticas. Estas estaciones pueden ser pasivas, es decir, no emiten señal, sólo las reciben desde los satélites o quásares (GNSS, VLBI...) o pueden ser activas, solo emiten y reciben señal (SLR, LLR, DORIS...). Para fines geodésicos se utilizan dos tipos de satélites, los llamados pasivos y los satélites activos. Otra forma de clasificarlas puede realizarse de acuerdo al centro de emisión, agrupándose en:

- Técnicas estación-satélite, son observaciones realizadas desde las estaciones terrestres hacia los satélites. Un ejemplo de esto es el uso de LASER.
- Técnicas satélite-estación, los satélites emiten señales que son recibidas en tiempo real en la estación. Un ejemplo de esta técnica es el GNSS.
- Técnicas satélite-satélite, se basan en la interconexión entre satélites. Un ejemplo de esto es el uso de satélites para detectar variaciones en el campo gravitacional terrestre, como en el caso de GRACE.

Las cuatro técnicas fundamentales en Geodesia espacial para trabajar con precisión centimétrica son:

- GNSS. Sistemas Satelitales de Navegación Global.
- SLR. Satellite Laser Ranging.
- VLBI. Very Long Baseline Radiopositioning.

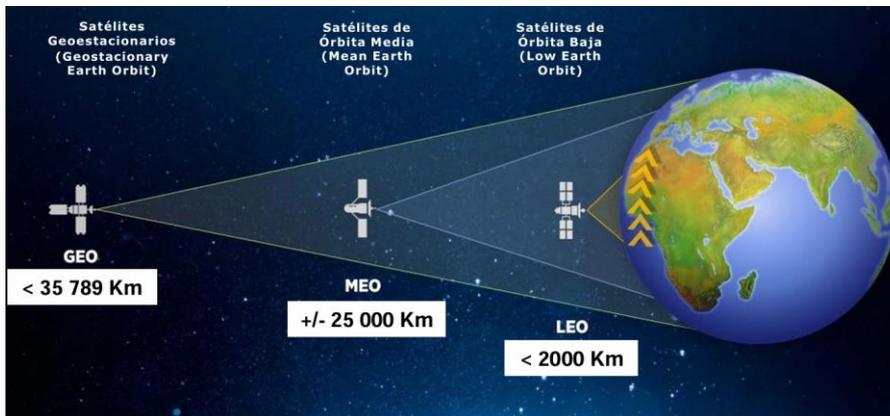
- DORIS. Doppler Orbitography and Radiopositioning Integrated by Satellite.

3.1.6.2. GNSS. El concepto de GNSS (Global Navigation Satellite Systems) es el término estándar que abarca los Sistemas de Navegación por Satélite que ofrecen un posicionamiento geoespacial con cobertura global, tanto de forma autónoma, como con sistemas de aumentación. El GPS y GLONASS son los únicos sistemas GNSS plenamente operativos hasta el 2014.

Cualquier constelación de las mencionadas está compuesta por una red de satélites de entre 21 y 30, ubicados a una altura de la superficie terrestre entre 21000 y 25000 km. Estas constelaciones se ordenan en tres tipos de acuerdo a la altura de la tierra (ver Figura 15). Cada satélite transmite varias señales en la banda L, que se utilizan para calcular la distancia entre el satélite y el receptor en la Tierra. Dado que se conoce la ubicación del satélite y las efemérides, es posible determinar la distancia en la Tierra. La pseudodistancia es la medida de la distancia entre el satélite y el receptor en el momento de la transmisión y recepción de la señal, la cual se obtiene a partir del tiempo que tarda la señal en propagarse. El tiempo medido se obtiene comparando la señal recibida por el receptor del satélite y la réplica de dicha señal que genera el receptor.

Figura 15

Constelaciones de las orbitas GEO, MEO, LEO (25)



En el siguiente cuadro se resumen los componentes principales del GNSS.

Tabla 1

Componentes del GNSS

Segmento espacial	Satélites o sistemas GPS, GLONASS, COMPAS, GALILEO, QZS...
Segmento terrestre	Antenas GNSS y receptores multifrecuencias
Datos o aplicaciones	Determinar marcos de referencia Determinación de órbitas precisas Orientación y rotación de la Tierra Productos Troposfera e Ionosfera Sistema de cobertura mundial

Nota. GNSS fundamentos y aplicaciones (23).

3.1.6.3. Sistema de Coordenadas Geográficas. El sistema de Coordenadas Geográficas usa la superficie esférica tridimensional para definir las ubicaciones de un punto en la Tierra. Estas ubicaciones se definen por coordenadas angulares de latitud y longitud (26).

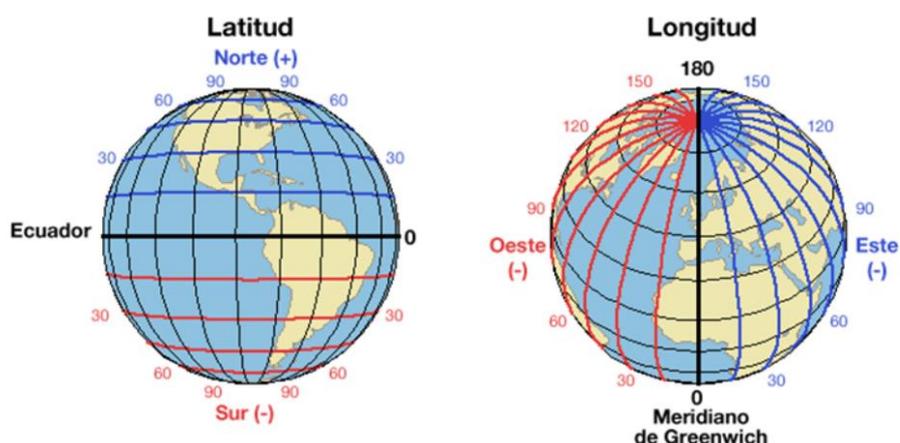
Latitud (Norte-Sur): ángulo respecto al Ecuador, va de -90° (sur) a 90° (norte).

Longitud (Este-Oeste): ángulo respecto al meridiano de Greenwich, va de -180° a 180° .

Al representar las ubicaciones utilizando el modelo de esfera y la curvatura de la tierra, el problema con este sistema surge cuando se quiere obtener mediciones como las distancias y áreas, pues no es del todo preciso en estos aspectos.

Figura 16

Sistema de Coordenadas Geográficas (27)



3.1.6.4. Sistema de Coordenadas Projectadas. A diferencia de las coordenadas geográficas, las coordenadas proyectadas se definen en una base plana de dos dimensiones, utilizando proyecciones. Las coordenadas de longitud y latitud se transforman en coordenadas X Y en una proyección plana. La coordenada X generalmente se orientación hacia el este de un

punto y la coordenada Y generalmente se orienta hacia el norte de un punto. Para su unidad utiliza los pies y metros dependiendo del tipo de proyección (28).

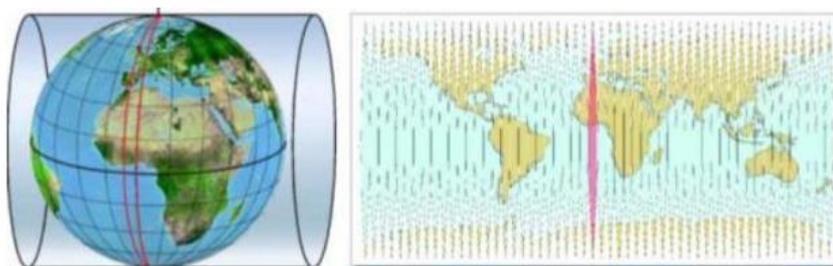
Las proyecciones se usan para convertir la superficie curva de la tierra en un plano, por ello es que existen diferentes tipos de proyecciones tales como: cónica, cilíndrica, azimutal, etc. Y cada una de ella posee ventajas de acuerdo a la región que se quiere representar.

La proyección UTM (Universal Transverse Mercator) es usada mayormente en el Perú. Este tipo de proyección usa un cilindro transversal a la superficie de referencia, la cual divide a la tierra en 60 husos, con una anchura de 6 grados de longitud (ver Figura 17). En el Perú se utilizan 3 husos y son las siguientes:

- Zona 17 con Meridiano Central – 81° Oeste.
- Zona 18 con Meridiano Central – 75° Oeste.
- Zona 19 con Meridiano Central – 69° Oeste.

Figura 17

Sistema de coordenadas Proyectadas UTM (29)



3.1.7. Puntos Geodésicos

Los puntos geodésicos son puntos señalizados que permiten identificar exactamente una posición en el terreno utilizando coordenadas geográficas (latitud, longitud y altitud). Los puntos geodésicos son esenciales para el uso en la cartografía, topografía e ingeniería, y estos se pueden clasificar de la siguiente manera según el informe de la Norma Técnica Geodésica del IGN (30):

Punto Geodésico Orden “0”

Este orden se considera a nivel continental y está dirigido a estudios sobre la deformación regional y global de la corteza terrestre, así como sus efectos geodinámicos. También se utiliza en trabajos que requieren una precisión máxima de 4.00 mm. Estos puntos serán fundamentales para la densificación de la Red Geodésica Nacional.

Punto Geodésico Orden “A”

Este orden debe utilizarse para aquellos trabajos orientados a establecer el sistema geodésico de referencia continental básico, a levantamientos sobre estudios de deformación local de la corteza terrestre y trabajos que se requiera una precisión a un nivel máximo de 6.00 mm.

Punto Geodésico Orden “B”

Este orden está orientado a levantamientos de densificación del sistema geodésico de referencia nacional, conectados de manera obligatoria a la red básica. Se utiliza en trabajos de ingeniería de alta precisión, estudios geodinámicos y en aquellos casos que requieran una precisión máxima de 8.00 mm. Los trabajos realizados bajo esta clasificación deben incorporarse a la red geodésica básica nacional y ajustarse en conjunto con ella.

Punto Geodésico Orden “C”

Este orden debe orientarse al establecimiento de control suplementario en áreas urbanas y rurales, brindar apoyo en el desarrollo de proyectos básicos de ingeniería y de desarrollo urbano-rural, así como a trabajos que requieran una precisión a un nivel máximo de 10.00 mm.

3.1.8. Puntos de Control Terrestre (GCP)

Por sus siglas en inglés Ground Control Points (GCP), son puntos sobre la superficie que tienen una localización geográfica conocida para realizar los ajustes. Estos puntos estratégicos entran directamente en el procesamiento fotogramétrico en el proceso de georreferenciación de las imágenes aéreas (31).

Los puntos de control terrestre en campo se deben materializar para asegurar el contraste dentro de las imágenes aéreas. Asimismo, estas no deben desplazarse durante el vuelo fotogramétrico, ya sea por vientos u otras condiciones. Es por ello que en el proceso se deben emplear dianas, las cuales deben tener las siguientes características:

- **Forma:** puede ser circular o cuadrada, aunque la más común es la cuadrada.
- **Dimensiones:** va a depender de la altura de vuelo, para vuelos superiores >120m deben ser de 40cm x 40 cm a más.
- **Material:** el material debe ser resistente, duradero y no tan costoso. El plástico es el más sugerido.
- **Colores:** los colores deben ser de contraste, usando combinaciones de colores blanco/negro o blanco/amarillo, y usando un patrón que destaque frente al terreno.

Figura 18

Vista de la diana desde la imagen del dron (32)



3.1.9. Topografía

La palabra topografía proviene del griego topo- topos (lugar/ región/sitio) y -grafía graphe (descripción), por lo tanto, topografía en griego significa el arte o la técnica que se encargada de la descripción detallada de la superficie de un terreno o una determinada región o lugar. En términos generales, la topografía es la ciencia que determina las dimensiones y el contorno (características tridimensionales) de la superficie de la tierra mediante la medición de distancias, direcciones y elevaciones. La topografía también se encarga de definir las líneas y niveles necesarios para la construcción de edificios, caminos, presas y otras estructuras de ingeniería. Además de llevar a cabo mediciones en campo, la topografía incluye el cálculo de áreas, volúmenes y otras cuantificaciones. En un sentido más amplio, se puede definir a la topografía como la disciplina que abarca todos los métodos para obtener información de las características físicas de la Tierra, tales como el relieve, los litorales, los cauces de corrientes hídricas, entre otros. Para ello se puede usar métodos clásicos de medición en terreno como la fotogrametría y los sensores remotos (33).

Asimismo, cuando se habla de levantamientos topográficos, estos se dan de las siguientes formas:

- **Levantamiento de terrenos en general:** tiene por finalidad delimitar o localizar linderos, medir y dividir terrenos, situar parcelas dentro de planos generales en relación con levantamientos previos o planificar obras y construcciones.
- **Topografía para vías de comunicación:** se utiliza para el diseño y construcción de caminos, ferrocarriles, canales, líneas de transmisión, acueductos, etc.
- **Topografía de minas:** tiene por objeto fijar y controlar la posición de trabajos subterráneos y relacionarlos con las obras superficiales.

- **Levantamientos catastrales:** generalmente, estos levantamientos se realizan en áreas urbanas o rurales con el propósito de determinar los linderos de las propiedades (agrícolas, mineras, acuícolas, derechos de agua, etc.) y las construcciones que poseen, con el fin de conocer sus características como extensión, valor, derechos de propiedad y transferencia. Su objetivo principal es permitir al Estado recaudar los impuestos correspondientes.
- **Levantamientos hidrográficos:** se trata de levantamientos orientados a definir los deslindes en áreas costeras, ríos, lagos, embalses y otros cuerpos de agua, así como a analizar la configuración e irregularidades de sus profundidades (batimetría), utilizando instrumentos electrónicos topográficos avanzados para la medición planimétrica de las profundidades. Estos trabajos pueden tener diversos objetivos, como la delimitación de playas para uso público, la navegación marítima, el estudio de sedimentos y el dragado de fondos acuáticos.
- **Levantamientos de ingeniería:** abarca los trabajos topográficos necesarios antes, durante y después de la finalización o cierre de los proyectos de ingeniería. Un plano topográfico resultante de un levantamiento que entregue la configuración del terreno más la incipiente concepción mental de algún proyecto de ingeniería son las materias primas más elementales y suficientes para que un ingeniero comience a plasmar en el plano su proyecto en el desarrollo u orientación de sus potencialidades ingenieriles. Luego, será necesario trasladar cada uno de los elementos al terreno (proceso de replanteo), y una entidad de supervisión tendrá la autoridad para comprobar si lo ejecutado realmente coincide con lo planificado (control topográfico). Por ello, la topografía es crucial para los estudiantes de ingeniería.
- **Levantamientos aéreos:** se realizan por medio de fotografías, especialmente desde aviones y/o drones, y se consideran herramientas auxiliares de gran valor en cualquier tipo de levantamiento topográfico. La fotogrametría es un ejemplo claro de su aplicación en estudios topográficos.

3.1.10. Mapas

Un mapa es la representación convencional gráfica de fenómenos concretos o abstractos localizados en la Tierra. Estos mapas se pueden clasificar desde dos enfoques: según la escala de trabajo o según el propósito general para el que va ser usado (34).

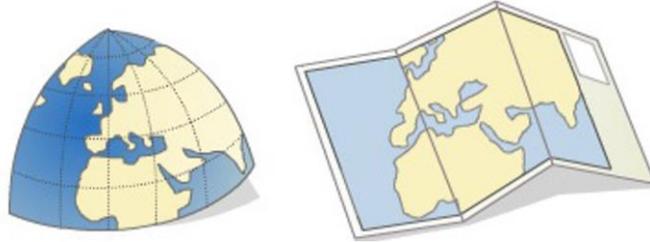
3.1.10.1. Según la Escala de Trabajo.

3.1.10.1.1. Mapa de Pequeña Escala. Son mapas que representan grandes zonas de la superficie terrestre, por lo que es esencial considerar la esfericidad de la Tierra. En dichos mapas el nivel de detalle es menor, por lo que en estos mapas se suelen trabajar a una escala

menor de 1:100.000. Ejemplos de estos mapas son los que representan a países, continentes, hemisferios, etc.

Figura 19

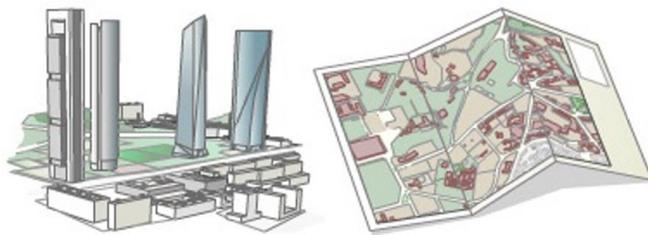
Mapa de pequeña escala (34)



3.1.10.1.2. Mapa de Gran Escala. Son aquellos que representan pequeñas zonas de la Tierra, en donde el detalle de los elementos es mayor, por lo que estos mapas se trabajan a una escala mayor de 1:10.000. Se denominan planos a partir de 1:2.000, al no considerar la esfericidad de la Tierra.

Figura 20

Mapa de gran escala (34)



3.1.10.2. Según el Propósito.

3.1.10.2.1. Mapas Topográficos. El mapa topográfico o de propósito general es aquel que ilustra de manera gráfica los elementos más importantes que conforman la superficie terrestre, tales como las vías de comunicación, entidades de población, hidrografía o relieve, con la precisión adecuada a la escala.

Figura 21

Mapa Topográfico (34)

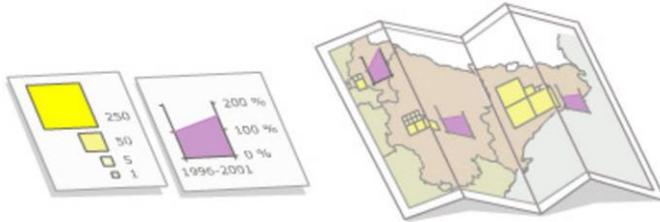


3.1.10.2.2. Mapas Temáticos. El mapa temático o de propósito particular tiene como objetivo representar características o fenómenos relevantes de la superficie terrestre, y puede abarcar diversos aspectos tales como la información histórica, política o económica, así como

fenómenos naturales como el clima, la vegetación o la geología. El mapa base utilizado en la elaboración de los mapas temáticos es el topográfico o de propósito general.

Figura 22

Mapa Temático (34)



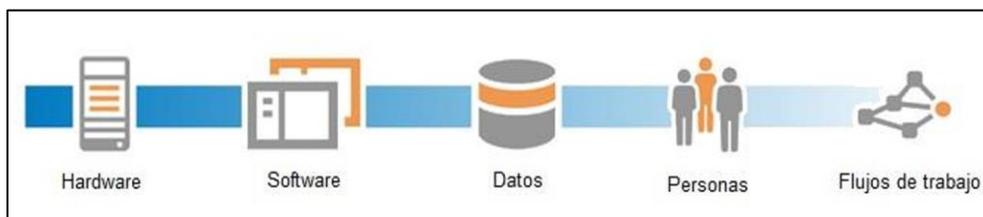
3.1.11. Sistema de Información Geográfica (GIS)

Por sus siglas en inglés GIS (Geographic Information Systems), es una tecnología o un conjunto de sistemas que permite crear, recopilar, administrar, analizar y representar cartográficamente todo tipo de datos. Asimismo, los GIS integran información espacial y de atributos, en otras palabras, almacenan la información de donde está ubicada una entidad y qué información contiene esa entidad, datos que se denominan información geográfica (35).

Para que el sistema entre en funcionamiento un GIS integra cinco componentes clave, los cuales se detallan en la siguiente imagen:

Figura 23

Flujos de trabajo de los GIS (36)



- **Hardware:** un GIS funciona en *hardware* que incluye servidores centralizados, computadoras y dispositivos móviles. Mediante el *hardware* se habilita la capacidad de crear, compartir y utilizar información geográfica.
- **Software:** el *software* GIS proporciona las funciones y herramientas necesarias para almacenar, analizar y mostrar datos geográficos. Asimismo, herramientas para ingresar, manipular y consultar datos geográficos.
- **Datos:** los datos GIS contienen la información de ubicación, como direcciones, códigos postales y ubicaciones X e Y. Un GIS gestiona e integra información geográfica con datos de otras fuentes para realizar visualización y análisis.
- **Personas:** las personas utilizan el *software* GIS para realizar tareas con datos geográficos, los cuales pueden ser: analistas, cartógrafos, trabajadores de campo, entre otros.

- **Flujo de trabajo:** un GIS tiene flujos de trabajo compuestos por planes diseñados y reglas comerciales. Las organizaciones desarrollan prácticas operativas para mejorar la eficiencia mediante la definición de procesos y tareas repetibles.

3.1.12. Sistema ARCGIS

ArcGIS es un sistema que permite recopilar, organizar, administrar, analizar, compartir y distribuir información geográfica. Es una plataforma utilizada para crear y utilizar los Sistemas de Información Geográfica. El sistema está accesible desde cualquier lugar a través de un navegador web, dispositivos móviles como smartphones y equipos de escritorio como las laptops o computadoras (37).

Figura 24

Sistema ArcGIS (37)



3.1.13. Softwares Utilizados

3.1.13.1. ARCGIS PRO. ArcGIS Pro es un *software* GIS de escritorio profesional desarrollado por la empresa Esri. Mediante ArcGIS Pro se puede explorar, visualizar y analizar datos, crear mapas 2D y escenas 3D, así como compartir el trabajo en ArcGIS Online. Su interfaz es intuitiva y moderna, permite trabajar con datos como shapefiles, geodatabases, servicios web y formato de datos tabulares. Posee herramientas que permiten realizar análisis espacial, modelado de terreno, geoprocésamiento, análisis de redes, entre otras actividades más. Por otro lado, posee funciones avanzadas para la edición y creación de mapas de alta calidad para la impresión.

Figura 25

Logo ArcGIS Pro (38)



3.1.13.2. ARCGIS Field Maps. ArcGIS Field Maps es una aplicación para móvil desarrollada por Esri, cuyo propósito es recolectar datos en campo. Está diseñada para que los equipos de trabajo de campo puedan recopilar, editar y analizar datos espaciales directamente desde sus dispositivos móviles, facilitando la conexión y sincronización con los sistemas GIS de una organización. ArcGIS Field Maps mejora la eficiencia del trabajo de campo al integrar mapas, datos y flujos de trabajo en una sola aplicación, optimizando la comunicación entre equipos de campo y oficina.

Figura 26

Logo de ArcGIS Field Maps (39)



3.1.13.3. Agisoft Metashape. Agisoft Metashape es un *software* profesional desarrollado por Agisoft, usado ampliamente en la fotogrametría basada en imágenes. El objetivo de este *software* es generar modelos tridimensionales de alta calidad como los ortomosaicos, nubes de puntos y otros productos geoespaciales a partir de fotografías capturadas por cámaras estándar, incluyendo imágenes obtenidas mediante drones.

Figura 27

Logo Agisoft Metashape (40)



3.1.13.4. DroneDeploy. DroneDeploy es una plataforma en la nube creada para la planificación, captura, procesamiento y análisis de datos recolectados mediante drones. Es una de las herramientas más populares para la gestión de vuelos, especialmente usado en los sectores de agricultura, construcción, topografía y gestión ambiental.

Figura 28

Logo DroneDeploy (41)



Capítulo IV: Descripción de las Actividades Profesionales

4.1 Descripción de Actividades Profesionales

4.1.1 Enfoque de las Actividades Profesionales

El presente trabajo de suficiencia profesional está enfocado en el desarrollo de actividades como analista en Sistemas de Información Geográfica en la elaboración del diagnóstico situacional de agua potable y alcantarillado sanitario de la población del distrito de Sapallanga para el proyecto de inversión pública de “Mejoramiento y ampliación del servicio de agua potable urbano, mejoramiento y ampliación del servicio de alcantarillado, y mejoramiento y ampliación del servicio de tratamiento de aguas residuales para disposición final en el sistema integrado de saneamiento del ámbito urbano del distrito de Sapallanga de la provincia de Huancayo del departamento de Junín”.

4.1.2. Alcance de las Actividades Profesionales

El alcance de las actividades profesionales en cuanto a los Sistemas de Información Geográfica fue recolectar, gestionar y analizar los datos geoespaciales que se obtuvieron durante el desarrollo del proyecto.

4.1.3. Entregables de las Actividades Profesionales

Los entregables son los siguientes:

- Productos fotogramétricos como el ortomosaico y DEM.
- Catastro por barrios de todo el distrito de Sapallanga.
- Encuesta para la recolección de datos sobre el diagnóstico situacional del distrito de Sapallanga.
- Planos temáticos por barrios y en general del diagnóstico situacional del distrito de Sapallanga.

4.2. Aspectos Técnicos de la Actividad Profesional

4.2.1. Metodología

La metodología es de diseño convergente paralelo, porque combina los datos cualitativos obtenidos de las encuestas aplicadas a la población y los datos cuantitativos recopilados en campo con equipos como drones, catastro, equipos GNSS y estación. Esta información pasará a una etapa de integración de resultados para, posteriormente, realizar la interpretación.

4.2.1.1. Metodología Para Levantamiento Topográfico y Catastral. Para el levantamiento topográfico y catastral urbano georreferenciado se usó el Manual de Levantamiento Catastral Urbano del Sistema Nacional Integrado de Información Catastral

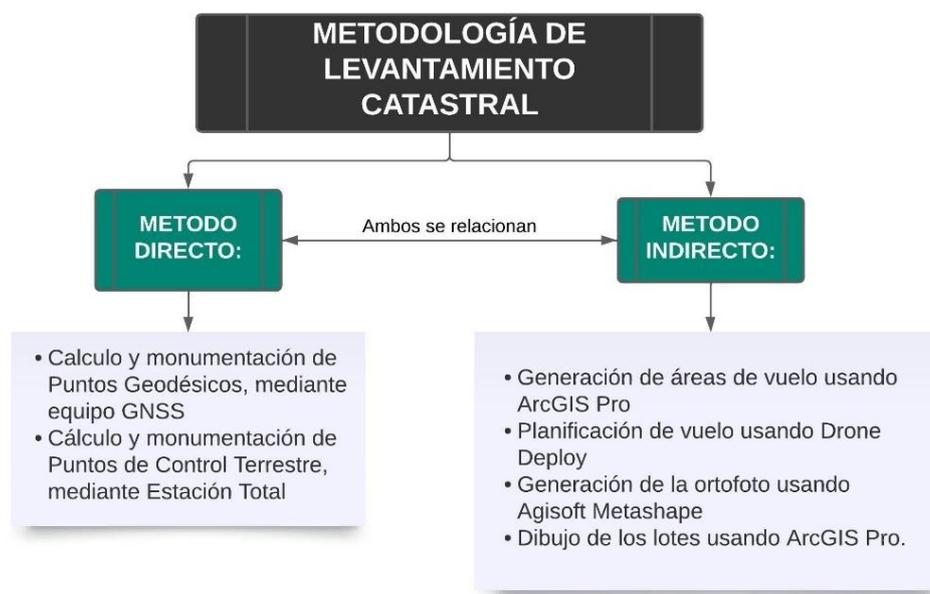
Predial – SNCP. En él se detalla que es recomendable usar tanto el método indirecto como el directo (ver Figura 29).

Método Indirecto: utiliza ortomosaicos o imágenes aéreas de dron.

Método directo: utiliza equipos para la medición de puntos geodésicos y de control terrestre, este último entra en el proceso de corrección fotogramétrica.

Figura 29

Metodología para el Levantamiento Catastral

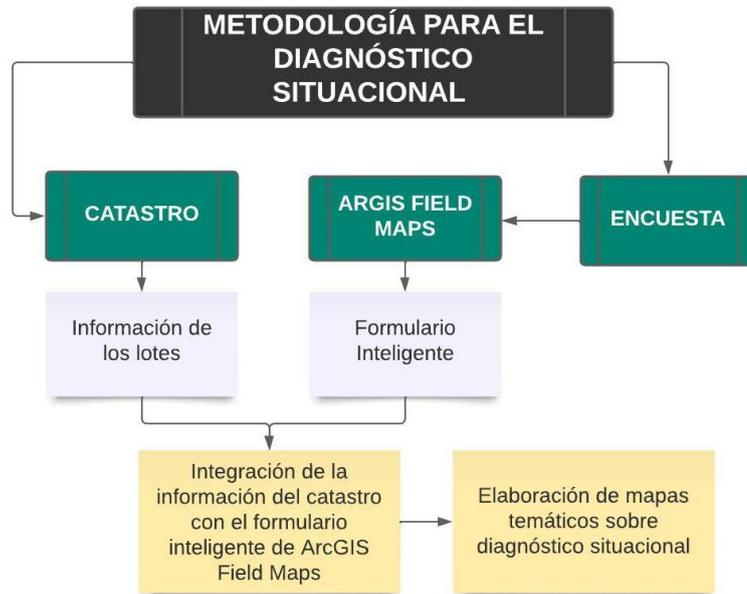


Nota. Elaboración propia.

4.2.1.2. Metodología para el Diagnóstico Situacional de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario. La metodología aplicada conjuntamente con especialistas en saneamiento fue principalmente la de describir la situación actual con respecto a la existencia del servicio de agua potable y alcantarillado sanitario de la población del distrito de Sapallanga. Teniendo como referencia el formato de la encuesta socioeconómica del Ministerio de Economía y Finanzas, que reúne información básica de una población, se determinaron solo las preguntas necesarias para el estudio. Por otro lado, se determinó el uso del formulario inteligente de ArcGIS Field Maps que integró la información del catastro (Lotes) con las encuestas (preguntas) para tener como resultado mapas temáticos sobre el diagnóstico situacional de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario del distrito de Sapallanga.

Figura 30

Metodología para el Diagnóstico Situacional



Nota. Elaboración propia.

4.2.2. Técnicas

Las técnicas que se emplearon para el desarrollo del proyecto son:

Técnica de planificación:

- Para la planificación se utilizó como primera instancia una imagen satelital para la delimitación del área a intervenir.
- Se trazó un plan de vuelo que abarque todo el distrito de Sapallanga, tomando en cuenta las condiciones climáticas y la topografía para garantizar la calidad de los datos.

Técnicas de recolección de datos:

- Se utilizó el dron Phantom 4 pro v2 para la recolección de datos de imágenes aéreas.
- Para la recolección de datos de las viviendas sobre las condiciones actuales de acceso a agua potable y alcantarillado sanitario, se utilizó un formulario inteligente de ArcGIS Field Maps 123, con preguntas estructuradas.

Técnicas de procesamiento y análisis de información

- Para el procesamiento de las imágenes aéreas, se usó el *software* de Agisoft Metashape para generar el ortomosaico.
- En cuanto a la información recolectada de las viviendas mediante el formulario inteligente de ArcGIS Field Maps, se integró toda la información del catastro y el formulario usando el *software* de ArcGIS Pro.

Técnica de generación de resultados

- Para la generación de resultados de los planos temáticos sobre el diagnóstico situacional actual de saneamiento básico y agua potable de la población del distrito de Sapallanga, se utilizó el *software* de ArcGIS Pro.

4.2.3. Instrumentos

Encuestas: para el diagnóstico situacional con respecto a la existencia del servicio de agua potable y alcantarillado sanitario del distrito de Sapallanga, se utilizó como principal instrumento la encuesta.

4.2.4. Equipos y Materiales Utilizados en el Desarrollo de las Actividades

Durante el desarrollo de las actividades propuestas, se utilizaron los siguientes materiales y equipos.

4.2.4.1. Equipos. Los equipos que se utilizaron a lo largo del desarrollo del proyecto son los siguientes:

- Equipo GNSS Diferencial CHCNAV modelo I73 / SERIE N° 3506979.
- Estación total.
- Dron Phantom 4 pro v2, de la marca DJI especializada para fotografía aérea, topografía y levantamientos geoespaciales.
- 3 Intelligent Flight Battery para dron DJI, con un peso de 468 g, para un tiempo de vuelo de 20 minutos en condiciones favorables y un tiempo de carga de aproximadamente 1 hora y 20 minutos.
- 2 cargadores compatibles con Intelligent Flight Battery del Phantom 4 Pro y otros modelos de la serie Phantom 4, con un voltaje de entrada de 100-240 V AC y salida de 17.5 V y 100 W. Tiempo de carga de aproximadamente 1 hora y 20 min.
- Tarjeta de Memoria Samsung microSD Pro Plus de 128 GB, 180 MB/s para almacenamiento de imágenes de dron DJI.
- Dispositivos Móviles celulares del personal, con mínimo de 4 GB de RAM, con GPS para el posicionamiento, cámara para la captura de fotos y con conexión a internet.
- PC: Sistema operativo Windows 11, procesador Ryzen 7 3600X, tarjeta gráfica GTX 1660ti, 3 memorias RAM de 8GB, almacenamiento de 1 Tb, para el almacenamiento de toda la información en campo y procesamiento de todos los datos y los resultados.
- Impresora Konica Minolta Bizhub 368.

4.2.4.2. Materiales. Los materiales que se utilizaron a lo largo del proyecto son los siguientes:

- Escritorio.
- Hojas bond.

- Lapiceros.
- Dianas.

4.3. Ejecución de las Actividades Profesionales

4.3.1. Cronograma de Actividades Realizadas

El cronograma de las actividades se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 2

Cronograma de actividades realizadas

N°	ACTIVIDADES	PRODUCTO	2023									2024		
			ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
A) INICIO DE LAS ACTIVIDADES														
1	Designación de actividades iniciales realizadas en la empresa.													
2	Apoyo en la realización de planos de otros proyectos y demás actividades.													
3	Capacitación en fotogrametría con dron.													
B) ACTIVIDADES DE PLANIFICACIÓN														
1	Identificación del área de estudio para el vuelo fotogramétrico con dron en el distrito de Sapallanga .	Área de vuelo												
2	Planificación de áreas de vuelo de dron mediante el <i>software</i> de DroneDeploy.	Cuadrantes de vuelo												
3	Planificación para la recolección de datos del diagnóstico situacional mediante la encuesta.	Encuesta												
C) ACTIVIDADES DE EJECUCIÓN														
1	Levantamiento topográfico con equipo GNSS y estación total.	Puntos geodésicos y GCP												
2	Levantamiento topográfico con dron.	Fotografías aéreas												
3	Recolección de datos sobre el diagnóstico situacional de agua potable y alcantarillado sanitario mediante ArcGIS Field Maps.	Información de las viviendas												

D) ACTIVIDADES DE PROCESAMIENTO DE DATOS														
1	Procesamiento fotogramétrico de las imágenes aéreas del dron.	Ortomosaico												
2	Dibujo de viviendas, vías, terrenos y demás componentes del catastro del distrito de Sapallanga .	Catastro												
3	Procesamiento y ordenamiento de los datos obtenidos de la encuesta del diagnóstico situacional.	Geodatabases												
E) ACTIVIDADES PARA LOS RESULTADOS														
1	Dibujo de los planos temáticos del diagnóstico situacional de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario.	Planos												
2	Seguimiento de los resultados obtenidos e incremento de algunos barrios en el proyecto.													

Nota. Elaboración propia.

4.3.2. Proceso y Secuencia Operativa de las Actividades Profesionales

4.3.2.1. Levantamiento Topográfico y Catastral.

4.3.2.1.1. *Ejecución del Método Directo.* Para el procedimiento de la ejecución del método directo, se contrató a especialistas en geodesia para el levantamiento topográfico, quienes se encargaron tanto del trabajo en campo como de gabinete para la obtención de los puntos geodésicos y puntos de control terrestre (GCP) para drone.

Cálculo de puntos geodésicos

Como etapa previa del reconocimiento del área de estudio, se utilizó una imagen satelital para el reconocimiento y búsqueda de puntos estratégicos para el ámbito del proyecto. Así, se identificó seis puntos geodésicos para su lectura y monumentación (ver Figura 31).

Figura 31

Ubicación de los puntos geodésicos



Nota. Elaboración propia.

Para obtener una buena precisión en el levantamiento catastral para el proyecto, se utilizaron 2 equipo GNSS diferencial, mediante la georreferenciación de seis puntos geodésicos de orden “C”, para obtener las coordenadas geodésicas de cada punto amarrado a una Red Geodésica Geocéntrica Nacional. Para ello se utilizó el método de posicionamiento estático. En la siguiente tabla se muestran las lecturas de la hora de inicio y de fin obtenidas de los seis puntos geodésicos.

Tabla 3*Lecturas de los puntos geodésicos*

Fecha	Código	Hora de inicio	Hora final	Duración
22/05/2023	JUN01373	12:03:50 p. m.	2:03:50 p. m.	01:59:48
22/05/2023	JUN01374	09:41:38 a. m.	11:41:36 a. m.	01:59:48
22/05/2023	JUN01375	01:55:36 p. m.	3:55:34 p. m.	01:59:48
22/05/2023	JUN01376	03:43:06 p. m.	5:45:10 p. m.	02:02:04
22/05/2023	JUN01377	02:44:06 p. m.	4:44:04 p. m.	01:59:58
22/05/2023	JUN01378	10:37:54 a. m.	12:37:52 p. m.	01:59:58

Nota. Elaboración propia.

En cuanto a la monumentación de los seis puntos se utilizó la Norma Técnica Geodésica Para el Posicionamiento Geodésico Estático Relativo con Receptores el Sistema Satelital de Navegación Global. Se realizó con concreto armado, de forma rectangular, a una profundidad de 60 cm, siendo la marca una placa de bronce de 70 mm de diámetro y un espesor de 5 mm que lleva inscrito el código del punto.

El proceso a llevar a cabo se muestra en las siguientes imágenes. Cabe resaltar que el procesamiento se realizó para cada punto geodésico, es decir, para los seis puntos geodésicos.

Figura 32

Proceso de excavación



Nota. Elaboración propia.

Figura 33

Proceso de medición



Nota. Elaboración propia.

Figura 34

Vaciado con cemento



Nota. Elaboración propia.

Figura 35

Incrustación del disco



Nota. Elaboración propia.

Figura 36

Disco instalado



Nota. Elaboración propia.

Figura 37

Rastreo del punto



Nota. Elaboración propia.

Como resultado del trabajo de geodesia se obtuvo las coordenadas proyectadas de los seis puntos geodésicos en UTM, las cuales se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 4

Coordenadas WGS 84 UTM Zona 18 S

Código	Este	Norte	Elevación
JUN01373	480871.00	8658255.64	3273.20
JUN01374	481707.33	8657443.57	3278.44
JUN01375	481698.21	8659477.11	3296.00
JUN01376	482845.79	8657811.89	3297.84
JUN01377	480014.95	8659158.72	3258.09
JUN01378	482350.21	8659089.74	3311.47

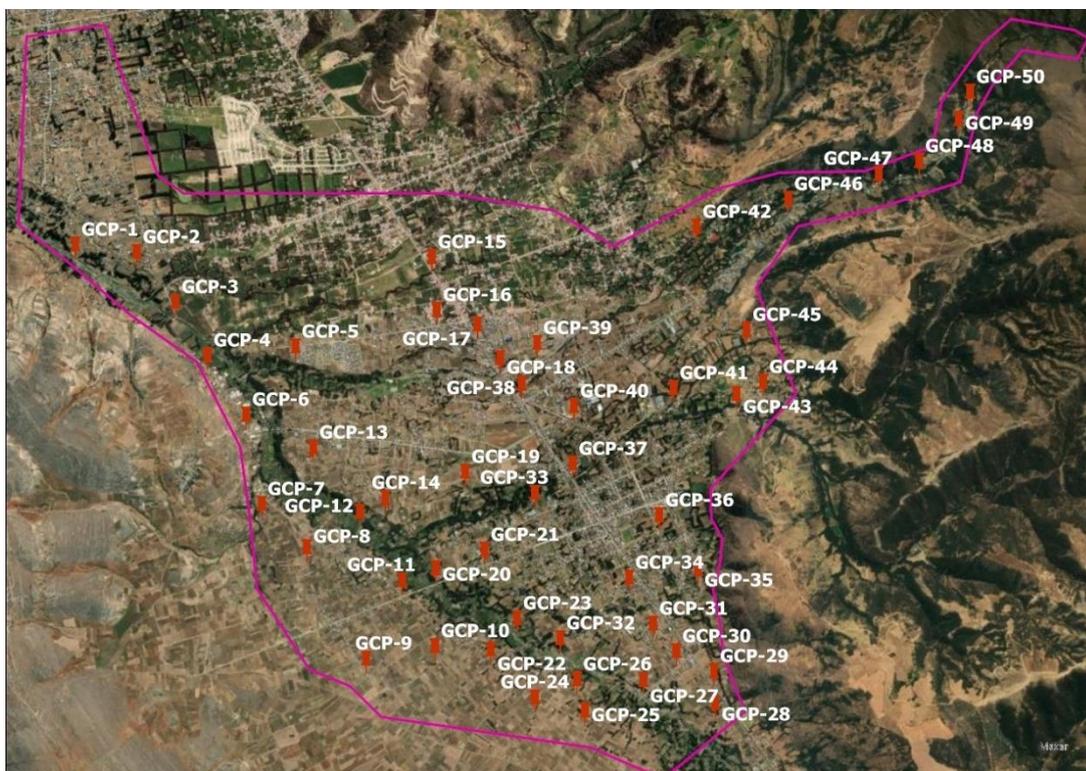
Nota. Elaboración propia.

Cálculo de Puntos de Control Terrestre

Como primera etapa previa al reconocimiento del área de estudio, los puntos de control terrestre fueron distribuidos uniformemente en el área del proyecto para garantizar una buena cobertura. Así, se identificaron un total de 50 GCP (ver Figura 38).

Figura 38

Ubicación de los puntos de control terrestre



Nota. Elaboración propia.

En campo una vez establecidos los puntos geodésicos de orden” C”, los topógrafos utilizan una estación total para medir los 50 puntos de control terrestre. Para el procedimiento se colocó la estación total sobre uno de los puntos geodésicos. Posteriormente, se configuró el equipo con las coordenadas del punto inicial y se orientó hacia otro punto geodésico conocido, estableciendo así la referencia angular y direccional. Mediante el uso de prismas reflectores y una mira, se registraron las coordenadas tridimensionales (este, norte y elevación) de los puntos de control terrestre cuyas coordenadas se muestran en UTM en la siguiente tabla:

Tabla 5

Coordenadas WGS 84 UTM Zona 18 S

Código	Este	Norte	Elevación
GCP-1	477881.48	8659856.28	3190.34
GCP-2	478394.62	8659794.16	3218.20
GCP-3	478717.68	8659373.75	3202.00
GCP-4	478984.74	8658925.07	3218.70
GCP-5	479720.95	8658998.45	3255.16
GCP-6	479307.65	8658427.44	3231.60
GCP-7	479437.35	8657675.14	3252.73
GCP-8	479815.12	8657311.84	3259.61
GCP-9	480310.35	8656373.56	3276.39
GCP-10	480884.90	8656481.31	3277.39
GCP-11	480610.80	8657033.04	3260.25
GCP-12	480258.06	8657609.97	3240.84
GCP-13	479868.65	8658149.91	3255.68
GCP-14	480470.67	8657724.23	3256.90
GCP-15	480858.82	8659752.12	3271.58
GCP-16	480900.65	8659306.63	3274.93
GCP-17	481240.99	8659183.93	3279.68
GCP-18	481429.85	8658902.26	3276.44
GCP-19	481138.72	8657946.34	3263.35
GCP-20	480892.76	8657133.09	3247.74
GCP-21	481300.29	8657290.49	3266.43
GCP-22	481351.89	8656451.26	3283.03
GCP-23	481570.88	8656714.39	3262.60
GCP-24	481720.63	8656047.42	3292.69
GCP-25	482137.98	8655936.16	3293.93
GCP-26	482072.07	8656201.84	3284.58
GCP-27	482626.05	8656194.47	3288.56
GCP-28	483226.15	8655999.53	3305.34
GCP-29	483214.76	8656269.86	3306.60
GCP-30	482900.61	8656437.42	3301.87
GCP-31	482707.75	8656670.10	3297.09
GCP-32	481931.58	8656546.26	3270.91
GCP-33	481721.19	8657767.56	3271.39
GCP-34	482507.52	8657056.14	3289.98

GCP-35	483082.33	8657127.50	3307.25
GCP-36	482757.96	8657580.36	3299.77
GCP-37	482035.82	8658013.74	3274.25
GCP-38	481609.74	8658687.35	3286.67
GCP-39	481738.75	8659028.74	3281.49
GCP-40	482046.31	8658497.49	3287.71
GCP-41	482877.97	8658649.76	3308.88
GCP-42	483069.64	8660005.95	3342.68
GCP-43	483404.58	8658599.44	3343.78
GCP-44	483626.18	8658702.07	3351.71
GCP-45	483487.67	8659140.64	3338.88
GCP-46	483835.76	8660239.82	3379.98
GCP-47	484591.73	8660450.78	3426.87
GCP-48	484929.92	8660558.94	3452.46
GCP-49	485259.43	8660912.82	3482.09
GCP-50	485355.52	8661141.14	3489.95

Nota. Elaboración propia.

Cada punto de control terrestre (GCP) fue monumentado mediante concreto, varillas de fierro y pintadas en color rojo para garantizar su estabilidad y facilitar su ubicación en la etapa de los vuelos fotogramétricos.

Figura 39

Punto de control terrestre 01



Nota. Elaboración propia.

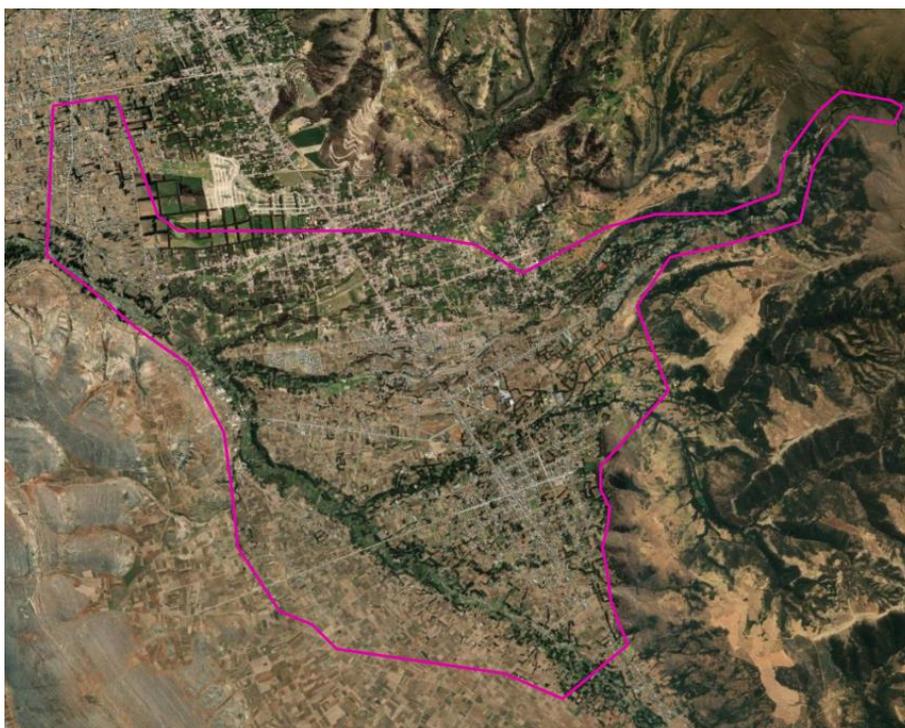
4.3.2.1.2. Ejecución del Método Indirecto.

Generación de áreas de vuelo

Como primer paso se delimitó el área de vuelo del distrito de Sapallanga. El proyecto tendrá intervención usando como referencia la imagen satelital de ArcGIS Pro. Para el presente trabajo el área comprendió un total de 2251.96 ha (ver Figura 40).

Figura 40

Área de vuelo



Nota. Elaboración propia.

El trabajo tomó en cuenta una altura de vuelo de 120 m y un GSD de 3.4 cm/px para las características del dron Phantom 4 Pro V2. Estos cálculos se realizaron en la plataforma del DroneDeploy.

Figura 41

Cálculos en el DroneDeploy

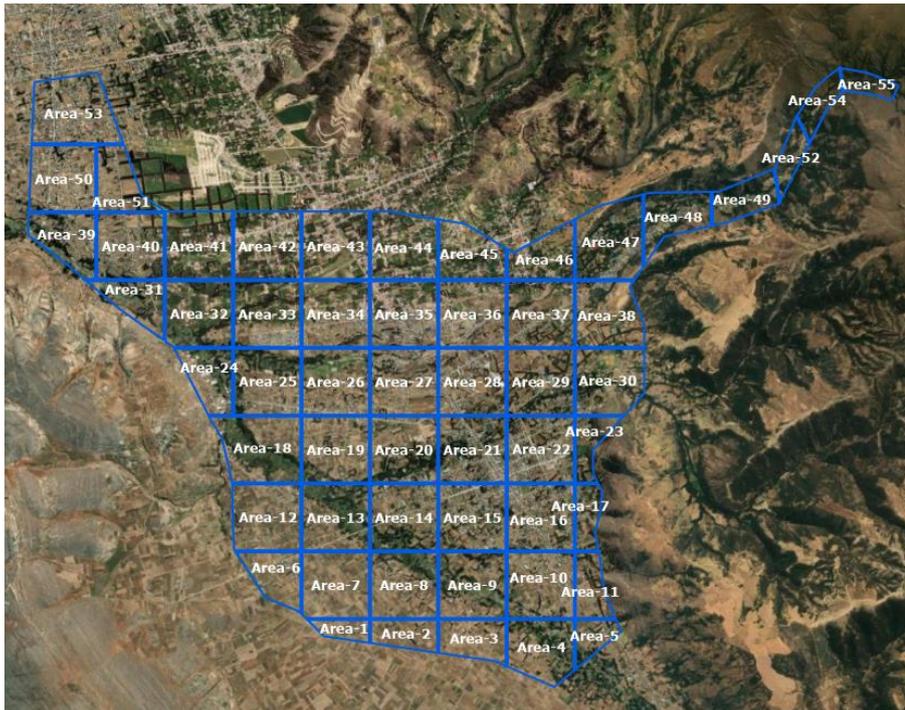


Nota. Elaboración propia.

En ArcGIS Pro, teniendo en cuenta 52 ha para cada área de vuelo, se hicieron los cálculos para dividir en parcelas toda el área de vuelo, usando la herramienta “Create Fishnet” que dividió en parcelas el área de estudio en áreas aproximadas de 700 x 700m, dando como resultado 55 áreas de vuelo (ver Figura 42). Posteriormente, se le aplicó un *buffer* de 10 m a cada área, para el traslape entre cada área de vuelo.

Figura 42

Áreas de vuelo



Nota. Elaboración propia.

Planificación de vuelo

El procedimiento de planificación de vuelo se realizó en la plataforma de planificación de vuelos del DroneDeploy. Se realizó el proceso para cada área de vuelo, teniendo las coordenadas proyectadas en WGS84-UTM Zona 18S para el proyecto una altura de vuelo de 120 m y un GSD de 3.4 cm/px. Para las configuraciones avanzadas se trabajó a una superposición frontal y lateral de 70 % y una dirección de vuelo de 90 °.

Figura 43

Planificación de vuelo en el DroneDeploy



Nota. Elaboración propia.

Los vuelos fotogramétricos se realizaron con el dron Phantom 4 pro v2, el cual poseía 3 baterías y 2 cargadores. En campo se procedió a realizar los vuelos fotogramétricos (ver Figura 44), combinando la técnica de uso de puntos de control terrestre (GCP) que anteriormente fueron monumentados mediante concreto y pintadas de color rojo por un equipo de topógrafos para su fácil identificación. Sobre los puntos de control terrestre, se colocaron las dianas (ver Figura 45) para que, en las imágenes del dron, fueran fáciles de encontrar y, posteriormente, se puedan realizar las correcciones de precisión.

Figura 44

Trabajo en campo



Nota. Elaboración propia.

Figura 45

Vista del GCP desde la imagen del dron



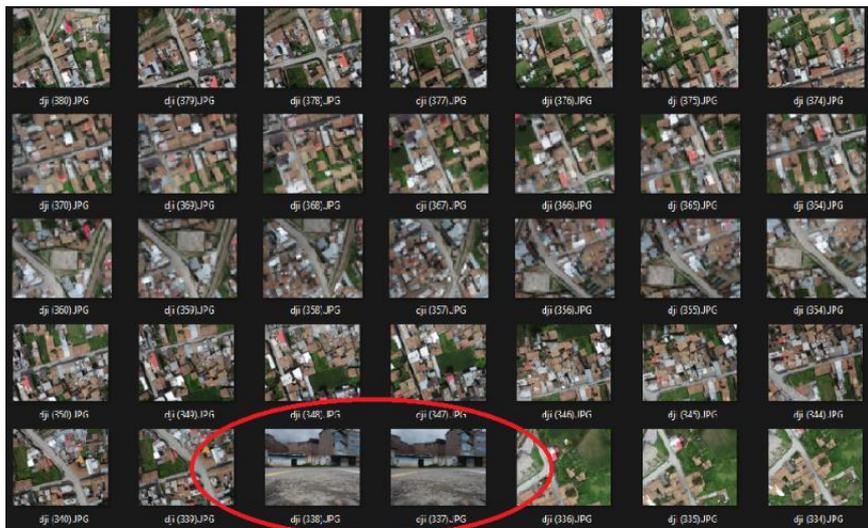
Nota. Elaboración propia.

Generación del ortomosaico

Con las fotografías aéreas obtenidas en el trabajo en campo, se procedió a limpiar la data de impurezas, es decir, imágenes que han sido capturadas por el dron por error, ya que estas imágenes sobrecargan con más trabajo al *software* haciendo más lento el procesamiento (ver Figura 46). Como resultado del trabajo en campo y de la limpieza de imágenes erróneas, se obtuvo un total de 23, 346 imágenes.

Figura 46

Eliminación de data errónea

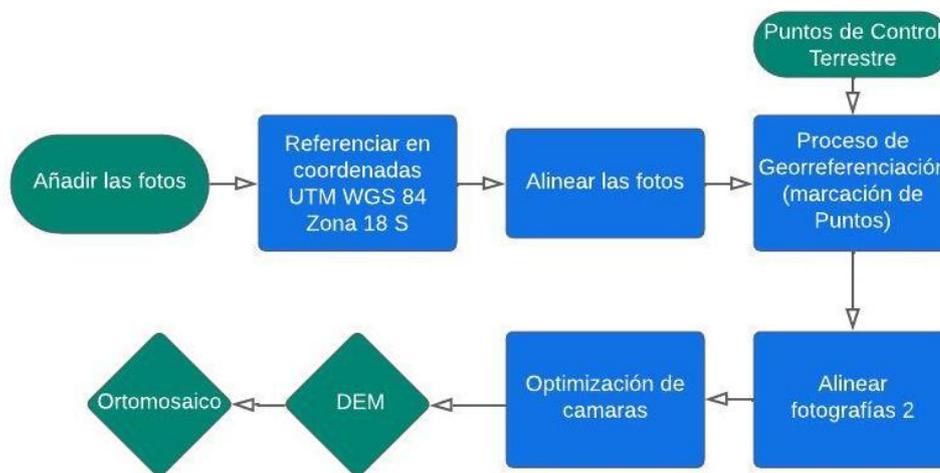


Nota. Elaboración propia.

Para la generación del ortomosaico, se siguió el flujo de trabajo que se detalla en la Figura 47. Se utilizó el *software* de Agisoft Metashape, que consiste en añadir las fotos aéreas obtenidas en campo al *software*, teniendo en cuenta que para el proyecto se trabajó en las coordenadas proyectadas de WGS 84 UTM Zona 18 S. Posteriormente, se alinearon las fotografías en calidad media debido a la gran cantidad de fotografías, se siguió con la inserción de los Puntos de Control Terrestre para el proceso de georreferenciación marcando los puntos manualmente, para después realizar una segunda alineación de fotografías y luego realizar la optimización de las cámaras para las precisiones correspondientes. Finalmente, se procedió a construir el DEM y, a partir del DEM, se obtuvo el ortomosaico.

Figura 47

Secuencia operativa para la generación del ortomosaico



En el proceso de georreferenciación, a los 50 puntos de control terrestre se le sumaron los 6 puntos geodésicos, dando un total de 56 puntos que entraron al proceso de georreferenciación de las imágenes. En la Tabla 6 se muestran las precisiones que se obtuvieron en las coordenadas este (X), norte (Y) y elevación (Z).

Tabla 6

Medida de error promedio de los puntos de control terrestre

Count	X error (cm)	Y error (cm)	Z error (cm)	XY error (cm)	Total (cm)
56	4.81261	3.50325	0.883397	5.95264	6.01784

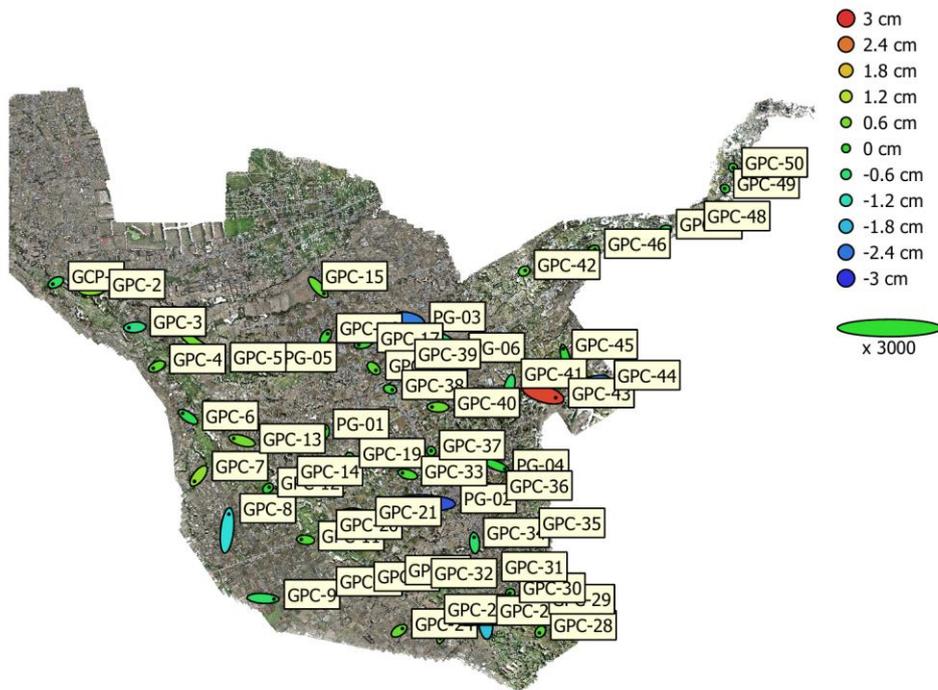
Nota. Elaboración propia a partir del Agisoft.

En la Figura 48 se muestra la ubicación de los puntos de control terrestre y su estimación de error entre la posición conocida y la posición estimada. La forma de la elipse representa el error en el eje X e Y respecto de la dirección en la que se alarga la elipse; mientras

que en Z va representado por el color de la elipse, la cual muestra un rango de error de -3 cm a 3 cm, lo que indica que el modelo tiene una buena precisión vertical.

Figura 48

Ubicación de los GCP y estimación de error

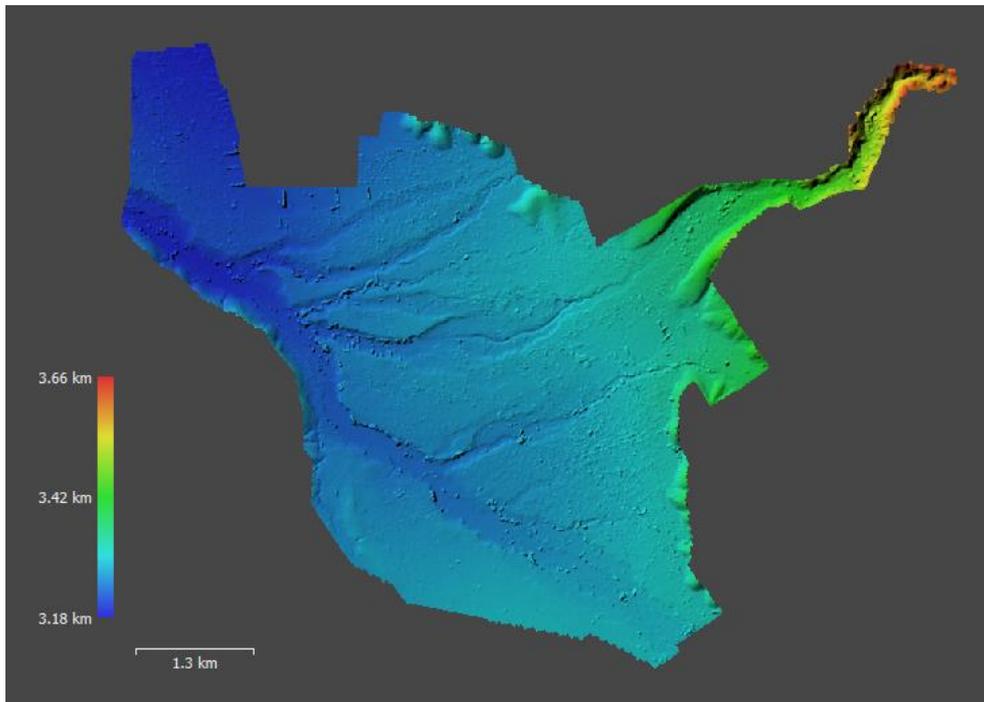


Nota. Elaboración propia.

Finalmente, el procedimiento concluyó mediante la obtención del DEM (ver Figura 49), en tonos azules las elevaciones bajas que van desde los 3.18 km (3,118 msnm) hasta los tonos rojos que representan las elevaciones más altas de 3.66 km (3,660 msnm). Como ya se mencionó anteriormente, a partir del DEM se tuvo el ortomosaico (ver Figura 49), el cual se obtuvo a un GSD de 3.44 cm/px, suficiente para representar todos los detalles y componentes de la superficie del área de estudio.

Figura 49

DEM generado



Nota. Elaboración propia.

Figura 50

Ortomosaico generado



Nota. Elaboración propia.

Dibujo de los lotes

Para el dibujo de los lotes se integró al ortomosaico la información obtenida anteriormente por un equipo de campo que recolectó datos de la población. Esta información comprendió la codificación de los lotes habitables que se guardaron en planos físicos A1 de los 25 barrios de todo el distrito de Sapallanga.

Finalmente, sobre el ortomosaico se procedió a dibujar los lotes en todo el ámbito del proyecto y por barrio (25 barrios) mediante el *software* ArcGIS Pro. Para ello se utilizaron los siguientes criterios descriptivos para la clasificación de los lotes:

Tabla 7

Clasificación de lotes

Clasificación	Descripción
Lote Habitable	Lotes con presencia de habitantes
Lote Abandonado	Lotes construidos, pero que no están habitados
Terrenos y Chacras	Lotes cercados o chacras, pero que no están habitados

Nota. Elaboración propia.

Por otro lado, se procedió a dibujar las siguientes entidades:

- Canales de concreto.
- Canales de tierra.
- Pontones de concreto.
- Pontones de madera.
- Pavimento asfaltado.
- Pavimento de concreto.
- Puentes de madera.
- Puentes de concreto.
- Ríos.
- Veredas.
- Vías no pavimentadas.

Para el resultado y para tener mapas interactivos para su fácil entendimiento, se utilizaron las entidades de ríos, vías no pavimentadas, pavimento de asfalto y pavimento de concreto.

4.3.2.2. Elaboración de la Encuesta Para el Diagnóstico Situacional de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario.

4.3.2.2.1. Elaboración de la Encuesta. En cuanto a la elaboración de la encuesta, se siguió el formato de la encuesta socioeconómica del Ministerio de Economía y Finanzas que reúne información básica de una población. Conjuntamente con los especialistas, se tomaron solo las preguntas que serían necesarias para el diagnóstico situacional del acceso a los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario de la población del distrito de Sapallanga. Asimismo, se trató de optimizar el tiempo y los recursos para recolectar la información de forma rápida y eficaz. Es por ello que se determinaron las siguientes preguntas para la población de Sapallanga:

- ¿Cuenta con alcantarillado sanitario?
- ¿Cuenta con agua potable?
- ¿Cuántas horas al día cuenta con agua?

Por otro lado, también se aprovechó para determinar qué entidades se recolectarán en campo. Finalmente, se concretó en recolectar información de buzones de alcantarillado sanitario, como las coordenadas y algunas fotografías para ver el estado actual de los buzones.

4.3.2.2.2. Proceso Para el Formulario Inteligente. Una vez obtenidas las preguntas a realizar a la población y qué entidades se recolectarán, se determinó el uso de ArcGIS Field Maps para realizar la encuesta y recolectar datos geoespaciales en campo.

El procedimiento se realizó de forma ordenada para cada barrio de Sapallanga (25 barrios), es decir, se creó la encuesta en ArcGIS Field Maps para los 25 barrios de manera individual. Para diferenciar los barrios se puso con código en la parte inicial del nombre del barrio con una letra mayúscula, siguiendo el orden del alfabeto, es decir, para el primer barrio, que es San Martín, sería A_San Martín y A_lotes, que significa los lotes habitables en el barrio de San Martín. Para las respuestas de la primera y segunda pregunta sobre el acceso a los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario, se determinó como entrada un dato booleano (SI NO), y para la tercera pregunta, respecto de la cantidad de horas al día que se cuenta con agua, una respuesta numérica. La encuesta que se visualiza dentro de la app de ArcGIS Field Maps de los dispositivos celulares de los encuestadores se muestra en la Figura 51, que también se le añadió la capacidad de capturar datos mediante la cámara del celular.

Figura 51

Encuesta en la App ArcGIS Field Maps

The screenshot shows a dark-themed mobile application interface. At the top, there is a header with a close button (X), the title 'Adquirir', and a checkmark. Below the header, a pink square icon is next to the text 'A_lotes' and 'Área 94.1 m²'. Two buttons are visible: 'TOMAR FOTO' with a camera icon and 'ADJUNTAR' with a paperclip icon. The form contains three sections of questions, each with radio button options for 'SI' and 'NO':
1. '¿Cuenta con Alcantarillado Sanitario?' with 'SI' selected.
2. '¿Cuenta con Agua potable?' with 'SI' selected.
3. '¿Cuántas horas al día cuenta con agua?' with a text input field containing the number '4' and a clear button (X).

Nota. Elaboración propia.

4.3.2.3. Elaboración de Mapas. Con la información obtenida mediante el aplicativo móvil de ArcGIS Field Maps y el catastro, se procedió a realizar los planos de diagnóstico situacional sobre los lotes habitables que cuentan o no con los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario de cada barrio identificado en todo el distrito de Sapallanga, usando el *software* ArcGIS Pro.

Capítulo v: Resultados

Como resultado se obtuvo un total de 55 planos en tamaños de hoja A1: uno representa los barrios que incluyen el distrito de Sapallanga, otro representa el catastro de Sapallanga, otro el diagnóstico de agua potable del total, otro el diagnóstico de la cantidad de horas de agua al día del total, otro el diagnóstico de alcantarillado sanitario del total, 25 el diagnóstico de alcantarillado sanitario de cada barrio y 25 el diagnóstico de agua potable de cada barrio.

5.1. Resultados Finales de las Actividades Realizadas

Como se mencionó anteriormente, para el diagnóstico situacional de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario se realizaron, para el total y para los 25 barrios identificados, los cuales se muestran en la Tabla 8 y se pueden visualizar mediante el mapa en la Figura 52.

Tabla 8

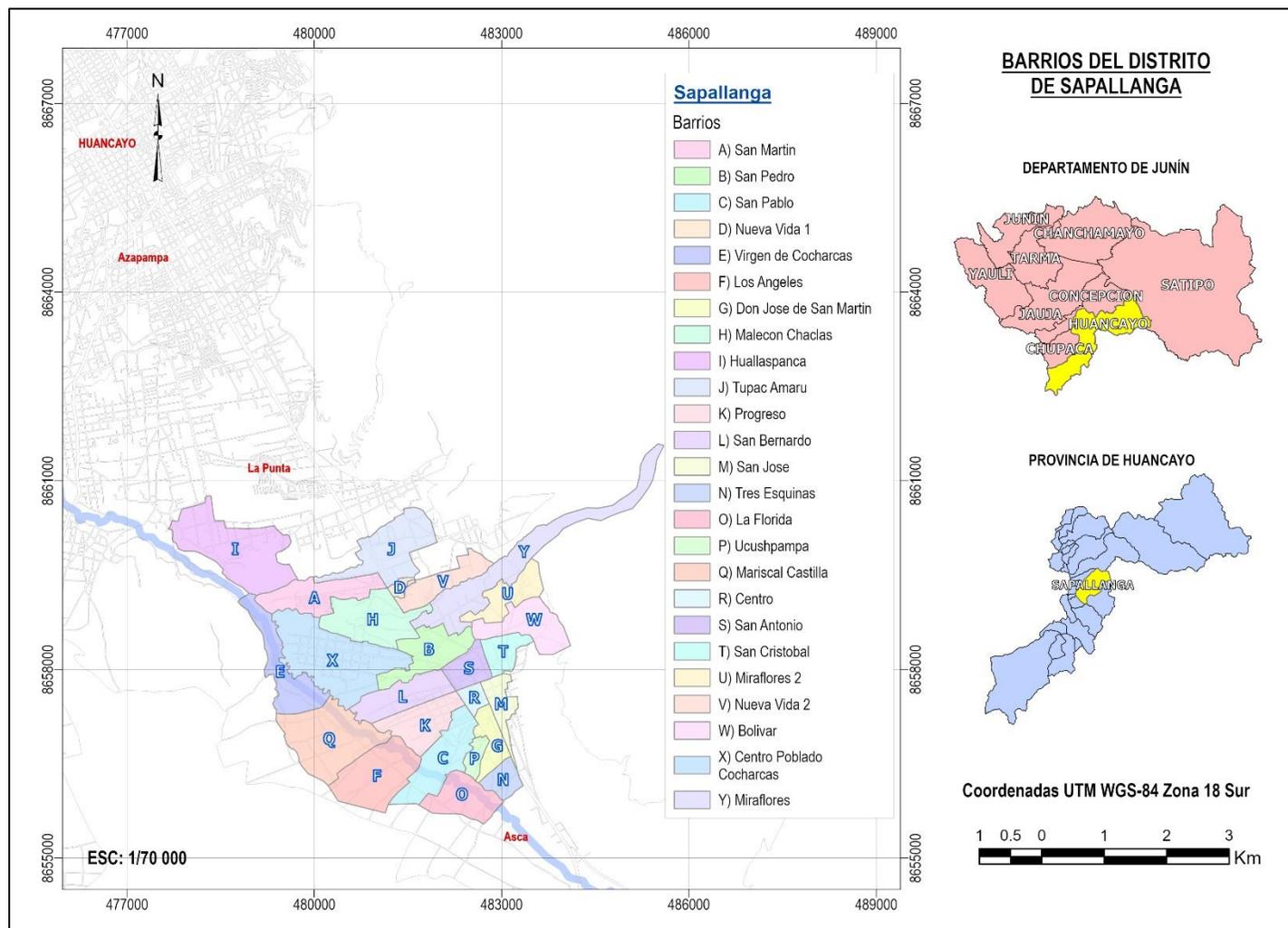
Barrios de Sapallanga

Código	Nombre del Barrio
A	Barrio San Martín
B	Barrio San Pedro
C	Barrio San Pablo
D	Barrio Nueva Vida 1
E	Barrio Virgen de Cocharcas
F	Barrio Los Ángeles
G	Barrio Don José de San Martín
H	Barrio Malecón Chacras
I	Barrio Huallaspanca
J	Barrio Tupac Amaru
K	Barrio Progreso
L	Barrio San Bernardo
M	Barrio San José
N	Barrio Tres Esquinas
O	Barrio La Florida
P	Barrio Ucushpampa
Q	Barrio Mariscal Castilla
R	Barrio Centro
S	Barrio San Antonio
T	Barrio San Cristóbal
U	Barrio Miraflores 2
V	Barrio Nueva Vida 2
W	Barrio Bolívar
X	Barrio CP Cocharcas
Y	Barrio Miraflores

Nota. Elaboración propia.

Figura 52

Barrios de Sapallanga



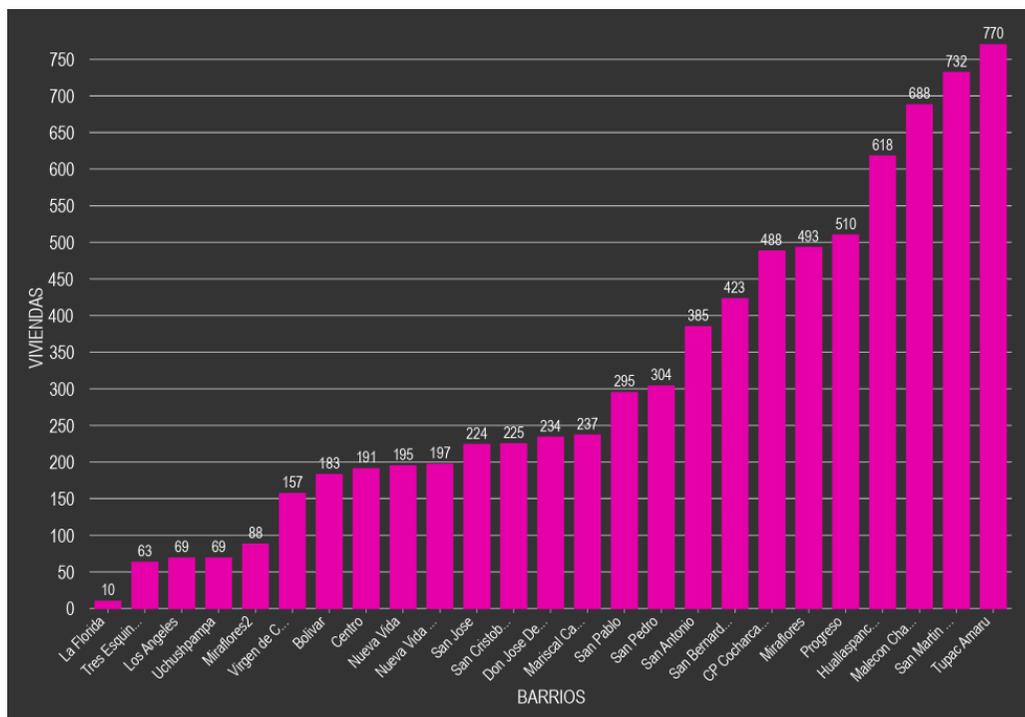
Nota. Elaboración propia.

5.1.1. Catastro de Sapallanga

El resultado de la realización de catastro del distrito de Sapallanga se puede visualizar en el mapa (ver Figura 54). En este mapa los lotes habitables se muestran en color rosa, mientras que los terrenos y chacras se muestran en color verde. El resultado de los 25 barrios identificados mostró que existe un total de 7 848 lotes habitables (viviendas): el barrio La Florida es el que menos lotes posee con tan solo 10 viviendas, le sigue el barrio Tres Esquinas con 63 viviendas y el que más viviendas posee es el barrio Tupac Amaru con un total de 770 viviendas. Estos datos se pueden visualizar en el siguiente grafico:

Figura 53

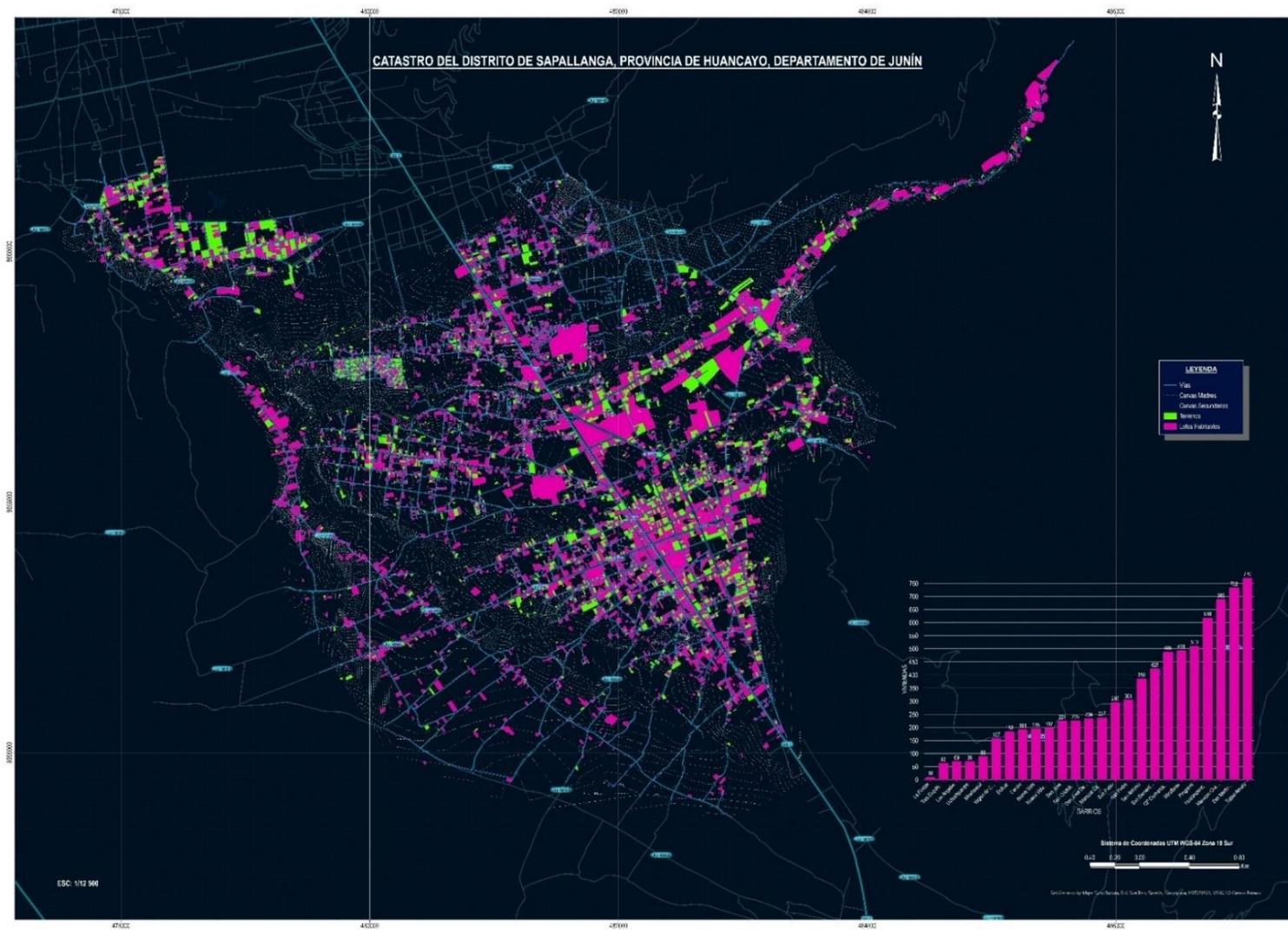
Cantidad de viviendas por Barrio de todo el distrito de Sapallanga



Nota. Elaboración propia.

Figura 54

Catastro del distrito de Sapallanga



Nota. Elaboración propia.

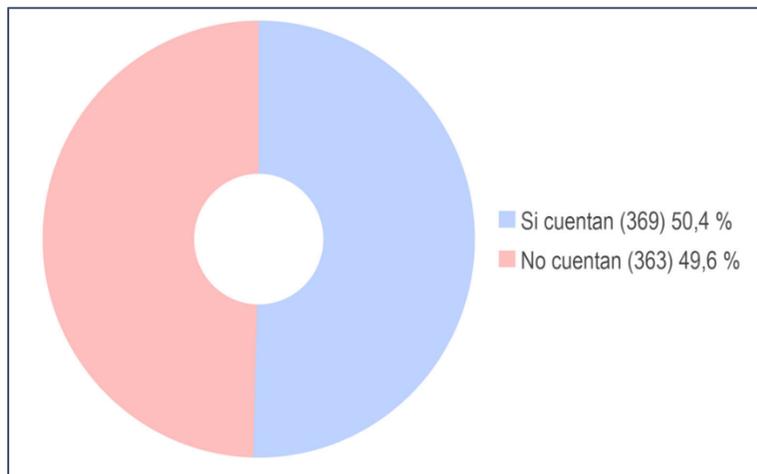
5.1.2. Diagnóstico de Agua Potable

Barrio San Martín

El diagnóstico de agua potable del barrio San Martín se puede apreciar en el mapa (ver Figura 56). En este mapa se tiene lotes aglomerados de forma ordenada en la parte sur del mapa, que comprende el barrio de Saputia, el cual fue añadido para este estudio. Asimismo, existen lotes dispersos a los alrededores de la Av. San Martín de Porras, también se puede visualizar la existencia de terrenos vacíos destinados para construcciones futuras. El resultado de la encuesta muestra que el 50.40 % de viviendas (369 viviendas) cuenta con el servicio de agua potable, mientras que el 49.60 % de viviendas (363 viviendas) no cuenta con este servicio (ver Figura 55). Por otro lado, se determinó que las viviendas cuentan con el servicio de agua 4 a 3 horas al día. Respecto a la presión de agua, en la parte noreste se tiene una altura de presión de 5 m y en muchas otras partes 3 m de presión. Otro problema percibido es que en época de lluvia el agua viene turbia. Cabe precisar que el barrio de Saputia no cuenta con el servicio en su totalidad, lo que conlleva al establecimiento de líneas de distribución clandestinas y con tuberías entre $\varnothing 1/2''$ y $\varnothing 1''$, las mismas que no tienen dirección técnica.

Figura 55

Gráfico del diagnóstico de agua potable del barrio San Martín



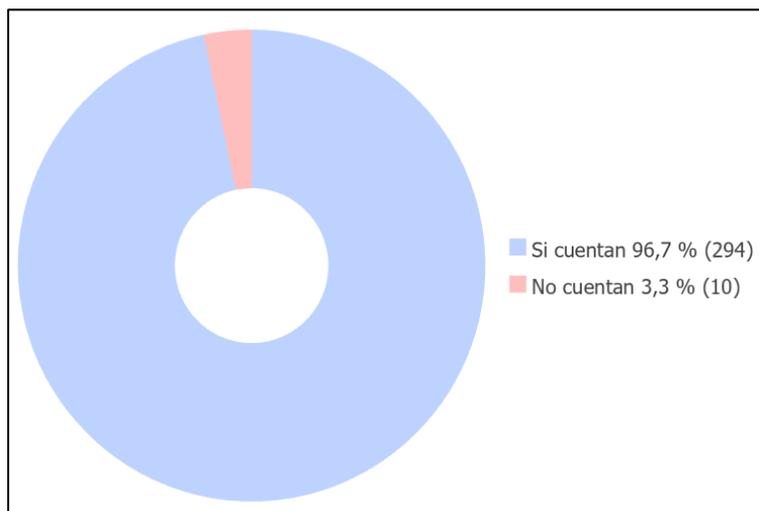
Nota. Elaboración propia.

Barrio San Pedro

El diagnóstico de agua potable del barrio San Pedro se puede apreciar en el mapa (ver Figura 58). En este mapa se observan lotes dispersos a los alrededores del barrio, con lotes aglomerados principalmente por la Av. Fidel Miranda, así como terrenos vacíos destinados a construcciones futuras. Los resultados de la encuesta revelaron que el 96.7 % de viviendas (294 viviendas) cuenta con el servicio de agua potable, mientras que el 3.3 % de viviendas (10 viviendas) no cuenta con dicho servicio (ver Figura 57). Por otro lado, se determinó que las viviendas cuentan con el servicio de agua 4 a 3 horas al día, aproximadamente. Respecto a la presión de agua, se tiene en la parte noreste una altura de presión de 8 a 10 m, mientras que en la parte suroeste se tiene una presión de 5 m y en muchas zonas 3 m de presión. Otro problema percibido es que en época de lluvia el agua llega turbia.

Figura 57

Gráfico del diagnóstico de agua potable del barrio San Pedro



Nota. Elaboración propia.

Barrio San Pablo

El diagnóstico de agua potable del barrio San Pablo se puede apreciar en el mapa (ver Figura 60). En este mapa se observan lotes dispersos en la parte este y lotes aglomerados en la parte norte, principalmente en los alrededores del Jr. Coronel Cisneros, así como terrenos vacíos destinados a construcciones futuras. Los resultados de la encuesta revelaron que el 83.7 % de viviendas (247 viviendas) cuenta con el servicio de agua potable, mientras que el 16.30 % de viviendas (48 viviendas) no cuenta con este servicio (ver Figura 59). Por otro lado, se determinó que las viviendas cuentan con el servicio de agua 2 a 3 horas al día, aproximadamente. Respecto a la presión de agua, se tiene en la parte noreste una altura de presión de 8 a 10 m, mientras que en la parte suroeste se tiene una presión de 5 m o en muchas zonas 3 m. Otro problema percibido es que en época de lluvia el agua llega turbia.

Figura 59

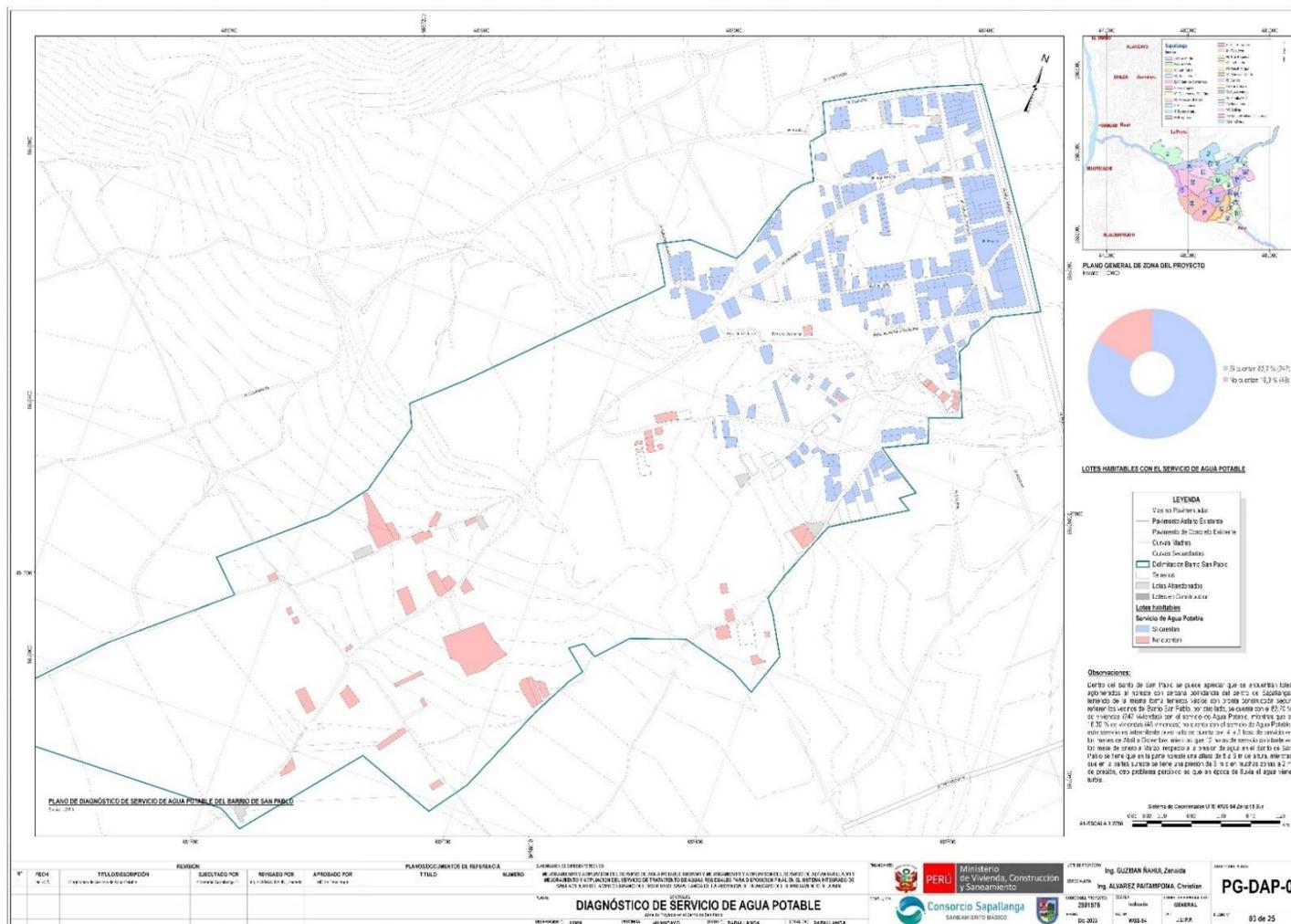
Gráfico del diagnóstico de agua potable del barrio San Pablo



Nota. Elaboración propia.

Figura 60

Mapa del diagnóstico de agua potable del barrio San Pablo



Nota. Elaboración propia.

Barrio Nueva Vida 1

El diagnóstico de agua potable del barrio Nueva Vida 1 se puede apreciar en el mapa (ver Figura 62). En este mapa se observan lotes ordenados en todo el barrio, con presencia de terrenos vacíos destinados a construcciones futuras. Los resultados de la encuesta revelaron que el 93.3 % de viviendas (182 viviendas) cuenta con el servicio de agua potable, mientras que el 6.7 % de viviendas (13 viviendas) no cuenta con este servicio (ver Figura 61). Por otro lado, se determinó que las viviendas cuentan con el servicio de agua 4 a 3 al día. Otro problema percibido es que en época de lluvia el agua llega turbia.

Figura 61

Gráfico del diagnóstico de agua potable del barrio Nueva Vida 1



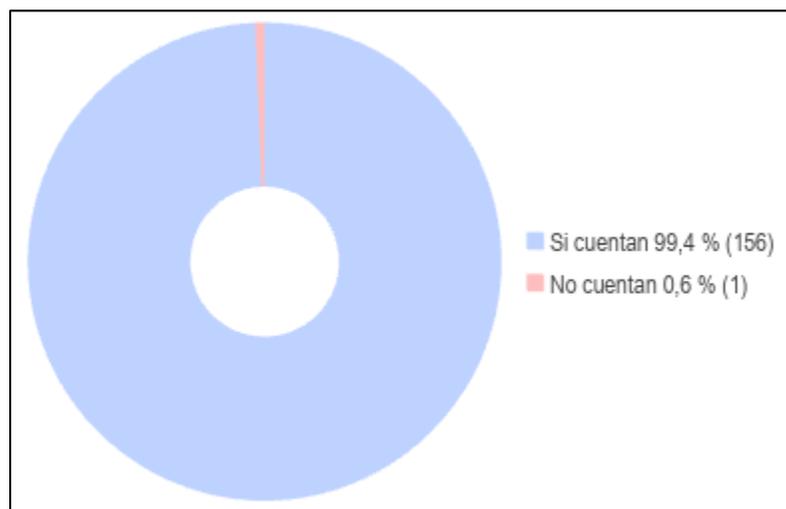
Nota. Elaboración propia.

Barrio Virgen de Cocharcas

El diagnóstico de agua potable del barrio Virgen de Cocharcas se puede apreciar en el mapa (ver Figura 64). En este mapa se observan lotes aglomerados en la parte noroeste del barrio, principalmente en los alrededores de la Av. Manantial, mientras que lotes dispersos en la parte sur, así como terrenos vacíos destinados a construcciones futuras. Los resultados de la encuesta revelaron que el 99.4 % de viviendas (156 viviendas) cuenta con el servicio de agua potable, mientras que el 0.6 % de viviendas (1 vivienda) no cuenta con este servicio (ver Figura 63). Por otro lado, se determinó que las viviendas cuentan con el servicio de agua 4 a 3 horas al día, aproximadamente. Otro problema percibido es que en época de lluvia el agua llega turbia.

Figura 63

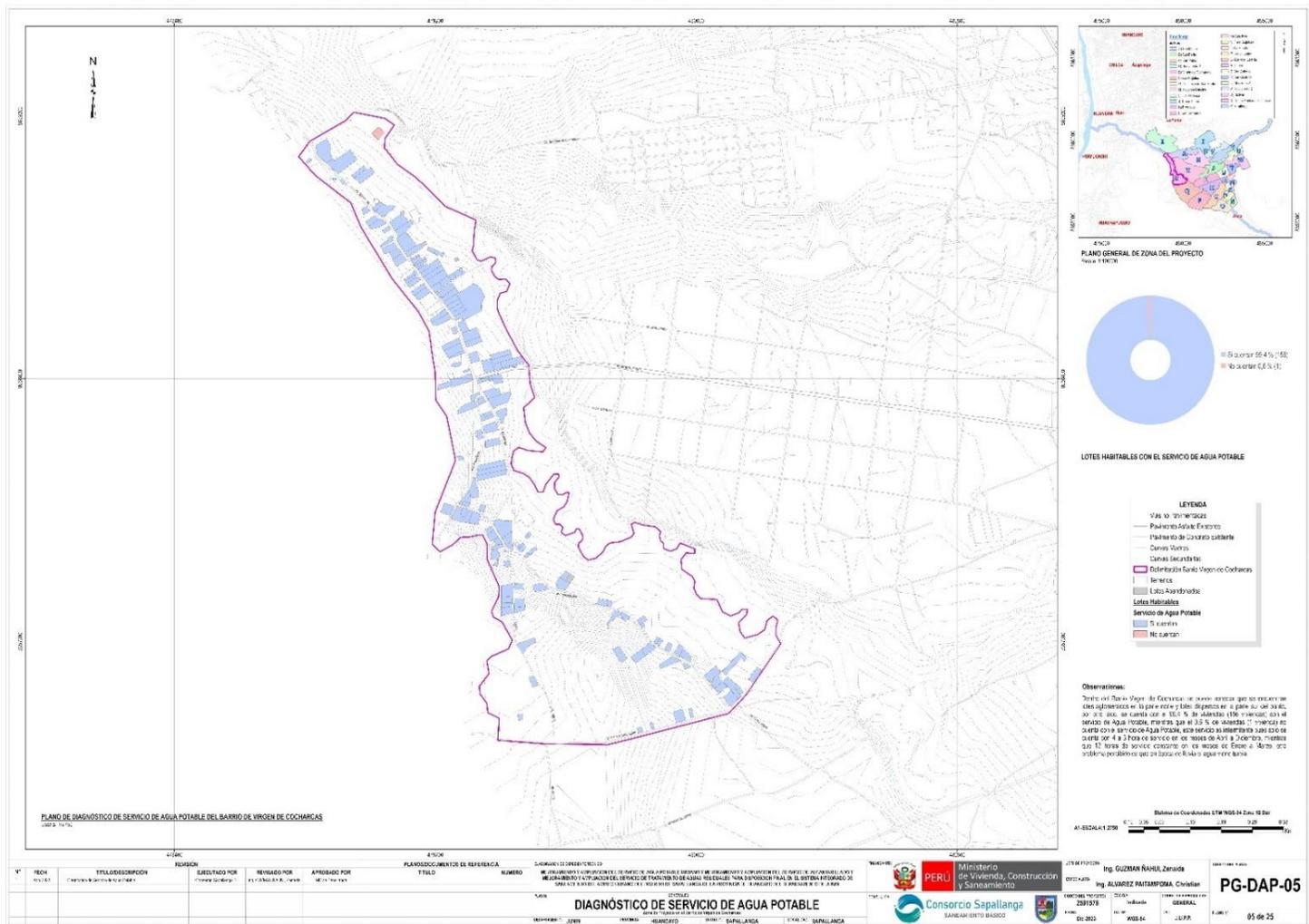
Gráfico del diagnóstico de agua potable del barrio Virgen de Cocharcas



Nota. Elaboración propia.

Figura 64

Mapa del diagnóstico de agua potable del barrio Virgen de Cocharcas



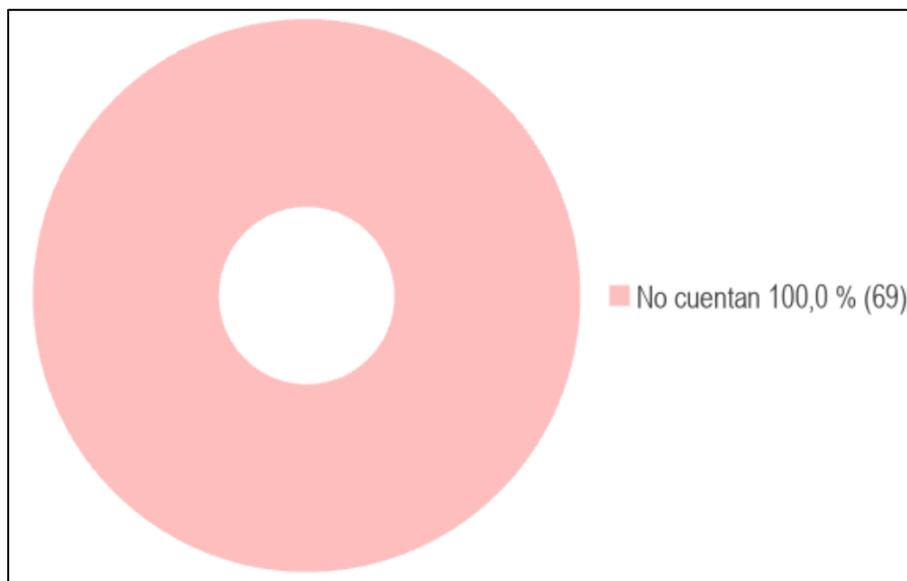
Nota. Elaboración propia.

Barrio Los Ángeles

El diagnóstico de agua potable del barrio Los Ángeles se puede apreciar en el mapa (ver Figura 66). En este mapa se observan lotes dispersos en todo el barrio, así como terrenos vacíos destinados a construcciones futuras. Los resultados de la encuesta revelaron que el 100 % de viviendas (69 viviendas) no cuenta con el servicio de agua potable (ver Figura 65), lo cual acarrea graves problemas a la salud debido a que el agua es de vital importancia para a la alimentación y el cuidado de la salud. Aunque los pobladores no cuentan con agua potable, la mayoría de las familias se abastece mediante pozos construidos por ellos mismos, mientras que otros obtienen agua de familiares que sí disponen del servicio.

Figura 65

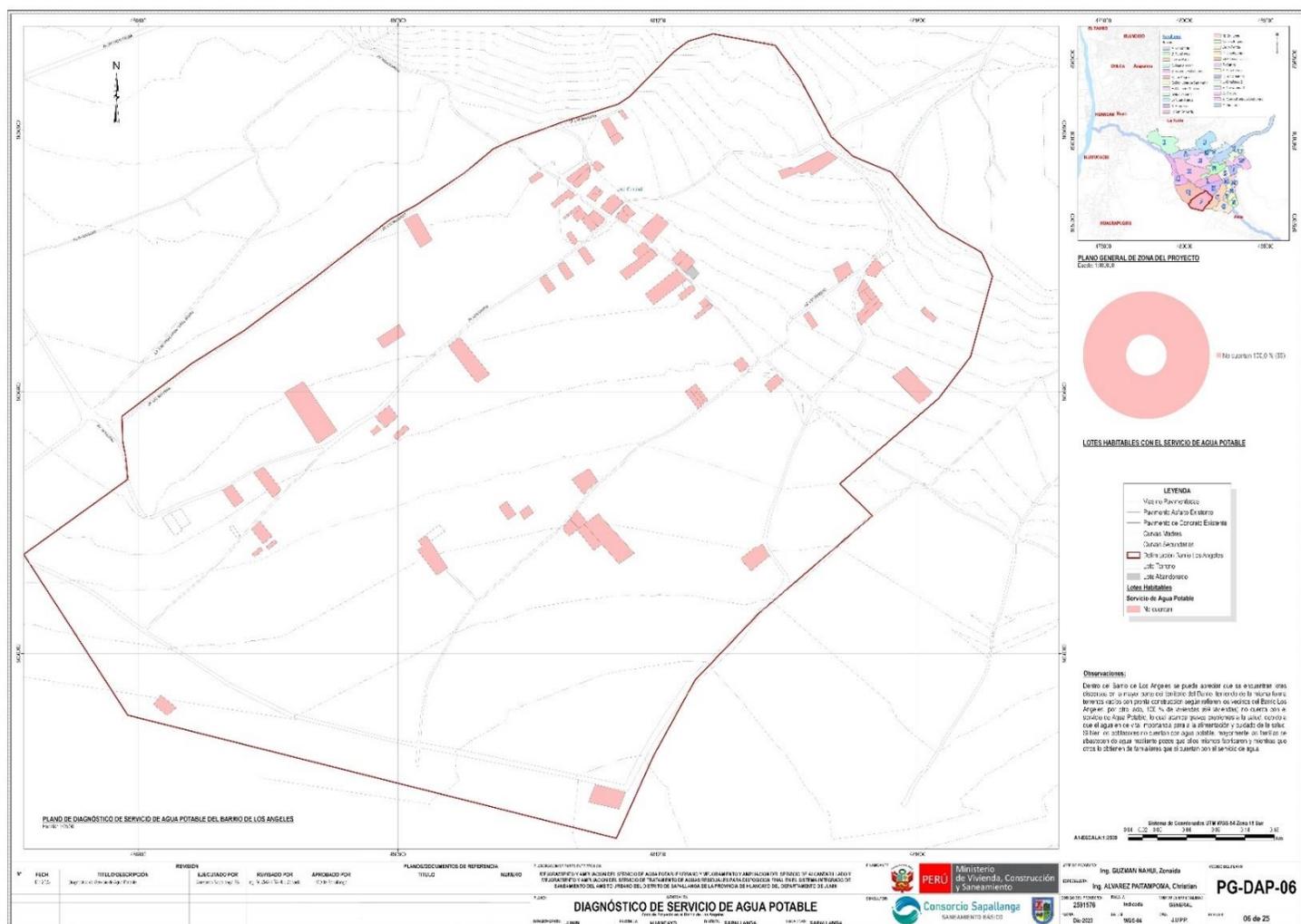
Gráfico del diagnóstico de agua potable del barrio Los Ángeles



Nota. Elaboración propia.

Figura 66

Mapa del diagnóstico de agua potable del barrio Los Ángeles



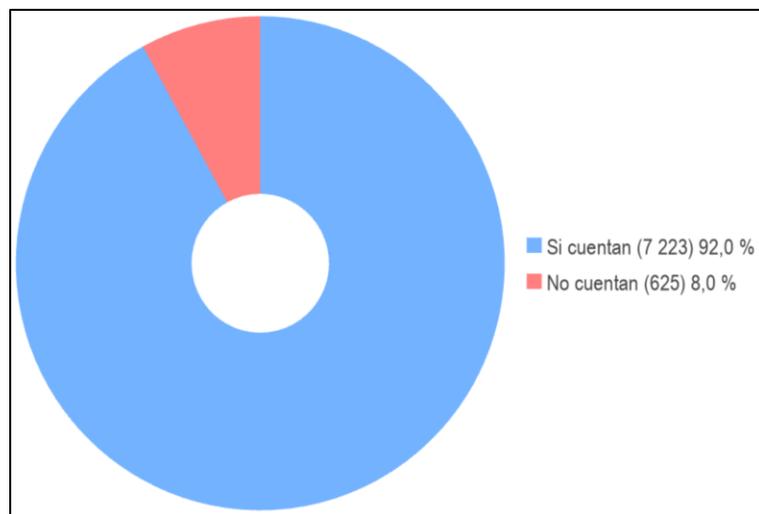
Nota. Elaboración propia.

Diagnóstico Total de Agua Potable

El diagnóstico situacional de agua potable total de la encuesta realizada en todo el distrito de Sapallanga, que comprende un total de 25 barrios identificados, se puede apreciar en el mapa (ver Figura 68). En este mapa se tiene un total de 7 848 viviendas habitables, la mayor parte de viviendas se encuentra en el centro del distrito, principalmente en los alrededores de las avenidas principales, como la Calle Real, Av. Ramiro Priale y Av. Ricardo Palma. También presenta una enorme cantidad de terrenos y chacras vacías destinados a construcciones futuras. Como resultado de la encuesta se tuvo que el 92.0 % de viviendas (7 223 viviendas) cuenta con el servicio de agua potable, mientras que el 8.0 % de viviendas (625 vivienda) no cuenta con este servicio (ver Figura 67). Aquellas viviendas que no cuentan con el servicio de agua la obtienen mediante pozos construidos por ellos mismos y de familiares que sí cuentan con el servicio, según mencionan los pobladores.

Figura 67

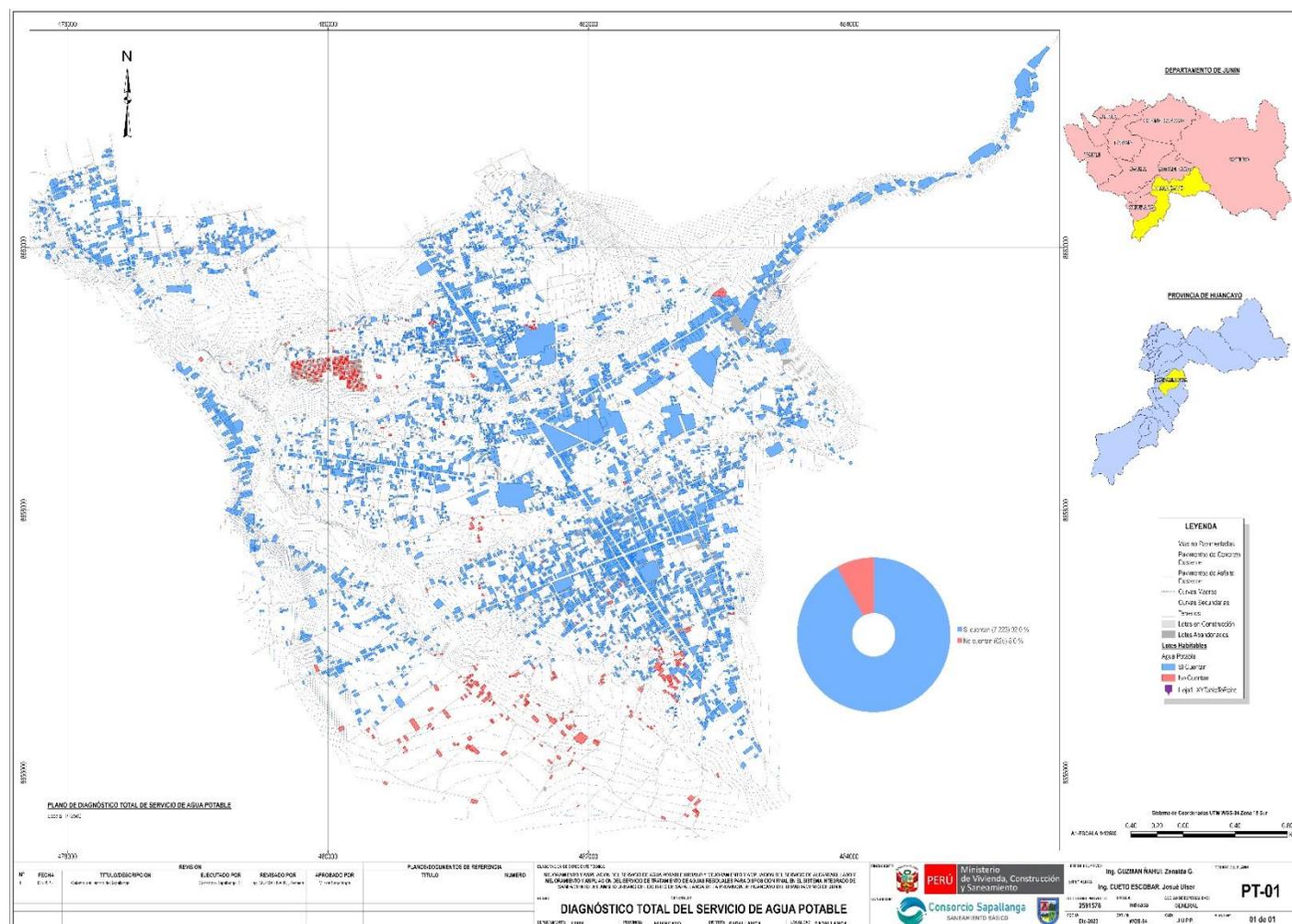
Gráfico del diagnóstico total de agua potable



Nota. Elaboración propia.

Figura 68

Mapa del diagnóstico total de agua potable



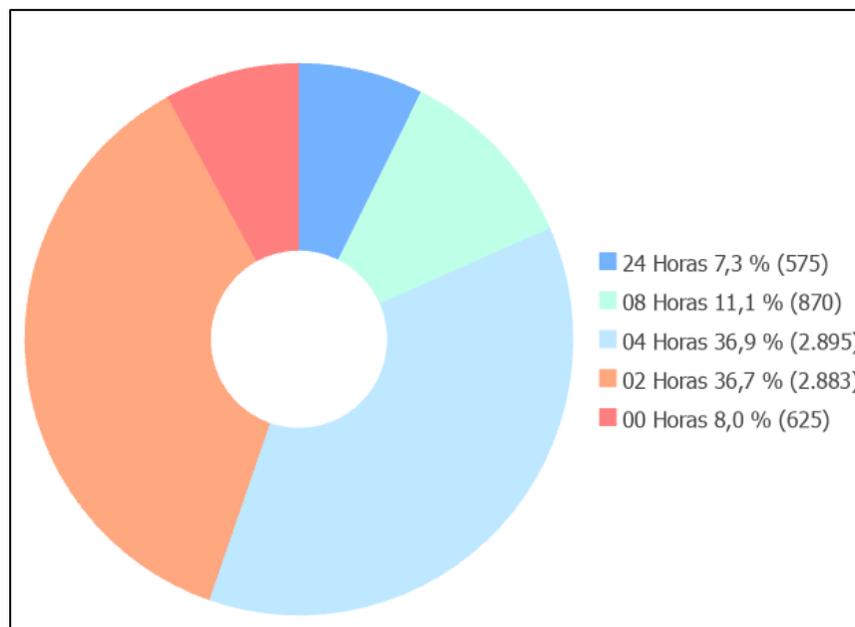
Nota. Elaboración propia.

Diagnóstico Total de Horas de Agua al Día

El diagnóstico total de la cantidad de horas al día que poseen las viviendas el servicio de agua potable se puede apreciar en el mapa (ver Figura 70). Los resultados muestran que solo el 7.3 % (575 viviendas) tiene el acceso al servicio las 24 horas, el 11.1 % (870 viviendas) 8 horas al día, 36.6 % (2 895 viviendas) 4 horas al día, el 36.7 % (2 883 viviendas) tan solo 2 horas al día y, finalmente, el 8 % (625 viviendas) no cuenta con el servicio de agua potable (ver Figura 69).

Figura 69

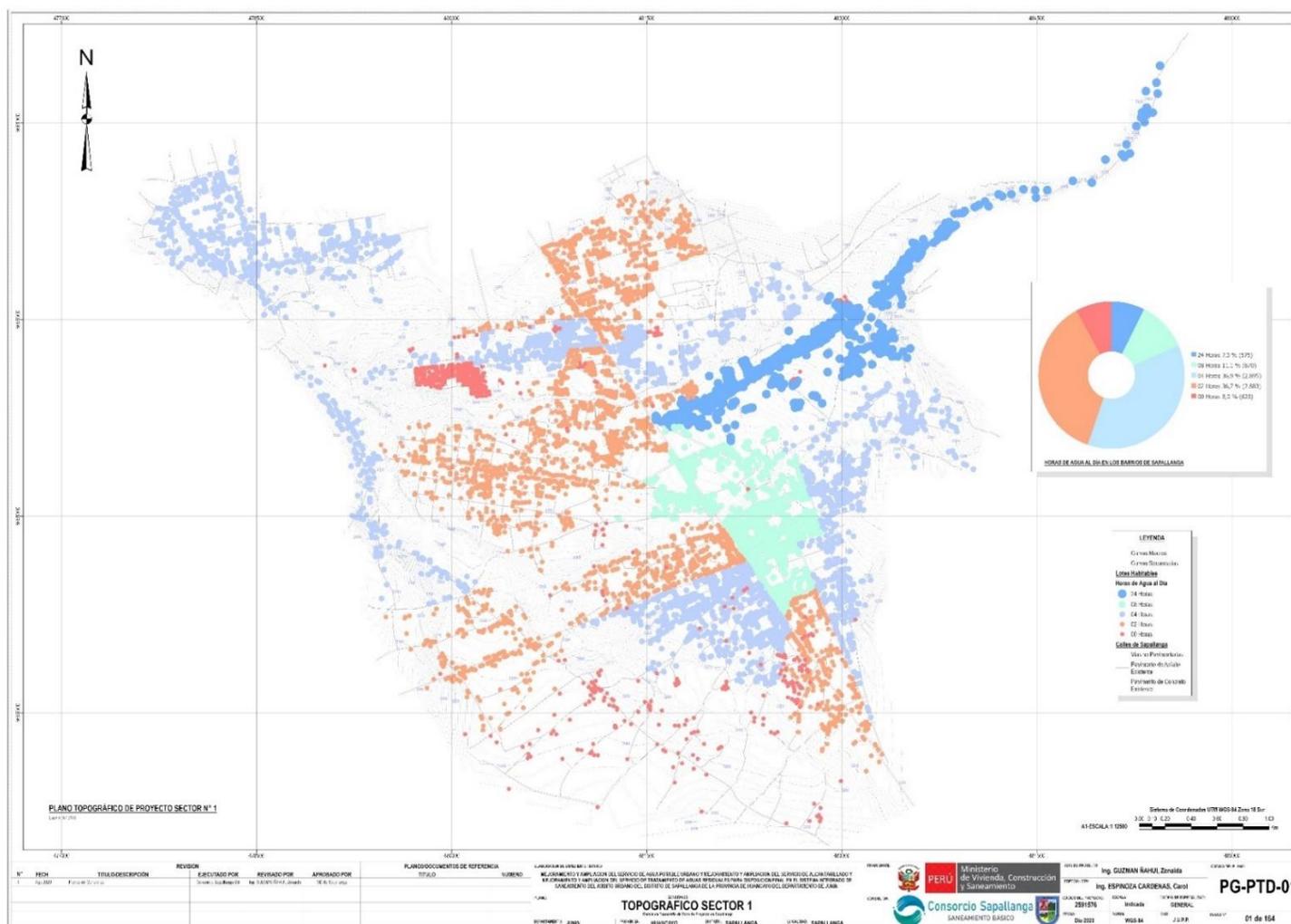
Gráfico de horas al día totales de agua potable



Nota. Elaboración propia.

Figura 70

Mapa de cantidad de horas al día totales de agua potable



Nota. Elaboración propia.

5.1.3. Diagnóstico de Alcantarillado Sanitario

Barrio San Martín

El diagnóstico de alcantarillado sanitario del barrio San Martín se puede apreciar en el mapa (ver Figura 72). En este mapa se observan lotes aglomerados de forma ordenada en la parte sur del mapa, que comprende el barrio de Saputia, añadido para este estudio. Asimismo, existen lotes dispersos en los alrededores de la Av. San Martín de Porras, así como terrenos vacíos destinados a construcciones futuras. Los resultados de la encuesta revelaron que la totalidad del barrio no cuenta con el servicio de alcantarillado sanitario (732 viviendas), por lo que la mayoría de las viviendas cuenta con pozos o silos fabricados por ellos mismos, situación que plantea serios problemas de salud debido a los focos infecciosos en los pobladores. Otro problema identificado es que las épocas de lluvia conllevan escorrentías fuertes e inundaciones de las vías y viviendas.

Figura 71

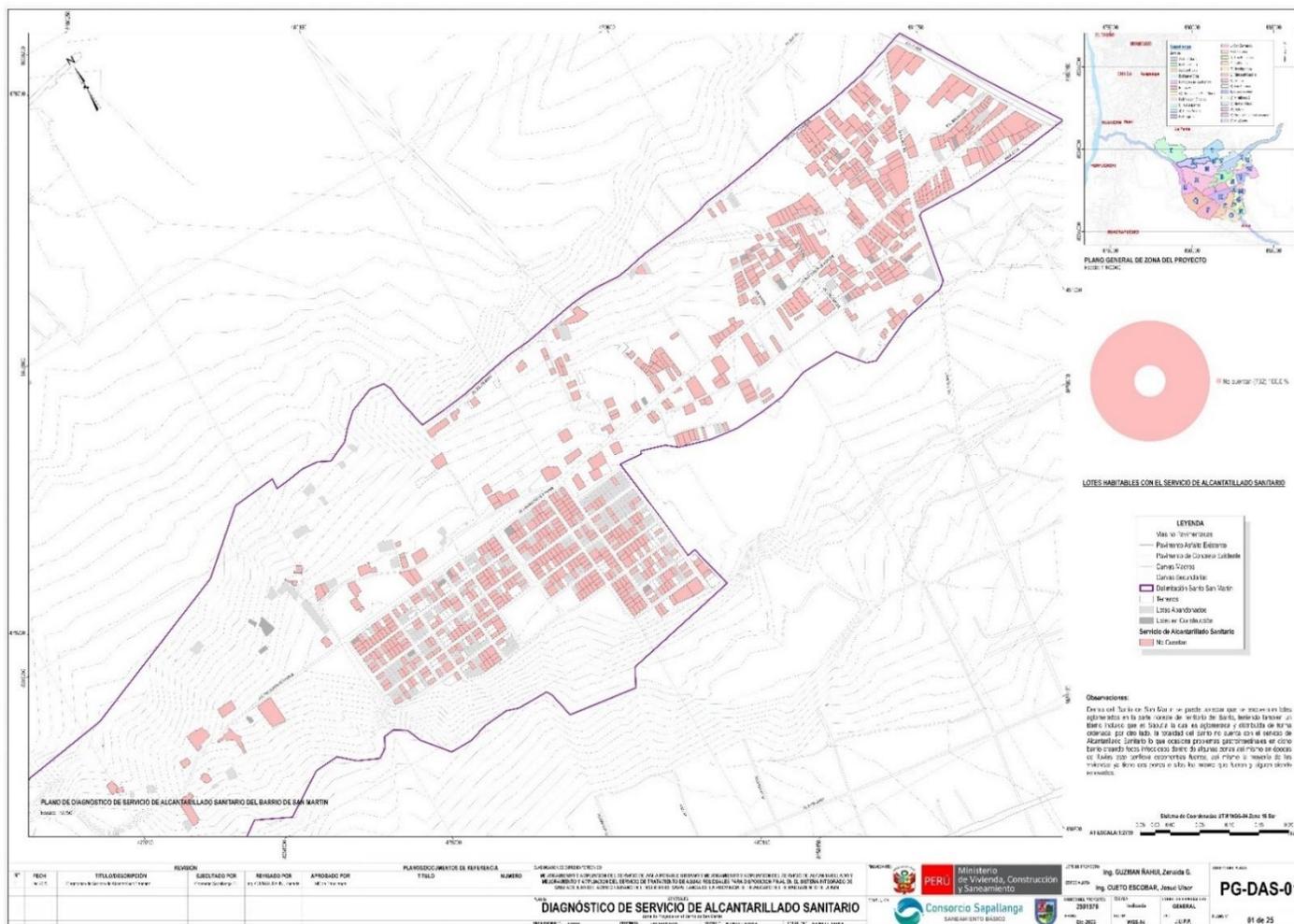
Gráfico del diagnóstico de alcantarillado sanitario del barrio San Martín.



Nota. Elaboración propia.

Figura 72

Mapa del diagnóstico de alcantarillado sanitario del barrio San Martín



Nota. Elaboración propia.

Barrio San Pedro

El diagnóstico de alcantarillado sanitario del barrio San Pedro se puede apreciar en el mapa (ver Figura 74). En este mapa se observan lotes dispersos en los alrededores del barrio, con lotes aglomerados principalmente por la Av. Fidel Miranda, así como terrenos vacíos destinados a construcciones futuras. Los resultados de la encuesta revelaron que el 69.7 % de viviendas (212 viviendas) cuenta con el servicio de alcantarillado sanitario, mientras que el 30.3 % de viviendas (92 viviendas) no cuenta con este servicio (ver Figura 73). Por otro lado, este servicio cuenta en la actualidad con tramos de tubería de PVC de 160 mm y buzones de 1.20 m de radio interno con paredes de 0.20 m y tapas metálicas en mal estado y, en algunos casos, ausentes. Cabe precisar que el desemboque o disposición final de las aguas producto del alcantarillado sanitario desemboca en el Río Quillis. En épocas de lluvia este servicio colapsa por la pendiente y la ubicación de la zona, pues es el punto de descarga final que tiene como caudal de aporte a los barrios de San Cristóbal y Bolívar.

Figura 73

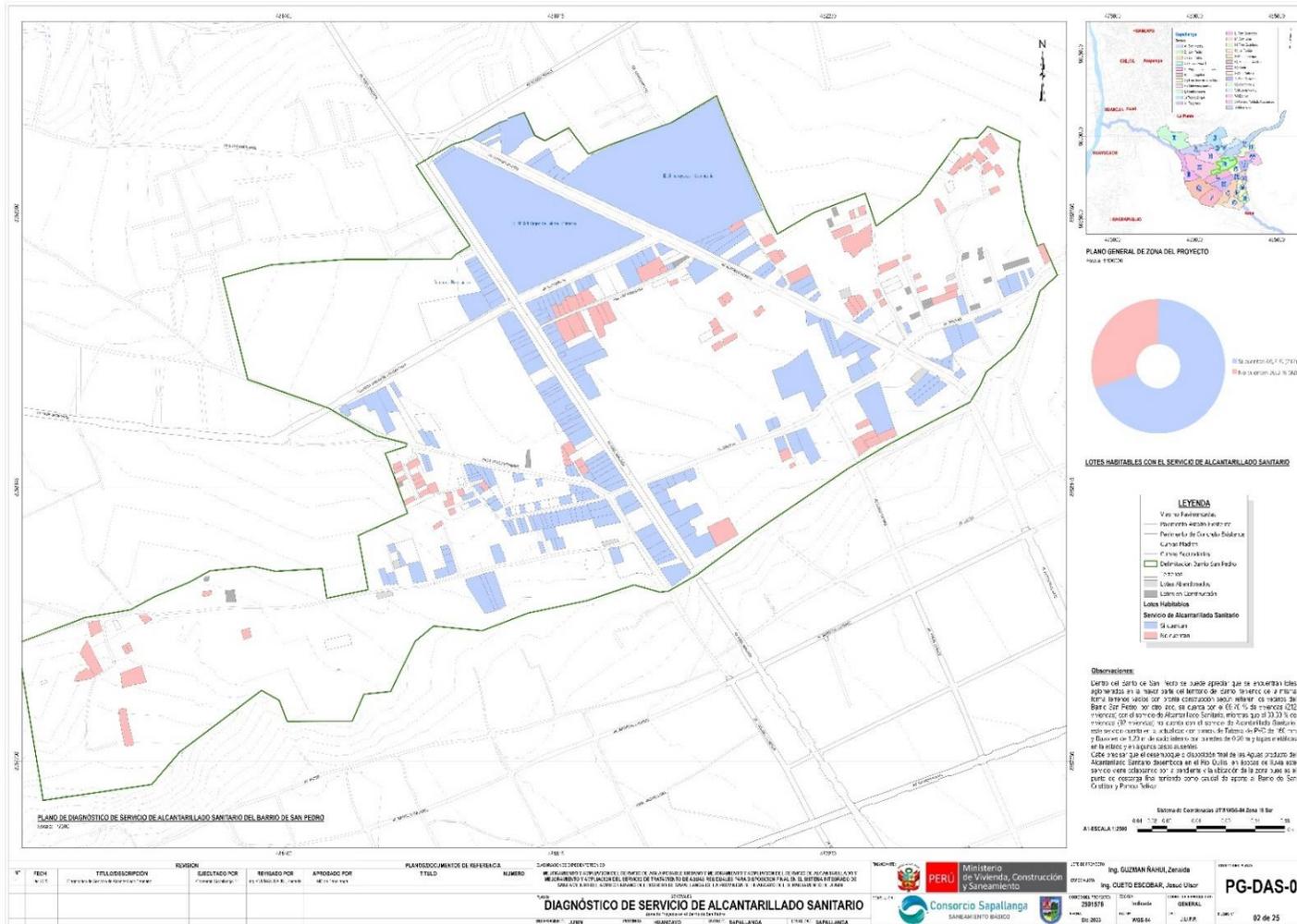
Gráfico del diagnóstico de alcantarillado sanitario del barrio San Pedro



Nota. Elaboración propia.

Figura 74

Mapa del diagnóstico de alcantarillado sanitario del barrio San Martín



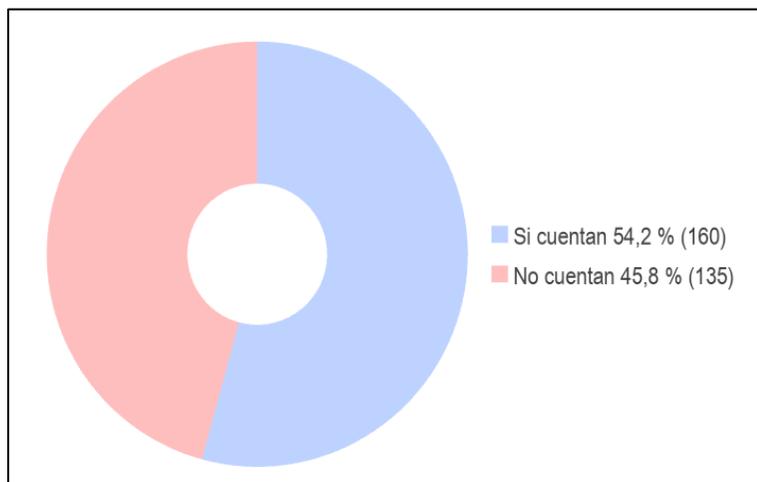
Nota. Elaboración propia.

Barrio San Pablo

El diagnóstico de alcantarillado sanitario del barrio San Pablo se puede apreciar en el mapa (ver Figura 76). En este mapa se observan lotes dispersos en los alrededores del barrio, con lotes aglomerados principalmente por la Av. Fidel Miranda, así como terrenos vacíos destinados a construcciones futuras. Los resultados de la encuesta revelaron que el 54.20 % de viviendas (160 viviendas) cuenta con el servicio de alcantarillado sanitario, mientras que el 45.80 % de viviendas (135 viviendas) no cuenta con este servicio (ver Figura 75). Este servicio cuenta en la actualidad con tramos de tubería de PVC de 160 mm y buzones de 1.20 m de radio interno con paredes de 0.20 m y tapas metálicas en mal estado y, en algunos casos, ausentes. Cabe precisar que el desemboque o disposición final de las aguas producto del alcantarillado sanitario desemboca en dos pozas de oxidación, las mismas que no tienen dirección técnica, y estas a su vez en el Río Chanchas. En épocas de lluvia este servicio colapsa por la pendiente, pues es el punto de descarga final que tiene como caudal de aporte a los barrios de San José y Centro.

Figura 75

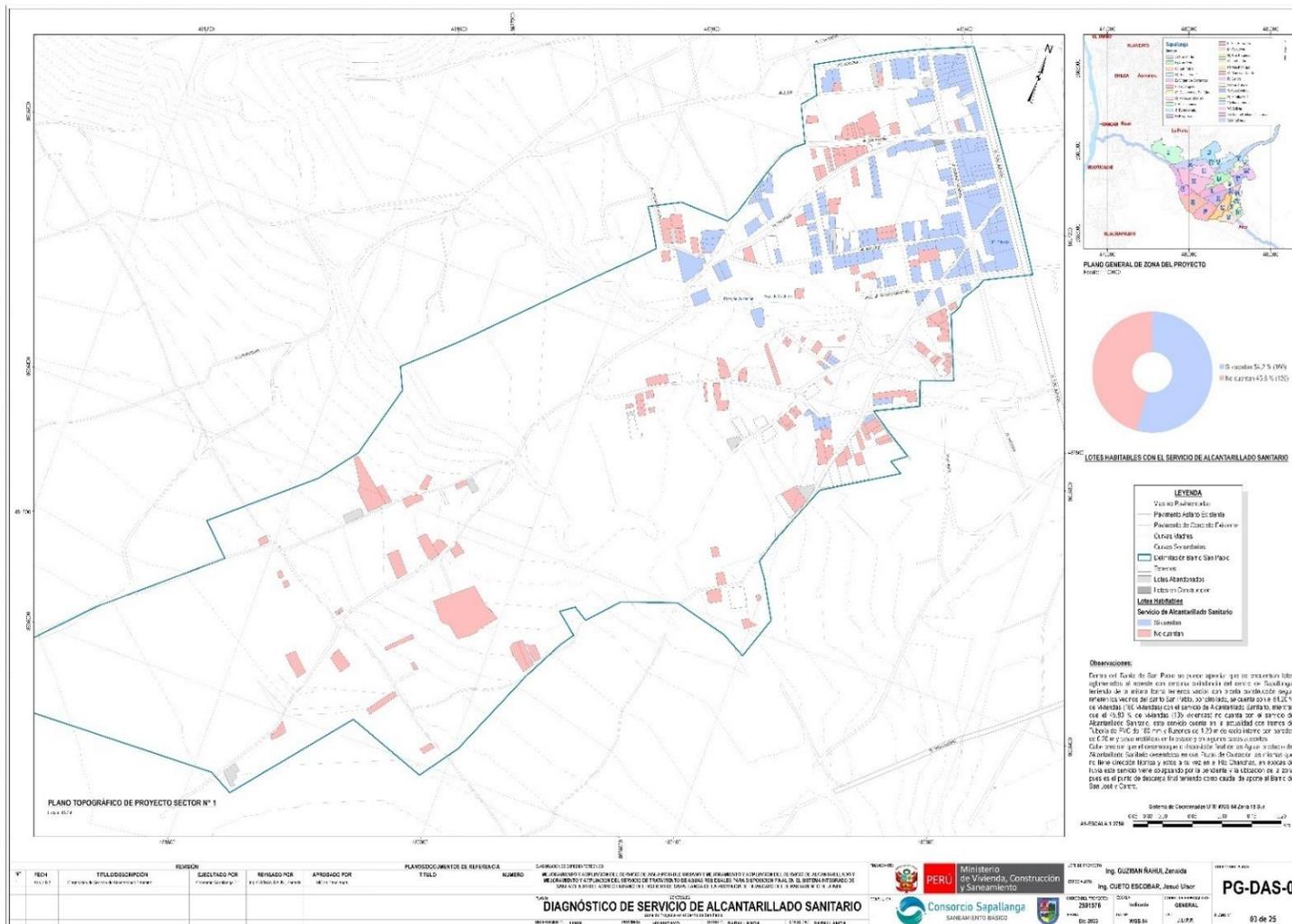
Gráfico del diagnóstico de alcantarillado sanitario del barrio San Pablo



Nota. Elaboración propia.

Figura 76

Mapa del diagnóstico de alcantarillado sanitario del barrio San Pablo



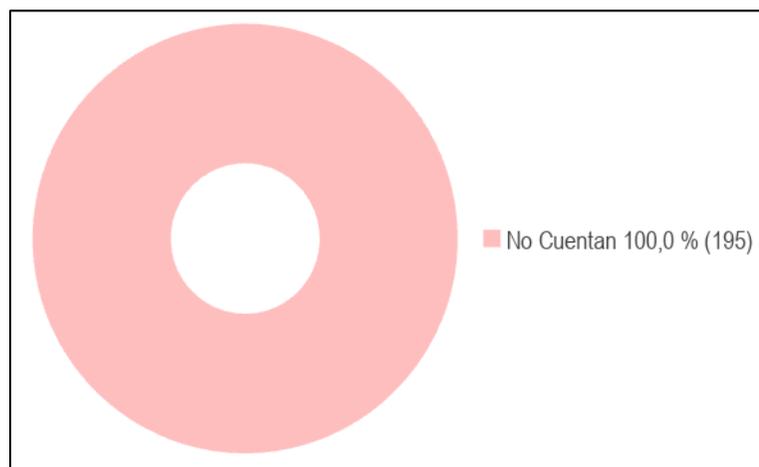
Nota. Elaboración propia.

Barrio Nueva Vida 1

El diagnóstico de alcantarillado sanitario del barrio Nueva Vida 1 se puede apreciar en el mapa (ver Figura 78). En este mapa se observan lotes ordenados en todo el barrio, con presencia de terrenos vacíos destinados a construcciones futuras. Los resultados de la encuesta revelaron que la totalidad del barrio no cuenta con el servicio de alcantarillado sanitario (195 viviendas), por lo que la mayoría de las viviendas cuenta con pozos o silos fabricados por ellos mismos, situación que plantea serios problemas de salud pública y crea focos infecciosos en los pobladores. Otro problema identificado es que, en épocas de lluvia, existen escorrentías fuertes e inundaciones de las vías y viviendas. Si bien el barrio presenta buzones de alcantarillado sanitario, estos no funcionan y están deteriorados.

Figura 77

Gráfico del diagnóstico de alcantarillado sanitario del barrio Nueva Vida



Nota. Elaboración propia.

Figura 78

Mapa del diagnóstico de alcantarillado sanitario del barrio San Pablo



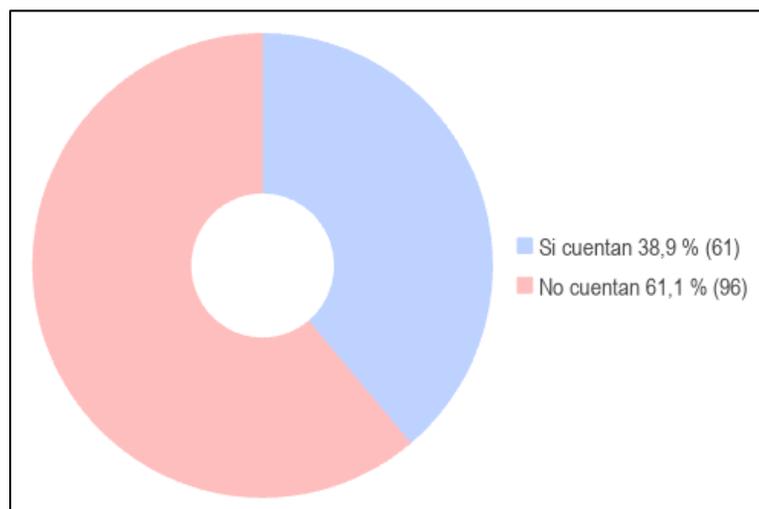
Nota. Elaboración propia.

Barrio Virgen de Cocharcas

El diagnóstico de alcantarillado sanitario del barrio Virgen de Cocharcas se puede apreciar en el mapa (ver Figura 80). En este mapa se observan lotes aglomerados en la parte noroeste del barrio, principalmente en los alrededores de la Av. Manantial, mientras que lotes dispersos en la parte sur, así como terrenos vacíos destinados a construcciones futuras. Los resultados de la encuesta revelaron que el 38.9 % de viviendas (61 viviendas) cuenta con el servicio de alcantarillado sanitario, mientras que el 61.1 % de viviendas (96 viviendas) no cuenta con este servicio (ver Figura 79), por lo que la mayoría de las viviendas cuenta con pozos o silos fabricados por ellos mismos, situación que plantea serios problemas de salud pública y crea focos infecciosos en los pobladores. Otro problema percibido es que en épocas de lluvia existen escorrentías fuertes e inundaciones de las vías y viviendas.

Figura 79

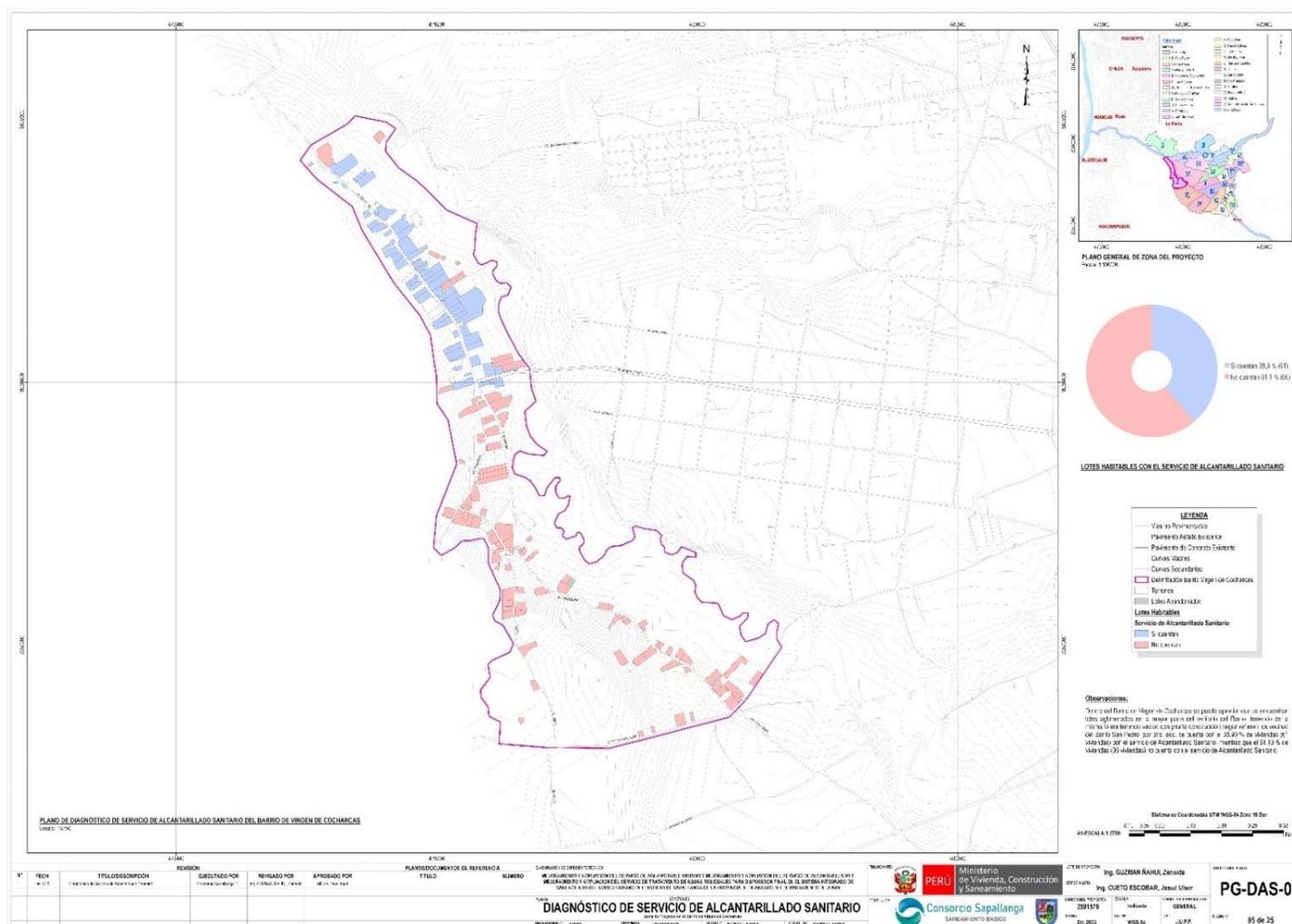
Gráfico del diagnóstico de alcantarillado sanitario del barrio Virgen de Cocharcas



Nota. Elaboración propia.

Figura 80

Mapa del diagnóstico de alcantarillado sanitario del barrio Virgen de Cocharcas



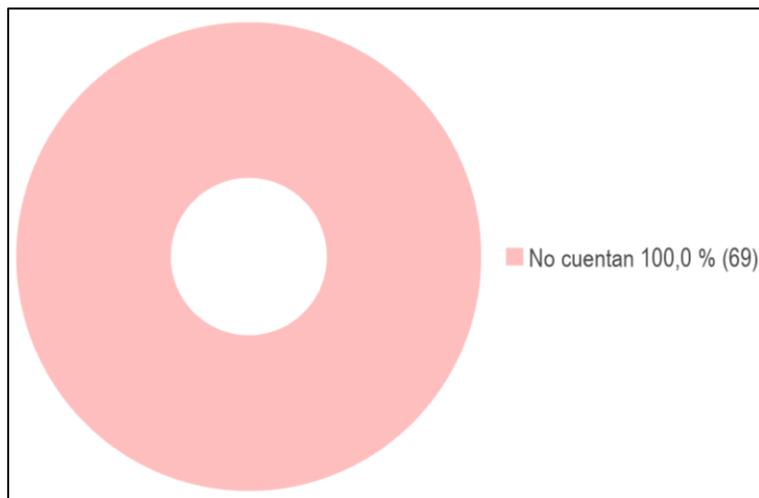
Nota. Elaboración propia.

Barrio Los Ángeles

El diagnóstico de alcantarillado sanitario del barrio Los Ángeles se puede apreciar en el mapa (ver Figura 82). En este mapa se observan lotes dispersos en todo el barrio, así como terrenos vacíos destinados a construcciones futuras. Los resultados de la encuesta revelaron que el 100 % de viviendas (69 viviendas) no cuenta con el servicio de alcantarillado sanitario (ver Figura 81), por lo que la mayoría de las viviendas cuenta con pozos o silos fabricados por ellos mismos, situación que plantea serios problemas de salud pública creando focos infecciosos en los pobladores. Otro problema identificado es que en épocas lluvia existen escorrentías fuertes e inundaciones de las vías y viviendas.

Figura 81

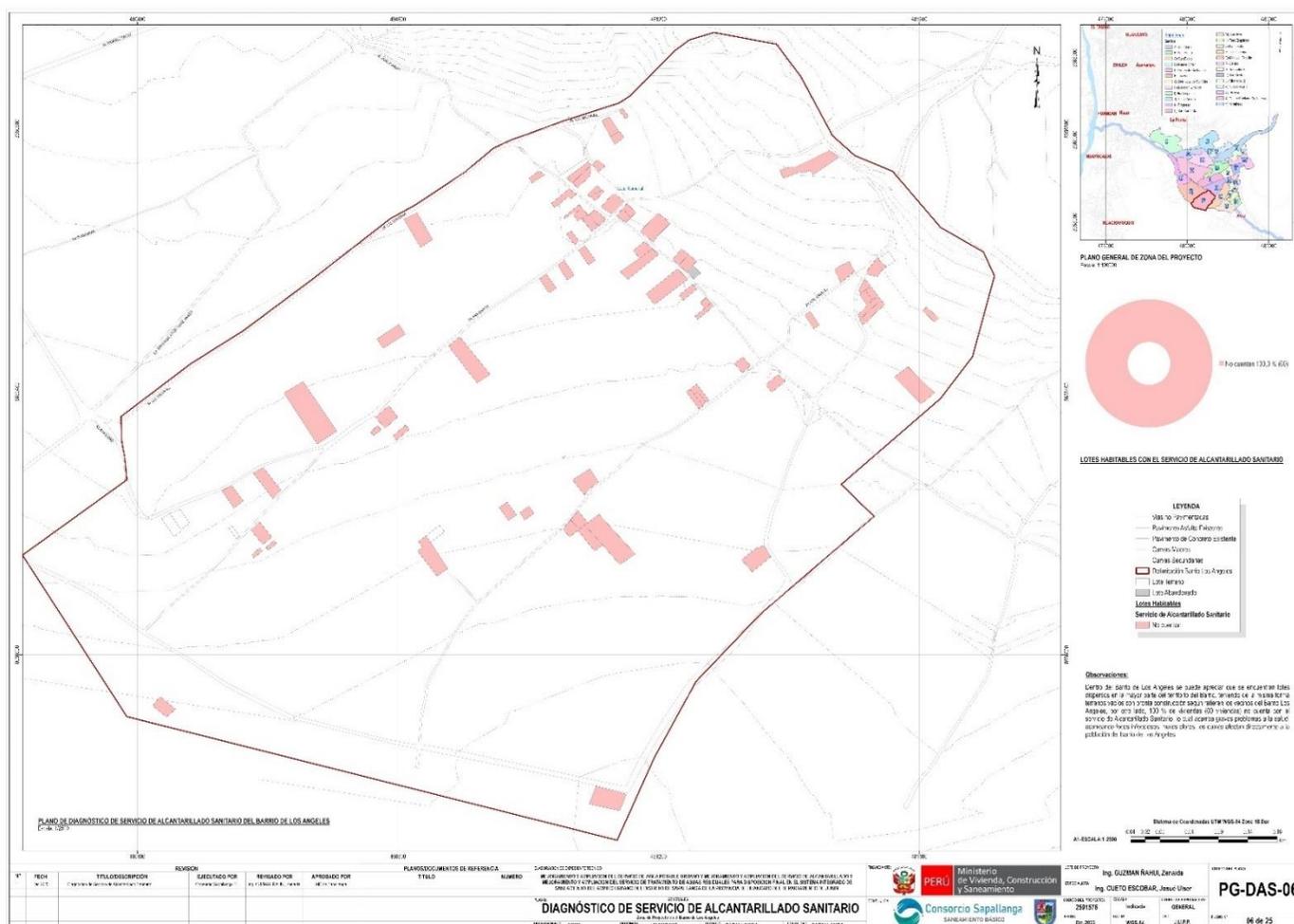
Gráfico del diagnóstico de alcantarillado sanitario del barrio Los Ángeles



Nota. Elaboración propia.

Figura 82

Mapa del diagnóstico de alcantarillado sanitario del barrio Los Ángeles



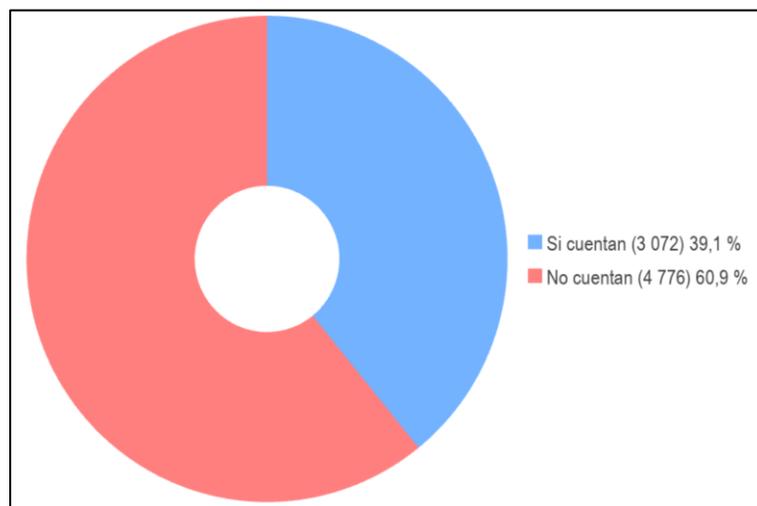
Nota. Elaboración propia.

Diagnóstico Total de Alcantarillado Sanitario

El diagnóstico situacional de alcantarillado sanitario total de la encuesta realizada en todo el distrito de Sapallanga, que comprende un total de 25 barrios identificados, se puede apreciar en el mapa (ver Figura 84). Este mapa tiene un total de 7 848 viviendas habitables, la mayor parte de viviendas se encuentra en el centro del distrito, principalmente en los alrededores de las avenidas principales, como la Calle Real, Av. Ramiro Priale y Av. Ricardo Palma. También presenta una enorme cantidad de terrenos y chacras vacías destinados a construcciones futuras. Como resultado de la encuesta, se tuvo que el 39.1 % de viviendas (3 072 viviendas) cuenta con el servicio de alcantarillado sanitario, mientras que el 60.9 % de viviendas (4 776 viviendas) no cuenta con este servicio (ver Figura 83), por lo que la mayoría de las viviendas cuenta con pozos o silos fabricados por los pobladores mismos, lo cual trae consigo problemas a la salud: diarrea, fiebre, problemas a la piel, entre otras enfermedades relacionadas que afectan principalmente a niños y adultos mayores.

Figura 83

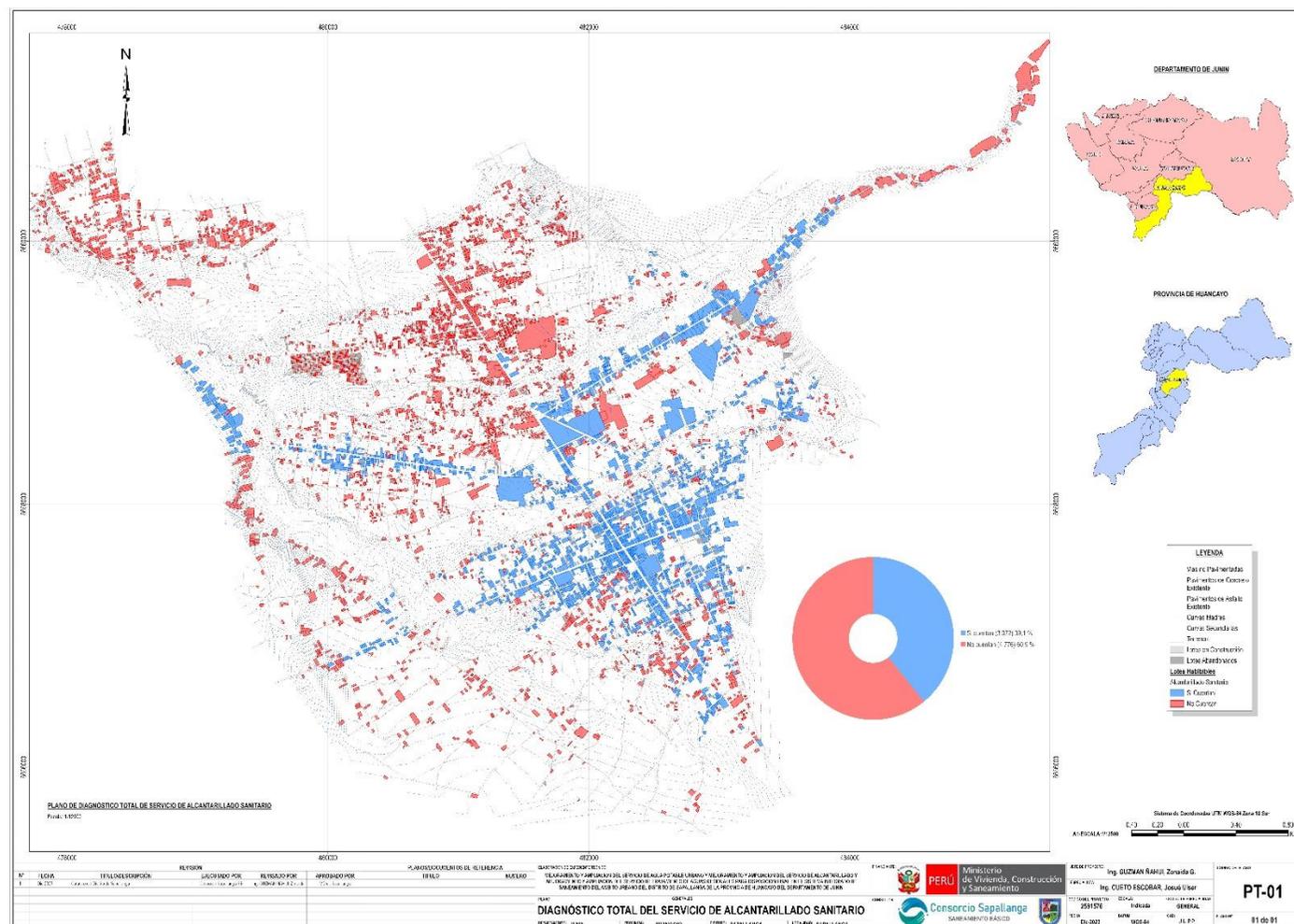
Gráfico del diagnóstico total de alcantarillado sanitario



Nota. Elaboración propia.

Figura 84

Mapa del diagnóstico total de alcantarillado sanitario



Nota. Elaboración propia.

5.2. Logros Alcanzados

Los logros alcanzados como especialista en Sistemas de Información Geográfica dentro de la empresa HANDJ SAC, para la elaboración del diagnóstico situacional del proyecto, son los siguientes:

- La implementación de la fotogrametría mediante el uso del Drone Phantom 4 Pro V2 permitió reducir significativamente el tiempo requerido en comparación con el levantamiento topográfico tradicional.
- Las actividades en campo para la fotogrametría se ejecutaron en el menor tiempo de lo establecido, gracias al apoyo de la municipalidad de Sapallanga que brindó el servicio de movilidad.
- Mediante el uso de herramientas digitales como el ArcGIS Field Maps que recolecta datos en campo para el diagnóstico, se disminuyeron los errores y, lo más importante, se eliminó la necesidad de transcribir la información manualmente mediante el uso de encuestas físicas.
- Mediante las herramientas SIG se consolidó una base de datos geoespacial integral, fácil de manejar y actualizar. Asimismo, permitió la reducción del uso de planos físicos, los cuales son más propensos a deteriorarse y son menos prácticos de manejar en campo.
- El uso de ArcGIS Pro permitió la generación de planos de diagnóstico detallados sobre la cobertura de agua potable y alcantarillado sanitario, lo cual facilitó la creación de mapas temáticos que sintetizan la información recolectada, proporcionando un soporte visual clave para la toma de decisiones y la planificación de futuras intervenciones.

5.3. Dificultades Encontradas

En cuanto a las dificultades encontradas se detalla lo siguiente:

- La gran cantidad de fotos generadas por los vuelos del dron implicó un tiempo prolongado para el procesamiento en el *software* Agisoft Metashape, ello demandó el uso de un equipo con alta capacidad de procesamiento.
- La cantidad significativa de lotes y demás componentes en la zona de estudio generó una base de datos geoespacial extensa para los 25 barrios, lo que requirió mayor tiempo para organizar, analizar y validar la información recolectada.
- En cuanto a la generación de resultados de los planos finales para los 25 barrios, se requirió mayor tiempo para encontrar combinaciones de colores, estilos, grosores de líneas, gráficos y otros elementos que garanticen mapas didácticos y fácilmente interpretables para el público en general.

5.4. Planteamiento de Mejoras

5.4.1. Metodologías Propuestas

En la fotogrametría la metodología de uso de Puntos de Control Terrestre (GCP) para las correcciones de precisión de las fotografías ha sido sustituida por el uso de tecnologías RTK, es decir, drones con RTK (Real-Time Kinematic), lo que permite tener un posicionamiento geoespacial de alta precisión en tiempo real. Al utilizar tecnología GNSS (Sistema Global de Navegación por Satélite) se tendrá una precisión que puede llegar al rango de centímetros. Por ello, se propuso el uso del dron Mavic 3 Enterprise que, a diferencia del dron Phantom 4 Pro V2 usado en el proyecto, posee diferencias clave que permiten realizar el trabajo de mejor manera.

5.4.2. Descripción de la Implementación

Mediante la implementación del dron Mavic 3 Enterprise RTK, en primera instancia se espera capacitar al personal para el uso del equipo en los procesos de planeación de vuelo, ejecución de vuelo, recopilación de datos y proceso de obtención de los productos fotogramétricos mediante los *softwares* establecidos. Esto permitirá a la empresa reducir el tiempo y los recursos en la ejecución de los vuelos fotogramétricos, aumentar la eficiencia en proyectos de gran envergadura mediante la capacidad de vuelo más largo, mayor autonomía y tecnología RTK integrada.

5.5. Análisis

En comparación con el dron Phantom 4 Pro V2, el Mavic 3 Enterprise posee las siguientes características, las cuales podrían mejorar los trabajos topográficos:

- Precisión mediante RTK: el Mavic 3 Enterprise tiene un módulo RTK integrado para precisión centimétrica, mientras que el Phantom 4 Pro solo puede incluir RTK como accesorio opcional; para el caso de la empresa, el dron no posee RTK.
- Portabilidad: el Mavic 3 es más compacto y fácil de transportar, ya que la estructura del dron es plegable, mientras que el Phantom no es plegable y por tanto difícil de transportar.
- Rango de Vuelo y Transmisión: el Mavic 3 Enterprise tiene un alcance mayor y con mejor transmisión de hasta 15 km, lo cual permite abarcar una mayor área de vuelo, mientras que el Phantom solo hasta 8 km.
- Zoom: el Mavic 3 incluye capacidades de zoom híbrido y teleobjetivo, mientras que el Phantom no tiene zoom.
- Autonomía: el Mavic 3 ofrece un tiempo de vuelo más prolongado de unos 45 minutos, mientras el dron Phantom tan solo de 20, lo que, en trabajo de campo, demanda más tiempo.

Por ello el uso del dron Mavic 3 Enterprise es ideal para trabajos avanzados y exigentes como levantamientos topográficos de alta precisión, sin la necesidad de uso de Puntos de Control Terrestre (GCP). Asimismo, ofrece una mayor confiabilidad en la recolección de datos geoespaciales, permitiendo la ejecución de levantamientos de alta precisión con menos intervenciones y costos operativos, lo que se traduce en una mejor rentabilidad y competitividad para la empresa. Pero el detalle es que, al ser un equipo más avanzado, su costo es más elevado por tener funciones más avanzadas.

5.6. Aporte del Bachiller en la Empresa

Durante el desarrollo de mis actividades, los aportes realizados se detallan a continuación:

- Implementé los Sistemas de Información Geográfica a la fotogrametría con drones, lo cual permitió optimizar los tiempos de levantamiento de información topográfica, reduciendo significativamente los plazos requeridos para obtener productos de alta precisión como el ortomosaico.
- Mediante el uso de tecnologías GIS como ArcGIS Field Maps para la recolección de datos en campo, eliminé procesos manuales y formularios físicos, lo cual mejoró la calidad y fiabilidad de los datos recolectados.
- Creé bases de datos estructuradas y ordenadas de toda la información recolectada en campo, y creé mapas temáticos, lo que fue clave para el diagnóstico situacional.
- Gestioné con éxito el procesamiento y manejo de grandes volúmenes de datos fotogramétricos y de las encuestas para su posterior procesamiento en los *softwares* especializados.
- Brindé almacenamiento de datos en la nube de ArcGIS Online, maximizando el espacio disponible y asegurando la conservación de información recolectada en campo.
- Contribuí al fortalecimiento del uso de tecnologías modernas dentro de la empresa, promoviendo su integración en futuros proyectos.

Conclusiones

Conclusiones del trabajo de suficiencia profesional

Se elaboró el diagnóstico situacional de agua potable y alcantarillado sanitario de la población del distrito de Sapallanga para el proyecto de inversión pública de “Mejoramiento y ampliación del servicio de agua potable urbano, mejoramiento y ampliación del servicio de alcantarillado, y mejoramiento y ampliación del servicio de tratamiento de aguas residuales para disposición final en el sistema integrado de saneamiento del ámbito urbano del distrito de Sapallanga de la provincia de Huancayo del departamento de Junín”, utilizando exitosamente tecnologías en Sistemas de Información Geográfica, tales como los drones para la fotogrametría, el uso de equipos GNSS, la aplicación de formularios inteligentes para la realización de las encuestas mediante ArcGIS Field Maps y el diseño de mapa temáticos que representen la problemática del distrito de Sapallanga mediante ArcGIS Pro.

Se realizó satisfactoriamente el levantamiento topográfico y catastral mediante el uso del dron Phantom 4 Pro V2, el uso de seis Puntos Geodésicos de orden “C” y el uso de 50 Puntos de Control Terrestre (GCP) para las precisiones correspondientes, dando como producto la generación de un ortomosaico de 3.44 cm/px, lo cual garantizó la elaboración del catastro urbano a un nivel de detalle suficiente para identificar elementos específicos tales como edificaciones, caminos, áreas agrícolas o terrenos vacíos en el área de estudio, un total de 2251.96 ha.

Se logró elaborar y ejecutar la encuesta a la población de Sapallanga. Se identificó un total de 25 barrios y 7 848 viviendas encuestadas. El proceso se realizó mediante la aplicación de ArcGIS Field Maps, una herramienta clave que permitió digitalizar la recolección de datos, eliminando la necesidad de papel. Esta información recopilada fue almacenada directamente en una base de datos geoespacial, lo que facilitó su organización, análisis y posterior integración con otras capas de información del proyecto.

Se logró elaborar un total de 55 mapas temáticos sobre el diagnóstico situacional del acceso a los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario del distrito de Sapallanga. Los mapas temáticos elaborados permitieron diagnosticar con precisión la situación actual de agua potable y alcantarillado en Sapallanga, lo cual permitió identificar áreas críticas con deficiencias significativas en cobertura de los servicios básicos. Estos mapas se consolidaron como herramientas clave para la toma de decisiones, facilitando la priorización de intervenciones y la planificación estratégica de proyectos de saneamiento. Además, su integración con tecnologías GIS garantizó un análisis confiable, estableciendo una base de datos sólida para futuras evaluaciones y mejoras en la infraestructura del distrito.

Conclusiones del diagnóstico situacional de agua potable

Con respecto al estudio del diagnóstico situacional de todo el distrito de Sapallanga respecto del servicio de agua potable, se obtuvo que el 92.0 % de viviendas (7 223 viviendas) cuenta con este servicio, mientras que el 8.0 % de viviendas (625 vivienda) no cuenta con el servicio. Con respecto a la cantidad de horas de agua al día, solo el 7.3 % (575 viviendas) tiene el acceso al servicio las 24 horas, el 11.1 % (870 viviendas) 8 horas al día, 36,6 % (2 895 viviendas) 4 horas al día, el 36.7 % (2 883 viviendas) tan solo 2 horas al día y, finalmente, el 8 % (625 viviendas) no cuenta con el servicio de agua potable.

Si bien la captación de agua para el distrito se realiza a través de dos manantiales, Paccha y Chaclas, estos presentan una infraestructura deteriorada, pues tienen una antigüedad que data del año 1985. Por otro lado, se tiene una línea de conducción en mal estado, pues la profundidad de enterrado de las tuberías es poca, lo que genera averías en gran parte del trayecto de esta línea. Asimismo, se tiene tuberías que conforman esta red con constantes roturas que generan los cortes imprevistos de agua potable en la población. Los reservorios son de concreto armado, el estado es regular, pues tiene apenas nueve años de construido, sus capacidades son de 300 m³ y 500 m³, pero no cumplen con la demanda de almacenamiento para la población futura. La línea de distribución está compuesta por tubos de asbesto en algunas zonas y PVC de Ø 2", 1.5" y ¾". Estas redes están deterioradas por el tiempo de uso, y tienen un mal diseño, lo que genera pérdidas de presión y desabastecimiento en la población.

El estudio destaca la urgente necesidad de implementar estrategias focalizadas para ampliar la cobertura y garantizar el acceso universal a agua potable en el distrito, ya que Sapallanga está experimentando un crecimiento poblacional que podría agravar la situación si no se toman medidas al respecto.

Conclusiones del diagnóstico situacional de alcantarillado sanitario

Con respecto al estudio del diagnóstico situacional del servicio de alcantarillado sanitario en todo el distrito de Sapallanga, se obtuvo que el 39.1 % de viviendas (3 072 viviendas) cuenta con este servicio, mientras que el 60.9 % de viviendas (4 776 viviendas) no cuenta con el servicio, lo cual es alarmante para un distrito en pleno desarrollo y crecimiento.

En el distrito se identificaron cuatro pozos de oxidación que no cumplen con los criterios ambientales, pues causan malos olores y malestar a la población cercana. Si bien Sapallanga posee características urbanas, la falta de un sistema de alcantarillado adecuado ha llevado a que muchas viviendas recurran a sistemas alternativos como pozos o silos; sin embargo, estos sistemas, aunque funcionales a corto plazo, no son sostenibles ni eficientes a medida que la población crece, lo que incrementa el riesgo de contaminación del suelo y de fuentes de agua cercanas, así como de traer problemas a la salud como la diarrea, fiebre, problemas a la piel y otras enfermedades relacionadas que afectan principalmente a niños y adultos mayores.

El estudio también identificó que en áreas donde sí existe alcantarillado, las infraestructuras están desactualizadas y, en algunos casos, presentan problemas de capacidad para manejar el aumento de la demanda. La red de alcantarillado existente no cubre adecuadamente todas las zonas urbanas, y la infraestructura es insuficiente para el crecimiento poblacional que tendrá el distrito en los próximos años.

Estos hallazgos resaltan la necesidad urgente de implementar proyectos de expansión de la red de alcantarillado sanitario, así como la mejora y actualización de las infraestructuras existentes para garantizar un servicio de calidad y adecuado a las necesidades de la población actual y futura. La construcción de nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales y la instalación de sistemas de alcantarillado modernos son esenciales para prevenir futuros problemas ambientales y de salud pública en el distrito de Sapallanga.

Recomendaciones

Para la empresa

Se recomienda el uso de nuevos equipos para la fotogrametría, como lo es el dron Mavic 3 Enterprise RTK, ideal para trabajos avanzados y exigentes de alta precisión que no requieren el uso de Puntos de Control Terrestre (GCP).

Se recomienda a la empresa la adquisición del *software* de ArcGIS pro Enterprise para gestionar, analizar y compartir datos geoespaciales de manera centralizada dentro de la empresa.

Se recomienda realizar capacitaciones a los trabajadores respecto de las nuevas tecnologías en Sistemas de Información Geográfica.

Del diagnóstico situacional de Sapallanga

Se recomienda la implementación de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) para el tratamiento adecuado de las aguas residuales generadas en el distrito de Sapallanga, esto contribuirá a tratar eficientemente las aguas residuales y evitar la contaminación de fuentes de agua y del suelo, conservando así el medio ambiente y mejorando la calidad de vida de la población.

Se recomienda la ampliación y mejora de la infraestructura de agua potable y alcantarillado sanitario, lo cual permita cubrir las zonas donde actualmente no existe este servicio y en zonas con expansión. Es importante que la red de agua y alcantarillado siga estándares de diseño para soportar el crecimiento poblacional y evitar futuras obstrucciones o colapsos.

Se recomienda a las autoridades la capacidad técnica y financiera para que tomen la iniciativa en la ejecución de proyectos de agua potable y alcantarillado, pues la ejecución de proyectos de inversión en Sapallanga es urgente para la población.

Se recomienda la participación activa de los pobladores del distrito de Sapallanga, pues algunos se mostraron reacios a participar en las encuestas. Es importante en las etapas de diseño y ejecución de proyectos, ya que la información proporcionada por la comunidad puede ser clave para tomar mejores decisiones y garantizar que los proyectos respondan adecuadamente a las necesidades reales de los habitantes.

Se recomienda el monitoreo y mantenimiento continuo de infraestructuras existentes, así como de nuevas infraestructuras. Establecer un plan de mantenimiento preventivo y correctivo para las redes de agua potable y alcantarillado existentes. La red de alcantarillado y las plantas de tratamiento deben ser monitoreadas regularmente para detectar posibles fallas o deterioros en las tuberías, y reservorios a fin de evitar averías y garantizar el funcionamiento continuo de los sistemas.

Se recomienda establecer políticas de uso racional y sostenible del agua, fomentando prácticas sostenibles tanto en las viviendas como en las áreas agrícolas. Se pueden promover tecnologías de bajo consumo de agua, como sistemas de riego eficiente y dispositivos de ahorro de agua en los hogares. Además, se deben establecer campañas de concientización sobre la importancia de preservar el recurso hídrico, tanto en términos de su consumo como en su conservación a nivel de fuentes de agua y ecosistemas cercanos.

Bibliografía

1. ONU. Agua y saneamiento. Desarrollo Sostenible. Online. [Accessed 28 November 2024]. Available from: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/El acceso al agua potable, el saneamiento y la higiene representan la necesidad humana más básica para el cuidado de la salud y el bienestar.>
2. ABANYIE, S., *et al.* Water scarcity and its implications on sanitation: A perspective study in an emerging city in Northern Ghana. *Green Technologies and Sustainability*. 1 April 2025. Vol. 3, no. 2, p. 100138. DOI 10.1016/j.grets.2024.100138.
3. ONYIMA, B., *et al.* Livelihood risks arising from urban river pollution in selected marginal communities in the Federal Capital Territory, Nigeria. *Urban Ecosystems*. 1 February 2025. Vol. 28, no. 1, p. 1–12. DOI 10.1007/s11252-024-01646-7.
4. RESHU, G., y MANISHA, A. Future Prospects and Challenges of Big Data with Big Data Problems. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering* 5 September 2019. Vol. 8, no. 10S, p. 343–349. DOI 10.35940/ijitee.J1061.08810S19.
5. UNIVESIDAD NACIONAL DEL NOROESTE. Principios de la Fotogrametría. s.f.
6. SANTOS. Tipos de Drones [Clasificación, Características y Usos] *Grupo UAS*. Online. 27 July 2023. [Accessed 16 December 2024]. Available from: <https://grupo-uas.com/tipos-de-drones/Conoce todas las clases de vehículos aéreos no tripulados según diferentes criterios de clasificación. Estructura, normativa AESA, usos.>
7. TALON, L. 2000: Dron de Ala Fija para fotogrametría, mapeo y cartografía. *Imutatis.org*. Online. [Accessed 24 March 2025]. Available from: https://www.imutatis.org/talon_12000/Dron de Ala Fija para zona de montaña, fotogrametría. Dron para topografía. Drones Perú.
8. MARTÍNEZ, E. Los drones y la privacidad · Espacio & · Herrero & Asociados. H&A. Online. 21 February 2017. [Accessed 24 March 2025]. Available from: <https://www.hyaip.com/es/espacio/los-drones-y-la-privacidad/El uso de drones y sus implicaciones en la protección de las imágenes y los datos personales.>
9. WingtraOne GEN II – Un dron de mapeo para levantamientos topográficos a gran escala. *Wingtra*. Online. [Accessed 24 March 2025]. Available from: <https://wingtra.com/drone-wingtraoneUn dron de mapeo para levantamientos topográficos a gran escala con una calidad de datos inigualable por una fracción del tiempo y el costo.>
10. Especificaciones Phantom 4 Pro V2. *TOPOEQUIPOS PERU*. Online. [Accessed 4 December 2024]. Available from: <https://www.topoequiposperu.com/especificaciones-p4-pro>
11. DJI Phantom 4 Pro+ V2.0 Review. Online. 13 August 2018. [Accessed 24 March 2025]. Available from: [https://www.cameralabs.com/dji-phantom-4-pro-v2-0-review/The DJI Phantom really is the most recognisable \(civil\) drone there is. Earlier versions have been seen in everything from South Park to The Big Bang Theory and for many who have never been near a fl](https://www.cameralabs.com/dji-phantom-4-pro-v2-0-review/The DJI Phantom really is the most recognisable (civil) drone there is. Earlier versions have been seen in everything from South Park to The Big Bang Theory and for many who have never been near a fl)
12. PIX4D. How to use the Region of interest (ROI) in PIX4Dmatic. Online. [Accessed 16 December 2024]. Available from: <https://support.pix4d.com/hc/en-us/articles/4507461073053A Region of interest is a delimiting area to reduce the extent of outputs generated for a project, speed up the processing, or even create sharper outputs.>

13. SAITO, C. Principios Básicos para la correcta planificación de vuelo. PUCP. 2021.
14. PIX4D. Tamaño de pixel en el terreno (GSD). *PIX4D Documentation*. Online. [Accessed 9 December 2024]. Available from: <https://support.pix4d.com/hc/en-us/articles/360033638951> El tamaño de pixel en el terreno (GSD) es la distancia entre dos centros de píxeles consecutivos medidos sobre el terreno.
15. JACOBO, K. ¿Qué es la distancia de muestreo del suelo? (GSD). *Geospectral*. Online. 4 November 2022. [Accessed 9 December 2024]. Available from: <https://geospectral.com.mx/blogs/enterprise/que-es-la-distancia-de-muestreo-del-suelo-gsd> La distancia de muestreo del suelo (GSD) es la distancia entre el centro de dos píxeles consecutivos medidos en el suelo.
16. MAIL, V. Ground sampling distance - Hunze en Aa's. Online. [Accessed 24 March 2025]. Available from: <https://kennis.hunzeenaas.nl/index.php/Id-e3f2edbd-a7fc-4539-aa38-0beb00b05904>
17. MACÍAS, S. Fotogrametría Digital: adquisición de fotografías aéreas con dron. Facultad de Ingeniería, UNAM. 2021.
18. SÁNCHEZ, S., *et al.* Integración de nubes de puntos generadas a partir de técnicas de fotogrametría aérea por multicorrelación en zonas urbanizadas. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid. 2018.
19. Nubes de Puntos: Todo lo que necesitas saber | Alianza Bim. Online. 30 November 2023. [Accessed 24 March 2025]. Available from: <https://alianzabim.com/blog/nube-de-puntos-todo-lo-que-necesitas-saber/Las-nubes-de-puntos-desempeñan-un-papel-fundamental-en-el-modelado-3D-y-las-visualizaciones>.
20. ESRI. Modelos digitales de elevación—Conceptos relacionados | Documentación. Online. [Accessed 16 December 2024]. Available from: <https://learn.arcgis.com/es/related-concepts/digital-elevation-models.htm>
21. TORRADO, J., *et al.* Ortomosaicos y modelos digitales de elevación generados a partir de imágenes tomadas con sistemas UAV. 2016. Vol. 20, no. 50. DOI <http://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2016.4.a09>.
22. Curso Fotogrametría con Drones. Colombia Dron Club. Online. [Accessed 24 March 2025]. Available from: <https://colombiadron.club/cursos-para-pilotos-de-dron/curso-fotogrametria-con-drones/>
23. BERNÉ, J., *et al.* GNSS. GPS: fundamentos y aplicaciones en Geomática. Universidad Politécnica de Valencia. 2014.
24. GOULART, L. Representações -Geoide, Elipsoide e Relevo Topográfico. *ResearchGate*. Online. [Accessed 24 March 2025].
25. PUCP, Departamento de Ingeniería. *Geodesia Espacial*.
26. ESRI. Qué son los sistemas de coordenadas geográficas—ArcMap | Documentación. *ArcGIS Desktop*. Online. [Accessed 23 December 2024]. Available from: <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/map/projections/about-geographic-coordinate-systems.htm>

27. NADIA. Sistemas de Referencia de Coordenadas. siglibreuruguay. Online. 23 December 2015. [Accessed 24 March 2025]. Available from: <https://siglibreuruguay.wordpress.com/2015/12/23/sistemas-de-referencia-de-coordenadas/>
28. IBM. Sistema de Coordenadas Proyectadas. *IBM Documentation*. Online. 21 June 2024. [Accessed 23 December 2024].
29. Proyecciones: los Husos · GitBook. *CateduGithub*. Online. [Accessed 24 March 2025]. Available from: <https://catedu.github.io/cartografia-para-montaneros/9-proyecciones-los-husos.html>
30. IGN. Norma Técnica Geodésica, Especificaciones Técnicas para el Posicionamiento Geodésico Estático Relativo con receptores del Sistema Satelital de Navegación Global. Lima. 2024.
31. ENTERPRISE, D. Cómo optimizar la colocación de tus puntos de control terrestre. Online. [Accessed 23 December 2024]. Available from: <https://enterprise-insights.dji.com/es/blog/puntos-de-control-terrestre-drones>.
32. ROBERTO. Puntos de control para drones y plantillas de dianas. Gis&Beers. Online. 4 March 2018. [Accessed 24 March 2025].
33. RINCÓN, M., *et al.* Topografía Conceptos y Aplicaciones. Online. ECOE. [Accessed 23 December 2021]. Available from: <https://www.ecoediciones.com/wp-content/uploads/2018/02/Topograf%C3%ADa-Conceptos-y-aplicaciones-ebook.pdf?srltid=AfmBOoom4gYokFd3SfOKwY8w2W20HDyb6JW6KC9Wo3L7NQIz85QJZC5C>
34. INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL. Conceptos Cartográficos. España: Gobierno de España. s.f.
35. ESRI. ¿Qué son los SIG? | Tecnología de representación cartográfica con sistemas de información geográfica. Online. [Accessed 23 December 2024]. Available from: <https://www.esri.com/es-es/what-is-gis/overview> Encuentre la definición de SIG.
36. TELEMÁTICA. *Bienvenidos a los GIS*.
37. ESRI. ¿Qué es ArcGIS? | ArcGIS Resource Center. Online. [Accessed 23 December 2024]. Available from: <https://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n00000014000000.htm>
38. ESRI. ArcGIS Pro | Software de mapeo 2D, 3D y 4D | SIG Aeroterra. Online. [Accessed 24 March 2025]. Available from: <https://www.aeroterra.com/es-ar/productos/arcgis-pro/introduccion> La poderosa aplicación SIG de escritorio repleta de funciones que permite transformar los datos en mapas e información accionable.
39. ESRI. Introducing ArcGIS Field Maps. *ArcGIS Blog*. Online. [Accessed 24 March 2025]. Available from: <https://www.esri.com/arcgis-blog/products/apps/field-mobility/introducing-arcgis-field-maps/> ArcGIS Field Maps is Esri's new premier maps app on iOS and Android devices.
40. METASHAPE. Cotecmi. Online. [Accessed 24 March 2025]. Available from: <https://cotecmi.com/producto/metashape/>

41. PHILLIPS, Alan. DroneDeploy: Enterprise Grade or Not? *DRONELIFE*. Online. 7 November 2016. [Accessed 24 March 2025]. Available from: <https://dronelife.com/2016/11/07/dronedeploy-enterprise-grade-not/>This post analyzes the new DroneDeploy app market workflow integration with Autodesk, John Deere, and Box and its industrial uses.

ANEXOS

ANEXO 1: Gráficas de Agua Potable de cada barrio



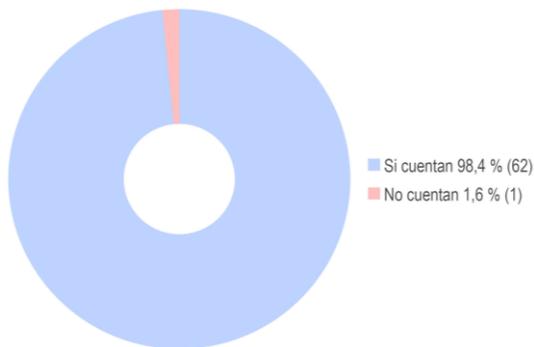
L) Barrio San Bernardo



M) Barrio San José



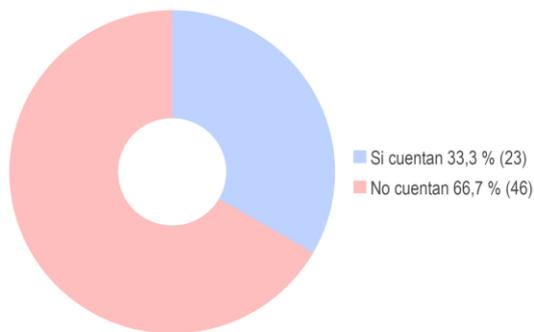
N) Barrio Tres Esquinas



O) Barrio La Florida



P) Barrio Uchushpampa



Q) Barrio Mariscal Castilla



R) Barrio Centro



S) Barrio San Antonio



T) Barrio San Cristobal



U) Barrio Miraflores 2



V) Barrio Nueva Vida 2



W) Barrio Bolivar



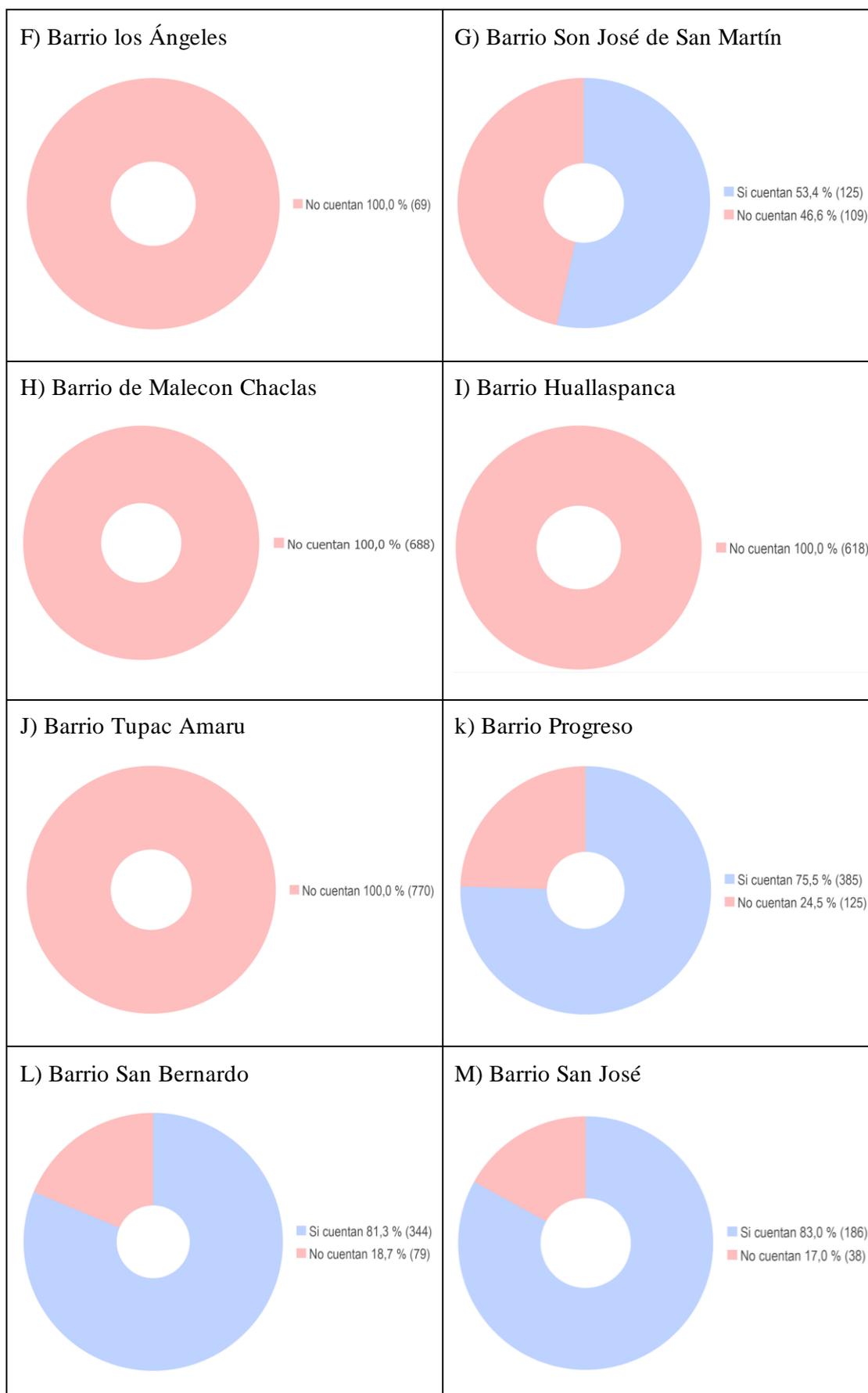
X) Barrio del Centro Poblado Cocharcas

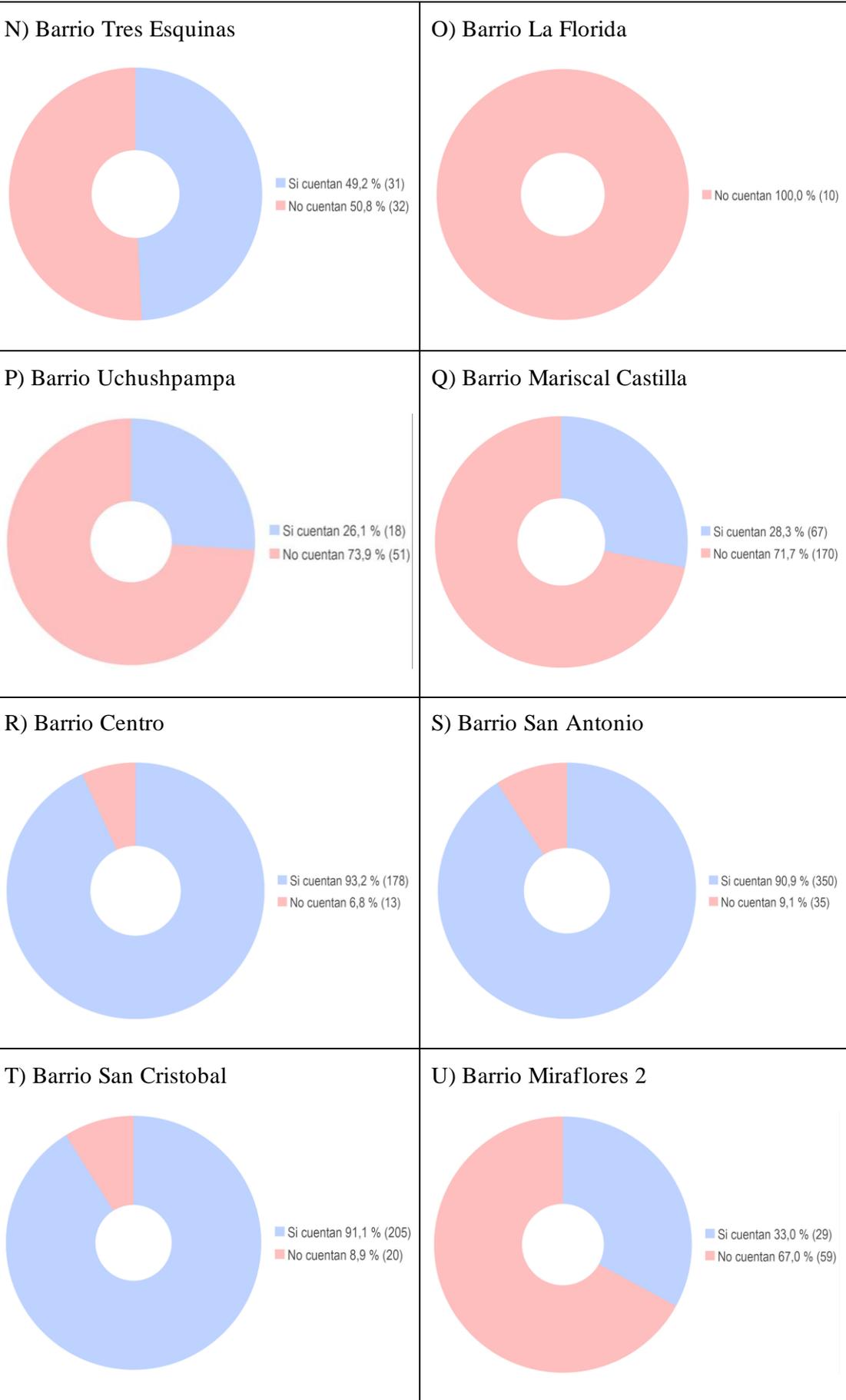


Y) Barrio Miraflores

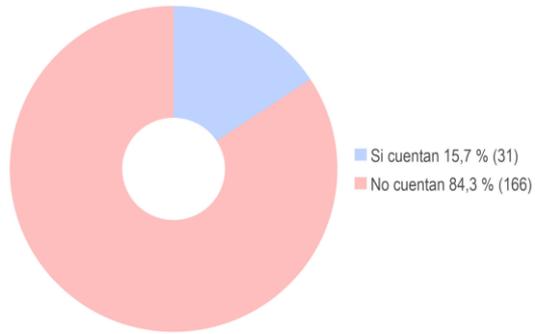


ANEXO 2: Gráficas de Alcantarillado Sanitario de cada barrio

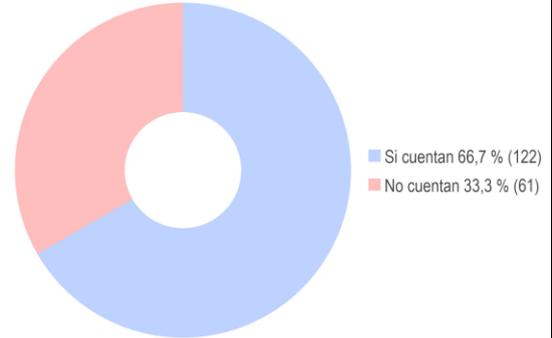




V) Barrio Nueva Vida 2



W) Barrio Bolivar



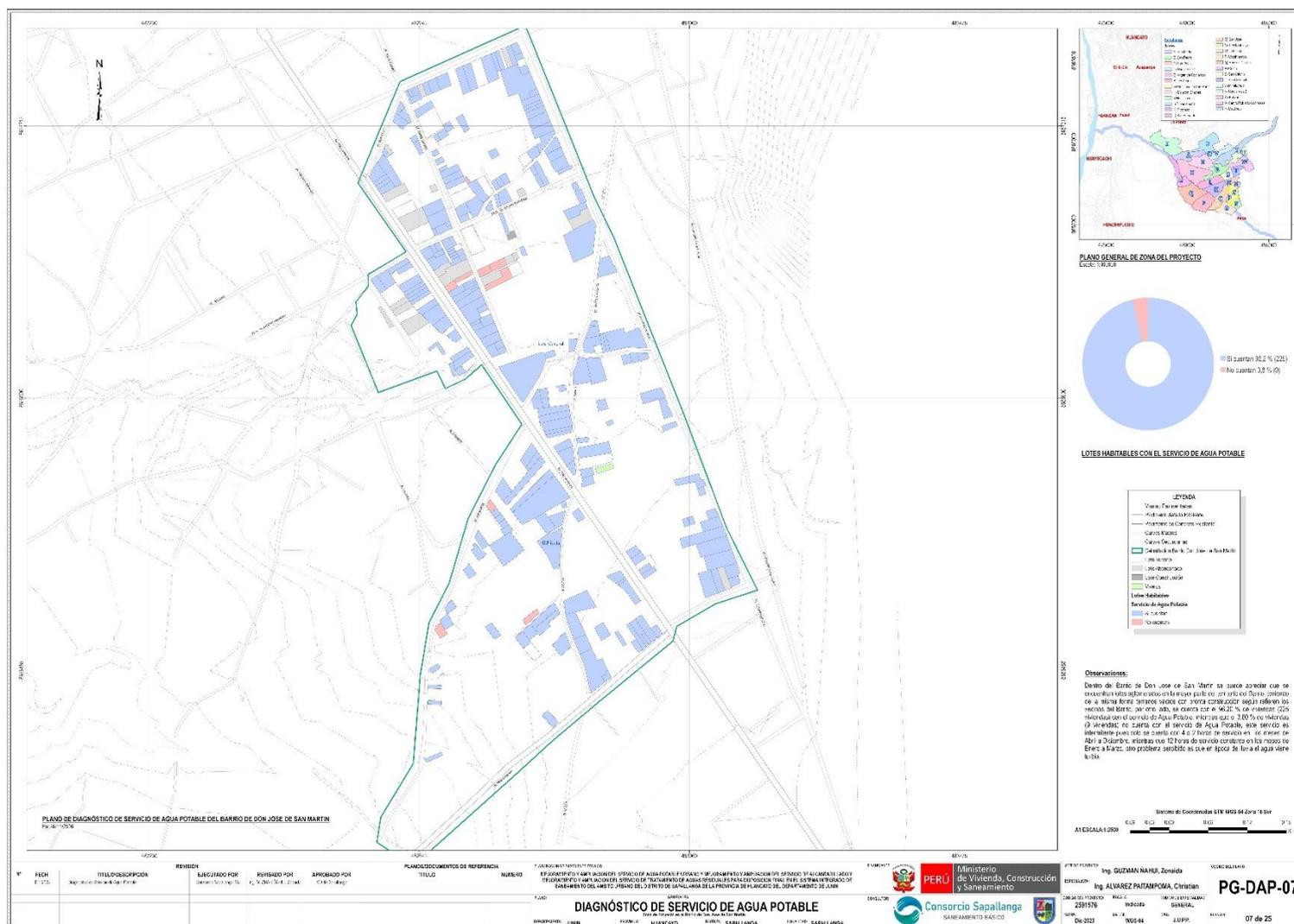
X) Barrio del Centro Poblado Cocharcas



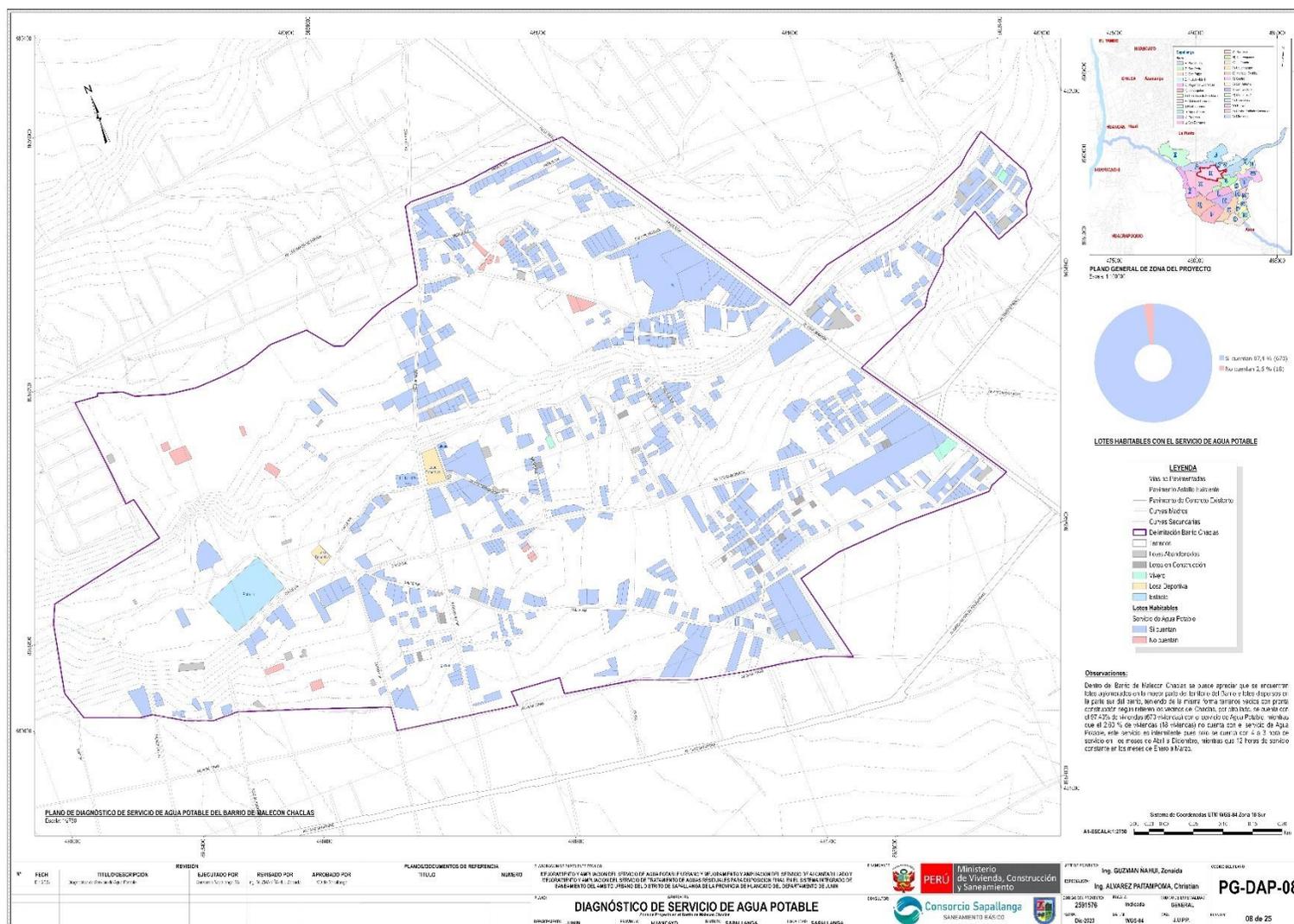
Y) Barrio Miraflores



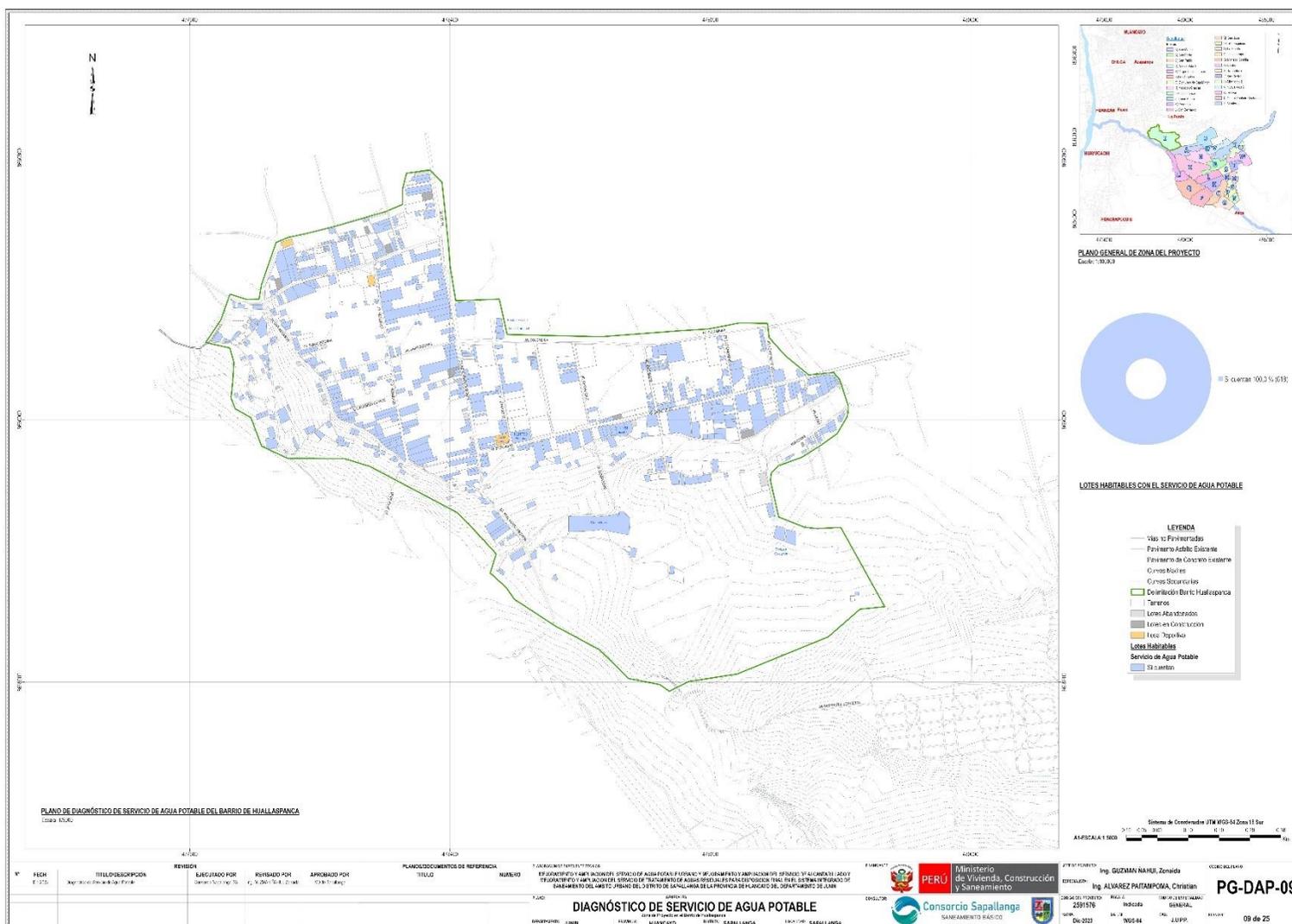
ANEXO 3: Mapa de Diagnóstico de Agua Potable del San Martín (G)



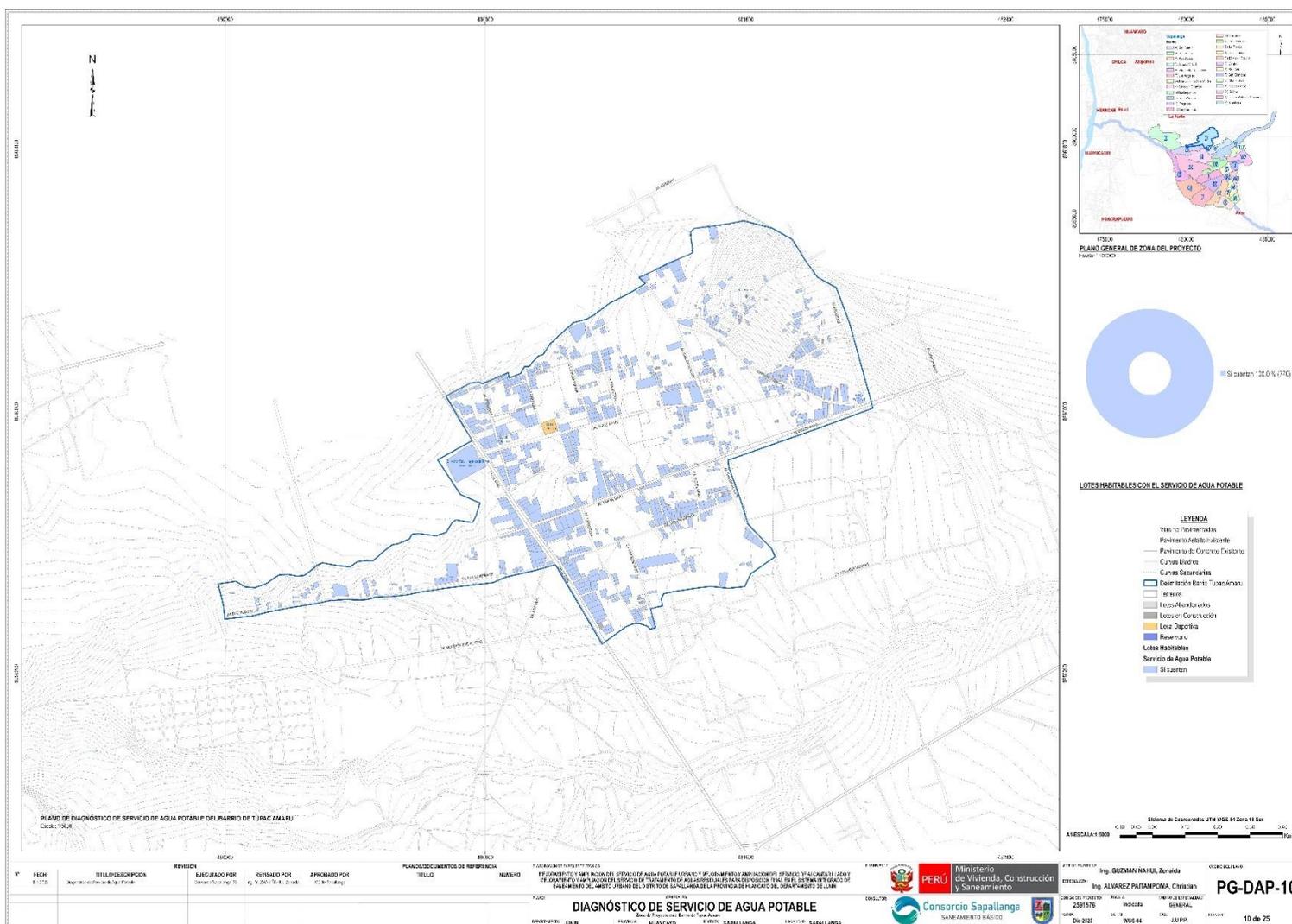
ANEXO 4: Mapa de Diagnóstico de Agua Potable del Barrio Chaclas (H)



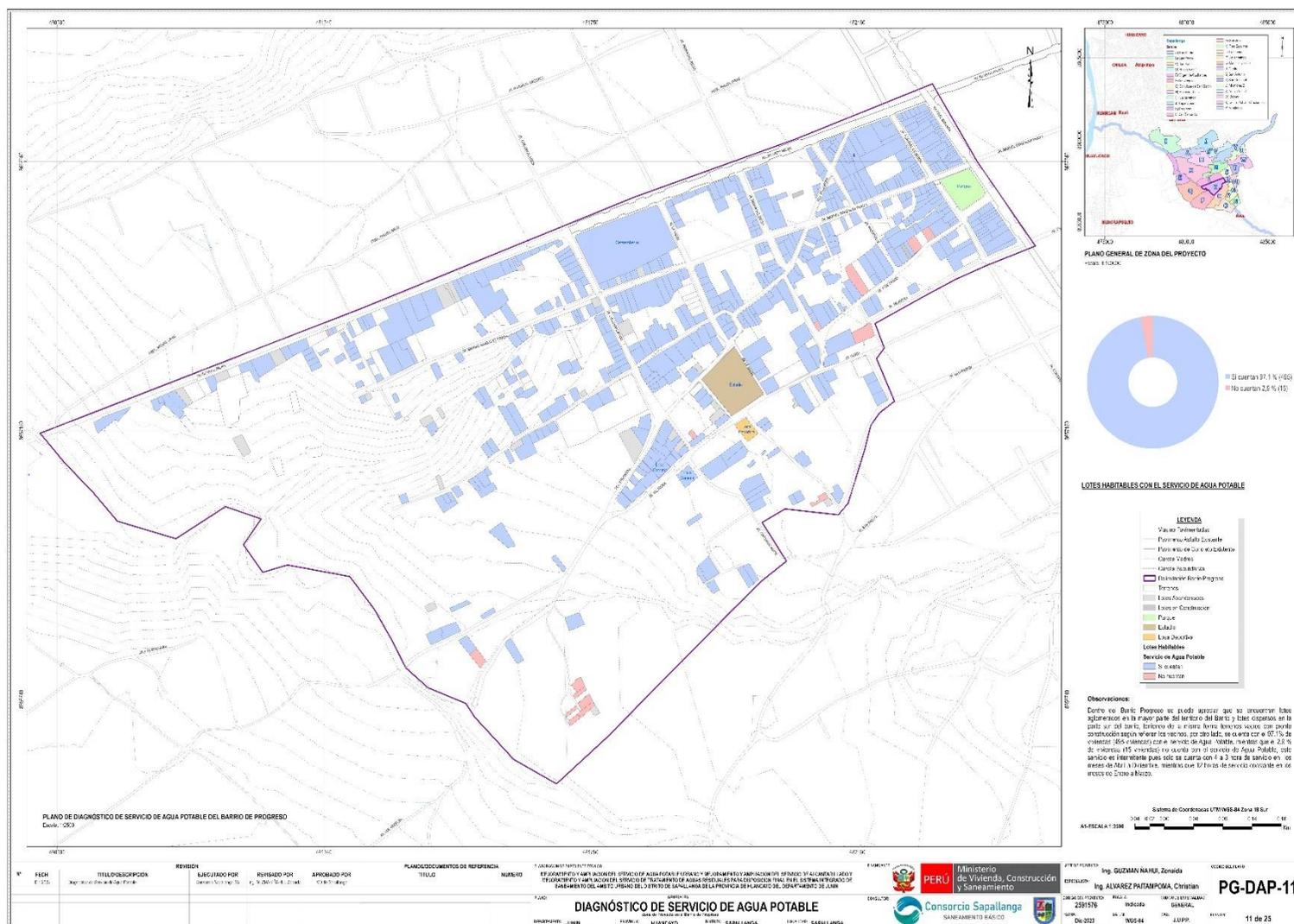
ANEXO 5: Mapa de Diagnóstico de Agua Potable del Barrio Huallaspanca (I)



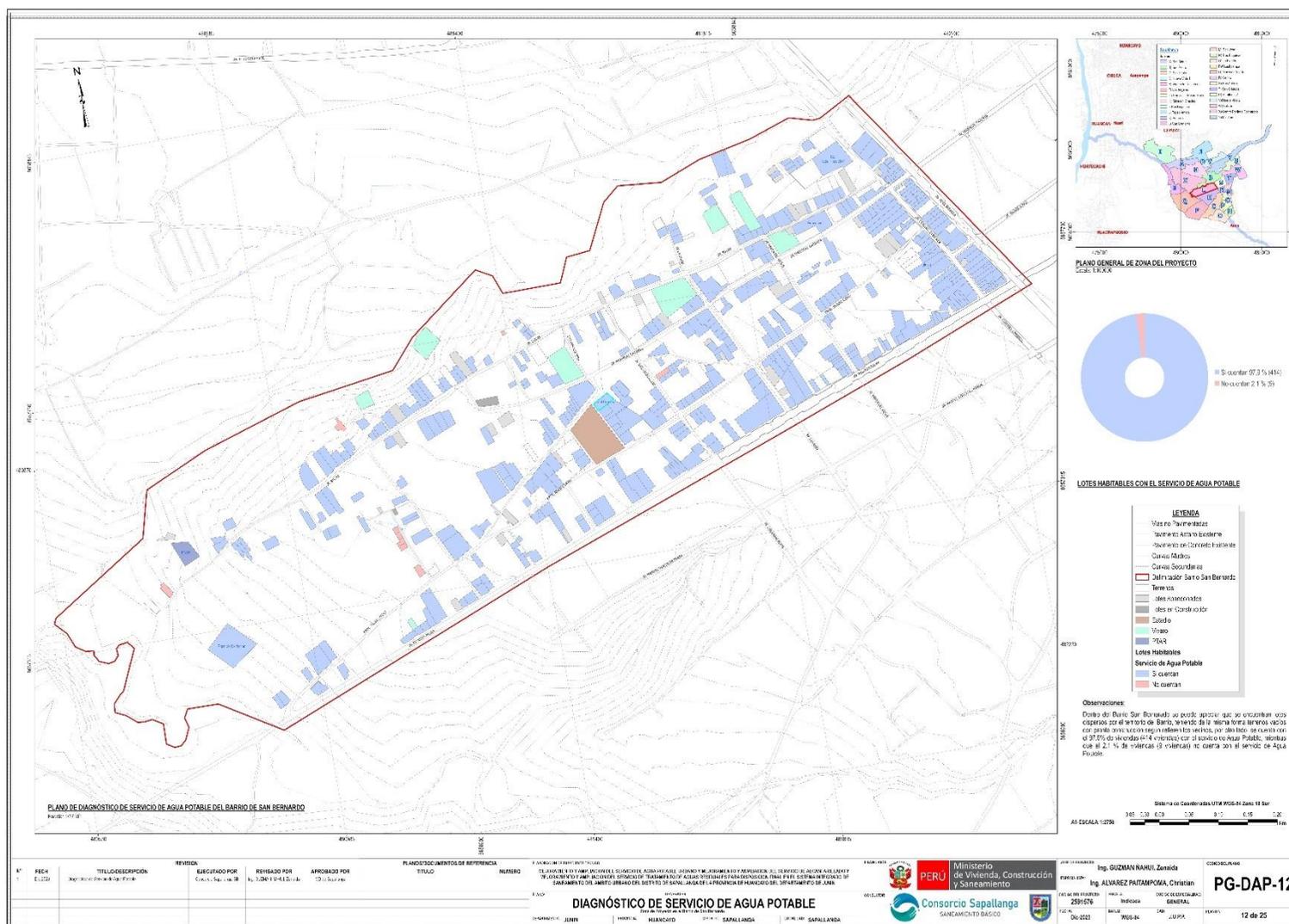
ANEXO 6: Mapa de Diagnóstico de Agua Potable del Barrio Tupac Amaru (J)



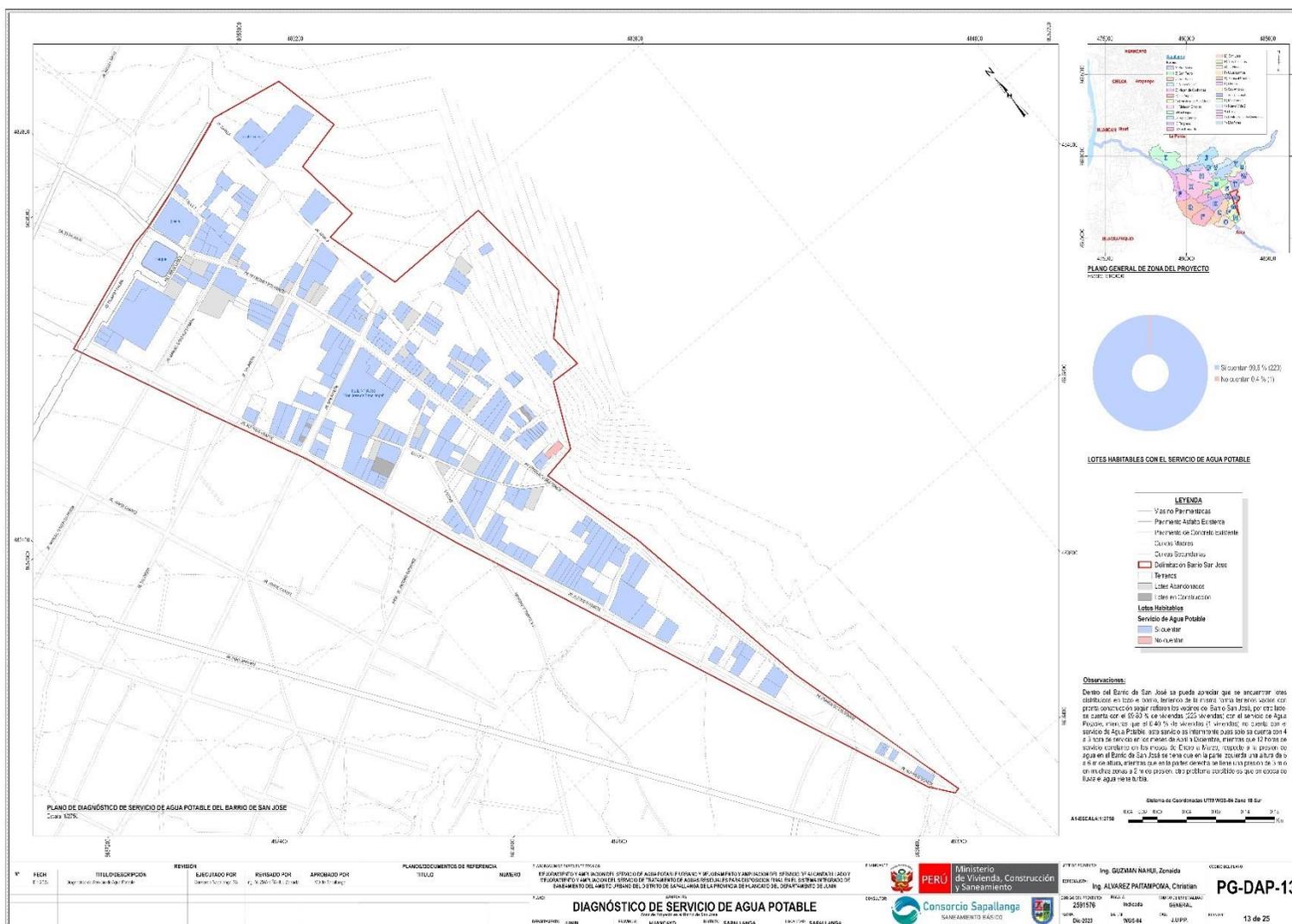
ANEXO 7: Mapa de Diagnóstico de Agua Potable del Barrio Progreso (K)



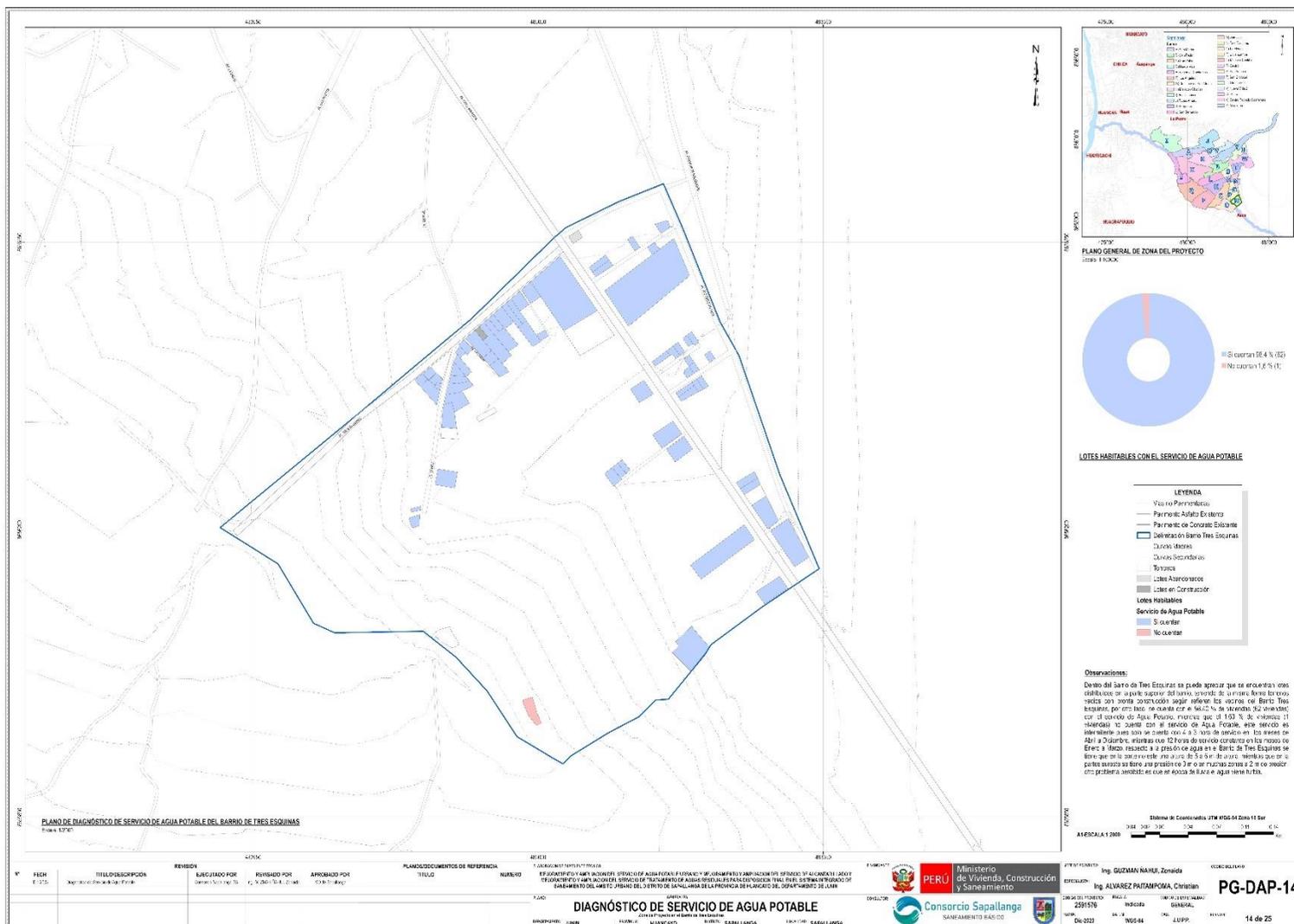
ANEXO 8: Mapa de Diagnóstico de Agua Potable del Barrio San Bernardo (L)



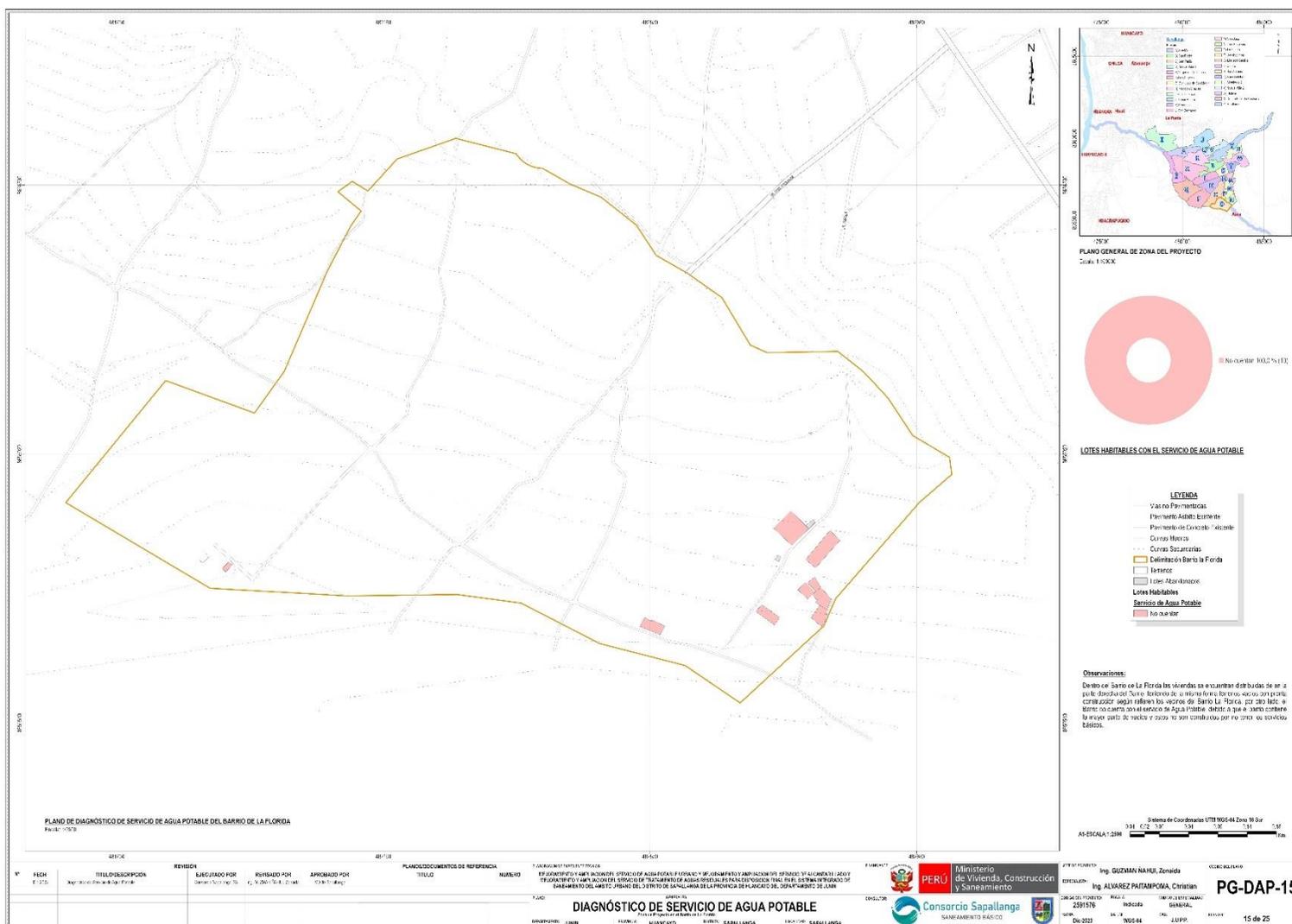
ANEXO 9: Mapa de Diagnóstico de Agua Potable del Barrio San José (M)



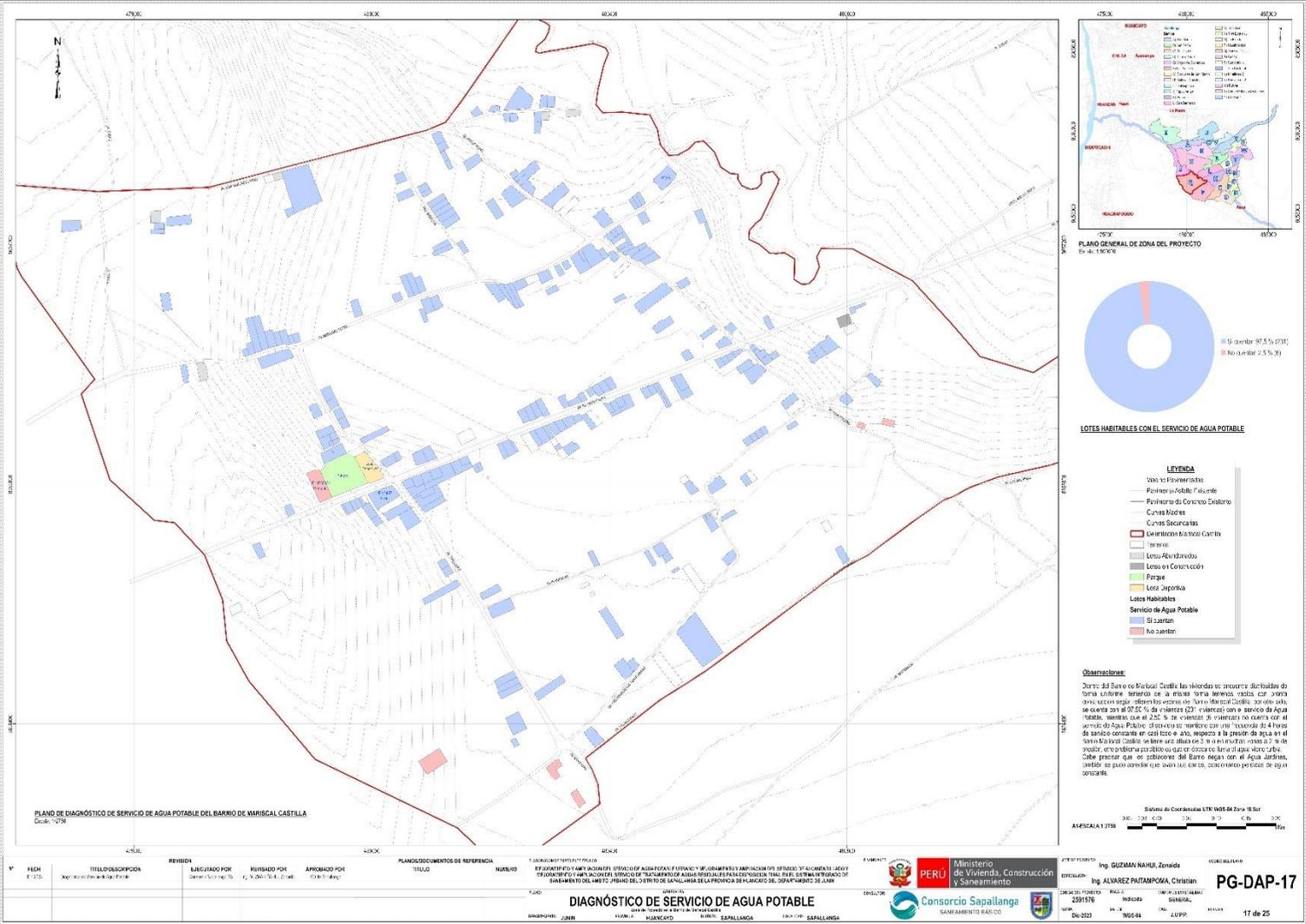
ANEXO 10: Mapa de Diagnóstico de Agua Potable del Barrio Tres Esquinas (N)



ANEXO 11: Mapa de Diagnóstico de Agua Potable del Barrio La Florida (O)



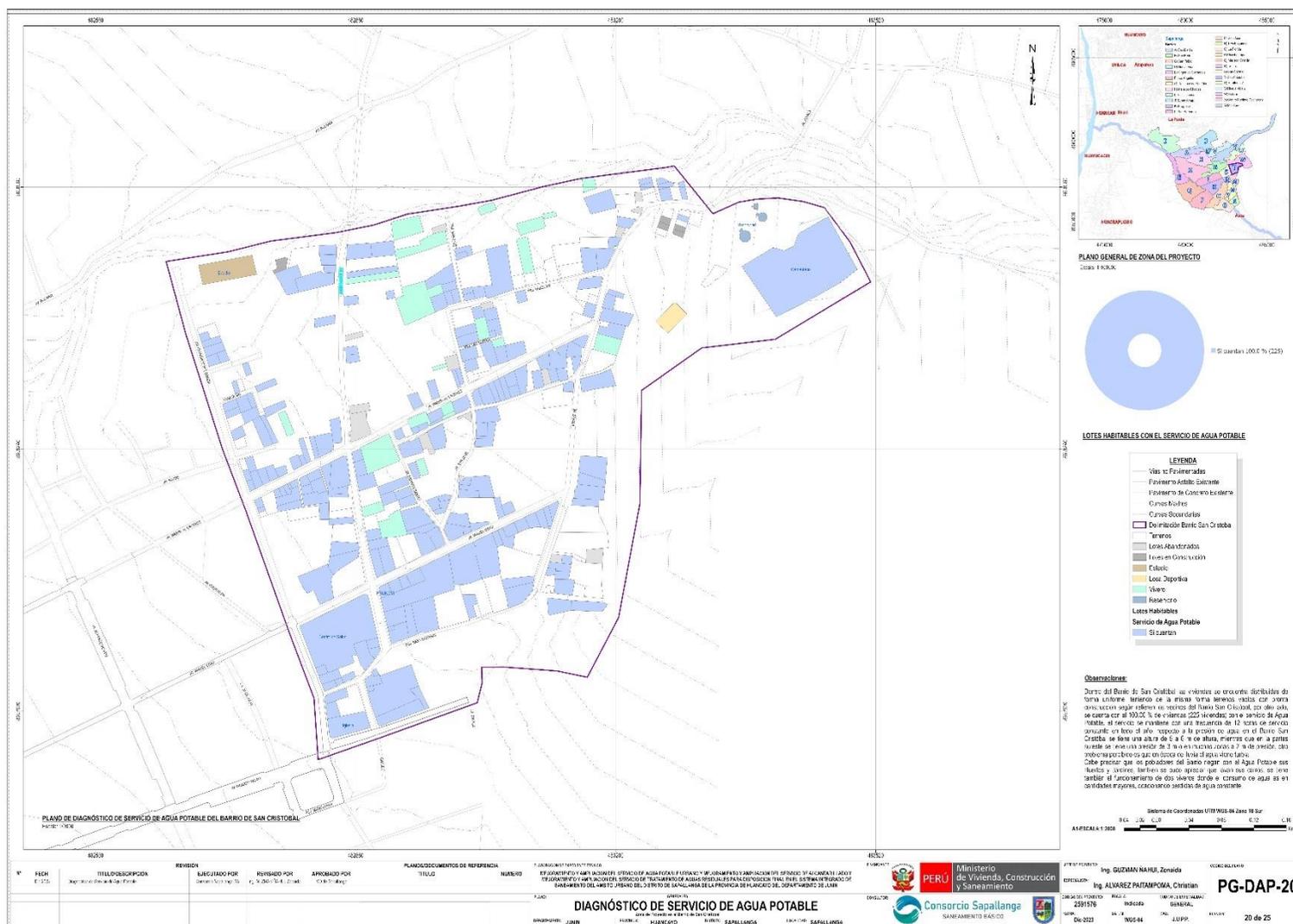
ANEXO 13: Mapa de Diagnóstico de Agua Potable del Barrio Mariscal Castilla (Q)



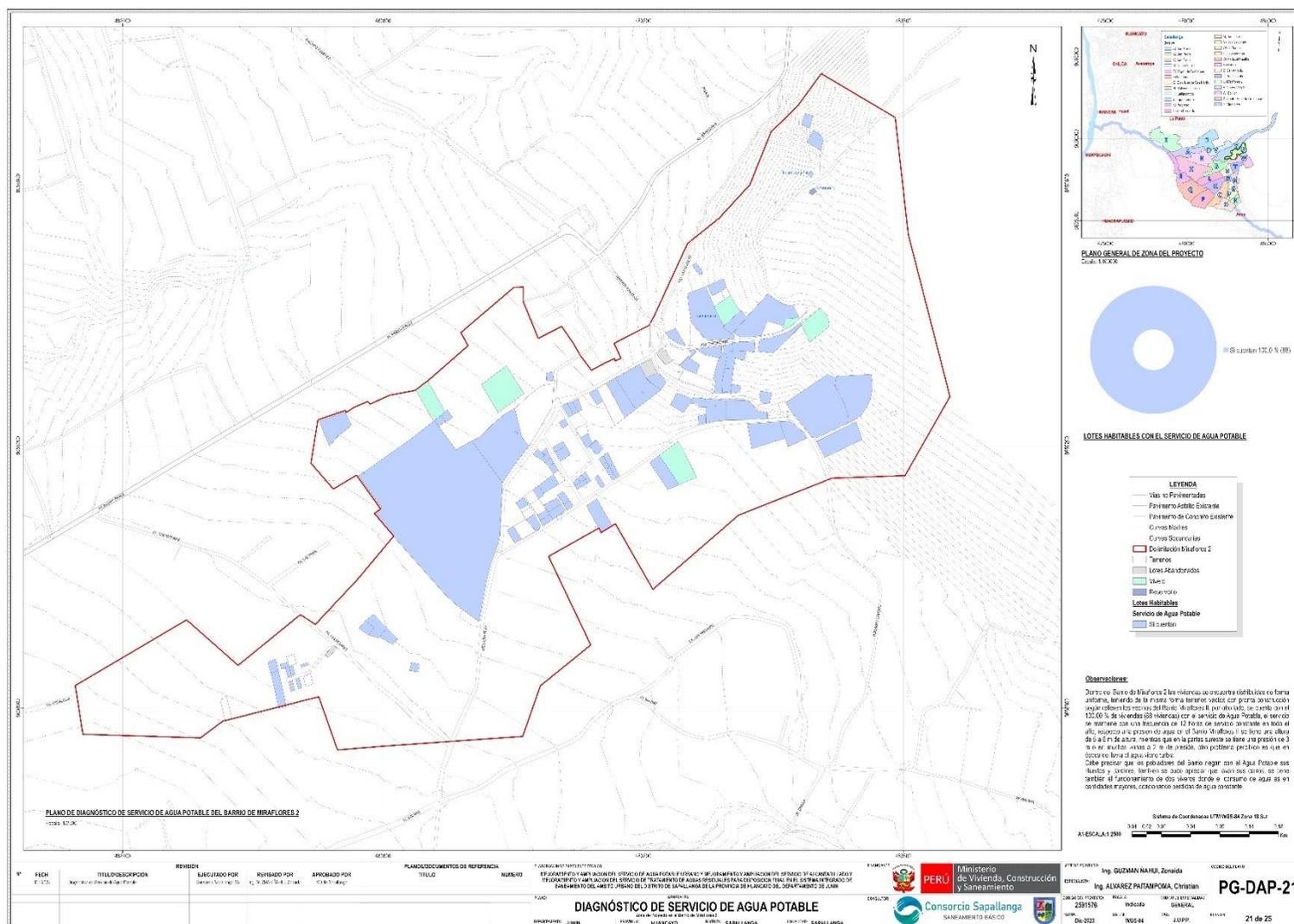
ANEXO 14: Mapa de Diagnóstico de Agua Potable del Barrio Centro (R)



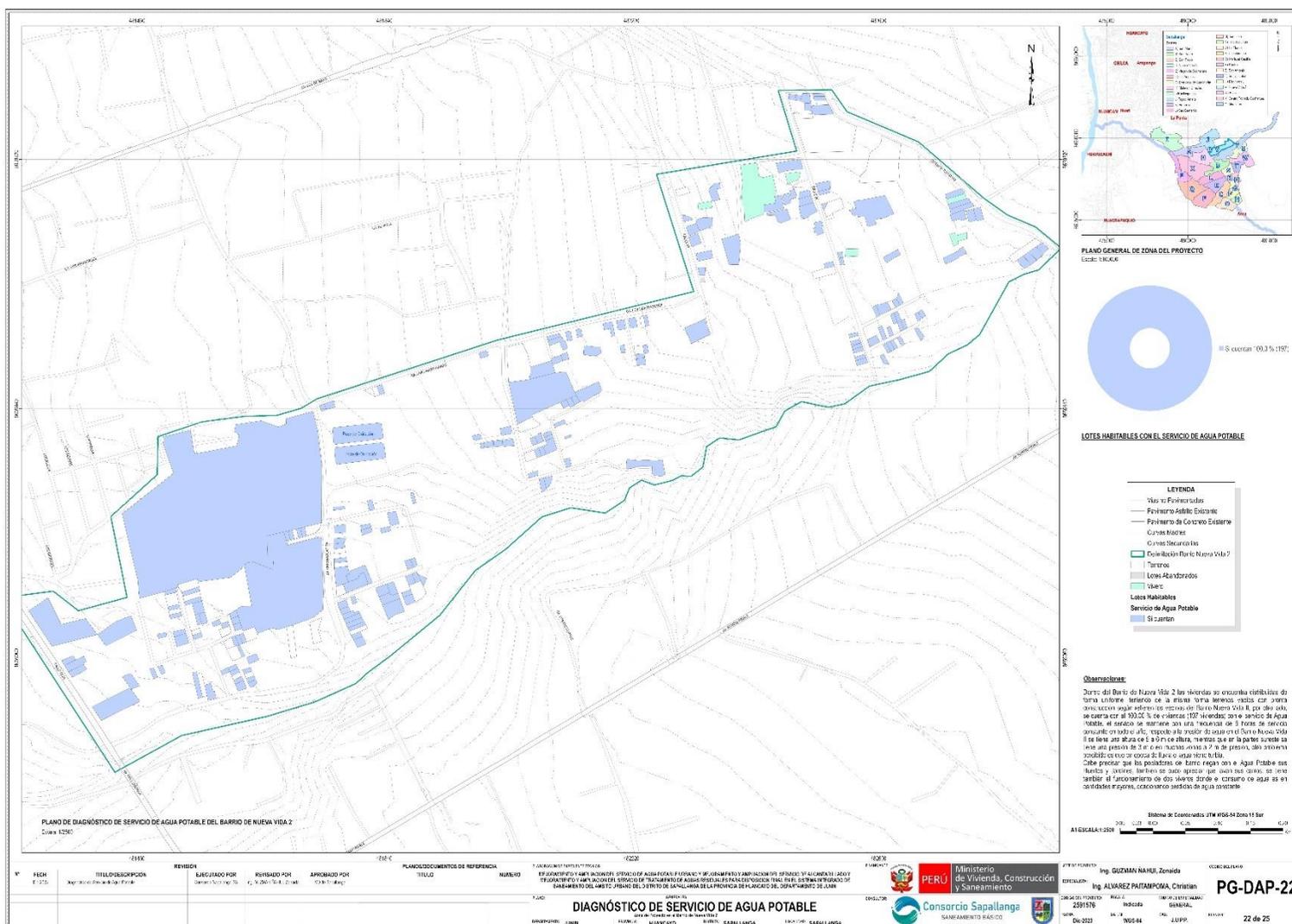
ANEXO 16: Mapa de Diagnóstico de Agua Potable del Barrio San Cristobal (T)



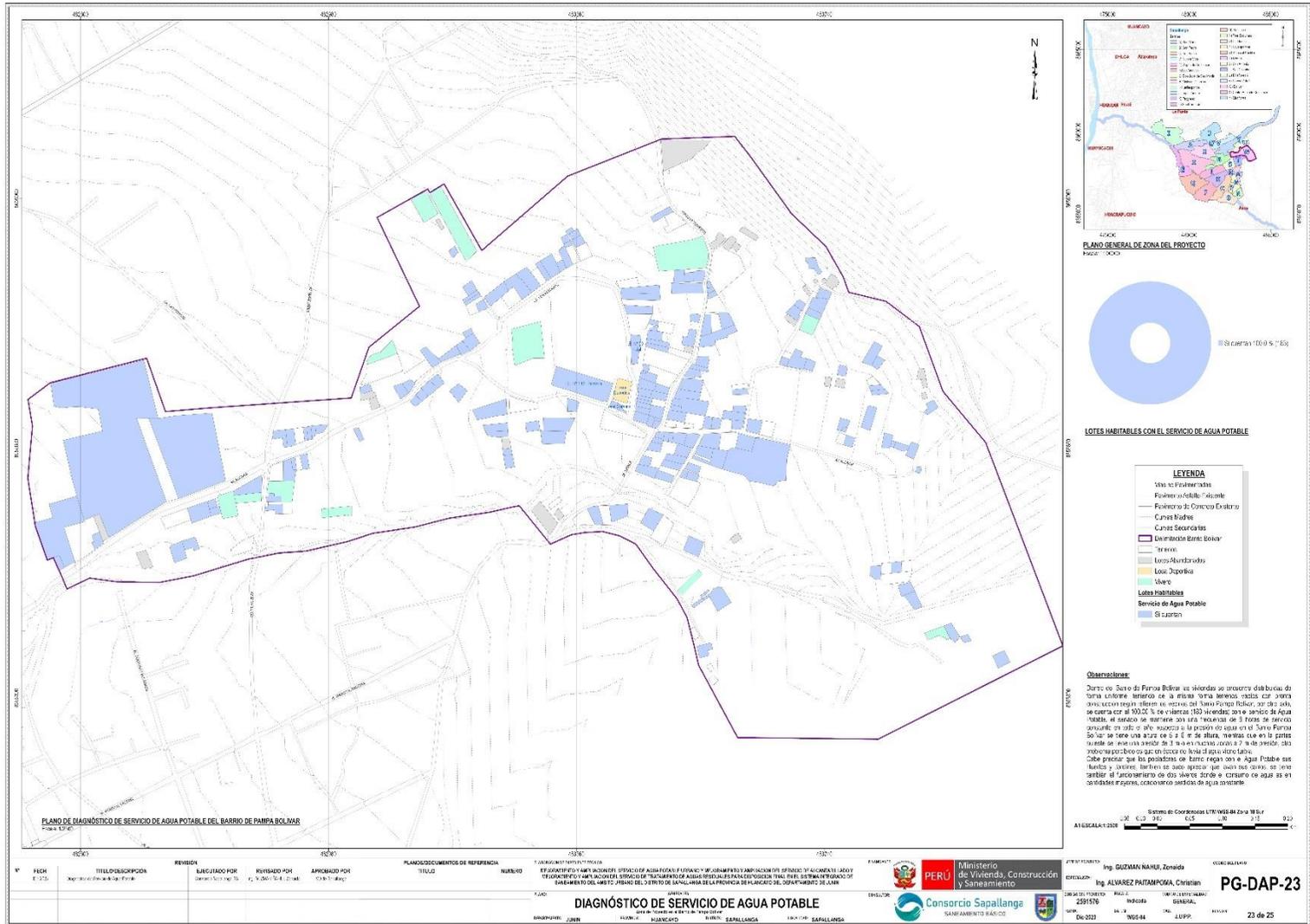
ANEXO 17: Mapa de Diagnóstico de Agua Potable del Barrio de Miraflores 2 (U)



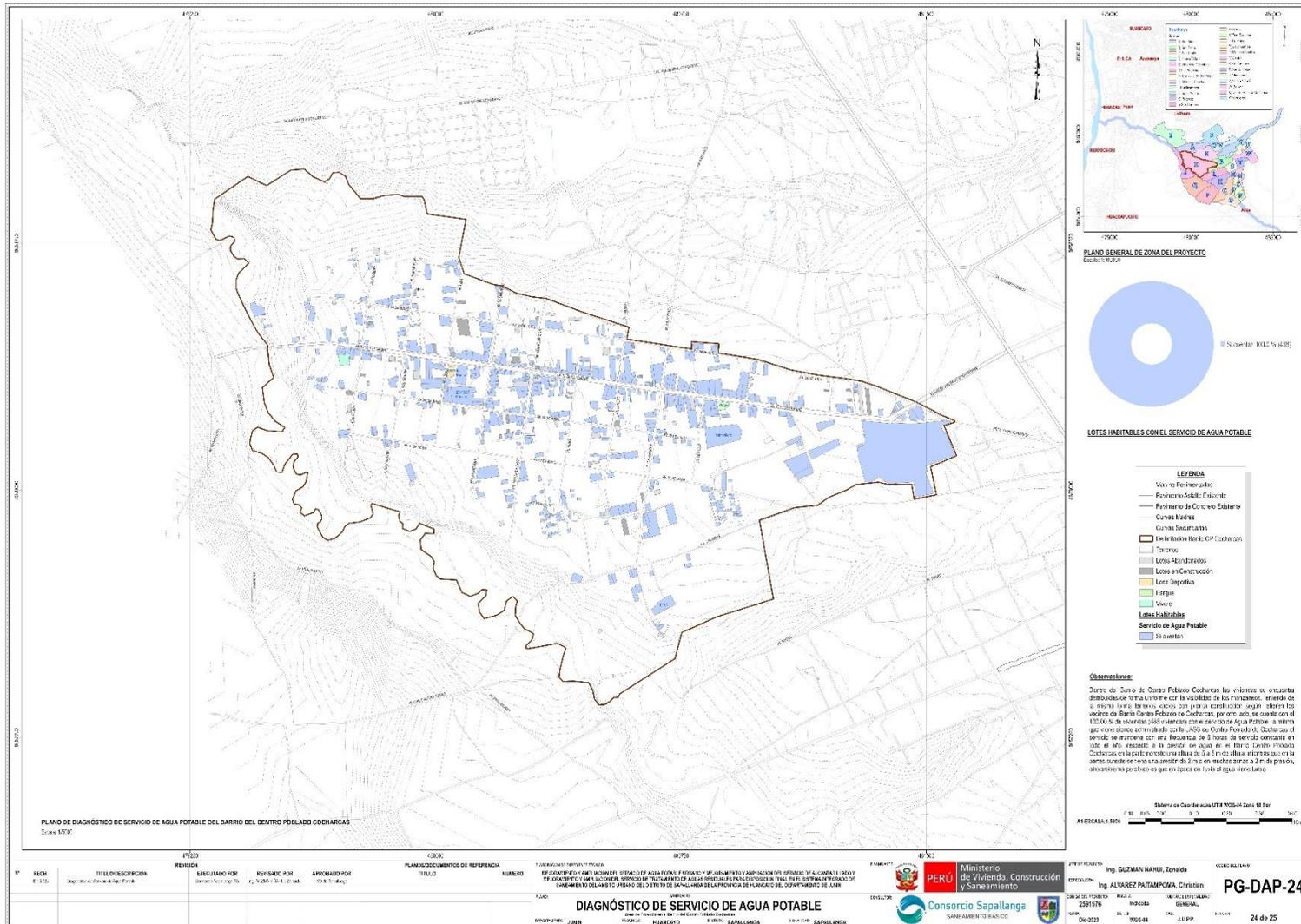
ANEXO 18: Mapa de Diagnóstico de Agua Potable del Barrio de Nueva Vida 2 (V)



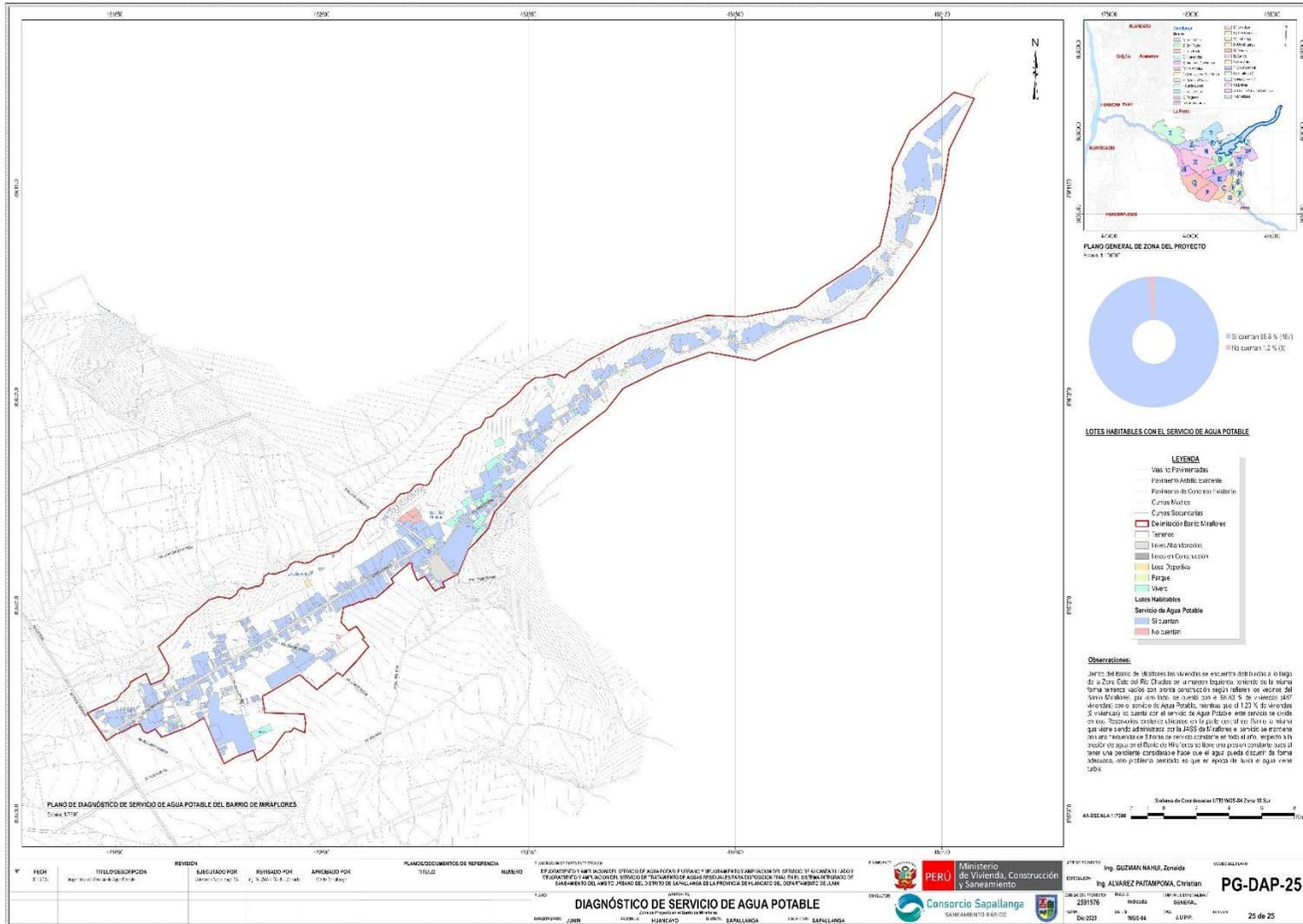
ANEXO 19: Mapa de Diagnóstico de Agua Potable del Barrio Bolivar (W)



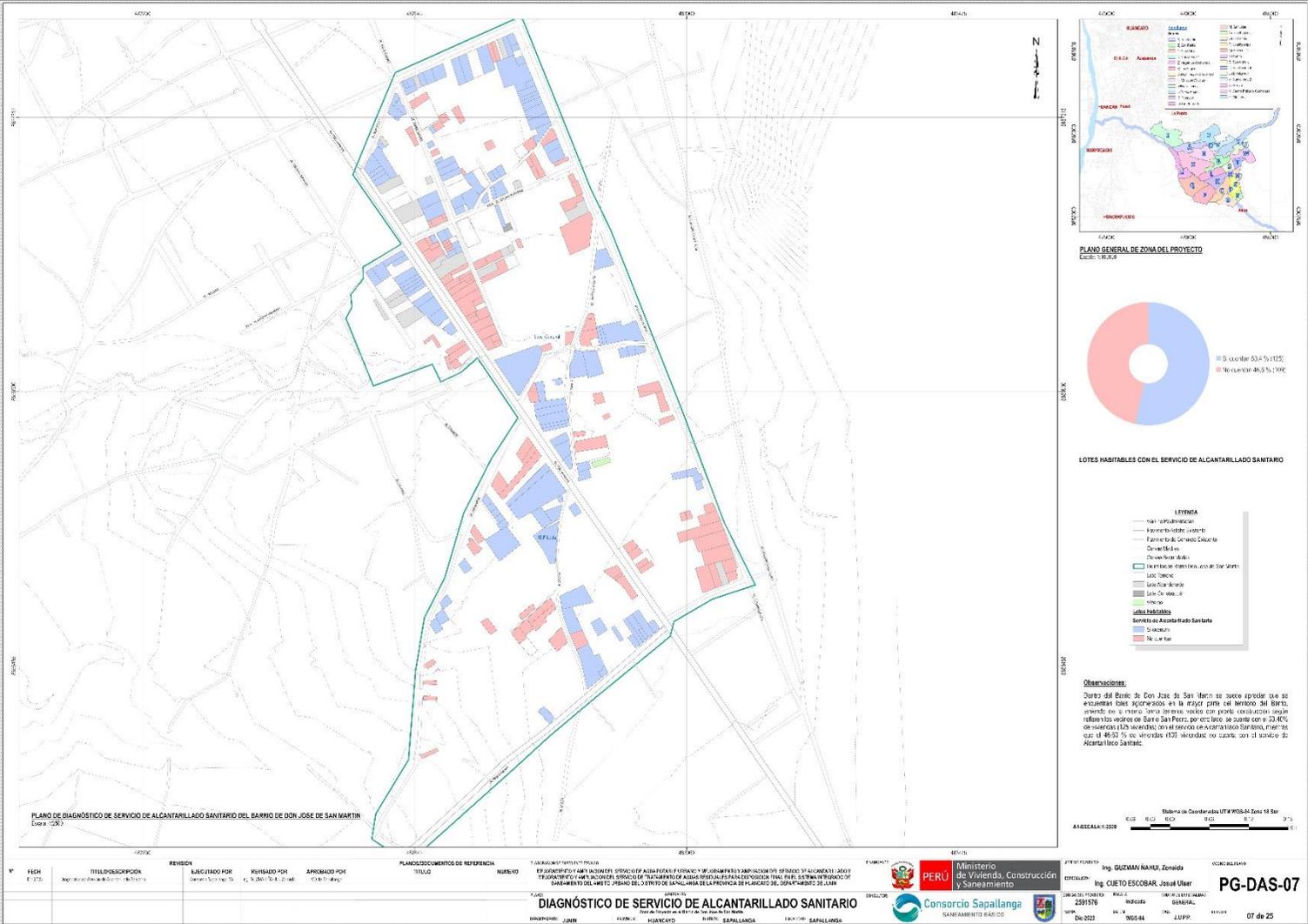
ANEXO 20: Mapa de Diagnóstico de Agua Potable del Barrio Cocharcas (X)



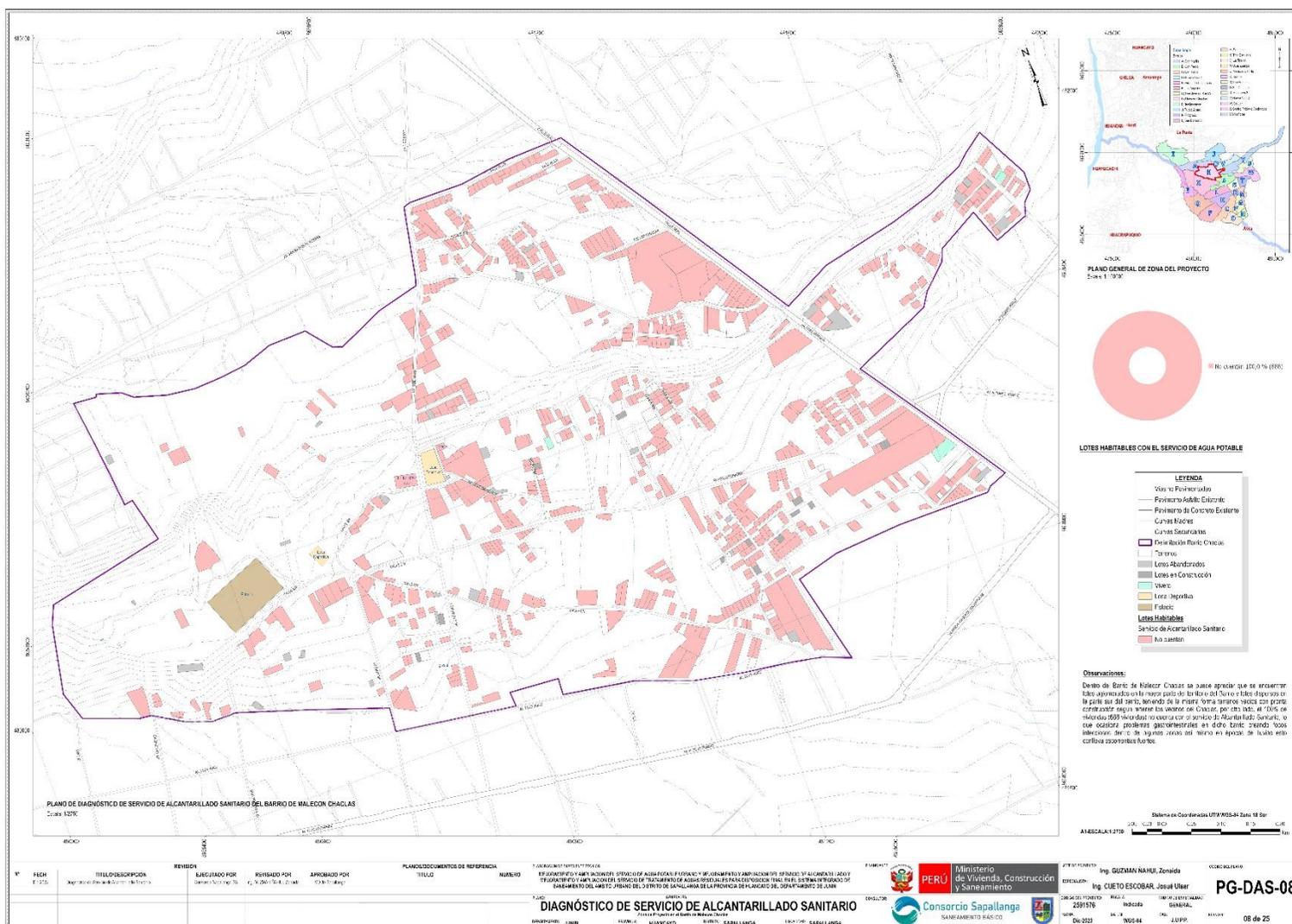
ANEXO 21: Mapa de Diagnóstico de Agua Potable del Barrio de Miraflores (Y)



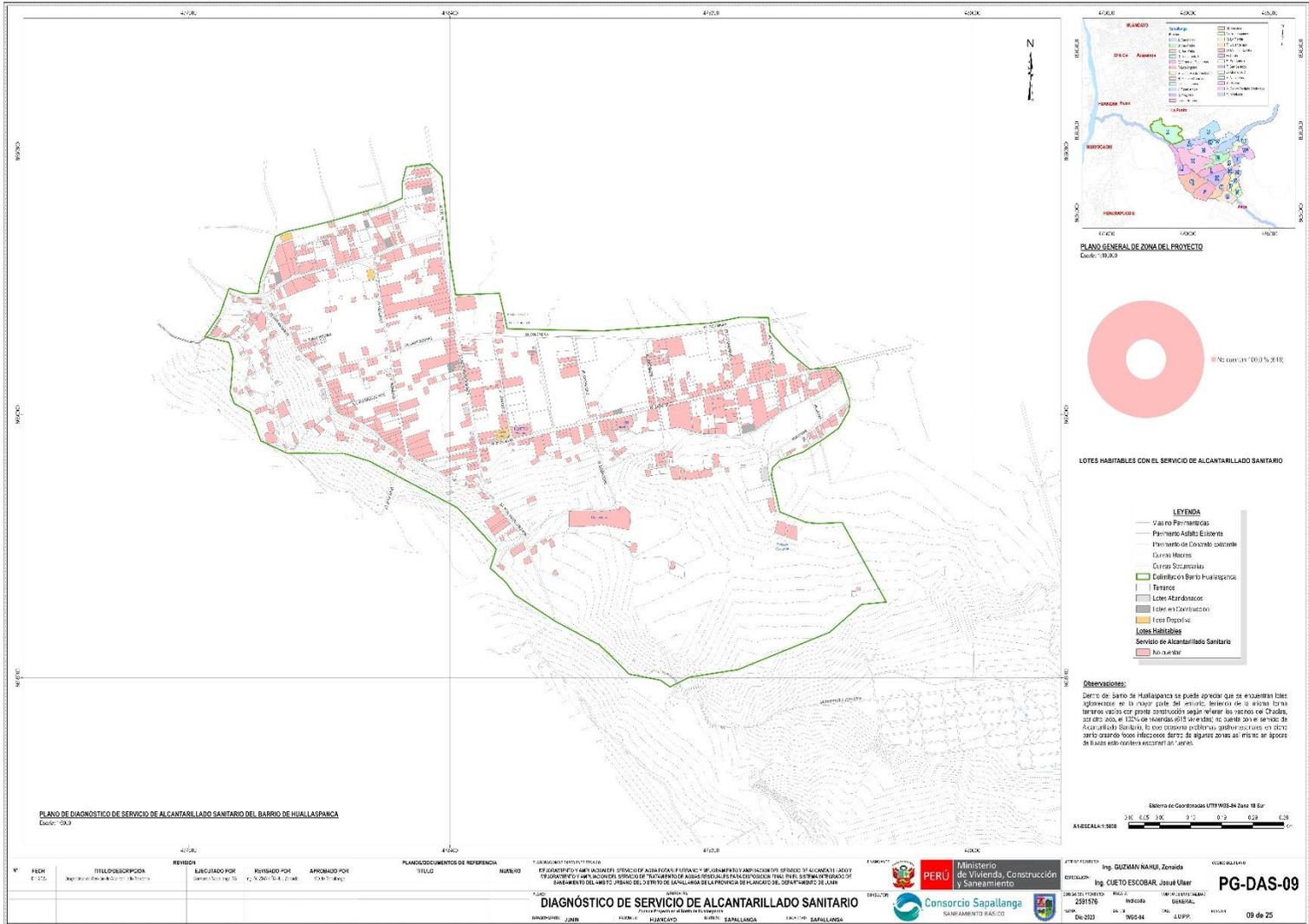
ANEXO 22: Mapa de Diagnóstico de Alcantarillado Sanitario del Barrio San Martin (G)



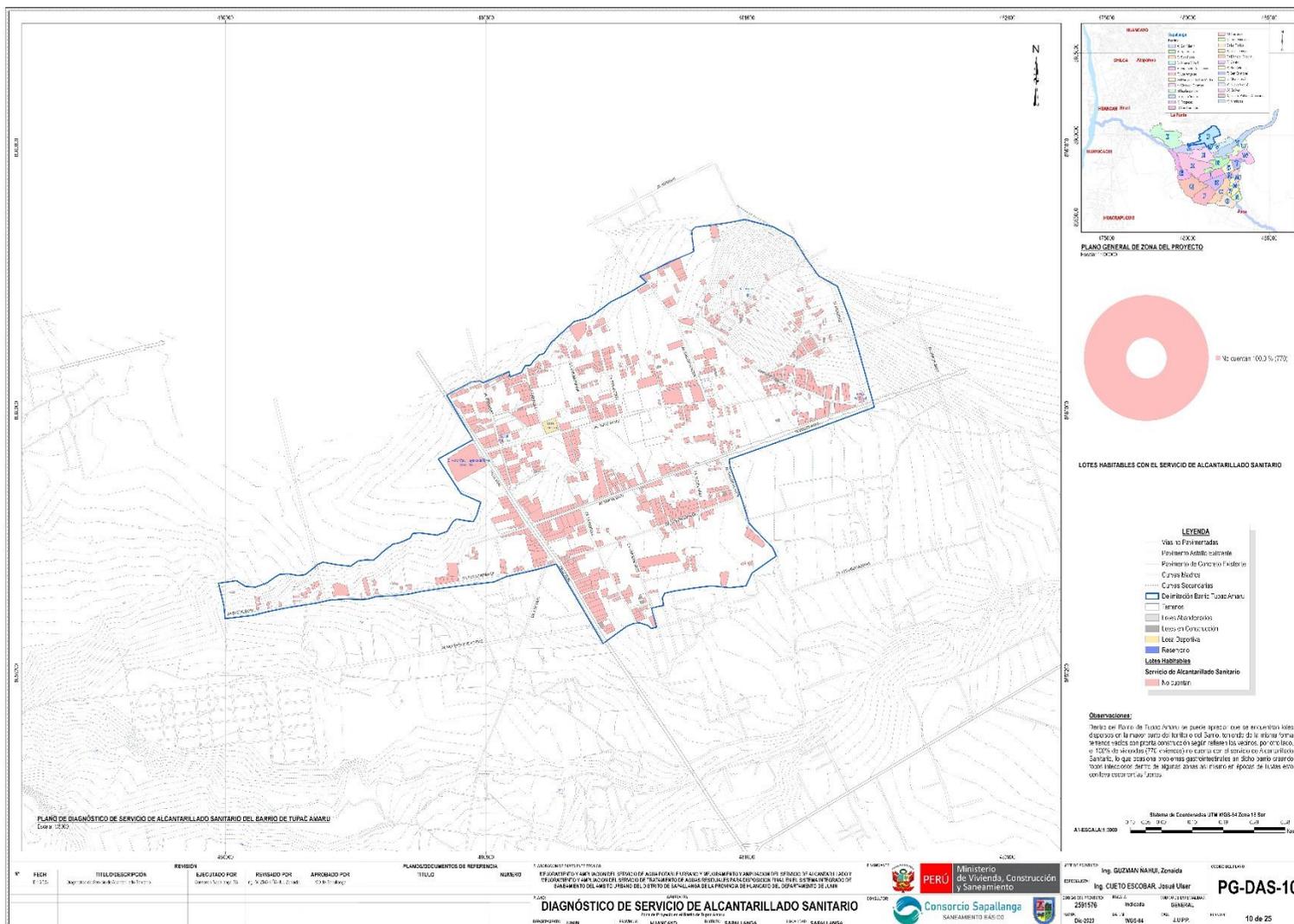
ANEXO 23: Mapa de Diagnóstico de Alcantarillado Sanitario del Barrio Chaclas (H)



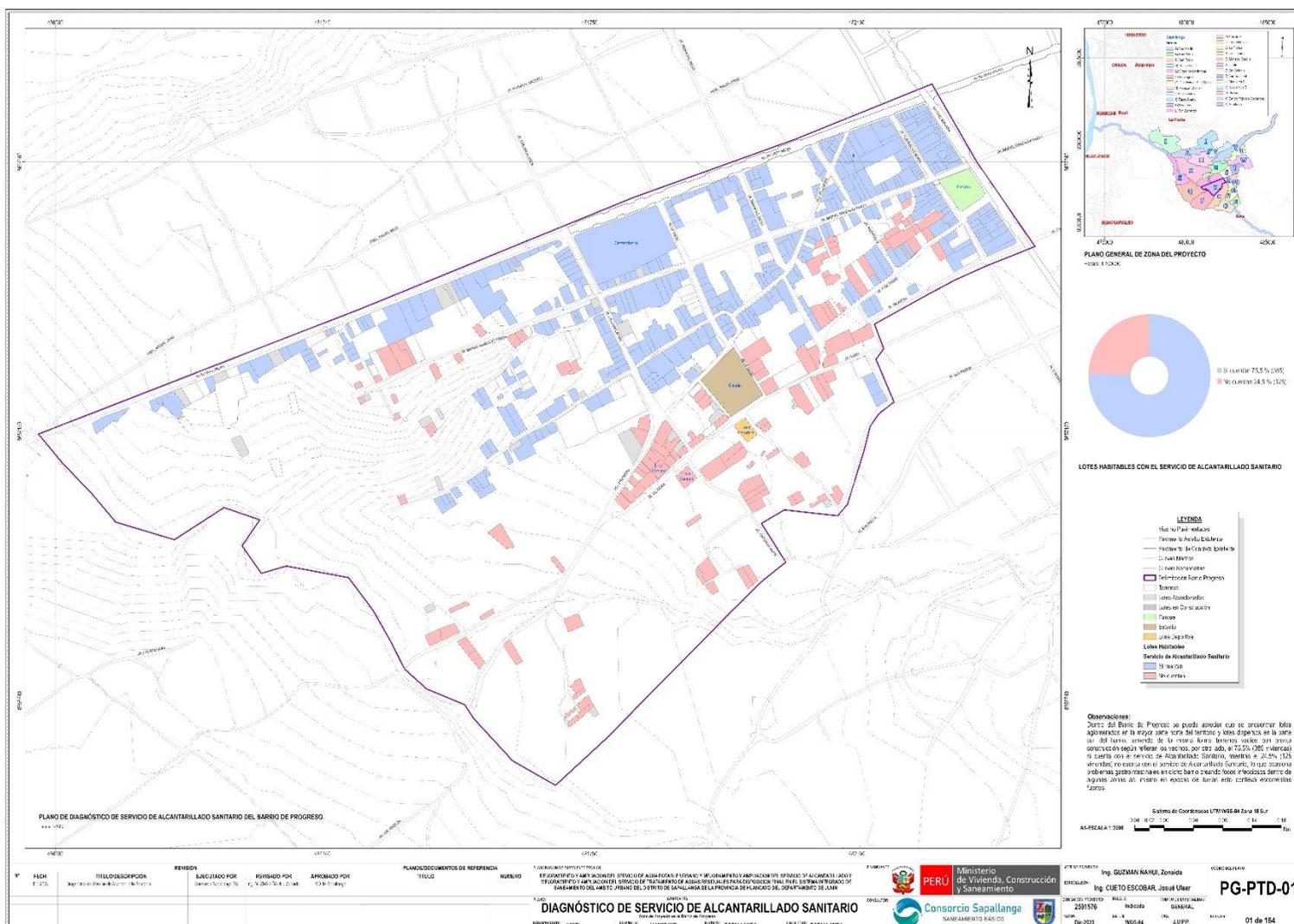
ANEXO 24: Mapa de Diagnóstico de Alcantarillado Sanitario del Barrio Huallaspanca (I)



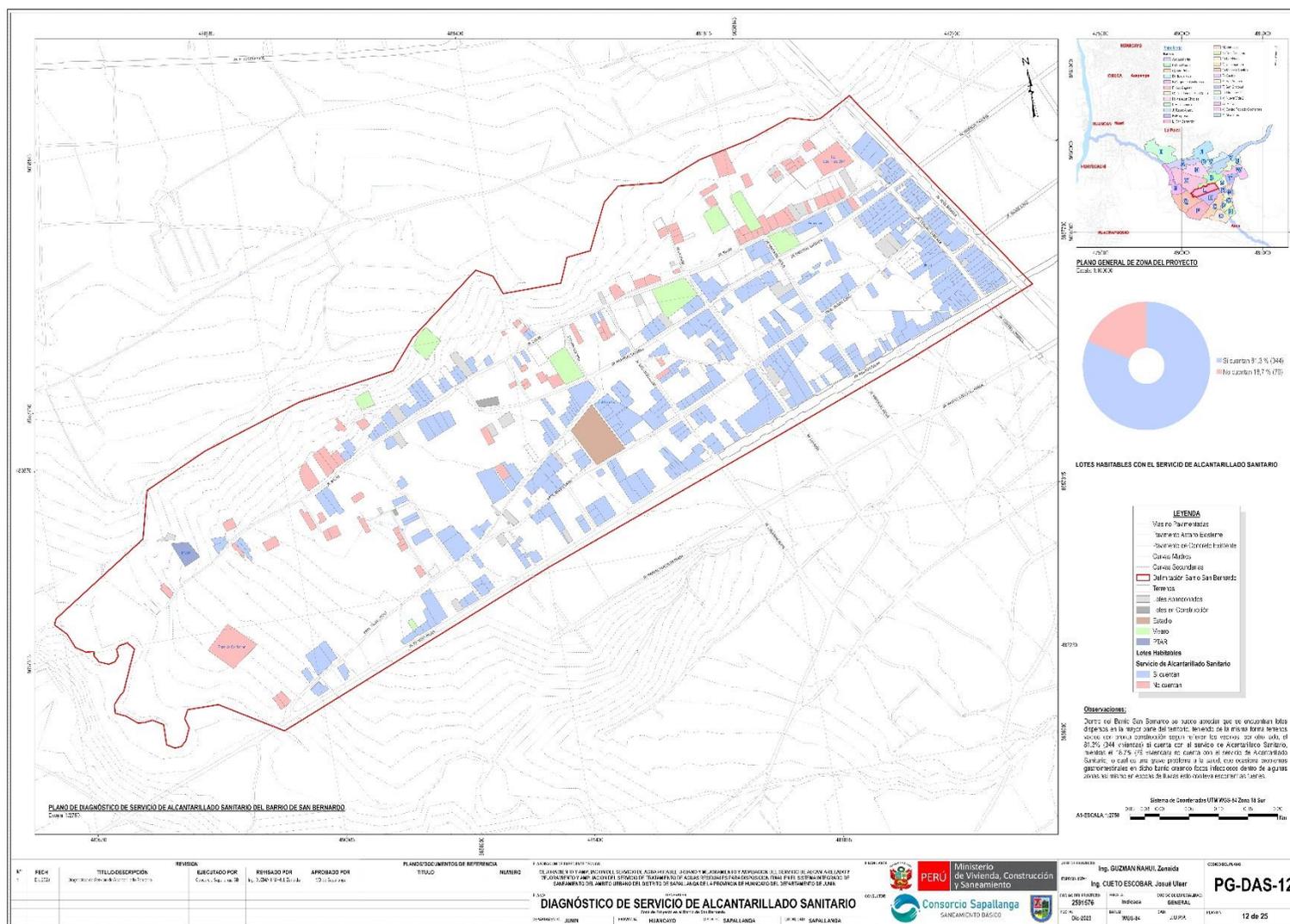
ANEXO 25: Mapa de Diagnóstico de Alcantarillado Sanitario del Barrio Tupac Amaru (J)



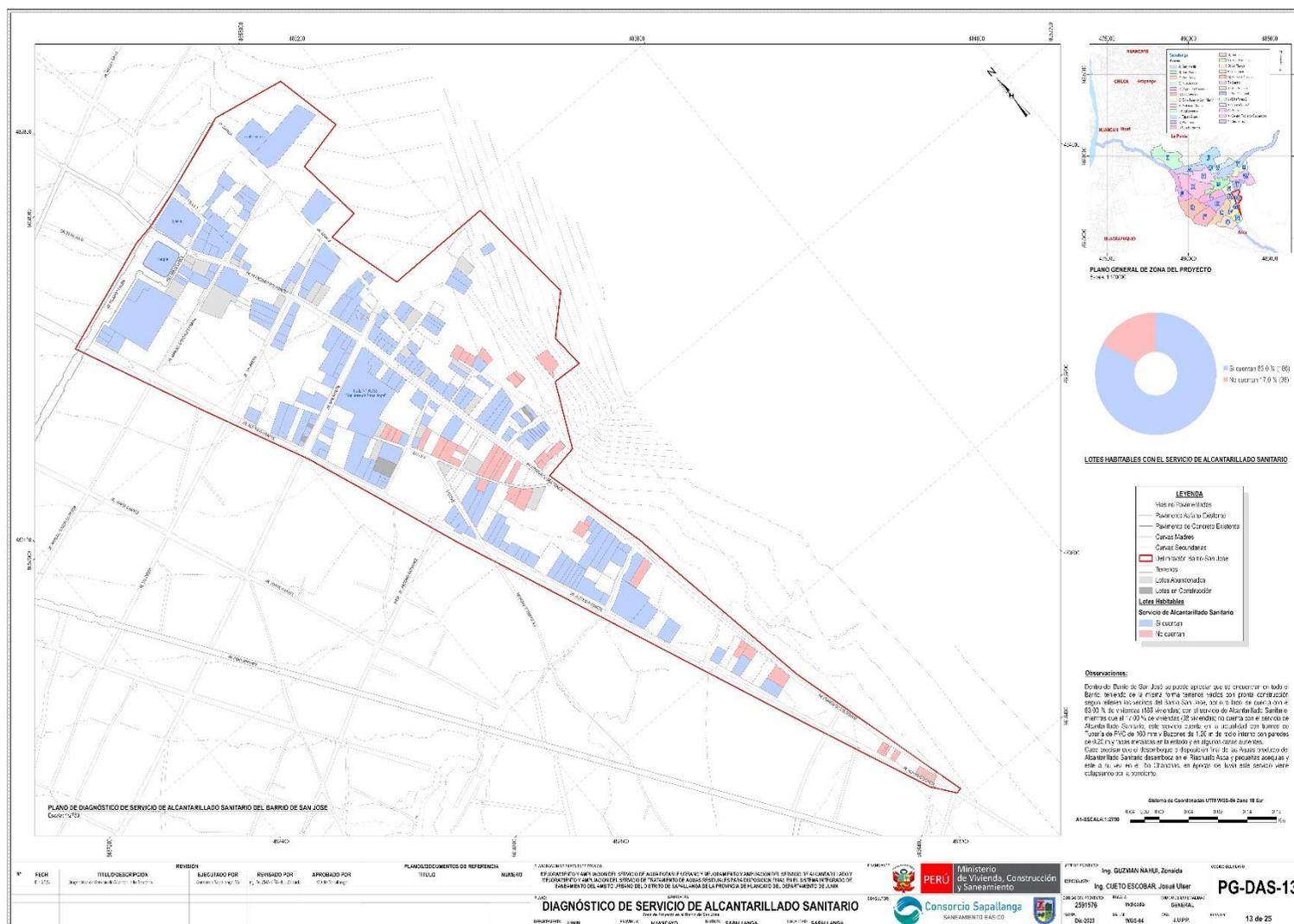
ANEXO 26: Mapa de Diagnóstico de Alcantarillado Sanitario del Barrio Progreso (K)



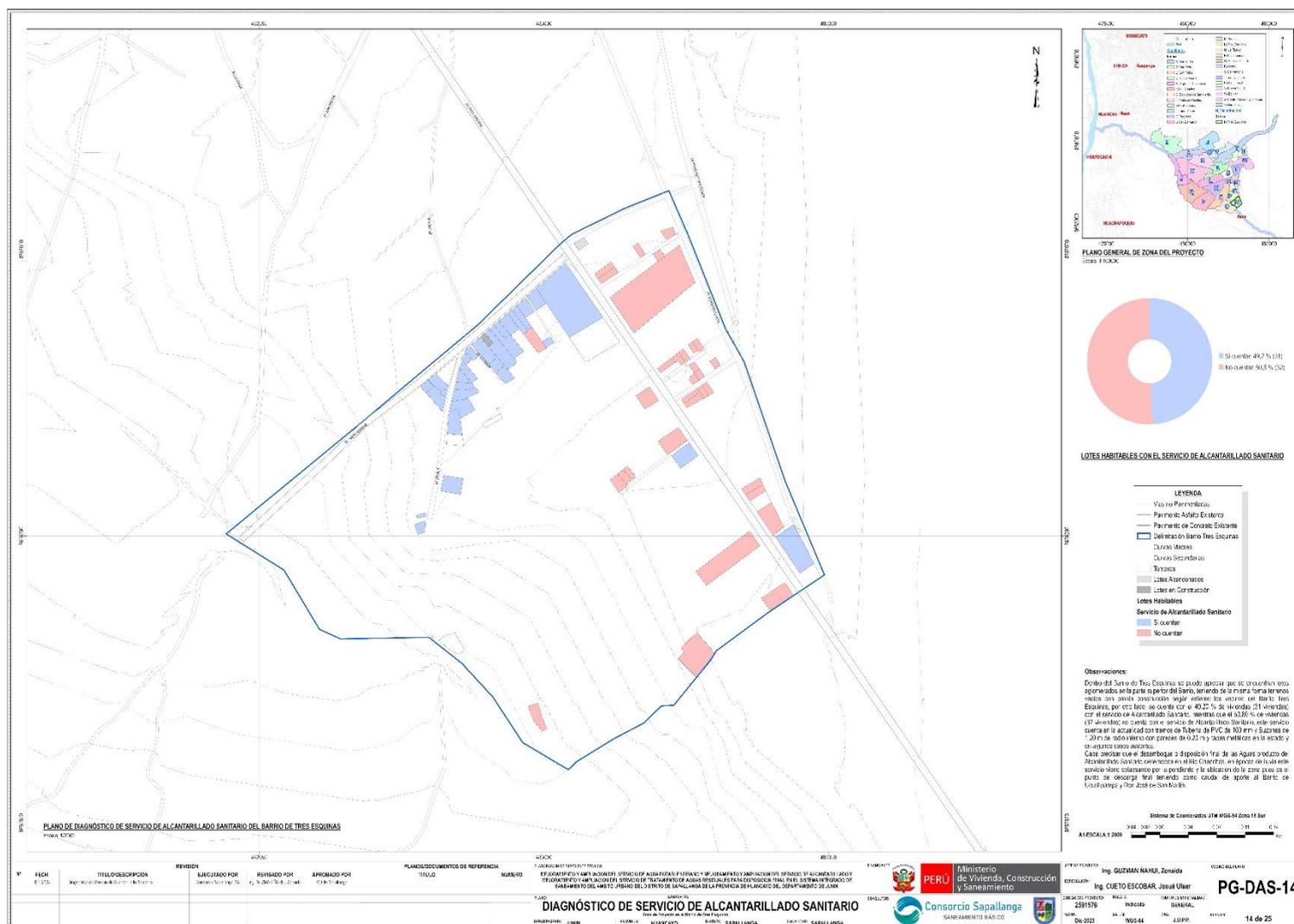
ANEXO 27: Mapa de Diagnóstico de Alcantarillado Sanitario del Barrio San Bernardo (L)



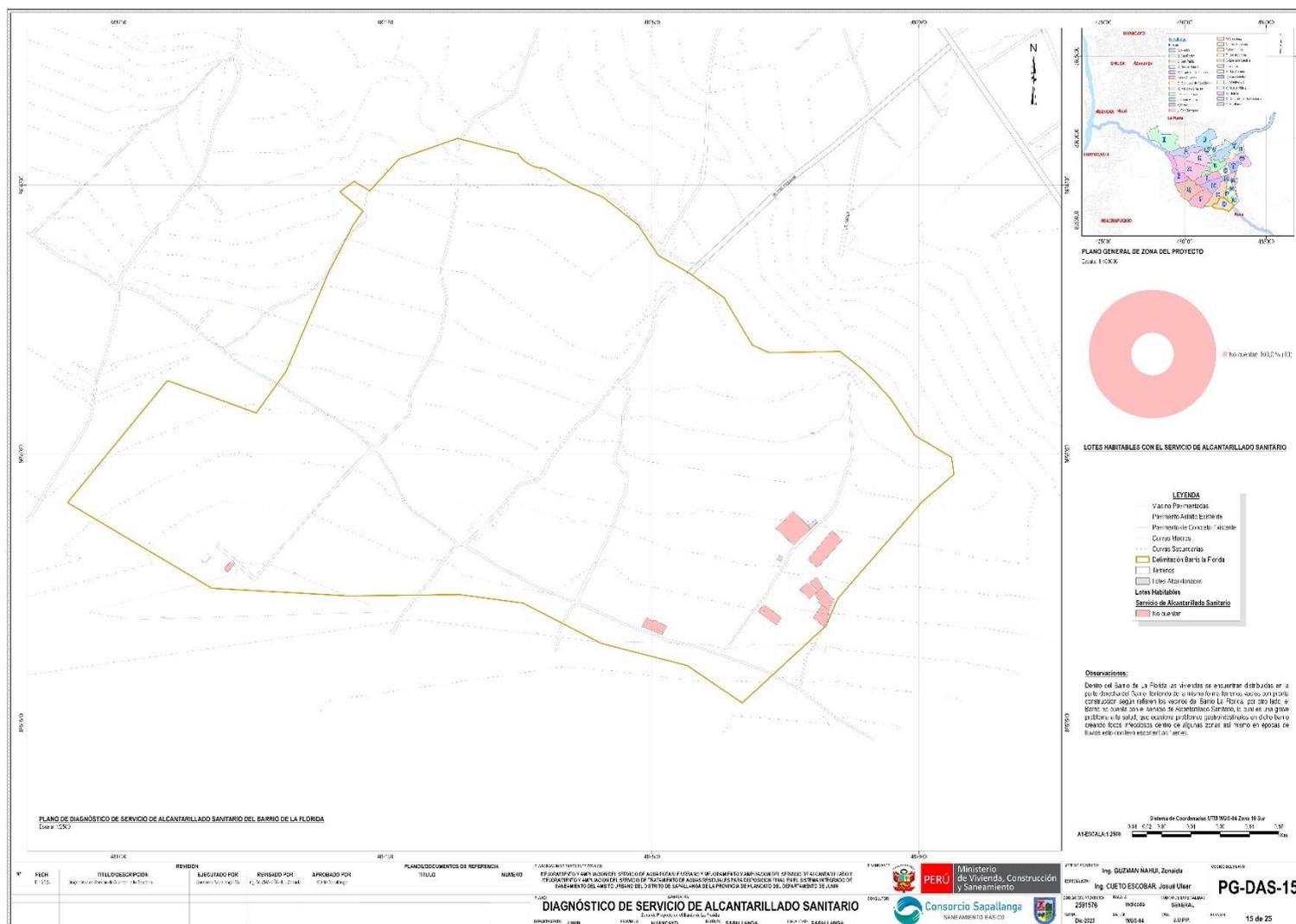
ANEXO 28: Mapa de Diagnóstico de Alcantarillado Sanitario del Barrio San José (M)



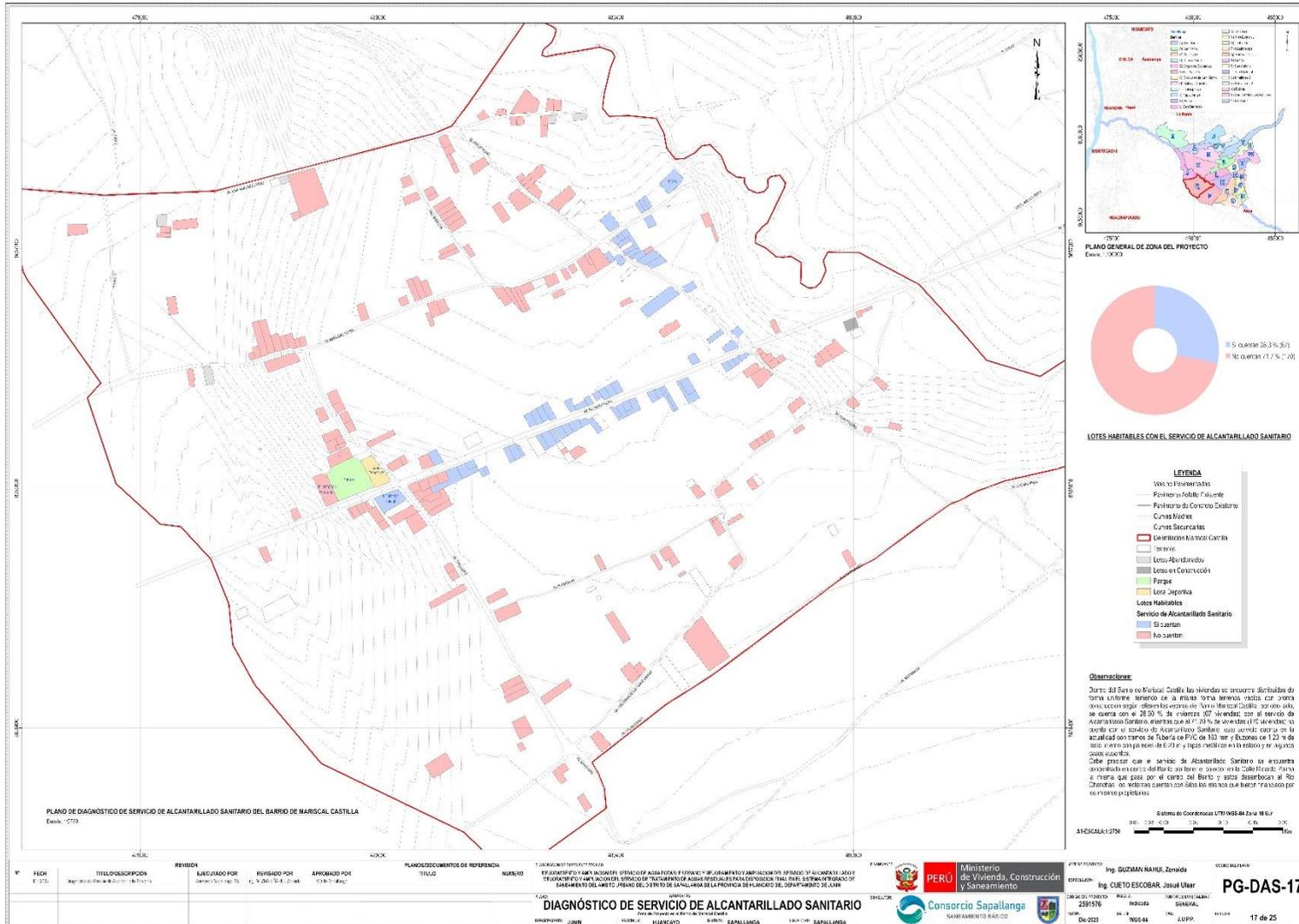
ANEXO 29: Mapa de Diagnóstico de Alcantarillado Sanitario del Barrio Tres Esquinas (N)



ANEXO 30: Mapa de Diagnóstico de Alcantarillado Sanitario del Barrio La Florida (O)



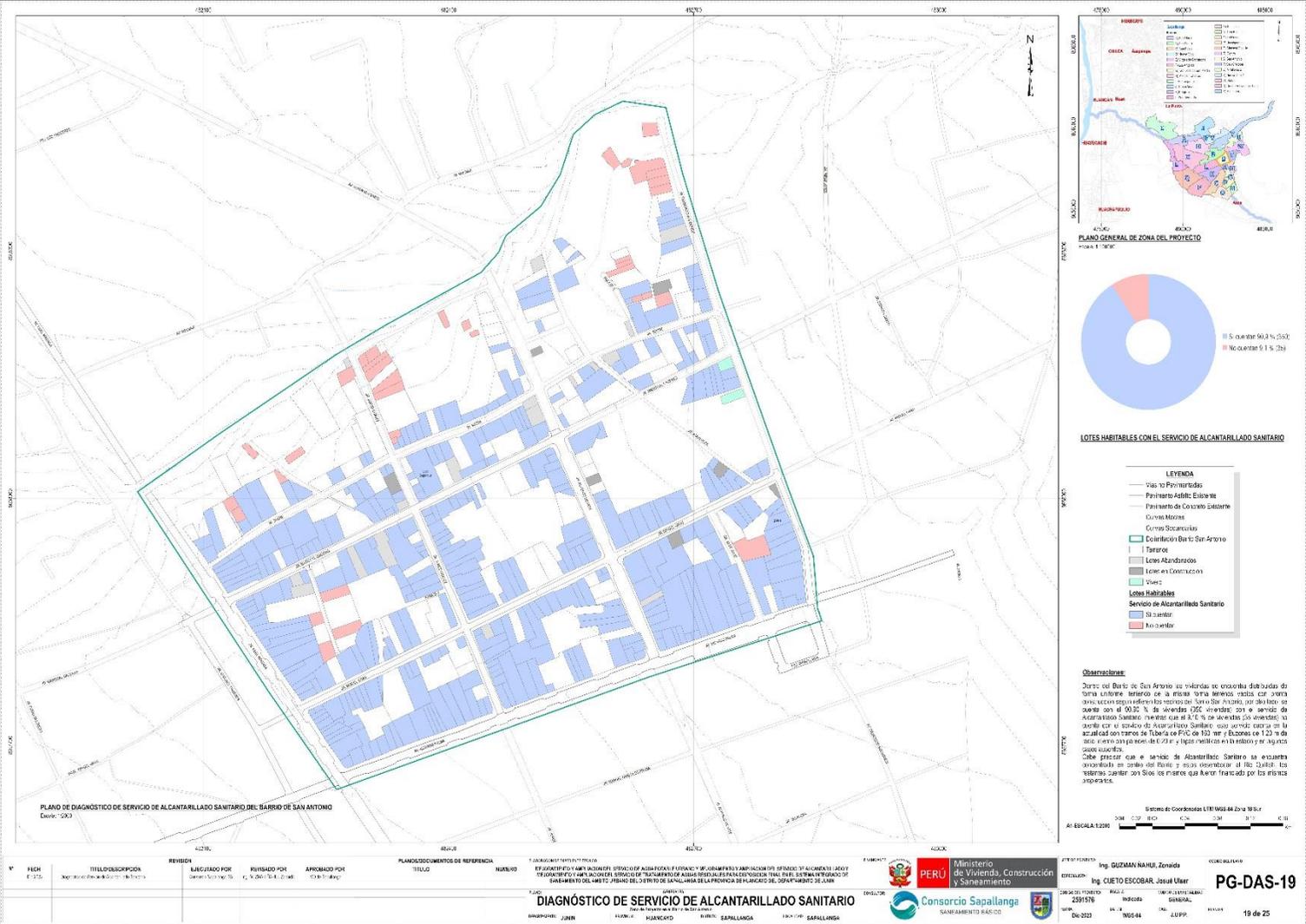
ANEXO 32: Mapa de Diagnóstico de Alcantarillado Sanitario del Barrio Mariscal Castilla (Q)



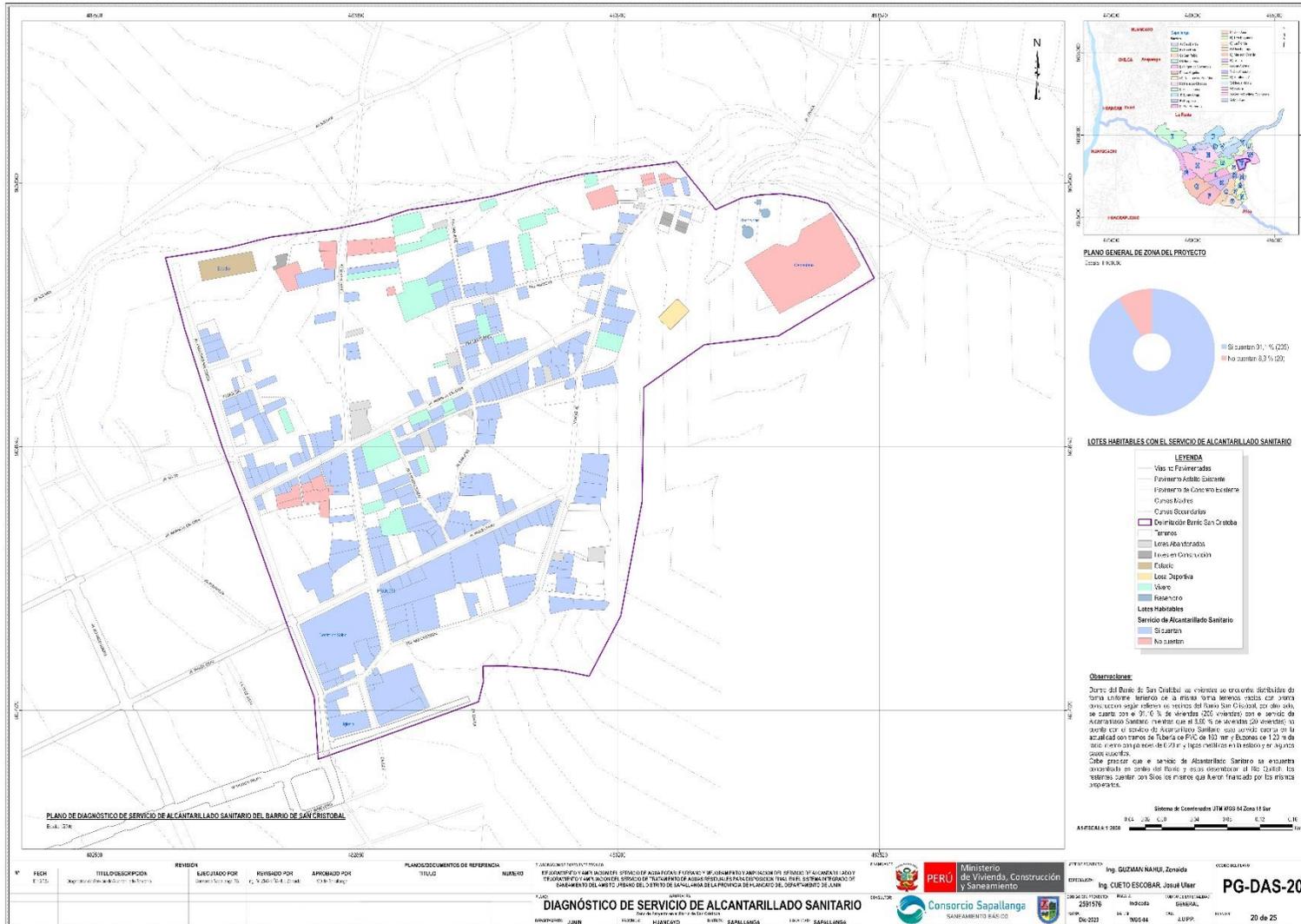
ANEXO 33: Mapa de Diagnóstico de Alcantarillado Sanitario del Barrio Centro (R)



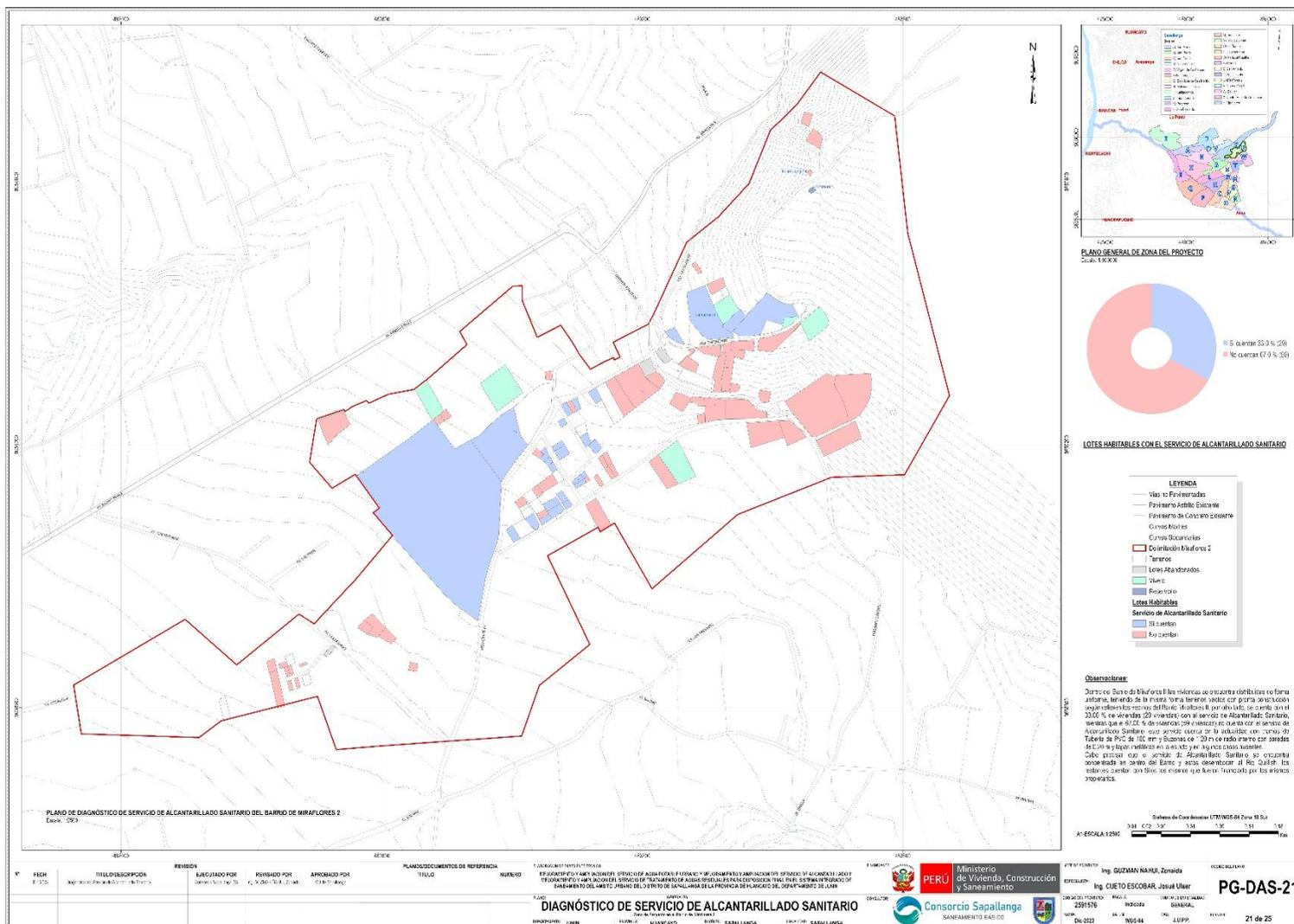
ANEXO 34: Mapa de Diagnóstico de Alcantarillado Sanitario del Barrio San Antonio (S)



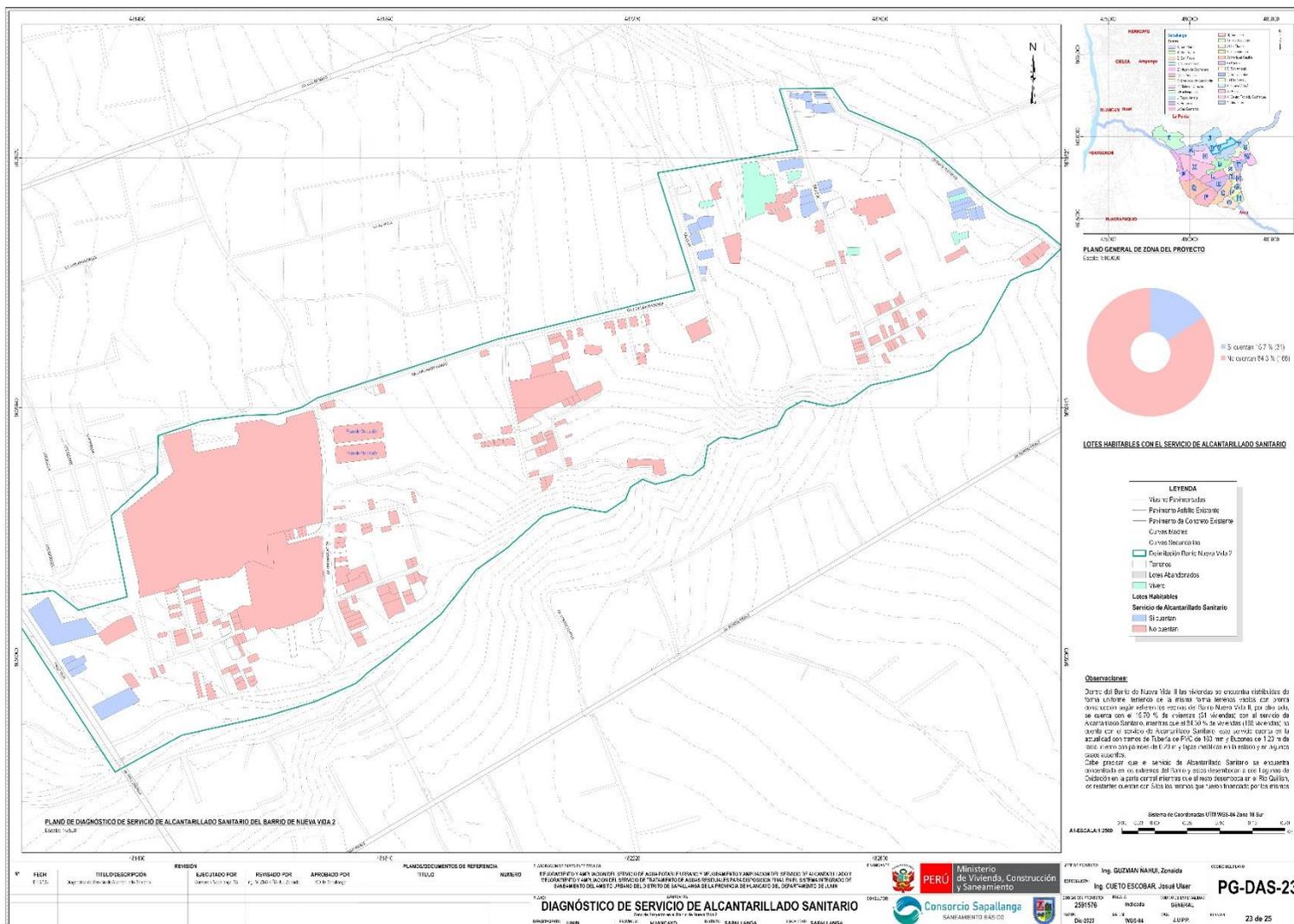
ANEXO 35: Mapa de Diagnóstico de Alcantarillado Sanitario del Barrio San Cristobal (T)



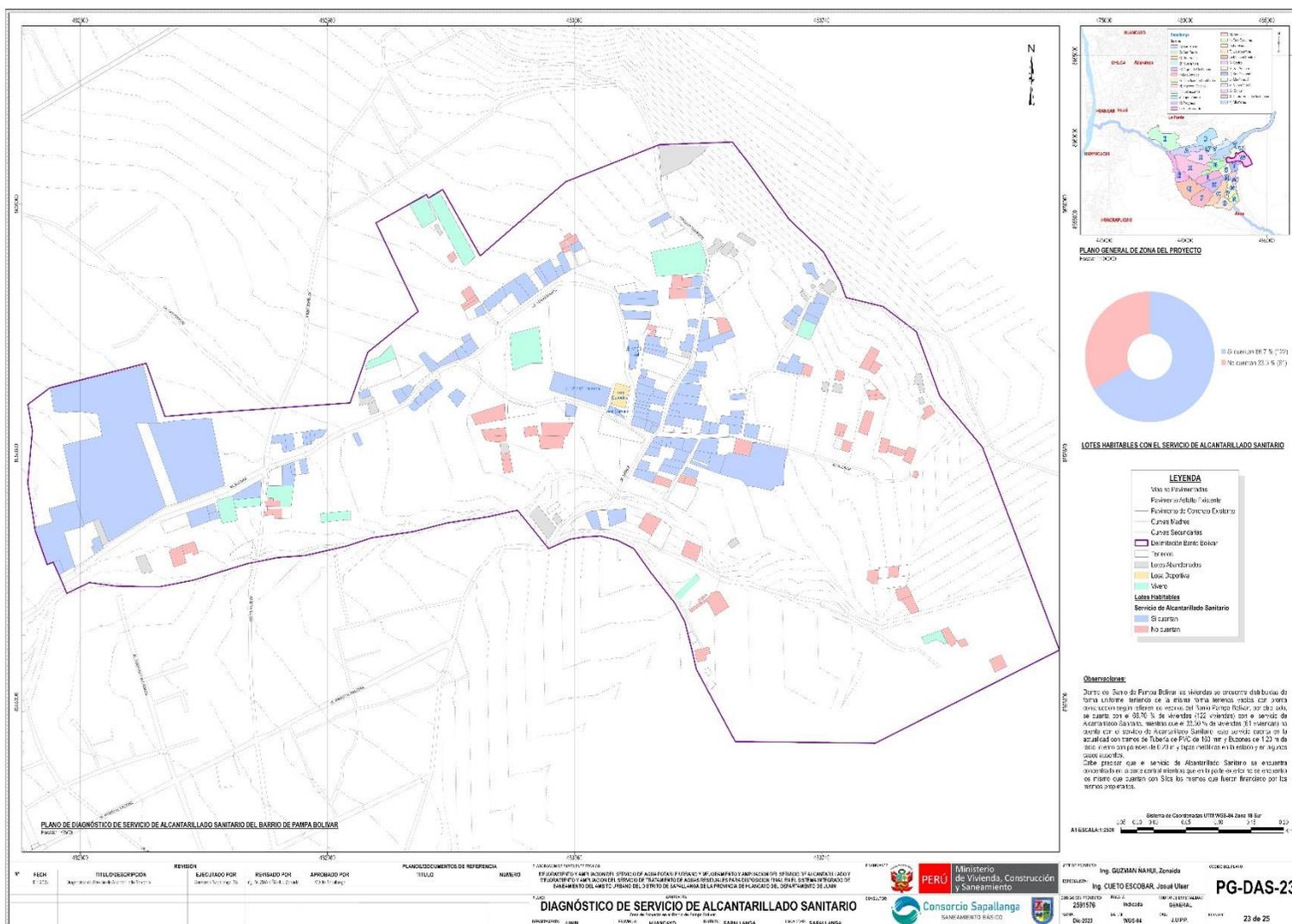
ANEXO 36: Mapa de Diagnóstico de Alcantarillado Sanitario del Barrio de Miraflores 2 (U)



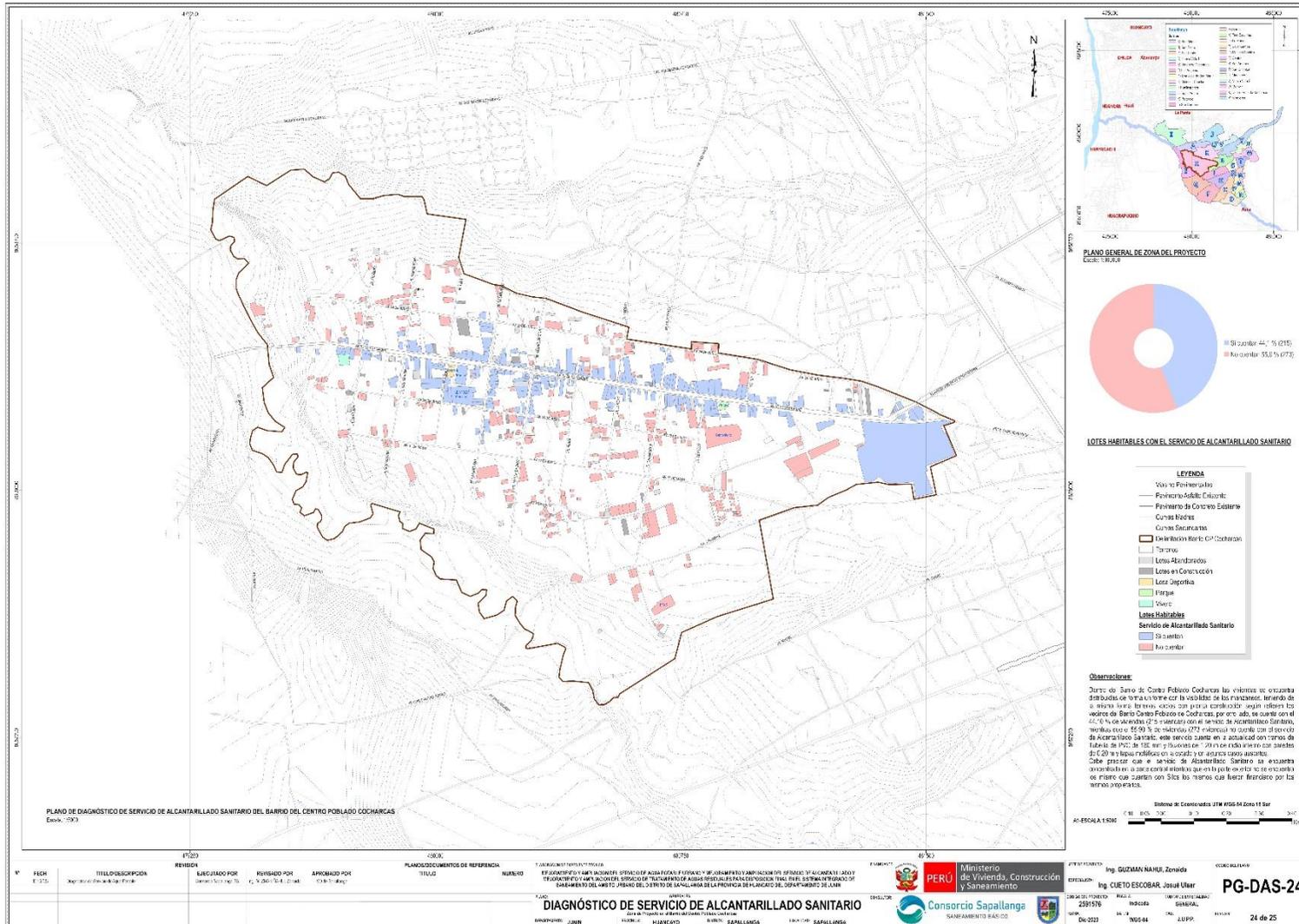
ANEXO 37: Mapa de Diagnóstico de Alcantarillado Sanitario del Barrio de Nueva Vida 2 (V)



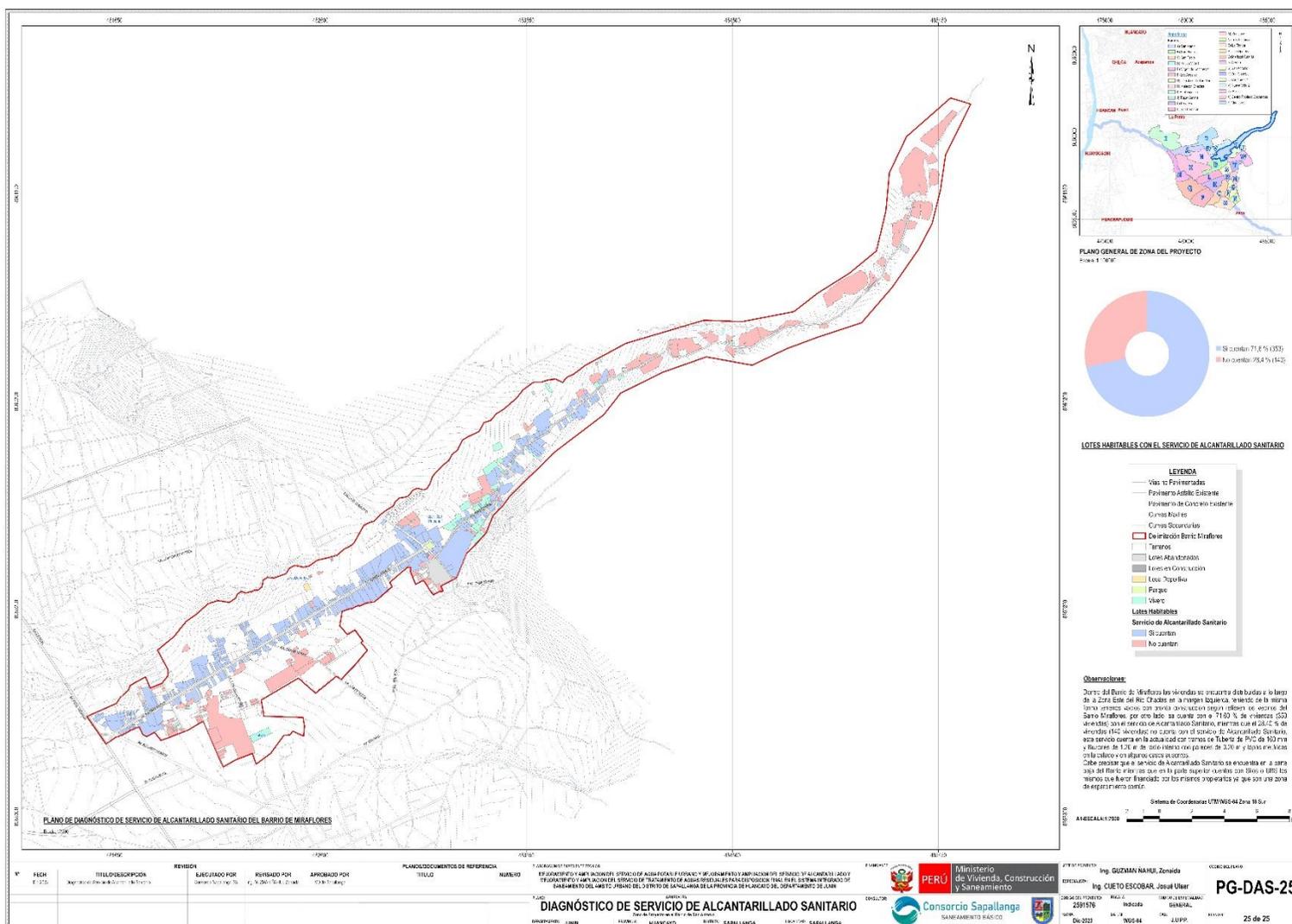
ANEXO 38: Mapa de Diagnóstico de Alcantarillado Sanitario del Barrio Bolívar (W)



ANEXO 39: Mapa de Diagnóstico de Alcantarillado Sanitario del Barrio Cocharcas (X)



ANEXO 40: Mapa de Diagnóstico de Alcantarillado Sanitario del Barrio de Miraflores (Y)





INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL
SUBDIRECCIÓN DE CERTIFICACIONES



CERTIFICADO DE PUNTO GEODÉSICO

Visto el informe de procesamiento del punto geodésico **JUN01373** y habiendo verificado el resultado obtenido por la **MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAPALLANGA**, el Instituto Geográfico Nacional procede a certificar la calidad del resultado obtenido, el cual cumple con los requisitos establecidos según Norma Técnica Geodésica, de acuerdo a las siguientes características:

CÓDIGO DEL PUNTO GEODÉSICO		JUN01373	
COORDENADAS WGS-84			
UTM		GEODÉSICAS	
ESTE	480870.995 m	LATITUD	12°08'14.34885" S
NORTE	8658255.639 m	LONGITUD	75°10'32.92269" O
ZONA	18 Sur	ALT. ELIPSOIDAL	3307.330 m



Datos Generales:

- ORDEN: "C"
- UBICACIÓN (Prov. – Dpto.): HUANCAYO - JUNÍN
- ESTACIÓN GNSS BASE: HUANCAYO (JU01) - 2021
- ÉPOCA DE OBSERVACIÓN: MARZO 2023
- NÚM. CORRELATIVO: 4411 – 2023/IGN/DIG/SDCERTIF



Lima, 14 de agosto de 2023




SULCA MONTES César
TTE EP
Subdirector (e) de Certificaciones

EVALUADO POR: S03 EP NAVARRO MOSCOSO JUAN ALEXIS

COMPETENCIA

La certificación del punto geodésico no certifica ni define límites territoriales de propiedad, posesión jurisdiccional ni política-administrativa.
Los resultados de la evaluación son eminentemente de gabinete, no se han realizado trabajos de campo.



INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL
SUBDIRECCIÓN DE CERTIFICACIONES



CERTIFICADO DE PUNTO GEODÉSICO

Visto el informe de procesamiento del punto geodésico **JUN01374** y habiendo verificado el resultado obtenido por la **MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAPALLANGA**, el Instituto Geográfico Nacional procede a certificar la calidad del resultado obtenido, el cual cumple con los requisitos establecidos según Norma Técnica Geodésica, de acuerdo a las siguientes características:

CÓDIGO DEL PUNTO GEODÉSICO		JUN01374	
COORDENADAS WGS-84			
UTM		GEODÉSICAS	
ESTE	481707.334 m	LATITUD	12°08'40.80346" S
NORTE	8657443.572 m	LONGITUD	75°10'05.26737" O
ZONA	18 Sur	ALT. ELIPSOIDAL	3312.631 m

Datos Generales: - ORDEN: "C" - UBICACIÓN (Prov. – Dpto.): HUANCAYO - JUNÍN - ESTACIÓN GNSS BASE: HUANCAYO (JU01) - 2021 - ÉPOCA DE OBSERVACIÓN: MARZO 2023 - NÚM. CORRELATIVO: 4412 – 2023/IGN/DIG/SDCERTIF		
---	--	--



Lima, 14 de agosto de 2023



SULCA MONTES César
 TTE EP
 Subdirector (e) de Certificaciones

EVALUADO POR: SO3 EP NAVARRO MOSCOSO JUAN ALEXIS

COMPETENCIA

La certificación del punto geodésico no certifica ni define límites territoriales de propiedad, posesión jurisdiccional ni política-administrativa.

Los resultados de la evaluación son eminentemente de gabinete, no se han realizado trabajos de campo.



INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL
SUBDIRECCIÓN DE CERTIFICACIONES



CERTIFICADO DE PUNTO GEODÉSICO

Visto el informe de procesamiento del punto geodésico **JUN01375** y habiendo verificado el resultado obtenido por la **MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAPALLANGA**, el Instituto Geográfico Nacional procede a certificar la calidad del resultado obtenido, el cual cumple con los requisitos establecidos según Norma Técnica Geodésica, de acuerdo a las siguientes características:

CÓDIGO DEL PUNTO GEODÉSICO		JUN01375	
COORDENADAS WGS-84			
UTM		GEODÉSICAS	
ESTE	481698.214 m	LATITUD	12°07'34.60007" S
NORTE	8659477.106 m	LONGITUD	75°10'05.52760" O
ZONA	18 Sur	ALT. ELIPSOIDAL	3330.185 m



Datos Generales:

- ORDEN: "C"
- UBICACIÓN (Prov. – Dpto.): HUANCAYO - JUNÍN
- ESTACIÓN GNSS BASE: HUANCAYO (JU01) - 2021
- ÉPOCA DE OBSERVACIÓN: MARZO 2023
- NÚM. CORRELATIVO: 4113 – 2023/IGN/DIG/SDCERTIF



Lima, 02 de agosto de 2023



Sulca Montes César
SULCA MONTES César
TTE EP
Subdirector (e) de Certificaciones

EVALUADO POR: S03 EP NAVARRO MOSCOSO JUAN ALEXIS

COMPETENCIA

La certificación del punto geodésico no certifica ni define límites territoriales de propiedad, posesión jurisdiccional ni política-administrativa.

Los resultados de la evaluación son eminentemente de gabinete, no se han realizado trabajos de campo.



INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL
SUBDIRECCIÓN DE CERTIFICACIONES



CERTIFICADO DE PUNTO GEODÉSICO

Visto el informe de procesamiento del punto geodésico **JUN01376** y habiendo verificado el resultado obtenido por la **MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAPALLANGA**, el Instituto Geográfico Nacional procede a certificar la calidad del resultado obtenido, el cual cumple con los requisitos establecidos según Norma Técnica Geodésica, de acuerdo a las siguientes características:

CÓDIGO DEL PUNTO GEODÉSICO		JUN01376	
COORDENADAS WGS-84			
UTM		GEODÉSICAS	
ESTE	482845.790 m	LATITUD	12°08'28.83470" S
NORTE	8657811.892 m	LONGITUD	75°09'27.59120" O
ZONA	18 Sur	ALT. ELIPSOIDAL	3332.109 m

Datos Generales: - ORDEN: "C" - UBICACIÓN (Prov. – Dpto.): HUANCAYO - JUNÍN - ESTACIÓN GNSS BASE: HUANCAYO (JU01) - 2021 - ÉPOCA DE OBSERVACIÓN: MARZO 2023 - NÚM. CORRELATIVO: 4413 – 2023/IGN/DIG/SDCERTIF		
---	--	--



Lima, 14 de agosto de 2023



SULCA MONTES César
 TTE EP
 Subdirector (e) de Certificaciones

EVALUADO POR: SO3 EP NAVARRO MOSCOSO JUAN ALEXIS

COMPETENCIA

La certificación del punto geodésico no certifica ni define límites territoriales de propiedad, posesión jurisdiccional ni política-administrativa.

Los resultados de la evaluación son eminentemente de gabinete, no se han realizado trabajos de campo.



INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL
SUBDIRECCIÓN DE CERTIFICACIONES



CERTIFICADO DE PUNTO GEODÉSICO

Visto el informe de procesamiento del punto geodésico **JUN01377** y habiendo verificado el resultado obtenido por la **MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAPALLANGA**, el Instituto Geográfico Nacional procede a certificar la calidad del resultado obtenido, el cual cumple con los requisitos establecidos según Norma Técnica Geodésica, de acuerdo a las siguientes características:

CÓDIGO DEL PUNTO GEODÉSICO		JUN01377	
COORDENADAS WGS-84			
UTM		GEODÉSICAS	
ESTE	480014.947 m	LATITUD	12°07'44.93018" S
NORTE	8659158.715 m	LONGITUD	75°11'01.22660" O
ZONA	18 Sur	ALT. ELIPSOIDAL	3292.161 m

Datos Generales: - ORDEN: "C" - UBICACIÓN (Prov. – Dpto.): HUANCAYO - JUNÍN - ESTACIÓN GNSS BASE: HUANCAYO (JU01) - 2021 - ÉPOCA DE OBSERVACIÓN: MARZO 2023 - NÚM. CORRELATIVO: 4414 – 2023/IGN/DIG/SDCERTIF		
---	--	--



Lima, 14 de agosto de 2023



Sulca Montes César
SULCA MONTES César
 TTE EP
 Subdirector (e) de Certificaciones

EVALUADO POR: SO3 EP NAVARRO MOSCOSO JUAN ALEXIS

COMPETENCIA

La certificación del punto geodésico no certifica ni define límites territoriales de propiedad, posesión jurisdiccional ni política-administrativa.

Los resultados de la evaluación son eminentemente de gabinete, no se han realizado trabajos de campo.



INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL
SUBDIRECCIÓN DE CERTIFICACIONES



CERTIFICADO DE PUNTO GEODÉSICO

Visto el informe de procesamiento del punto geodésico **JUN01378** y habiendo verificado el resultado obtenido por la **MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAPALLANGA**, el Instituto Geográfico Nacional procede a certificar la calidad del resultado obtenido, el cual cumple con los requisitos establecidos según Norma Técnica Geodésica, de acuerdo a las siguientes características:

CÓDIGO DEL PUNTO GEODÉSICO		JUN01378	
COORDENADAS WGS-84			
UTM		GEODÉSICAS	
ESTE	482350.212 m	LATITUD	12°07'47.22381" S
NORTE	8659089.744 m	LONGITUD	75°09'43.96347" O
ZONA	18 Sur	ALT. ELIPSOIDAL	3345.701 m

Datos Generales:	
- ORDEN: "C"	
- UBICACIÓN (Prov. – Dpto.): HUANCAYO - JUNÍN	
- ESTACIÓN GNSS BASE: HUANCAYO (JU01) - 2021	
- ÉPOCA DE OBSERVACIÓN: MARZO 2023	
- NÚM. CORRELATIVO: 4415 – 2023/IGN/DIG/SDCERTIF	



Lima, 14 de agosto de 2023



Sulca Montes César
SULCA MONTES César
TTE EP
 Subdirector (e) de Certificaciones

EVALUADO POR: SO3 EP NAVARRO MOSCOSO JUAN ALEXIS

COMPETENCIA

*La certificación del punto geodésico no certifica ni define límites territoriales de propiedad, posesión jurisdiccional ni política-administrativa.
 Los resultados de la evaluación son eminentemente de gabinete, no se han realizado trabajos de campo.*

ANEXO 47: Medición y lectura del JUN01373



ANEXO 48: Medición y lectura del JUN01374



ANEXO 49: Medición y lectura del JUN01375



ANEXO 50: Medición y lectura del JUN01376



ANEXO 51: Medición y lectura del JUN01377



ANEXO 52: Medición y lectura del JUN01378



ANEXO 53: Monumentación de los Puntos de Control Terrestre











ANEXO 54: Recolección de datos mediante ArcGIS Field Maps



ANEXO 55: Recolección de datos mediante ArcGIS Field Maps



ANEXO 56: Caja de agua de la vivienda encuestada mediante ArcGIS Field Maps



ANEXO 57: Caja de agua de la vivienda encuestada mediante ArcGIS Field Maps



ANEXO 58: Buzón identificado mediante ArcGIS Field Maps



ANEXO 59: Buzón identificado mediante ArcGIS Field Maps

