

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**“ELABORACIÓN DE UNA PLATAFORMA GEOINFORMATICA DE
GESTIÓN CATASTRAL URBANO-RURAL DE RIOJA SAN MARTIN
MEDIANTE SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA”**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERA AGRICOLA

FRANCIS FLAVIA VÁSQUEZ QUIÑE

LIMA – PERÚ

2020

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA

**“ELABORACIÓN DE UNA PLATAFORMA GEOINFORMATICA DE
GESTIÓN CATASTRAL URBANO-RURAL DE RIOJA SAN MARTIN
MEDIANTE SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA”**

TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE:

INGENIERA AGRÍCOLA

Presentado por:

BACH. FRANCIS FLAVIA VÁSQUEZ QUIÑE

Sustentado y aprobado por el siguiente jurado:

Mestre JORGE LUIS DÍAZ RIMARACHIN
Presidente

Dr. RAÚL ARNALDO ESPINOZA VILLAR
Miembro

Ing. JOSÉ BERNARDINO ARAPA QUISPE
Miembro

Dr. NÉSTOR MONTALVO ARQUIÑIGO
Asesor

Ing. FERNANDO PAZ ZAGACETA
Co-Asesor

LIMA – PERU

2020

DEDICATORIA

Dedicado a mi madre María Angélica Quiñe de los Ríos, a mi padre Héctor Francisco Vásquez Villalobos y a mi hermana Nicole Ximena Vásquez Quiñe, por su paciencia, por estar a mi lado y acompañarme en cada paso que he dado. Esta tesis involucro mucho esfuerzo y perseverancia, y también significa el inicio de una nueva etapa. Quiero dedicar el inicio de esta nueva etapa a mi Tía Julia Vásquez Villalobos, quien formó parte de mi educación como persona, y que sin su ayuda no podría estar en donde estoy. Ella me enseñó que el conocimiento nos abre puertas y debemos mirar para adelante, aunque el corazón nos diga lo contrario, gracias hasta el cielo.

AGRADECIMIENTO

Este trabajo de Tesis realizado para la obtención del título en la Universidad Agraria La Molina es un esfuerzo en el cual, participaron distintas personas opinando, corrigiendo, dando su apoyo en los momentos de crisis y en los momentos de felicidad.

En primer lugar, a mi asesor de Tesis, Dr. Néstor Montalvo Arquíñigo, mi más sincero agradecimiento por su apoyo para poder elaborar cada etapa de mi tesis, por su paciencia y tiempo brindado ante las diversas circunstancias presentadas durante este último año 2020.

A mi co-asesor el Ing. Fernando Paz Zagaceta, quien me brindó su apoyo en la revisión de información. También, por sus consejos y ánimo que me brindó durante el desarrollo de mi tesis para poder continuar.

Mis agradecimientos a mis jurados quienes supieron guiarme para la mejora de mi trabajo de investigación y a quienes considero como el impulso para poder culminar de manera satisfactoria.

Agradezco de corazón por las personas envueltas en este trabajo y espero que sus enseñanzas se vean reflejadas.

INDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO	ii
INDICE GENERAL.....	iii
INDICE DE TABLAS.....	vii
INDICE DE FIGURAS	viii
INDICE DE ANEXOS	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo General.....	2
1.2. Objetivos Específicos	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Catastro.....	3
2.1.1 Definición de catastro.....	3
2.1.2 Conceptos generales de catastro:.....	4
2.1.3 Código único catastral (CUC)	4
2.1.4 Catastro rural	5
2.1.5 Catastro urbano.....	5
2.2. Levantamiento catastral	6
2.2.1 Definición de levantamiento catastral	6

2.2.2	Condiciones generales de levantamiento catastral	6
2.2.3	Levantamiento catastral rural	6
2.2.4	Levantamiento catastral urbano	10
2.3.	Geodesia	13
2.3.1	Definición de geodesia	13
2.3.2	Clasificación de los puntos geodésicos	13
2.3.3	Fases de levantamiento geodésico	14
2.4.	Sistema De posicionamiento Global Por Satélite	16
2.4.1	Descripción del sistema de posicionamiento global por satélite	16
2.4.2	Métodos de posicionamiento	16
2.5.	Topografía.....	18
2.5.1	Definición de topografía.....	18
2.5.2	Relación de la Topografía con otras ciencias	18
2.5.3	Método de radiación	19
2.5.4	Fases	19
2.6.	Fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados	20
2.6.1	Definición de fotogrametría.....	20
2.6.2	Definición de aeronave pilotada a distancia	20
2.6.3	Parámetros del vuelo fotogramétrico.....	21
2.6.4	Fases para un levantamiento fotogramétrico con RPA	23
2.6.5	Procesamiento fotogramétrico.....	23

2.7. Estándares de exactitud posicional	24
2.7.1 Estándar de precisión de mapas nacionales	25
2.7.2 Estándar de precisión de mapas de ingeniería	25
2.7.3 Estándar Nacional Para Datos Espaciales	27
2.8. Empadronamiento.....	28
2.8.1 Definición	28
2.8.2 Datos catastrales alfanuméricos	28
2.8.3 Fichas catastrales	29
2.9. Sistema De Información Geográfica	30
2.9.1 Componentes de la Información Geográfica	31
2.9.2 Modelos para la Información Geográfica	31
2.10. Software ARCGIS	32
2.10.1 ArcGIS Desktop	33
2.10.2 ArcCatalog.....	33
2.10.3 Publicación de Servicios de Mapas	33
2.10.4 Creación de Paquete de Mapas	34
2.11. Base de Datos en el Sistema de Información Geográfico.....	34
2.10.5 Definición de Base de Datos	34
2.10.6 Sistema de Gestión de Base de Datos.....	34
2.10.7 Base de datos relacionales	34
III. METODOLOGÍA	37

3.1. Ubicación y Características Principales del Área de Estudio.....	37
3.2. Materiales y Equipos	38
3.2.1 Materiales	38
3.2.2 Equipos	38
3.3. Método.....	38
3.3.1 Fase de Inicio.....	40
3.3.2 Fase de Planificación	42
3.3.3 Fase de Campo	49
3.3.4 Fase de Procesamiento.....	52
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES	61
4.1. Inventario catastral alfanumérico	61
4.2. Evaluar la correspondencia de la cartografía catastral	66
4.3. Elaboración de Base de Datos Geoespacial.....	69
V. CONCLUSIONES	82
VI. RECOMENDACIONES	83
VII. COLABORADORES.....	84
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	85
IX. ANEXOS	92

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Características de los puntos geodésicos.....	16
Tabla 2: Tiempos de Observación en Método Estático Relativo	17
Tabla 3: Comparación de errores estadísticos entre los modelos digitales de terreno	28
Tabla 4: Errores topológicos.....	36
Tabla 5: Características de los métodos para zonas rurales y urbanas	41
Tabla 6: Contenido del Formulario de las Fichas Catastrales	43
Tabla 7: Numero de Lotes por Manzana	45
Tabla 8: Predios con observaciones	46
Tabla 9 : Coordenadas UTM Zona 18S WGS-84	47
Tabla 10: Descripción de capas para trabajo espacial	57
Tabla 11: Coordenadas Geográficas.....	94
Tabla 12: Característica de Vuelo	95
Tabla 13: Coordenadas Geográficas de Terreno y Carta.....	107

INDICE DE FIGURAS

Figura N° 1 Proceso de Asignación de CUC en Zona Catastrada Aplicable para las EGC	5
Figura N° 2 Flujograma de levantamiento catastral rural con fotografías aéreas	8
Figura N° 3 Flujograma de levantamiento catastral rural con GPS/GNSS diferencial	9
Figura N° 4 Flujograma de levantamiento catastral rural con Estación Total	10
Figura N° 5 Flujograma de levantamiento catastral urbano por la obtención de ortofotos	11
Figura N° 6 Flujograma de levantamiento catastral urbano mediante la estación total	12
Figura N° 7 Flujograma de levantamiento catastral urbano mediante GPS – Diferencial	13
Figura N° 8 Modelo de líneas de vuelo con dron	21
Figura N° 9 Mapa de Ubicación del área de estudio	37
Figura N° 10 Flujograma de Metodología	39
Figura N° 11 Flujograma de Fase de Inicio	40
Figura N° 12 Flujograma de Fase de Planificación	42
Figura N° 13 Coordenadas UTM de orden C Monumentados	47
Figura N° 14 Flujograma de Fase de Pre-Diseño	49
Figura N° 15 Flujograma de Fase de Campo	50
Figura N° 16 Identificación de Puntos Monumentados para la Georreferenciación	51
Figura N° 17 Estación BM1	51
Figura N° 18 Flujograma de Fase de Procesamiento	52
Figura N° 19 Gráfico de Relación de Coordenadas Eje X	54
Figura N° 20 Gráfico de Dispersión Coordenadas Eje Y	54
Figura N° 21 Gráfico de Dispersión Coordenadas Eje Z	55
Figura N° 22 Flujograma de Base de datos relacionales	57
Figura N° 23 Diseño de Plataforma SIG	60
Figura N° 24 Interfaz de Plataforma SIG	62

Figura N° 25 Relaciones de Información	63
Figura N° 26 Ubicación del Lote	63
Figura N° 27 Pestaña de Descripción	64
Figura N° 28 Pestaña Identificación del Titular	65
Figura N° 29 Pestaña Construcción	66
Figura N° 30 Errores Eje X	67
Figura N° 31 Errores Eje Y	68
Figura N° 32 Errores Eje Z	68
Figura N° 33 Plataforma Virtual	71
Figura N° 34 Sector N°02	72
Figura N° 35 Acceso a Energía Eléctrica – Sector N°002	75
Figura N° 36 Acceso a Agua Potable – Sector N°002	76
Figura N° 37 Acceso a Alcantarillado – Sector N°002	77
Figura N° 38 Acceso Telefónico – Sector N°002	78
Figura N° 39 MEP – Sector N°002	79
Figura N° 40 ECS – Sector N° 002	80
Figura N° 41 ECC – Sector N°002	81
Figura N° 42 Modelo de Ficha Catastral	93
Figura N° 43 Herramienta <i>Create Shapefile</i>	96
Figura N° 44 Ventana Create New Shapefile	96
Figura N° 45 Tabla de numeración	97
Figura N° 46 Herramienta Create Signatures	97
Figura N° 47 Herramienta Maximum Likelihood Clasification	98
Figura N° 48 Mosaico N°05 sin Clasificación Supervisada	98
Figura N° 49 Mosaico N°05 sin Clasificación Supervisada	99

Figura N° 50 Fotografía Aérea de Cultivos de Arroz sin Clasificación Supervisada	99
Figura N° 51 Fotografía Aérea de Cultivos de Arroz con Clasificación Supervisada	100
Figura N° 52 Fotografía Área Inundada sin Clasificación Supervisada	100
Figura N° 53 Fotografía Área Inundada con Clasificación Supervisada	101
Figura N° 54 Herramienta PDF to TIFF	101
Figura N° 55 Puntos de Coordenadas de la Cartografía	102
Figura N° 56 Herramienta Export Data como Shapefile	102
Figura N° 57 Herramienta Fit to Display	103
Figura N° 58 Cartografía Georreferenciada	103
Figura N° 59 Cartografía	104
Figura N°60 Lote 01- Manzana 01 - Sector 02	104
Figura N°61 Lote 02A - Manzana 01 - Sector 02	105
Figura N°62 Lote 02B - Manzana 01 - Sector 02	105
Figura N°63 Herramienta Open Attribute Table	106
Figura N°64 Tabla de Atributos	106
Figura N°65 Ventana Calculate Geometry	107
Figura N°66 Propiedades del Archivo	108
Figura N°67 Herramienta Export Data	109
Figura N°68 Herramienta Feature to Line	109
Figura N°69 Herramienta Dissolve	110
Figura N°70 Herramienta Feature to Polygon	110
Figura N°71 Capa de Propiedades	111
Figura N°72 Definir Proyección de Coordenadas	111
Figura N°73 Creación de Feature Dataset	112
Figura N°74 Herramienta New Topology	112

Figura N°75 Contenido de Errores	113
Figura N° 76 Lista de Errores	113
Figura N° 77 Herramienta Validate Topology	114
Figura N° 78 Ventana de Propiedades	114
Figura N° 79 Herramienta Placement Properties	115
Figura N°80 Herramienta Scale Range	115
Figura N°81 Herramienta Label Expression	116
Figura N°82 Herramienta Table	117
Figura N°83 Herramienta Table to Table	117
Figura N°84 Herramienta Relationship Class	118
Figura N°85 Ventana New Relationship Class	118
Figura N°86 Propiedades de las Relaciones Creadas	119
Figura N°87 Herramienta Package	119
Figura N°88 Descripción de Package	120

INDICE DE ANEXOS

Anexo N° 1 Fases de Levantamiento Catastral	92
Anexo N° 2 Procedimiento de clasificación Supervisada	95
Anexo N°3 Georreferenciación de Cartas PDF.....	101
Anexo N°4 Fotografías de viviendas verificadas	104
Anexo N°5 Cálculo de coordenadas	105
Anexo N°6 Cuadro de Coordenadas de Terreno y Carta	107
Anexo N°7 Conversión a Shape	108
Anexo N°8 Georreferenciación de los polígonos	110
Anexo N°9 Creación del Geodatabase	111
Anexo N°10 Edición de Propiedades	114
Anexo N°11 Procesamiento Alfanumérico	116

RESUMEN

En la ciudad de Rioja, ubicada en el departamento de San Martín se desarrolló el proyecto de implementación del catastro urbano, el cual se realizó mediante el levantamiento fotogramétrico y topográfico apoyados en puntos geodésicos de la red geodésica. En base a este trabajo, se planteó la metodología de gestión de datos catastrales en el sistema de información geográfica. El objetivo de esta tesis es proponer una metodología para la elaboración de una plataforma en el sistema de información geográfica, usando información previamente recopilada del levantamiento catastral. Primero se recopiló y analizó información, luego se realizó la etapa de planificación para plantear un flujograma base sobre el trabajo de tesis, en donde se actualizaron las fichas de información alfanumérica y se evaluó la cartografía aplicando fórmulas de exactitud posicional mediante el uso de una estación total amarrada a la red de puntos geodésicos. Por último, se desarrolló la base de datos catastral en el sistema de información geográfica. Como resultado, se obtuvo la base de datos y la actualización de fichas catastrales. Segundo, se obtuvieron los errores correspondientes a cada eje, así como el error medio cuadrático para ambos planos ($RMSE_r = 0.219$ m y $RMSE_z = 0.331$ m). Además, se obtuvieron mapas temáticos relacionados al catastro. Como conclusión se obtuvo que la actualización de fichas catastrales brinda información temática con mayor precisión. Además, que los errores medios cuadráticos en el plano horizontal son menores y los resultados en el test NSSDA mostró que el 95% de los valores en el plano horizontal tienen una diferencia menor al 22 cm. Por último, el acceso rápido y preciso a la información catastral es posible con una plataforma en el sistema de información geográfica.

Palabras clave: Sistema de información geográfica, base de datos catastral, levantamiento catastral.

ABSTRACT

This Project dealing with the implementation of urban cadastre using photographic and topographic surveys supported on geodetic points from the geodetic network, was carried out in the city of Rioja, San Martin department. Based on this work, a management methodology for cadastral data in the geographic information system was suggested. The aim of this thesis is to propose a methodology for the creation of a platform within the geographic information system, using information previously collected from the cadastral survey. In the first stage of the study, information was gathered and analysed, then a planning stage was carried out to be able to propose a core flowchart for the thesis work, in which the alphanumeric information sheets were updated. The cartography was evaluated by means of position accuracy formulas using a total station tied to the geodetic point network. Finally, the cadastral database was developed in the geographic information system. As a result, the database was obtained and the cadastral sheets were updated. In the second stage the errors corresponding to each axis were identified as well as the root mean square error for both planes ($RMSE_r = 0.219434940554211$ m and $RMSE_z = 0.330504635738894$ m). Besides thematic maps related to the cadastre were also found. The conclusion is that the update of cadastral records will provide information with greater precision. Furthermore, the mean squared errors in the horizontal plane are lower and the results in the NSSDA test showed that 95% of the values in the horizontal plane will have a difference of less than 22 cm. Finally, precise and fast access to the cadastre information is possible with a platform in the geographic information system.

Key words: geographic information system, cadastral database, cadastral survey

I. INTRODUCCIÓN

El Catastro ha ido evolucionando a través del tiempo y según las necesidades de entes locales como regionales, las metodologías implementadas para el levantamiento catastral han ido mejorando e innovando según la geografía del terreno, lo que ha permitido que actualmente sea más rápido y sencillo. Sin embargo, el manejo de información resultante de un levantamiento catastral no cuenta con una metodología de aplicación estándar, que permita a las entidades la elaboración de una plataforma, obstaculizando el acceso de información.

En el 2004, con la creación del Sistema Nacional Integrado de Información Catastral Predial - Ley 28294 (21 de julio, 2004), se determinó como objetivo de la ley regular la integración y unificación de los estándares, nomenclatura y procesos con los que se realiza un adecuado catastro. Dicho sistema se encuentra integrado por la Superintendencia Nacional de Los Registros Públicos (SUNARP), Gobiernos Regionales, Municipalidades Provinciales, Distritales y Metropolitana de Lima, Instituto Geográfico Nacional y el Instituto Nacional de Concesiones y Catastro Minero – INACC; las cuales, tienen como función generar, administrar, y actualizar de forma homogénea toda la información obtenida, con la finalidad de dar acceso a todos los sectores tanto públicos como privados.

Para el año 2018, el COFOPRI (Organismo de Formalización de la Propiedad Informal) lanzó la primera plataforma virtual multipropósito, que está compuesta por catastro urbano, catastro de daños, catastro minero, catastro rural, comunidades campesinas, comunidades nativas, Ministerio de Medio Ambiente y el Centro Nacional de Evaluación de Riesgo. El propósito de esta herramienta es poder brindar acceso sobre la información territorial, edificaciones, infraestructura, desastres naturales, entre otros.

El estado peruano publicó resoluciones recientes, que tienen como objetivo la estandarización del levantamiento catastral rural y urbano; sin embargo, no existe publicaciones o proyectos que propongan una adecuada gestión de información de catastro. Es por ello, que, en la presente tesis, se presentará los diferentes métodos aplicados a un levantamiento catastral y las herramientas necesarias para la elaboración de una plataforma

en el sistema de información geográfica.

1.1. Objetivo General

- Plantear una metodología para elaborar una plataforma mediante la aplicación del sistema de información geográfica (SIG) para el catastro urbano-rural en la ciudad de Rioja – San Martín.

1.2. Objetivos Específicos

- Actualizar la información de inventario catastral alfanumérico mediante trabajo de campo
- Evaluar la correspondencia de la cartografía catastral por métodos topográficos ligada a la red geodésica
- Elaborar la base de datos geoespacial del catastro urbano-rural mediante el uso de sistemas de información geográfico para proponer la plataforma geo - informática

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Catastro

2.1.1 Definición de catastro

Según el Comercio - Instituto Peruano de Economía – IPE (2019), el catastro es el inventario en donde se encuentran los predios del territorio nacional, este inventario contiene características físicas, económicas, uso, entre otros. Contamos con catastro urbano y rural, en donde el primero es realizado principalmente por gobiernos locales y el segundo es llevado a cabo por el Ministerio de Agricultura (MINAGRI). Además, el Sistema Nacional Integrado de Información Catastral Predial es el encargado de dar conformidad y reunir todos los levantamientos de catastro realizado por las municipalidades y el MINAGRI.

La importancia del registro catastral radica en que brinda información acerca de la situación jurídica de la tierra. Por ello, Leonie Roca presidenta de la Asociación para el Fomento de la Infraestructura Nacional (AFIN), considera que es una limitación que el catastro solo se incluya la georreferenciación y que aspectos como el uso de suelo, construcciones en el subsuelo, el tipo de edificaciones permitidas, autoevaluó, entre otros, no sean tomados en cuenta. Además, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) señala que la información contenida en el catastro beneficia al estado, debido a que facilita una mejor gestión territorial y un uso apropiado de los predios (El Comercio - Instituto Peruano de Economía – IPE, 2019).

Según Portillo (2007), “el deterioro ambiental, el crecimiento desordenado de las ciudades, las masivas propiedades informales, la doble inmatriculación o superposición de predios inscritos son también factores para adecuar el catastro como instrumento”.

De acuerdo con la Norma Cubana 57-18 (1893), “el catastro nacional es la expresión gráfica y literal de los bienes inmuebles del país que abarca la posesión inmobiliaria de las personas

naturales y jurídicas, mediante la cual se obtiene el conocimiento real del territorio” (Ponvert - Deslisles, Kelly y Reyes, 2012). La administración pública del catastro tiene por objeto detectar las características de los bienes inmuebles ubicados en el territorio del municipio, conocer quiénes son los propietarios de dichos bienes y registrar su situación jurídica-económica para fines tanto legales como impositivos.

2.1.2 Conceptos generales de catastro:

- Predios: “Superficie delimitada por un polígono, y se extiende al subsuelo y al sobresuelo, comprendidos dentro de los planos verticales del perímetro superficial, excluyéndose los bienes regidos por leyes especiales” (Superintendencia Nacional de Registros Públicos - SNRP, 2010)
- Sistema Geodésico Oficial: Según el Instituto Geográfico Nacional - IGN (2015), el sistema geodésico está conformado por la Red Geodésica Horizontal Oficial y la Red Geodésica Vertical Oficial, que a su vez está implementada y administrada por el mismo Instituto Geográfico Nacional.
- Código Único Catastral (CUC): Según la Superintendencia Nacional de Registros Públicos (2010) es el código único de identificación predial, compuesto por doce (12) dígitos alfanuméricos que vincula la información catastral con el Registro de Predios.
- Certificado Catastral: Es el documento con valor jurídico y efectos legales que emite la entidad catastral competente a favor de cualquier persona que lo solicite. La expedición del Certificado Catastral está sujeta al pago de los derechos correspondientes (Congreso de la República - Ley 28294, 2004).

2.1.3 Código único catastral (CUC)

a). Estructura y característica:

El CUC contiene 12 números que permiten identificar un predio y se encuentran en las fichas catastrales. Los primeros 8 dígitos corresponden al rango secuencial por distrito y los últimos 4 dígitos corresponden a la numeración secuencial y correlativa. (SNRP, 2010).

El Ministerio de Agricultura y Riego (2019), señala que la aplicación del CUC será parte importante para unificar e integrar estándares y aspectos técnicos de la información catastral, vinculando los predios entre el Registro de Predios y el Sistema Nacional Integrado de Información Catastral Predial – SNCP.

b). Asignación del CUC:

La Superintendencia Nacional de Registros Públicos (2010) señala que se asignará el valor CUC para cada predio que se encuentre “definido como unidad inmobiliaria dentro de su jurisdicción territorial ya sea en zona catastrada o no”. La figura N°1, nos detalla el proceso de asignación del código único catastral, los plazos entre cada etapa y las entidades encargadas.



Figura N° 1 Proceso de Asignación de CUC en Zona Catastrada Aplicable para las EGC
Fuente: Superintendencia Nacional de Registros Públicos (SUNARP)

2.1.4 Catastro rural

El catastro rural es el inventario de predios rurales, contiene características físicas, uso, infraestructura y derechos inscritos o no en el Registro de Predios ingresada a la Base de Datos del Catastro Rural Nacional, el cual es generado por la dependencia del gobierno regional” (MINAGRI, 2019).

2.1.5 Catastro urbano

El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2020) señala que el catastro urbano es una herramienta sostenible de nivel nacional. Contiene información cuantitativa y cualitativa de la infraestructura urbana. Además, es fuente de información para la

planificación y gestión, permitiendo un adecuado diagnóstico de los centros poblados que conforman el Sistema Nacional de Centros Poblados - SINCEP y la gestión de riesgo de desastres.

2.2. Levantamiento catastral

2.2.1 Definición de levantamiento catastral

Los levantamientos catastrales son procesos que se encuentran sujetos a errores en la toma de datos de campo. Los datos tomados deben ser referentes al catastro predial, con la doble finalidad de exactitud en la toma de ellos y economía de los procesos (Superintendencia Nacional de Registros Públicos - SUNARP, 2012).

2.2.2 Condiciones generales de levantamiento catastral

Según la Superintendencia Nacional de Registros Públicos (2012) se debe tener las siguientes consideraciones para realizar el trabajo de levantamiento catastral:

- El método indirecto es recomendado, de acuerdo a los criterios económicos de eficiencia y en la experiencia de trabajos realizados en el Perú.
- La obtención de datos mediante topografía clásica (estación total o equipos de posicionamiento global diferencial – GPS) debe ser incorporada a la cartografía catastral, la cual fue obtenida mediante fotogrametría, ya que ambos casos se empleará el sistema de coordenadas UTM (Universal Transversa Mercator).
- Si se emplean ambas metodologías en un mismo levantamiento, se debe empalmar la información obtenida por cada metodología en un único sistema geográfico. Si se emplean dos escalas diferentes o el empalme de información gráfica rural y la urbana, debe prevalecer el método con mayor precisión

2.2.3 Levantamiento catastral rural

El levantamiento catastral rural es el proceso en el cual se levanta información alfanumérica y grafica de los predios correspondiente al área rural (MINAGRI, 2019).

a). Definiciones

- Ficha catastral rural: Es el documento oficial donde se coloca la información obtenida en campo sobre el predio rural y de su titular durante el proceso de levantamiento y/o actualización catastral (MINAGRI, 2019).
- Predio rural: “Es aquella porción de tierra que se encuentra en área rural, dedicada a uso agrícola, pecuario o forestal. Se considera también como predio rural a los terrenos eriazos habilitados para fines agropecuarios calificados para fines agrícolas” (MINAGRI, 2019).
- Predio rústico: “Porción de tierra ubicada en zona rural y destinada a la actividad agropecuaria. Comprende también a aquellos predios ubicados en área de expansión urbana destinados a alguna actividad agropecuaria y que no cuentan con habilitación urbana” (MINAGRI, 2019).

b). Métodos de levantamiento catastral

b.1. Método indirecto: El método indirecto cuenta con diferentes flujogramas de acuerdo al uso de instrumentos, a continuación, se detallan las metodologías en base a dichos instrumentos:

- Metodología con fotos aéreas, ortofotos o drones: Según el Manual para el levantamiento catastral de predios rurales (MINAGRI, 2019) para un proyecto catastral cuyo ámbito representa una gran extensión superficial, la fotografía aérea contribuye una gran opción en costo y tiempo. Las imágenes satelitales de alta resolución, cubren las totalidades del proyecto y al contener un mayor tamaño de pixel permite una mejor visualización del área. Por último, los drones permiten recoger información visual detallada del terreno y permiten mejorar el nivel de detalle o actualizar mapas. A continuación, en la figura N°2, se muestra el flujograma establecido por el MINAGRI:

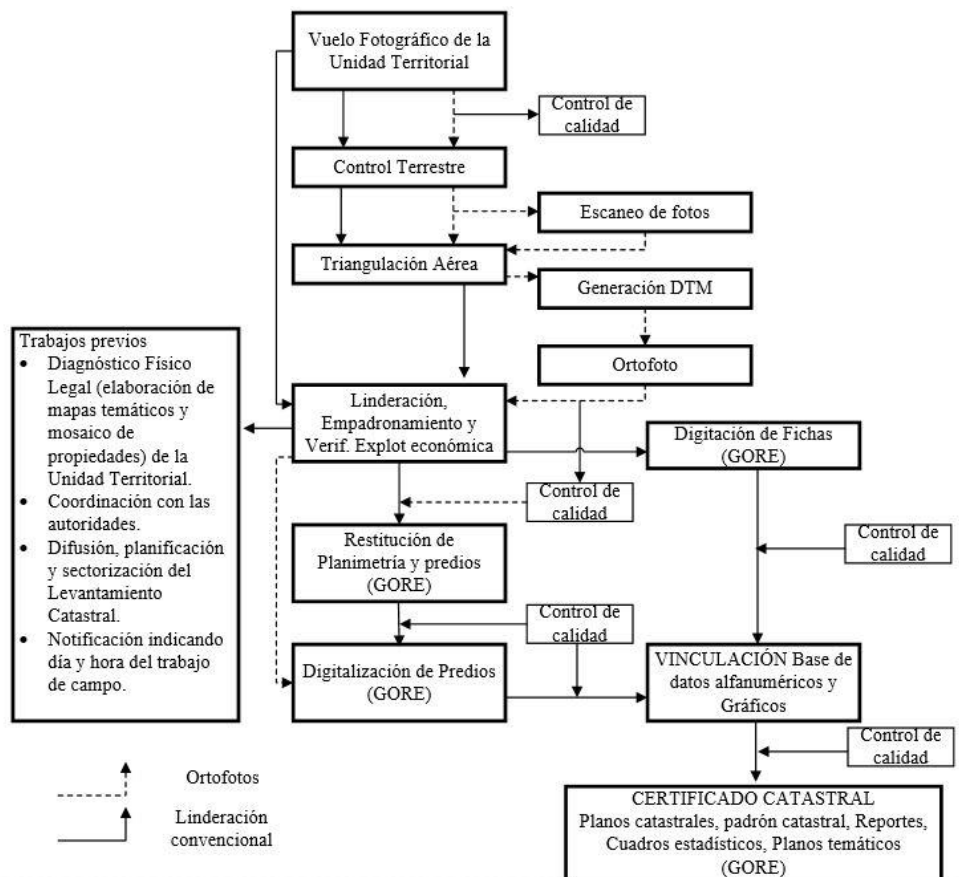


Figura N° 2 Flujograma de levantamiento catastral rural con fotografías aéreas
Fuente: MINAGRI, 2019

b.2. Método directo: A continuación, se detallan las metodologías del método directo en base a los instrumentos correspondientes:

- Metodología con GPS Diferencial: “Mediante esta tecnología se determinan las coordenadas geográficas UTM sobre la superficie valiéndose del Sistema de Referencia Geodésico Oficial. Además, permite realizar levantamientos donde la fotografía es una limitación” (MINAGRI, 2019). En la figura N°3 se aprecia el flujograma de levantamiento catastral rural con GPS/GNSS diferencial:

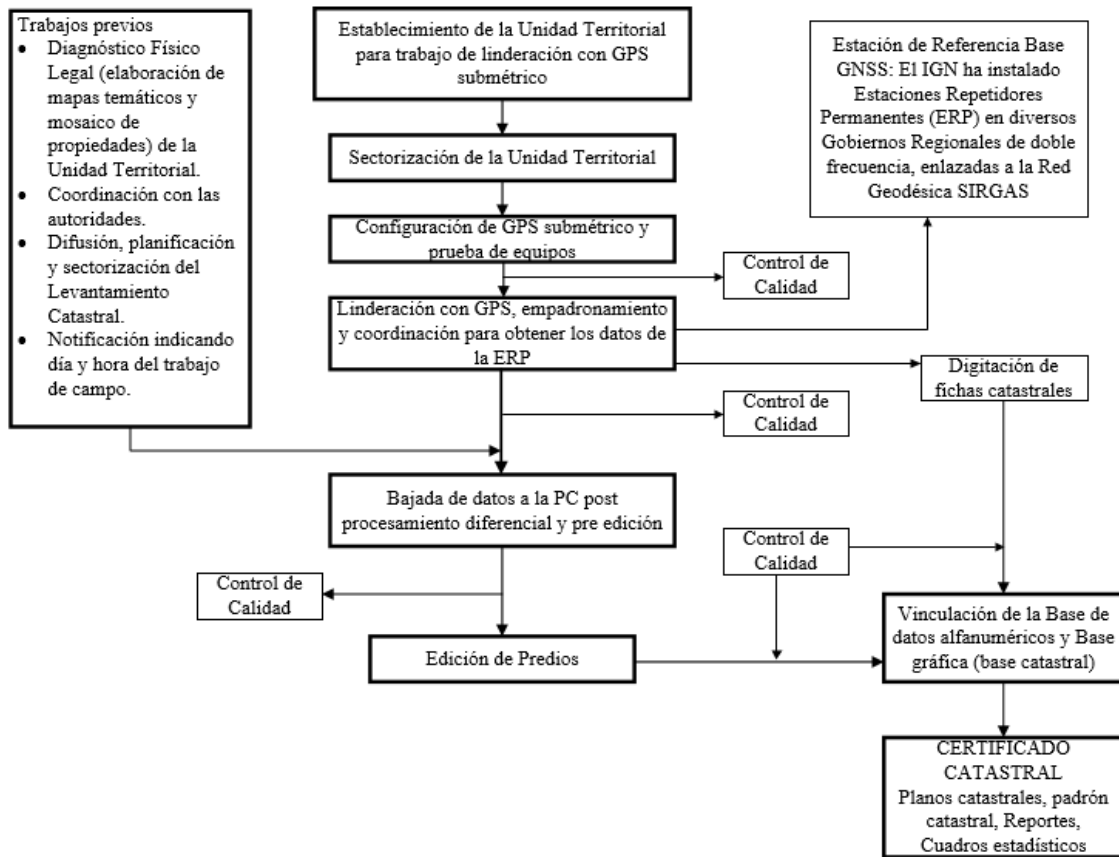


Figura N° 3 Flujograma de levantamiento catastral rural con GPS/GNSS diferencial
Fuente: MINAGRI, 2019

- Metodología con estación total: Se utilizará el levantamiento topográfico en zonas donde predomine predios de extensiones menores a 0.25 ha o, para complementar la base cartográfica donde no se tiene recubrimiento aéreo fotográfico. Se realizan enlazados al sistema geodésicos oficial según corresponda (MINAGRI, 2019). La figura N°4 detalla el flujograma con estación total:

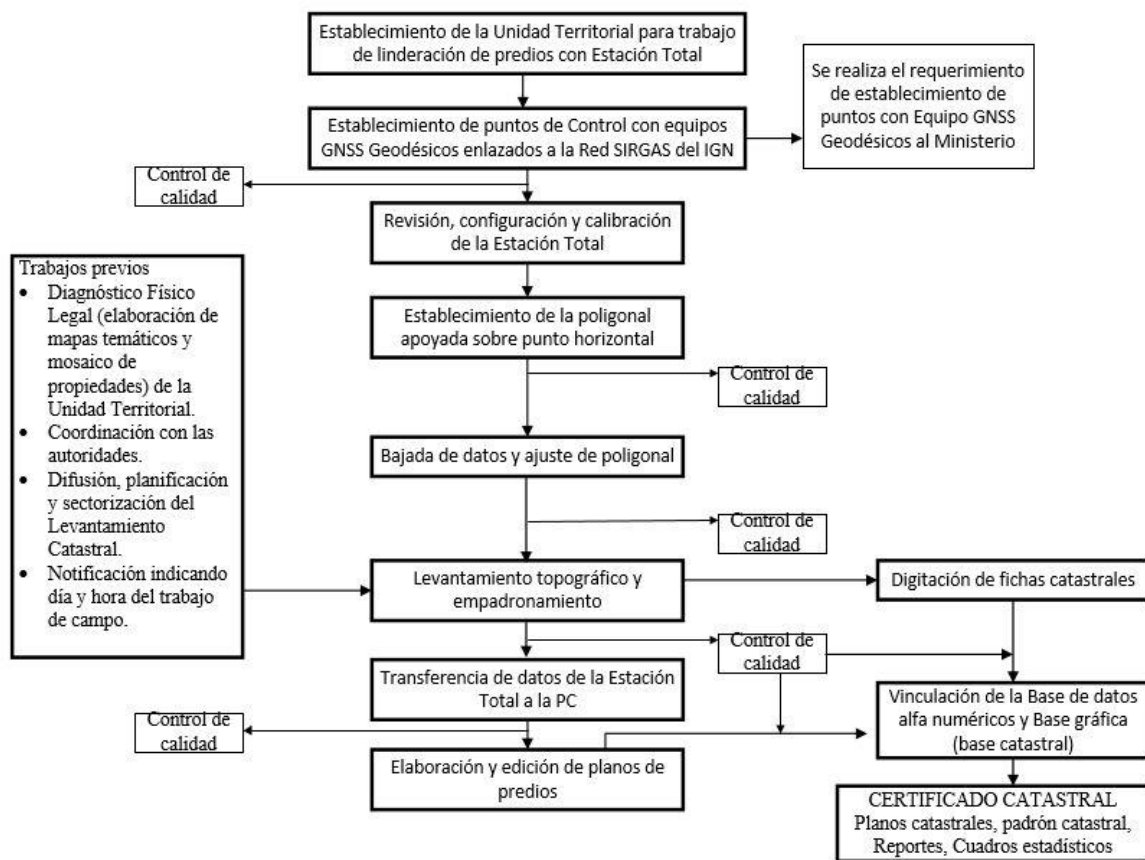


Figura N° 4 Flujograma de levantamiento catastral rural con Estación Total
Fuente: MINAGRI, 2019

2.2.4 Levantamiento catastral urbano

a). Definiciones

- Predio: “Superficie delimitada por una línea poligonal continua y cerrada; se extiende al subsuelo y sobresuelo, comprendidos dentro de los planos verticales del perímetro superficial, excluyéndose del suelo y subsuelo a los recursos naturales, yacimientos, restos arqueológicos y otros bienes” (Ministerio de Vivienda, construcción y saneamiento, 2020).
- Unidad Catastral: “Es la unidad mínima independiente de registro para efectos catastrales, que cuenta con definición física, legal o uso diferenciado, y que contiene la clasificación y características de los aspectos físicos, legales, fiscales, y socioeconómicos” (Ministerio de Vivienda, construcción y saneamiento, 2020).

b). Metodología

b.1. Método indirecto: Para el método indirecto solo se cuenta con una metodología:

- Metodología con fotogrametría: Es del tipo indirecto, se usa las ortofotos y cartografía digital a través de la restitución fotogramétrica (Superintendencia Nacional de Registros Públicos - SUNARP, 2012). En la figura N°5 se aprecia el flujograma propuesto:

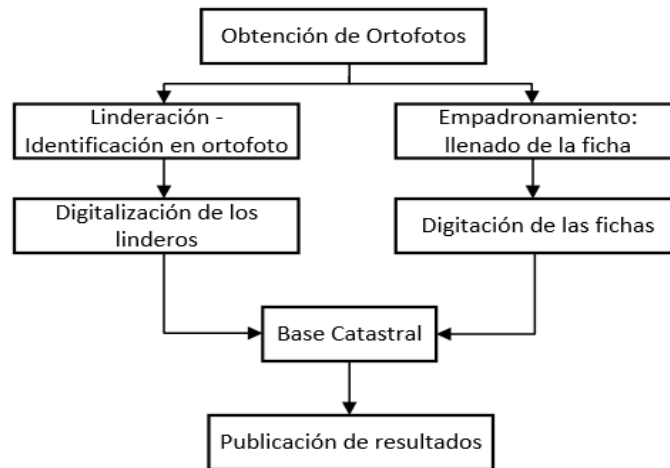


Figura N° 5 Flujograma de levantamiento catastral urbano por la obtención de ortofotos
Fuente: Superintendencia Nacional de Registros Públicos - SUNARP, 2012.

b.2. Método directo: Las metodologías para el método directo son las siguientes:

- Metodología con estación total: La correspondiente metodología, debe ser usada en zonas donde la ortofoto y cartografía no brinden la información necesaria (Superintendencia Nacional de Registros Públicos - SUNARP, 2012). El flujograma del método directo con estación total se detalla en la figura N°6.

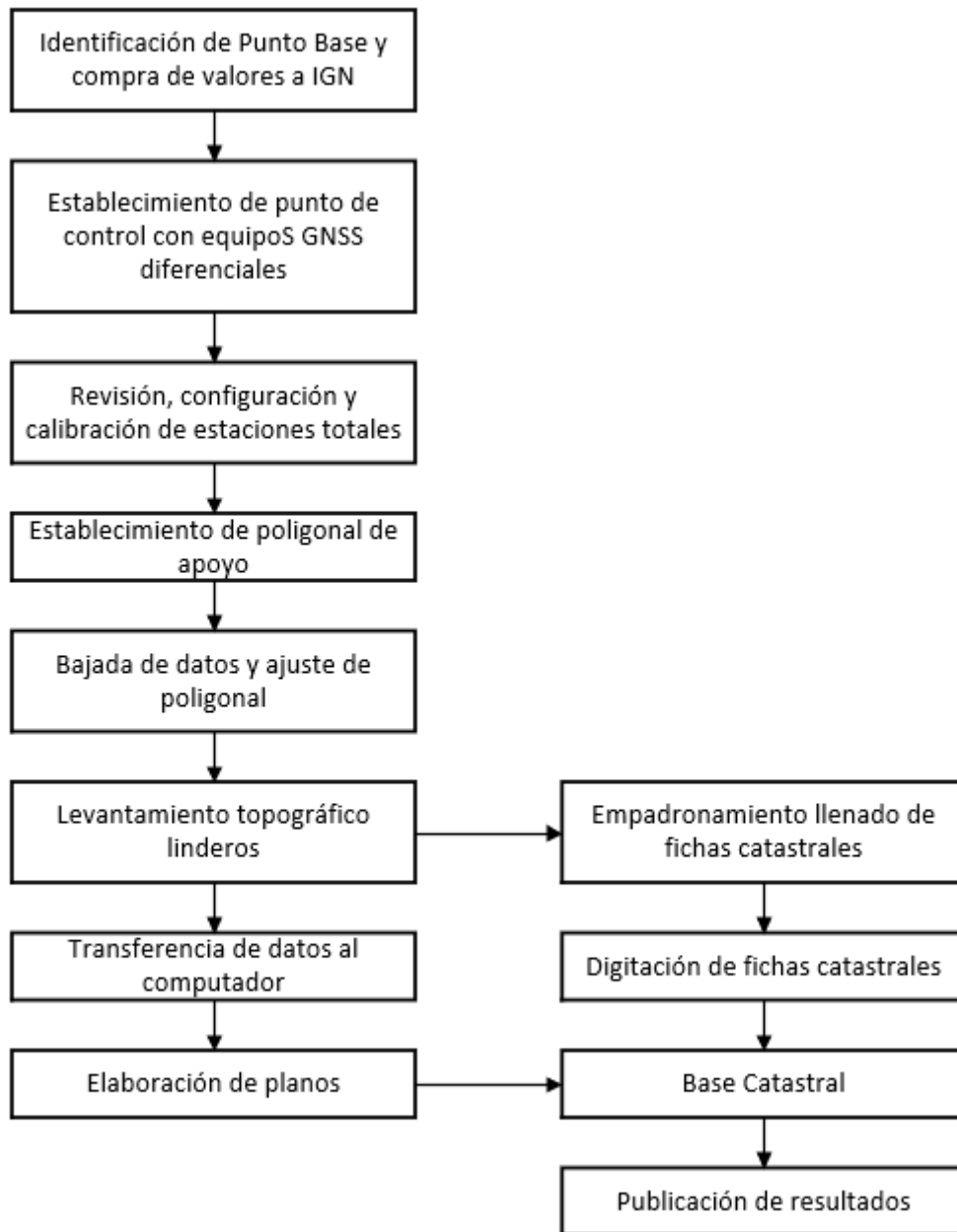


Figura N° 6 Flujograma de levantamiento catastral urbano mediante la estación total
 Fuente: Superintendencia Nacional de Registros Públicos - SUNARP, 2012

- Metodología con GPS – diferencial: Según la Superintendencia Nacional de Registros Públicos - SUNARP (2012) está conformada por un equipo GPS diferencial para la estación de referencia y un equipo GPS Rover para el levantamiento de los predios. Se recomienda para la densificación de puntos geodésicos dentro de un distrito, facilita el posicionamiento posterior de las estaciones totales, y para la toma de información interior a un lote y/o predio como son las obras complementarias (Superintendencia Nacional de Registros Públicos -

SUNARP, s.f.).

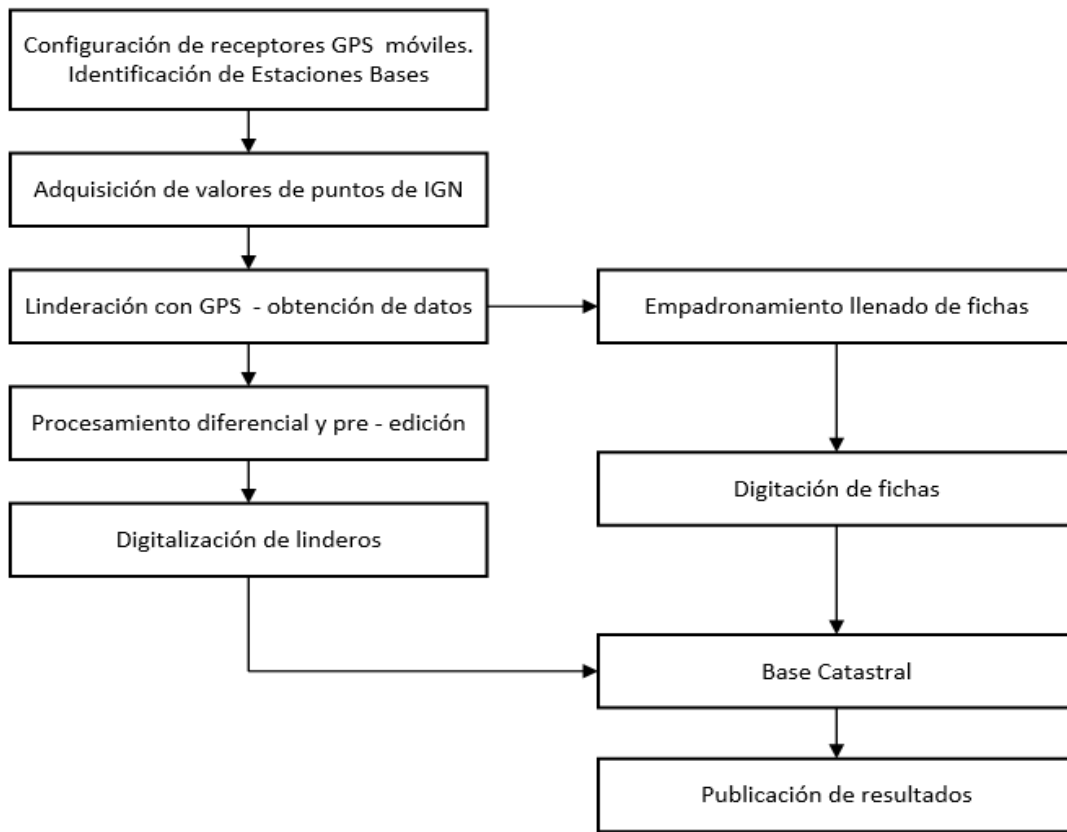


Figura N° 7 Flujograma de levantamiento catastral urbano mediante GPS – Diferencial
Fuente: Superintendencia Nacional de Registros Públicos - SUNARP, 2012.

2.3. Geodesia

2.3.1 Definición de geodesia

Según la Norma Técnica Geodésica (Instituto Geográfico Nacional - IGN (2015) la geodesia es la ciencia que estudia la forma y dimensiones de la Tierra. Esto incluye la determinación del campo gravitatorio externo de la tierra y la superficie del fondo oceánico. Dentro de esta definición, se incluye también la orientación y posición de la tierra en el espacio.

2.3.2 Clasificación de los puntos geodésicos

Según la Norma Técnica Geodésica (Instituto Geográfico Nacional - IGN, 2015) se clasifican en:

- Punto geodésico de orden 0: Estos puntos sirven para la densificación de la Red Geodésica Nacional y trabajos en los que se requiera una precisión de 4.00 mm como

máximo.

- Punto geodésico de orden A: Establecen el sistema geodésico de referencia continental básico y se usa para alcanzar precisiones de 6.00 mm como máximo.
- Punto geodésico de orden B: Para levantamientos de densificación del sistema geodésico de referencia nacional, conectados necesariamente a la red básica. Alcanzan como máximo una precisión de 8.00 mm.
- Punto geodésico de orden C: Se destina al establecimiento de control suplementario en áreas urbanas y rurales, al apoyo para el desarrollo de proyectos básicos de ingeniería y de desarrollo urbano-rural, así como a trabajos que se requiera una precisión a un nivel máximo de 10.00 mm.
- Punto de apoyo (PFCH): Son puntos geodésicos característicos de los puntos geodésicos del orden C, no son monumentados y se destinarán a los puntos de foto control de trabajos básicos de ingeniería en áreas urbanas, rurales y de desarrollo urbano-rural, los niveles de precisión de estos puntos no serán mayores a 10 mm.

2.3.3 Fases de levantamiento geodésico

Las etapas de un levantamiento geodésico se encuentran establecidas por normas dictadas en cada país, y para esta tesis se usó como base las etapas señaladas en la Norma Técnica Geodésica (Instituto Geográfico Nacional - IGN, 2015).

a). Planeamiento

Primero se establecen los rangos de exactitud y precisión mínimos y máximos posicionales de acuerdo con las características y necesidades del proyecto. Luego, se determina la no existencia de obstáculos, ausencia de perturbaciones en la señal (como tendidos eléctricos, torres de telecomunicaciones, etc.), vías de acceso y otros, sobre una cartografía oficial. Por último, se debe obtener información sobre la ubicación y características del lugar, las estaciones de rastreo permanente próximas, las estaciones fijas disponibles próximas y las instituciones gubernamentales deben anotarse.

b). Reconocimiento

Primero se verifica el funcionamiento de la estación de rastreo. Luego, es necesario conocer la existencia de puntos geodésicos bases pertenecientes a la red nacional y verificar que se encuentren visibles.

Después se selecciona en el terreno las áreas adecuadas para el establecimiento de puntos geodésicos definitivos o permanentes, se considera adecuada cuando las condiciones de visibilidad son favorables.

El área a colocar los puntos geodésicos debe contar con el cielo despejado sobre los 10° desde el horizonte, evitar la existencia de superficies reflectantes a menos de 50 metros del punto geodésico a establecer (como espejos de agua, techos planos metálicos o cubiertos de materiales reflectantes, u otros).

En caso de localizarse puntos geodésicos de otros proyectos o redes, cuya ubicación reúna las características establecidas, serán utilizadas a fin de evitar la proliferación de puntos geodésicos que confundan a los usuarios.

Indicar todas las observaciones en un croquis y anotar en una cartografía oficial los puntos geodésicos cercanos al área de trabajo, así como las vías de acceso. Al término del reconocimiento, elaborar un informe de campo indicando todas las observaciones obtenidas.

c). Monumentación

Según la etapa anterior podemos definir el tipo de monumentación. A continuación, mencionamos algunos de los tipos (Norma Técnica Geodésica, 2015):

- Puntos geodésicos sobre roca madre
- Puntos geodésicos sobre construcciones existentes.
- Puntos geodésicos sobre pilares de hormigón.
- Preparación del pilar de concreto.
- Identificación del punto geodésico

d). Trabajo de Campo

Para la obtención de puntos geodésicos de orden “C”, se utilizará el método de posicionamiento satelital relativo estático y se obtiene con un punto de apoyo de orden “0”, “A” u “B” a nivel nacional, que estén separados a una distancia no mayor de 100 Km al punto geodésico a establecer. Para los cálculos en gabinete, se tendrá en cuenta lo detalla en la tabla 1:

Tabla 1: Características de los puntos geodésicos

	0	A	B	C	PFCHV
Precisión Horizontal	< 4.0 mm	< 6.0 mm	< 8.0 mm	< 10.00 mm	< 10.00 mm
Precisión Vertical	< 6.0 mm	< 8.0 mm	< 10.0 mm	<15.00 mm	<15.00 mm

2.4. Sistema De posicionamiento Global Por Satélite

2.4.1 Descripción del sistema de posicionamiento global por satélite

El Sistema de Posicionamiento Global calcula la posición de un punto en un espacio de coordenadas (x, y, z). Los puntos son calculados a partir de distancias entre el punto a un mínimo de tres satélites con localización conocida (Pozo-Ruz et al., 2000).

De acuerdo a Fallas (2002), el sistema de posicionamiento global está conformado por tres componentes, el espacial que son los satélites, el de control con las estaciones terrenas y, el usuario o receptores (Bennett, 1990). Las estaciones de tierra tienen como fin monitorear el estado de los satélites, realizar pequeños ajustes en sus órbitas y calcular la posición de los satélites. Esta información es transmitida a los satélites, los cuales a su vez la retransmiten a los receptores en tierra. El tercer componente es quien recibe las señales enviadas por los satélites mediante el uso de un receptor equipado con una antena (p.4).

En la actualidad, “los GNSS comprenden dos sistemas mundiales plenamente operacionales: el Sistema Mundial de Determinación de la Posición (GPS) de los Estados Unidos, y el Sistema Mundial de Satélites de Navegación (GLONASS)” (Naciones Unidas, 2013).

2.4.2 Métodos de posicionamiento

Los métodos de posicionamiento, son técnicas que determinan la posición de objetos estáticos o en movimiento. De acuerdo al sistema de referencia utilizado hay dos tipos de

posicionamiento:

a). Posicionamiento absoluto

En el posicionamiento absoluto se calcula la posición de un punto utilizando las medidas de pseudodistancias, las cuales son distancias afectadas por los errores de los relojes pertenecientes al receptor y al satélite (Sanchez, 2009). La precisión es de 5 y 10 metros.

b). Posicionamiento relativo

El posicionamiento relativo se realiza utilizando dos o más receptores que se ubican en distintos puntos, los receptores realizan mediciones a los mismos satélites y en tiempos de observación simultáneos con el fin de generar y procesar un vector entre puntos (uno de los cuales es fijo) denominado Línea Base (Tarrío, J. Aravena, S. Silva, C.,2017).

La línea base se mide desde un punto fijo (situado en una estación de referencia de coordenadas conocidas) a un punto desconocido (receptor GPS móvil). Para topografía y geodesia todas las medidas GPS utilizarán el modo relativo (Casla, 2018).

Los principales métodos de posicionamiento aplicados en topografía y geodesia son:

- Método Estático Relativo: “Consiste en el estacionamiento de receptores que no varían su posición durante la observación. Es para grandes distancias y ofrece mayor precisión” (Sanchez, 2019). En la tabla 2 se detalla los números de satélites, GDOP, tiempos de observación y precisión según la distancia. Principales aplicaciones:
 - Redes geodésicas de cobertura a grandes áreas.
 - Redes nacionales y continentales.
 - Seguimientos de movimientos tectónicos.
 - Redes de gran precisión.

Tabla 2: Tiempos de Observación en Método Estático Relativo

	Número de Satélites	GDOP	Tiempo Observación	Precisión
20 – 50 km	> 4	< 6	2 – 3 hr	5 mm + 1 ppm
50 – 100 km	> 4	< 6	Min 3 hr	5 mm + 1 ppm

> 100 km	> 4	< 6	Min 4 hr	5 mm + 1 ppm
----------	-----	-----	----------	--------------

Fuente: (Sanchez, 2009)

- Método Estático Relativo Rápido: “Periodo de observación de 5 o 10 minutos por estación, manteniendo los mismos ordenes de precisión que para el método Estático (5mm-10mm + 1ppm), las distancias a observar son menores de 20 kilómetros” (Sanchez, 2019). Las aplicaciones de este método son:
 - Redes topográficas locales.
 - Redes de control.
 - Apoyo fotogramétrico.
- Método Cinemático en Tiempo Real (RTK): El método cinemático en tiempo real, consiste en la obtención de coordenadas en tiempo real con precisión en centímetros (1 o 2 cm +1 ppm.). El receptor fijo estará en modo estático en un punto de coordenadas conocidas, mientras que el receptor móvil, del cual se calculan sus coordenadas, está en movimiento (Casla, 2018).

2.5. Topografía

2.5.1 Definición de topografía

La Topografía es una ciencia que determina las posiciones relativas de los puntos sobre la tierra y la representación en un plano. Estudia métodos a fin de medir el terreno y representar dichas mediciones gráfica una escala determinada (Choqueribe, 2013).

Para Limelette (1908) es la descripción de una porción de la superficie terrestre y consta de dos partes, primero la proyección de todos los puntos de la superficie y la segunda, las ordenadas de los mismos puntos de la superficie.

2.5.2 Relación de la Topografía con otras ciencias

La topografía tiene una relación directa con diferentes ciencias, como por ejemplo (Gallego A.; Sánchez M.,2015):

- Geodesia: Tiene como objetivo el estudio de la forma y dimensiones de la tierra.

Además, es complemento de la topografía, ya que determina las coordenadas de una red de puntos señalados de forma permanente sobre el terreno, denominados vértices geodésicos, dentro de los cuales debemos encajar los planos topográficos.

- Cartografía: Las representaciones en topografía se realizan por planos, los cuales son obtenidos luego del procesamiento de información. El procesamiento incluye el uso de cartografía, la cual estudia las transformaciones de superficies no desarrollables y las deformaciones que se producen.
- Fotogrametría: Se considera en el tratamiento de la información tridimensional del terreno a partir de fotografías aéreas, sustituye a la topografía clásica en levantamientos a partir de cierta escala.

2.5.3 Método de radiación

El método de radiación es empleado en levantamientos de superficies de mediana y gran extensión, con topografía accidentada, y vegetación espesa. Se apoya en una poligonal base previamente levantada a partir de cuyos vértices se hacen radiaciones para determinar la ubicación de puntos de relleno y de detalles (Casanova, 2019).

2.5.4 Fases

Según la Superintendencia Nacional de los Registros Públicos (s.f), la metodología para el levantamiento topográfico con la estación total y sus accesorios, son utilizadas para zonas en donde por diversos motivos la ortofoto y cartografía no proporcionen toda la información necesaria o esta sea de mala calidad y se requiera complementar la base cartográfica.

a). Fase de Pre - campo

- Primero se debe brindar identificaciones al personal asignado para la realización del trabajo de campo.
- Luego, se evalúan los mapas topográficos elaborados por el IGN (Instituto Geográfico Nacional del Perú) con la finalidad de obtener vértices con coordenadas conocidas y se selecciona aquellos puntos que se encuentren cerca del área urbana, los cuales fueron georreferenciados anteriormente.

b). Fase de Campo

- Para la referenciación se toma como puntos base los puntos georreferenciados denominados puntos Rover.
- Se coloca la estación total en los puntos previamente monumentados.
- Se insertan las coordenadas de los puntos georreferenciados para iniciar con el levantamiento topográfico.
- Por último, se procede a realizar el levantamiento de las manzanas con los inicios y finales de cada lote.

c). Fase de Gabinete

- Se conecta la estación total con la computadora para extraer la información levantada en campo.
- Se debe contar con un programa de diseño instalado en una computadora para poder construir la delimitación de manzanas, así como la limitación de los lotes.

2.6. Fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados

2.6.1 Definición de fotogrametría

Según el Manual de la Sociedad Americana de Fotogrametría, es la ciencia, arte y tecnología de obtener información fiable de objetos y su entorno mediante el registro, medida e interpretación de imágenes fotográficas y datos obtenidos a partir de energía electromagnética radiante y otros fenómenos (Martínez, 2016).

La fotogrametría a partir de imágenes tomadas desde vehículos aéreos no tripulados UAV- (*unmanned aerial vehicles*) (Eisenbeiß et al. 2009) se basa en vehículos controlados remotamente, de forma total o parcialmente autónoma, sin piloto en su interior (Martínez, 2016).

2.6.2 Definición de aeronave pilotada a distancia

La Aeronave Pilotada a Distancia también denominada *Remotely Piloted Aircraft* – RPA,

es una aeronave pilotada por un piloto remoto, emplazado en una estación de piloto remoto cuya ubicación es situada fuera de la aeronave (DCA/DGAC Dirección General de Aeronáutica Civil, 2015).

Las RPA son pilotadas desde RPS (estación de pilotaje a distancia), este componente “puede variar desde un dispositivo manual hasta una estación con varias consolas” (Organización de Aviación Civil Internacional, 2015).

2.6.3 Parámetros del vuelo fotogramétrico

De acuerdo con la Norma Técnica de Cartografía (Instituto Geográfico Nacional - IGN, 2011), “el vuelo fotogramétrico tiene por objeto la obtención de fotogramas verticales del terreno (zona de interés), los mismos que tendrán cobertura estereoscópica, tomando en cuenta los márgenes necesarios para la óptima geometría del producto final”. El Instituto Geográfico Nacional (2011) señala las siguientes condiciones generales y sus definiciones:

a). Gráfico de líneas de vuelo:

Los gráficos de líneas de vuelo, se realizan sobre la cartografía existente y de esta manera se establece la situación relativa de cada fotograma aéreo. “También se consignarán los números de las líneas de vuelo, altura de vuelo, fecha y nombre de la entidad que realiza el vuelo, escala de la fotografía y escala del gráfico” (Instituto Geográfico Nacional - IGN, 2011).

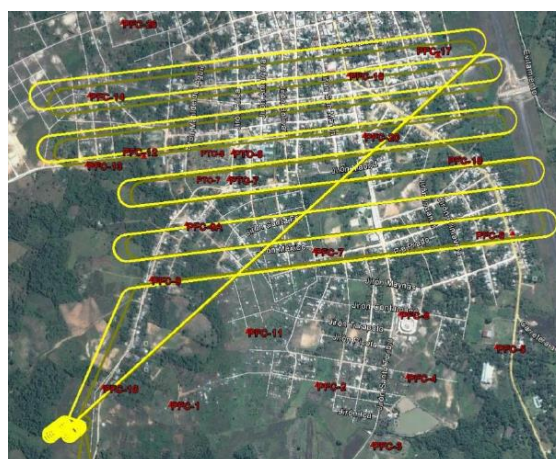


Figura N° 8 Modelo de líneas de vuelo con dron
Fuente: Geocenter Ingenieros S.A.C.

b). Líneas de vuelo:

La zona a cartografiar debe estar cubierta por el número de líneas de vuelo necesarias, la dirección de dichas líneas “se determinará en función de la geometría del área que se vaya a cartografiar y de la morfología del terreno” (Instituto Geográfico Nacional - IGN, 2011). Es necesario considerar algunas especificaciones durante el vuelo:

- Verticalmente: “Las correcciones de rumbo del avión, entre las posiciones de dos fotogramas consecutivos a lo largo de cada pasada no pueden ser superiores a 3° en la inclinación del eje óptico”.
- Horizontalmente: “Los ejes de las líneas contiguas, que tengan que ser paralelas, no deben formar un ángulo superior a los 5° entre la unión de los puntos principales de los fotogramas extremos (con respecto a la dirección del vuelo)”.

c). Recubrimientos

Los recubrimiento longitudinal y transversal son dos de los parámetros fundamentales del vuelo fotogramétrico. El objeto de los recubrimientos fotográficos es el de poder aplicar el principio de la visión estereoscópica a los fotogramas aéreas (López, 2014).

Según Quiróz (2015), recomienda los siguientes parámetros a tomar en cuenta de acuerdo al área de estudio el traslape longitudinal de 85% y el traslape transversal del 70% puede ser aplicado para terrenos con bosque, vegetación y cubierta agrícola. Sin embargo, para carreteras y ríos debemos considerar un 85% y 60% respectivamente (Guzmán, 2018).

Además, según el centro Geo Drones (2020), señala que al planear tu vuelo fotogramétrico con dron el porcentaje de recubrimiento estereoscópico longitudinal sea 70% y el lateral de 60%, considerando que las cámaras no son métricas y deben ser compensadas las deformaciones del sensor.

d). Determinación de la escala

La escala es una relación entre longitudes del objeto representado y de su representación; en una foto aérea, las dimensiones de dos objetos iguales y que se encuentran en un mismo plano horizontal.

La elección de la escala de la fotografía está en función de las escalas del plano que se desea representar y del tamaño de los objetos presentes. La escala de la fotografía se calculará de acuerdo al parámetro interno de la cámara, conocido como tamaño del pixel, y la representación del pixel en el terreno (GSD) (Claros et. al, 2016).

2.6.4 Fases para un levantamiento fotogramétrico con RPA

a). Planificación de vuelo:

“Se define la escala del mapa, GSD, sistema de coordenadas, elipsoide de referencia, entre otras, así como condiciones referentes a la calidad de la fotografía (escala, arrastre de la imagen, horas útiles de tomas fotográficas), y el tipo de cámara” (Claros et. al, 2016).

b). Puntos de apoyo fotogramétrico:

“La posición de estos puntos se determina mediante observaciones y cálculo de una triangulación topográfica; deben ser tomados según los puntos remarcados por la georreferenciación oficial para conocer sus coordenadas planimétricas absolutas, resolviendo cualquier problema relativo a la esfericidad” (Martin, 1993).

c). Ejecución del vuelo

Durante esta etapa se incluye la preparación del equipo, movilización a la zona de despegue y aterrizaje, procedimientos de seguridad necesarios para realizar la actividad, procesos de calibración y ajustes básicos de la cámara (Claros et. al, 2016).

2.6.5 Procesamiento fotogramétrico

Para Quirós (2014), el problema fundamental de la fotogrametría consiste en la reconstrucción de la posición de un par de fotogramas, por lo que se debe seguir los siguientes procesos:

- **Orientación Interna:** Consiste en un proceso de transformación del sistema de coordenadas píxel (fila, columna) al sistema de coordenadas de la cámara expresadas en mm y referidas a un sistema cartesiano 3D cuyo origen está en el centro de proyección de la cámara.

- **Orientación Relativa:** Esta fase consiste en identificar puntos homólogos en cada fotografía, para posteriormente reconstruir los haces y generar el modelo, formándose el modelo estereoscópico
- **Orientación Absoluta:** Consiste en nivelar el modelo, escalarlo y trasladarlo a su verdadera posición en el espacio. Se utilizan al menos 4 puntos de apoyo para una posible resolución del sistema mediante mínimos cuadrados y así tener un control de la exactitud de esta fase. Los puntos se toman en campo con coordenadas referidas al sistema de coordenadas en el que se va a entregar el trabajo final.
- **Aerotriangulación:** es el proceso que se realiza en un proyecto fotogramétrico con el objeto de reducir el número de puntos de apoyo tomados en campo. El fundamento de la aerotriangulación, es que una vez que tenemos un par fotogramétrico perfectamente orientado, podemos transferir coordenadas terreno de puntos al modelo siguiente, para no tener que tomarlos en campo.

2.7. Estándares de exactitud posicional

Para el análisis de calidad posicional existen diversos métodos en base a la comparación del mapa con una fuente de mayor exactitud. Puede ser bien un mapa de mayor exactitud, o datos tomados sobre el terreno de mayor precisión (Atkinson et al. 2001).

Los métodos empleados para el cálculo de exactitud posicional son “estándares y no de normas, pues casi ninguno de ellos ha sido desarrollado por una organización de normalización y proceden de asociaciones profesionales o entes administrativos del sector cartográfico” (Instituto Panamericano de Geografía e Historia, 2019)

Según el Instituto Panamericano de Geografía e Historia (2019), existen métodos de evaluación aplicados desde el punto de vista de calidad y estadístico. Según la estimación de la calidad o bien en el control de la calidad:

- **Métodos de estimación:** Son aquellos que pretenden establecer de una manera fiable el valor de un parámetro de calidad relativo a la población de interés. Estos métodos permiten obtener como resultado un valor y su correspondiente intervalo de confianza.

- Métodos de control: Son aquellos que pretenden dar una base estadística a la toma de una decisión de aceptación/rechazo como consecuencia del cumplimiento/no cumplimiento de una especificación.

A continuación, se presentan los estándares más empleados en este tipo de controles de calidad posicional:

2.7.1 Estándar de precisión de mapas nacionales

El estándar de precisión de mapas nacionales también denominado NMAS (*National Map Accuracy Standards*), analiza tanto la componente horizontal y vertical, siendo la componente vertical analizada independientemente. Procedimiento (Miguel, 2014):

- Seleccionar una muestra de 20 puntos sobre la imagen.
- Obtener las coordenadas de los mismos puntos sobre una fuente de mayor exactitud (el terreno).
- Determinar si se ha alcanzado el estándar de exactitud horizontal predefinido. En el caso de *United States Geological Survey – USGS* (Servicio Geológico de los Estados Unidos), el estándar indica que como máximo el 10% de los puntos de muestra pueden tener un error horizontal mayor de 1/30 de pulgada (0,846 mm) en cartografía a escala mayor de 1/20000 o de 1/50 de pulgada (0,508 mm) en cartografía a escala menor de 1/20000.
- Determinar si ha alcanzado el estándar de exactitud vertical predefinido. El Servicio Geológico de los Estados Unidos, indica que como máximo el 10% de los puntos de la muestra pueden tener un error vertical mayor de la mitad del intervalo de las curvas de nivel.

2.7.2 Estándar de precisión de mapas de ingeniería

Según Miguel (2014), el test estándar de precisión de mapas de ingeniería (EMAS – *Engineering Map Accuracy Standard*) analiza la componente horizontal y vertical de forma separada, así como de la componente horizontal (XY) frente a la vertical (Z). Procedimiento:

- Seleccionar una muestra de n puntos, para $n \geq 20$

- Calcular el error para cada punto en su componente X como la diferencia entre las coordenadas X imagen - X terreno. La coordenada tomada en terreno debe ser de mayor precisión.
- Calcular el error medio \bar{e}_x y la desviación típica en X (S_x) para los n puntos que componen la muestra:

$$\bar{e} = \sum_{i=1}^n e_{xi}, \quad S_x = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (e_{xi} - \bar{e}_x)^2} \quad (1)$$

- Calcular el test de cumplimiento/ rechazo del estándar empleando los límites de error aceptable para los errores sistemáticos (desplazamientos constantes sobre el mapa). Para ello se emplea el estadístico:

$$t_x = \frac{\bar{e}_x \sqrt{n}}{S_x}, \quad (2)$$

- En la ecuación 2, si se verifica que $|t_x| \leq t_{n-1, \alpha}$, el mapa cumple siendo: n-1: los grados de libertad, α : el nivel de significación y t: la medida teórica de la t de student,
- Calcular el test de cumplimiento/ rechazo del estándar empleando los límites de error aceptables para los errores casuales (aleatorios). Así, se determina el grado de variabilidad de los errores. Para ello se emplea:

$$X_x^2 = \frac{S_x^2 (n-1)}{\sigma_x^2}, \quad (3)$$

- En la ecuación 3, si se verifica que $|X_x^2| \leq X_{n-1, \alpha}^2$, el mapa cumple con el estándar de calidad posicional en X, siendo: δ_x : El límite de error aceptable a priori (varianza máxima) en la componente X, n-1: los grados de libertad, α : el nivel de significación y X^2 : la medida teórica de la chi-cuadrado
- Calcular test análogos usando las ecuaciones 1, 2 y 3 (para errores sistemáticos y casuales) en las componentes Z e Y.
- La cartografía cumplirá con el estándar de precisión si todas las componentes han pasado el test.

2.7.3 Estándar Nacional Para Datos Espaciales

El test denominado Estándar Nacional para Datos Espaciales (NSSDA- *National Standard for Spatial Data*) empleado por agencias de los Estados Unidos y aprobado por el Comité Federal de Datos Geográficos (*Federal Geographic Data Committee -FGDC*), según Miguel (2014) analiza la resultante de los componentes horizontal y el componente vertical. Además, calcula el RMSE (raíz del error cuadrático medio) que permite calcular el error real de la muestra en función de un determinado nivel de confianza impuesto por el usuario, usualmente 95%. El procedimiento es el siguiente:

- Seleccionar una muestra de 20 perfectamente definido sobre la imagen y sobre la fuente de mayor exactitud.
- Detectar los errores previos de inconsistencia, signos ...
- Calcular el $RMSE_X$ (Raíz del error medio cuadrático) para la componente X y de forma análoga para componente Y.

$$RMSE_X = \sqrt{\frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n e_{xi}^2} \quad (4)$$

- Calcular el $RMSE_r$ para la componente posicional XY según:

$$RMSE_r = \sqrt{RMSE_x^2 + RMSE_y^2} \quad (5)$$

- Calcular el coeficiente de exactitud posicional a un 95% de confianza dependiendo de dos opciones: Primero si $RMSE_X = RMSE_Y$, se emplea: $Exactitud_r = 1.7308 * RMSE_r$, o si $RMSE_X \neq RMSE_Y$, se emplea: $Exactitud_r = 1.22385 * (RMSE_x + RMSE_y)$
- Calcular el $RMSE_Z$ para la componente Z de forma análoga a las componentes X e Y, usando la ecuación 4.
- Calcular el coeficiente de exactitud posicional a un 95% de confianza para la componente Z: $Exactitud_z = 1.96 * RMSE_z$. Siendo: RMSE: Raíz cuadrada de la media o *Root Mean Squared Error*, RMS: Media cuadrática o *Root Mean Square*, $Exactitud_r$: Exactitud resultante.

Tabla 3: Comparación de errores estadísticos entre los modelos digitales de terreno

Eje	Parámetros	Número de puntos de control (PCT)						
		4	5	6	8	9	10	11
X	ME/EM	6.5	-0.4	1.7	0.5	0	-0.1	0.3
	RMSE/RCME	9.4	4.3	5.2	3	3.7	3.7	2.1
	SDE/DEE	7.1	4.5	5.1	3	3.8	3.8	2.2
	E _{max}	16.2	9.4	10.9	5.3	7.4	10.2	4.1
Y	ME/EM	10.5	0	0.9	0.6	-0.1	0	1.3
	RMSE/RCME	11.6	3.2	3	2.7	3.3	3.8	3
	SDE/DEE	6.8	3.4	3	2.7	3.4	3.9	2.8
	E _{max}	17.8	6	6.4	5.8	6.2	7.4	6.9
Z	ME/EM	275.5	0	1.5	1.2	0.3	0.6	2.1
	RMSE/RCME	304.1	12.2	11.2	10.5	7.7	6.6	5.9
	SDE/DEE	134.5	12.8	11.6	10.9	8	6.9	5.8
	E _{max}	400.7	30	29	27	18	12.2	10.9
Promedio (X, Y, Z)	ME/EM	276	10.9	10	9	7.6	7.5	6.2
	RMSE/RCME	304.5	13.4	12.7	11.2	9.1	8.5	7
	SDE/DEE	134.2	8.2	8.1	7.1	5.2	4.2	3.2
	E _{max}	401.2	32	31.3	27.7	20.3	14.4	11.7

Los errores estadísticos de los modelos digitales en el plano (X, Y, Z) disminuyeron cuando aumentó el número de PCT utilizados para su georreferenciación. La precisión de los modelos digitales en X e Y se mantiene estable (RCME < 5 cm) a partir de cinco PCT; mientras que en el eje Z se observa una mayor influencia del número de puntos, ya que los valores de la RCME resultaron ser mayores a 10 cm cuando se utilizaron menos de nueve puntos.

Fuente: Jiménez-Jiménez, 2017.

2.8. Empadronamiento

2.8.1 Definición

“Es el llenado de la ficha catastral urbana de cada uno de los predios identificados y delimitados en las ortofotos con la cartografía generada en restitución y predios levantados con GPS diferencial y/o estación total” (Superintendencia Nacional de Registros Públicos - SUNARP, s.f.)

2.8.2 Datos catastrales alfanuméricos

La base de datos literales recoge la información sobre los atributos y características de los inmuebles. La base de datos alfanuméricos tiene el objetivo específico de constituirse soporte de la gestión catastral y su elaboración requiere de la identificación catastral que

implica la identificación de la unidad catastral, atribución del código de ubicación catastral y la obtención de la ficha debidamente llenada, fechada y firmada por el declarante y el funcionario catastral.

2.8.3 Fichas catastrales

a). Definición

Es el documento a usar en las labores de campo lo que permitirá obtener información del predio y del titular catastral. Estos documentos se encuentran aprobados mediante Resolución N°001-2007-SNCP/CNC, y deben ser completados de manera correcta (Superintendencia Nacional de Registros Públicos - SUNARP, s.f.).

b). Clasificación

De acuerdo a las instrucciones para el llenado de las fichas catastrales (s.f.), se establecen las siguientes definiciones:

b.1. Ficha Catastral Urbana Individual

Contiene información de cada predio catastral urbano, ubicación del predio, identificación del titular catastral, domicilio fiscal del titular en la provincia, características de la titularidad, descripción del predio, construcciones, obras complementarias /otras instalaciones.

b.2. Ficha Catastral Urbana de Cotitularidad

Contiene información de un predio catastral que pertenece a dos o más titulares catastrales. En este caso se consignará el mismo Código Único Catastral que corresponderá a la Ficha Catastral Urbana Individual; así como los datos de cada cotitular con su respectivo porcentaje de participación consignado en el título de propiedad, cuya suma total debe ser el 100%.

b.3. Ficha Catastral Urbana Bienes Comunes

Contiene información relacionada a predios sujetos al régimen de propiedad exclusiva y propiedad común y del régimen de copropiedad e independización. Se consignará la descripción física de los bienes de uso común ya sean terrenos, construcciones o

instalaciones.

b.4. Ficha Catastral Urbana de Actividad Económica

Se utiliza cuando se realizan actividades económicas en un predio catastral. Esta Ficha contendrá el mismo Código Único Catastral de la Ficha Catastral Urbana Individual, Información de la licencia de funcionamiento, autorización de anuncio.

b.5. Ficha Catastral Bienes Culturales

Se utiliza cuando un predio catastral es considerado Monumento, por tener valor patrimonial histórico. Esta ficha contendrá el mismo Código Único Catastral de la Ficha Catastral Urbana Individual o de la Ficha Catastral Rural.

b.6. Ficha Catastral Rural

Contiene información de cada predio catastral rural, ubicación del predio, identificación del titular catastral, domicilio fiscal del titular en la provincia, características de la titularidad, descripción y uso del predio, construcciones, obras complementarias /otras instalaciones.

2.9. Sistema De Información Geográfica

Según Dueker (1979), un sistema de información o SIG es “cuando la base de datos consiste en observaciones sobre características, actividades o eventos distribuidos espacialmente, que son definidos en el espacio como puntos, líneas o áreas”.

Básicamente, un SIG permite la lectura, edición, almacenamiento y gestión de datos espaciales. El análisis de datos puede incluir consultas sencillas y elaboración de modelos complejos, que incluye componentes espaciales de los datos como localización y componente temático como el elemento en sí (Olaya, 2014).

Podemos considerar que el SIG está constituido por (Sarría, s.f.):

- Bases de datos espaciales.
- Bases de datos temáticas.
- Conjunto de programas.

- Conjunto de ordenadores y periféricos de entrada y salida que constituyen el soporte físico del SIG.
- Comunidad de usuarios que pueda demandar información espacial.
- Administradores del sistema, encargados de resolver los requerimientos de los usuarios.

2.9.1 Componentes de la Información Geográfica

Los componentes principales de un sistema de información geográficas son:

- **Componente espacial:** Hace referencia a la posición dentro de un sistema de referencia establecido. Permite que la información sea geográfica brindando la localización (Olaya, 2014).
- **Componente temática:** La tipología de los objetos representados no presenta una variación puramente aleatoria, existe un cierto grado de regularidad en su variable espacial y temporal. Se ha determinado un principio fundamental vinculado a los valores temáticos, como es la autocorrelación espacial donde los objetos más cercanos entre sí tienen valores temáticos más parecidos (Vila y Varga, 2008).
- **Componente temporal:** La distribución de los valores temáticos se modifica a lo largo del tiempo, pero de acuerdo con un patrón no aleatorio como la autocorrelación temporal. Según la autocorrelación, los valores temáticos que cobra un mismo objeto representado a lo largo del tiempo tienden a ser más parecidos entre sí, cuanto menos tiempo ha transcurrido entre dos representaciones (Vila y Varga, 2008).

2.9.2 Modelos para la Información Geográfica

a). Modelos Geográficos:

Es la interpretación de la realidad geográfica mediante el establecimiento de un modelo conceptual relativo. Se trata de brindar un esquema al espacio estudiado, la variable tratada y la variación de esta a lo largo del espacio. Este modelo geográfico es un esquema mental que todavía no incorpora elementos relativos a su representación o almacenamiento (Olaya, 2014).

b). Modelos de Representación

Los modelos de representación o modelos de datos, “ofrecen una concepción particular del espacio geográfico y sus atributos”. La información o propiedades de los modelos deben ser finitos, “de tal modo que el registro de dichos elementos sirva para almacenar la realidad que los modelos geográficos describen”. (Olaya, 2014).

b.1. Modelo Ráster

Según Instituto de Investigación de Sistemas Ambientales (ESRI - Environmental Systems Research Institute, s.f.) “un ráster consta de una matriz de celdas (o píxeles) organizadas en filas y columnas (o una cuadrícula) en la que cada celda contiene un valor que representa información, como la temperatura”.

b.2. Modelo Vectorial

Los vectores son una traducción más aproximada al mapa original. Estos sistemas expresan la información como puntos, líneas o polígonos y asignan un conjunto único de coordenadas X, Y a cada atributo. Este sistema es más eficiente para el almacenamiento de datos (Fabian 2006).

2.10. Software ARCGIS

Según el Instituto de Investigación de Sistemas Ambientales (ESRI - Environmental Systems Research Institute, s.f.), ArcGIS es un sistema completo que permite recopilar, organizar, administrar, analizar, compartir y distribuir información geográfica. Es utilizada para poner el conocimiento geográfico al servicio de todos los sectores públicos y privados.

ArcGIS es un sistema de información geográfica (SIG) integrado por tres partes clave (Vila y Varga, 2008):

- El software ArcGIS Desktop, conjunto integrado de aplicaciones SIG avanzadas.
- El ArcDSE Gateway, una interfaz para administrar las geodatabases, es decir las bases de datos geográficos, o un sistema de administración de bases datos de datos (DBMS).

- El software ArcIMS, un SIG orientado a internet para distribuir datos y servicios.

2.10.1 ArcGIS Desktop

“Es un conjunto de aplicaciones integradas, en donde se pueden realizar trabajos como mapeo, administración de datos, análisis geográficos, edición de datos y geoprocésamiento. Las aplicaciones más utilizadas son” (Vila y Varga, 2008):

- ArcMap: En esta aplicación se trabaja con mapas, los cuales cuentan con un diseño de página que contiene una ventana geográfica o una serie de capas, leyendas, escalas y otros elementos.
- ArcCatalog: Ayuda a organizar y administrar los datos SIG.
- ArcToolbox: Es una aplicación que contiene herramientas para el geoprocésamiento.

2.10.2 ArcCatalog

Según ESRI (Environmental Systems Research Institute, 2020) ArcCatalog es una ventana de catálogo que permite organizar y administrar la información para ArcGIS. La información puede incluir geodatabases, archivos ráster, documentos de mapa, entre otros. Además, organiza el contenido en una vista de árbol que permite organizar, buscar y encontrar los datasets del sistema de información geográfico y los documentos de ArcGIS.

2.10.3 Publicación de Servicios de Mapas

Hay dos formas de publicar un servicio de mapas Web desde ArcGIS for Desktop (ESRI, 2020):

- Utilizar el servidor de su organización: Si su organización dispone de ArcGIS for Server, puede publicar servicios de geoprocésamientos y de mapas directamente en la Web e incluirlos en los mapas Web de ArcGIS Online.
- Utilizar ArcGIS Online: Si su organización dispone de ArcGIS for Desktop versión 10.1 y de una suscripción a ArcGIS Online para organizaciones, puede publicar servicios de mapas sin ArcGIS for Server. Esto facilita la conversión de datos SIG en servicios Web, ya que no es necesario configurar y administrar el software del

servidor.

2.10.4 Creación de Paquete de Mapas

Los paquetes de mapas se pueden utilizar para compartir mapas fácilmente dentro de una organización o con cualquier otro usuario de ArcGIS a través de ArcGIS Online. También tienen otros usos, como la capacidad de crear un archivo de un mapa en particular que contiene una instantánea del estado actual de los datos utilizados en el mapa (ESRI,2020).

2.11. Base de Datos en el Sistema de Información Geográfico

2.10.5 Definición de Base de Datos

Las bases de datos son “datos” estructurados y almacenados de forma sistemática con la finalidad de facilitar su acceso posteriormente. Los tipos de dato pueden ser tipo espacial, datos numéricos y alfanuméricos como los que constituyen la componente temática de la información geoespacial. Los elementos clave de la base de datos son estructuración y sistematicidad, debido a que permite una mejor gestión de datos (Olaya, 2014).

2.10.6 Sistema de Gestión de Base de Datos

El Sistema de Gestión de Base de Datos (SGBD), convierte el acceso a los datos y su gestión en una aplicación cerrada ("caja negra"), interponiéndose entre los usuarios y los ficheros y haciéndose cargo de todos los problemas de explotación, mantenimiento y comprobación de los datos (Quintas, 2007). Los sistemas de gestión de bases de datos se organizan en tres niveles:

- Nivel interno: Manipulación física de los datos.
- Nivel externo: El usuario maneja la base de datos a través de un entorno organizado mediante menús o aplicaciones informáticas.
- Nivel intermedio: descripción de la base de datos mediante un lenguaje conceptual que permiten una visión abstracta del sistema.

2.10.7 Base de datos relacionales

Según Sarría (s.f.) una base de datos relacionales es un conjunto de tablas formadas por filas

y columnas, las filas son los registros de los objetos y las columnas, son los atributos de los objetos. Las tablas comparten campos entre ellas, lo que permite elaborar relaciones complejas.

Las relaciones pueden ser de tres tipos distintos:

- Relaciones uno a uno: se establecen entre una entidad de una tabla y otra entidad de otra tabla.
- Relaciones uno a varios: se establecen entre varias entidades de una tabla y una entidad de otra tabla.
- Relaciones varias a varios, se establecen entre varias entidades de cada una de las tablas.

a). Lenguaje Estructurado de Consultas (SQL)

Es un lenguaje declarativo en el que las órdenes especifican cual debe ser el resultado y no la manera de conseguirlo. Al ser declarativo es muy sistemático, sencillo y con una curva de aprendizaje muy agradable (Sarría, s.f.).

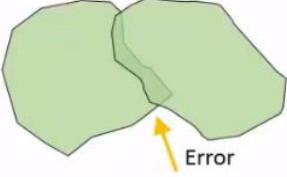
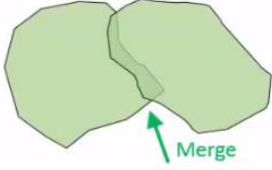
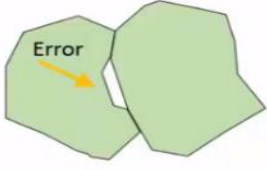
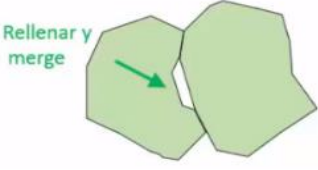

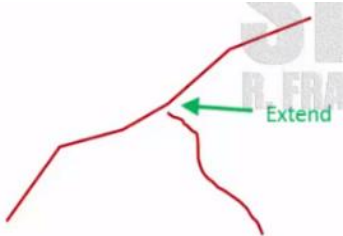
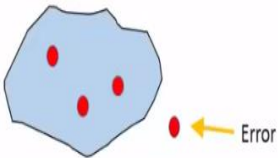
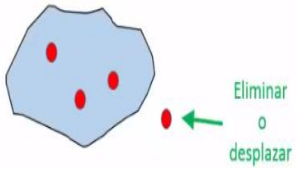
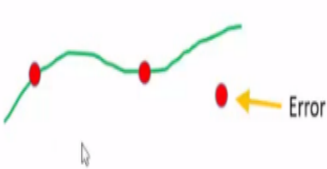

b). Modelo de Datos Geo-relacional

El mayor interés del modelo geo-relacional estará en poder lanzar una consulta SQL y obtener una o varias entidades espaciales (en lugar de número, tabla o fila) como respuesta. Para ello debe enlazarse la base de datos espacial (mapa vectorial) con la base de datos temática (tablas) mediante una columna en una de las tablas de la base de datos que contenga los mismos identificadores que las entidades en la base de datos espacial.

c). Topología

Es el análisis de relaciones espaciales entre objetos tales como la adyacencia, contigüidad, conectividad, inclusión, entre otras. Mediante topología se puede modelar el comportamiento integral de diferentes tipos de datos (puntos, líneas, polígonos).

Tabla 4: Errores topológicos

Tipos de Error	Modelo	Solución
Errores polígonos sobrepuestos		
Error de claros entre polígonos		
Error en drenes		
Error de puntos fuera del polígono		
Error de puntos fuera de la línea		

III. METODOLOGÍA

3.1. Ubicación y Características Principales del Área de Estudio

El área de estudio se encuentra en el Perú, departamento de San Martín, distrito de Rioja, ciudad de Rioja. La ciudad de Rioja está ubicado en el sector septentrional entre los paralelos $5^{\circ}23'30''$ y $6^{\circ}15'00''$ de Latitud Sur y los meridianos $77^{\circ}05'00''$ y $77^{\circ}45'55''$ Longitud Oeste. La provincia de Rioja se ubica a la altura del km 470 de la carretera Fernando Belaunde Terry. Colocar área de Estudio sobre donde dice Rioja, poner un puntito sobre donde el mapa y donde está la ciudad.

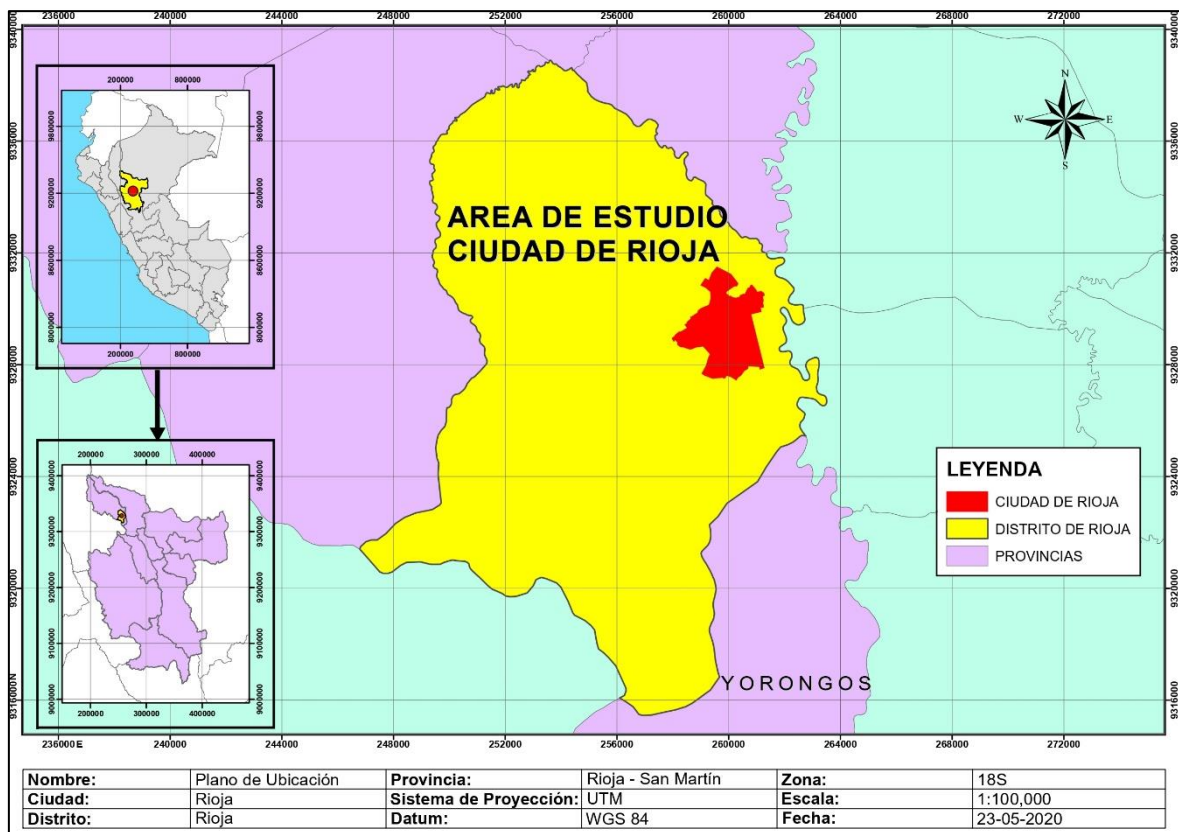


Figura N° 9 Mapa de Ubicación del área de estudio

3.2. Materiales y Equipos

3.2.1 Materiales

- Papel – Hoja Bond A4
- Lapiceros color azul o negro
- Puntos GPS
- Ortofotos
- Planos topográficos en extensión AutoCAD
- Fichas Catastrales

3.2.2 Equipos

- Cintas métricas de 20 metros
- Linterna de mano
- Laptop personal
- Cámara digital
- Estación total y sus accesorios
- Puntos GPS
- Ortofotos
- Planos topográficos en extensión AutoCAD
- Fichas Catastrales

3.3. Método

Para este trabajo de investigación se aplicó la metodología analítica, en donde se analizó el levantamiento topográfico y se propuso el diseño de elaboración de plataforma. A continuación, en la figura N°10, se muestra el flujograma de la metodología aplicada con las

respectivas etapas por fase:

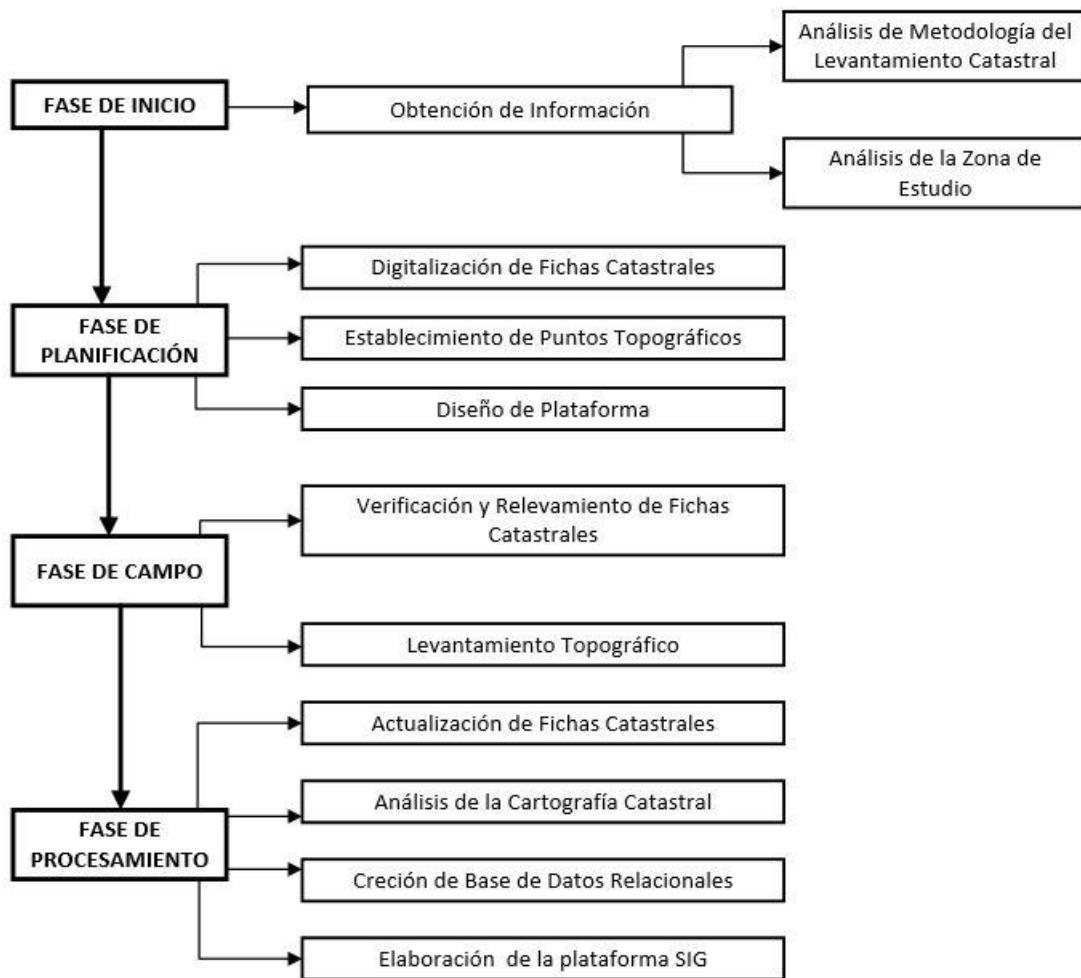


Figura N° 10 Flujograma de Metodología

La metodología empleada en el presente trabajo de tesis, fue el siguiente:

3.3.1 Fase de Inicio

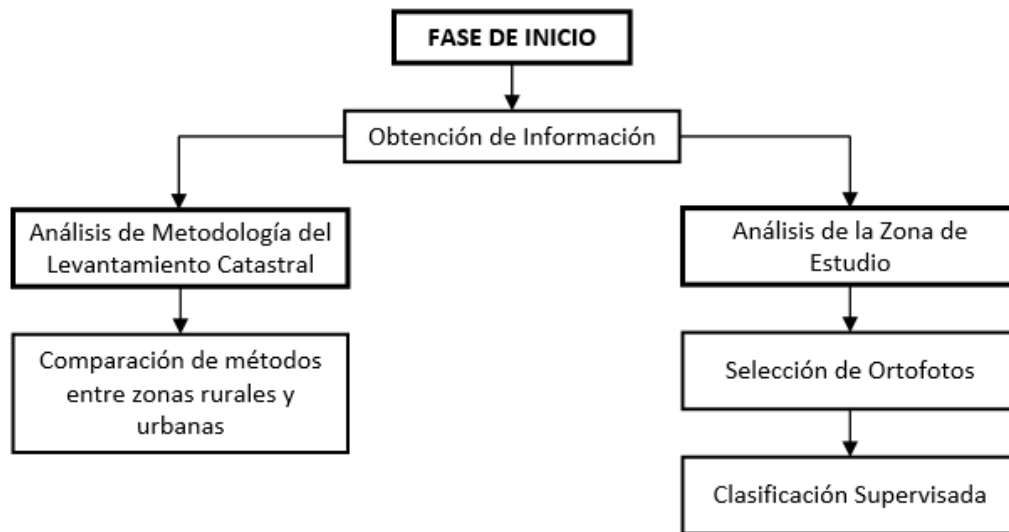


Figura N° 11 Flujograma de Fase de Inicio

En la figura N°11 se muestra el flujograma para la Fase de Inicio, durante dicha fase se entablaron las comunicaciones necesarias para la obtención de información. Mediante documento, se solicitó información sobre el trabajo realizado al encargado del proyecto del levantamiento catastral. En esta etapa se obtuvo información del catastro, como informes de levantamientos topográficos, fichas catastrales, informe técnico de toma de fotografías aéreas, ortofotos e informe de georreferenciación. Con la documentación recopilada, la autora realizó lo siguiente:

a). Análisis de Metodología del Levantamiento Catastral:

De la información recopilada, se determinó que el levantamiento catastral realizado en la ciudad de Rioja fue el primero, por lo que se basaron en el Manual de Levantamiento Catastral Urbano. Sin embargo, el objetivo de la tesis es emplear una plataforma para zonas urbanas y rurales, por lo que la autora analizó la metodología empleada para verificar que pueda ser empleada tanto para zonas urbanas como rurales.

A continuación, en la tabla 5 se muestra un cuadro comparativo entre los métodos directo e indirecto para un levantamiento rural y urbano:

Tabla 5: Características de los métodos para zonas rurales y urbanas

	Método Directo	Método Indirecto
Características de Levantamiento Rural	Se realiza con equipos geodésicos como el GPS diferencial y/o topográficos como la estación total. Es recomendable en zonas donde cuentan con nubosidad permanente, cobertura vegetal, donde las ortofotos no sean visibles y para completar la base de cartografía.	Se realiza mediante el levantamiento fotogramétrico; sin embargo, no excluye el uso de topografía clásica. Para mantener la precisión topográfica en un levantamiento catastral se puede complementar la fotogrametría con la medición (estación total y/o GPS).
Características de Levantamiento Urbano	Se realiza con equipos geodésicos como el GPS diferencial y/o topográficos como la estación total. Es recomendable en zonas donde la fotointerpretación no permita el recojo de información. Son usados para bases de replanteo.	Se utiliza ortofotos y cartografía resultantes de la restitución que permita la foto-identificación en el computador.

De acuerdo a los informes del levantamiento catastral, primero se realizó la monumentación de puntos base mediante equipos GPS. Con los puntos base se calcularon los puntos de apoyo para la fotogrametría, la cual se llevó a cabo mediante el uso de vehículos aéreos no tripulado. El producto de la fotogrametría fue completado con el levantamiento topográfico realizado con estación total; por lo que, verificó que ambas metodologías (directa e indirecta) pueden ser aplicadas para obtener información precisa (Ver Anexo N°01 para mayor detalle).

b). Análisis de la Zona de Estudio

Con las imágenes obtenidas de la fase de fotogrametría se realizó la clasificación supervisada, lo que verificó que dentro del casco urbano existen extensiones agrícolas (Anexo N°02). Este análisis sirve para verificar que la metodología empleada pueda ser usada tanto en zonas urbanas y rurales.

3.3.2 Fase de Planificación

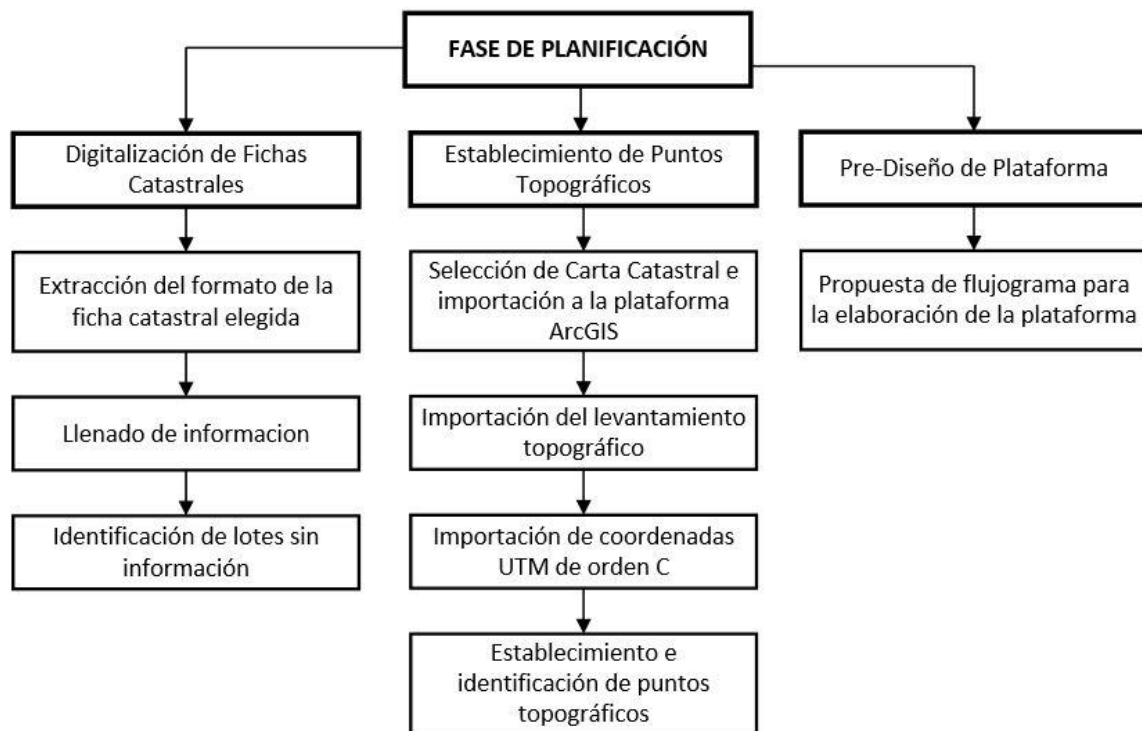


Figura N° 12 Flujograma de Fase de Planificación

La figura N°12 muestra el flujograma desarrollado en el trabajo de investigación, en donde se plantearon las actividades necesarias para plantear el diseño de la plataforma. Para la verificación de la cartografía se establecieron puntos topográficos sobre el terreno. La actualización de data alfanumérica, se realizó mediante visitas a los lotes en campo.

a). Digitalización de Fichas Catastrales

Para la digitalización de fichas se realizó lo siguiente:

- Se extrajo el formato de la ficha catastral individual y se identificaron 118 campos; sin embargo, no todos los campos fueron llenados. Por ello, la autora solo consideró los campos necesarios e importantes para la obtención de mapas temáticos tal como se muestra en la tabla 6. Para este trabajo de tesis, se digitalizaron 1190 fichas catastrales producto del empadronamiento realizado por las autoridades de la municipalidad.

Tabla 6: Contenido del Formulario de las Fichas Catastrales

Número	Descripción
1	Departamento
2	Provincia
3	Distrito
4	Sector
5	Manzana
6	Lote
7	Edifica
8	Entrada
9	Pisos
10	Unidad
11	DC
12	Código de Vía
13	Tipo de Vía
14	Nombre de Vía
15	Tipo de Puerta
16	Nombre de la Edificación
17	Tipo de Edificación
18	Tipo de Interior
19	Código HUB
20	Nombre de la Habilitación Urbana
21	Tipo del Titular
22	Estado Civil
23	Tipo de documento de Identidad
24	N° de Documento
25	Nombres
26	Apellido Paterno
27	Apellido Materno
28	N° de RUC
29	Razón Social
30	Persona Jurídica
31	Departamento
32	Provincia
33	Distrito
34	Código de Vía
35	Tipo de Vía
36	Nombre de Vía
37	N° Municipal
38	Código HUB
39	Nombre de la Habilitación Urbana
40	Condición del Titular
41	Forma de Adquisición
42	Clasificación del Predio
43	Predio
44	Código de Uso
45	Uso de Descripción
46	Área de Terreno Declarado
47	Área de Terreno Verificado

48	Medida en Campo
49	Medida según Título
50	Colindantes en Campo
51	Colindantes según Título
52	Luz
53	Agua
54	Teléfono
55	Desagüe
56	N° Piso
57	Fecha de Construcción
58	MEP
59	ECS
60	ECC
61	Muros Columnas
62	Techos
63	Pisos
64	Puertas Ventanas
65	Revestimiento
66	Baños
67	Instalaciones Eléctricas Sanitarias
68	Declarada
69	Verificada
70	Condición del Declarante
71	Estado de Llenado de Ficha
72	N° de Habitantes
73	N° de Familias

- En el sistema de ArcGIS se calculó el área y perímetro de los lotes, luego se comparó la información de campo con la procesada, y se determinó determinar los lotes que deben ser verificados y actualizados.
- Se revisó la numeración de lotes de acuerdo a lo establecido en el Manual de Levantamiento Catastral. Sin embargo, se determinó que hay un número de 1205 lotes en el sector 02, pero que el número de fichas catastrales obtenidas son 1190. Por lo que se puntualizó la captación de información de lotes sin información. En la tabla 7 se detalla el número de lotes por manzana.

Tabla 7: Numero de Lotes por Manzana

Sector	Manzana	Número de Lotes
02	01	15
02	02	27
02	03	25
02	04	33
02	05	20
02	06	06
02	07	13
02	08	13
02	09	18
02	10	16
02	11	01
02	12	13
02	13	16
02	14	09
02	15	25
02	16	25
02	17	26
02	18	26
02	19	24
02	20	15
02	21	03
02	22	01
02	23	01
02	24	03
02	25	39
02	26	78
02	27	36
02	28	46
02	29	61
02	30	10
02	31	33
02	32	09
02	33	12
02	34	24
02	35	37
02	36	22
02	37	16
02	38	13
02	39	21
02	40	21
02	41	21
02	42	16
02	43	01
02	44	21
02	45	01

02	46	01
02	47	17
02	48	12
02	49	20
02	50	16
02	51	01
02	52	69
02	53	19
02	54	20
02	55	13
02	56	26
02	57	24
02	58	22
02	59	33

- Por último, se identificó las manzanas con errores en las fichas catastrales. En la tabla 8 se observa el número de fichas identificadas en cada lote.

Tabla 8: Predios con observaciones

Sector	Manzana	Número de Lote	Número de Fichas
2	1	15	5
2	15	25	20
2	35	37	38
2	56	26	27
2	59	33	31

b). Establecimiento de Puntos Topográficos

Para el establecimiento de puntos se realizó lo siguiente:

- Primero, se seleccionó la carta catastral a verificar y se importó al software ArcGIS. La carta seleccionada tenía el código 13i212123 y una escala de 1/1000. Según la autora, el análisis se puede realizar para cualquier carta producto de un Levantamiento Catastral (las cartas deben estar en pdf). Luego se georreferencio (Anexo N°3).
- Segundo, se importó el levantamiento catastral realizado por la entidad, este proceso fue para poder ubicar la zona de la carta.
- Tercero, se importaron las c puntos geodésicos de orden C, los cuales fueron usados para la georreferenciación del levantamiento catastral. En la figura N°13 se visualiza

la ubicación de los pares de puntos en orden C y la tabla 9 detalla las coordenadas.

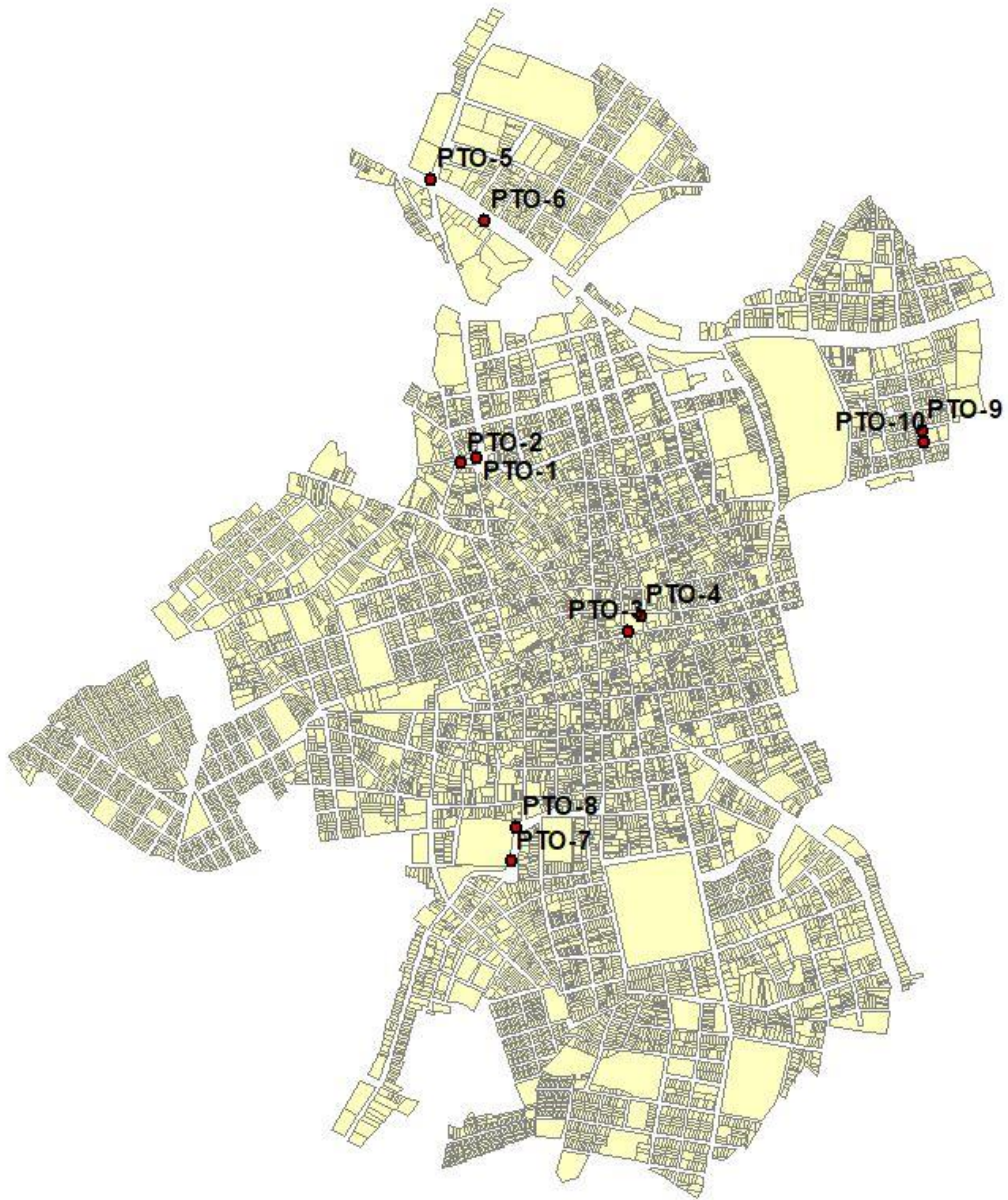


Figura N° 13 Coordenadas UTM de orden C Monumentados

Tabla 9 : Coordenadas UTM Zona 18S WGS-84

Nombre	Coordenada Este	Coordenada Norte	Elevación
SM01	279948.871	9333957.774	871.742
PTO-1	259535.930	9329938.997	823.451
PTO-2	259483.232	9329922.619	823.289
PTO-3	260043.455	9329358.938	842.999
PTO-4	260084.589	9329412.091	842.981
PTO-5	259382.685	9330872.340	825.517

PTO-6	259563.7209330734.821	824.389
PTO-7	259651.4399328587.431	845.473
PTO-8	259669.6399328702.800	845.632
PTO-9	261027.8569330031.396	822.517
PTO-10	261035.4229329991.582	822.909

- Por último, se establecieron e identificaron un mínimo de 20 puntos topográficos sobre la carta, los cuales deben ser fáciles de identificar, como postes, esquinas, entre otros.

c). Pre-Diseño de Plataforma

Durante esta etapa se diseñó el flujograma para la elaboración de la plataforma en el sistema de información geográfica, en base a los análisis y base de datos obtenidas en la fase inicial. El flujograma propuesto fue el siguiente:

- **Recopilación de información:** Durante esta etapa se verificó el desarrollo de algún levantamiento catastral anterior. La metodología presentada en el trabajo de investigación es para zonas que cuentan con un levantamiento catastral.
- **Análisis de la Información:** En esta etapa primero se verificó que el proyecto este actualizado, ya que se puede contar con fotografías o planos que no coincidan con la base de datos, como las fichas catastrales. En caso ya haya pasado un tiempo largo desde la última actualización catastral, es necesario un nuevo levantamiento catastral. Sin embargo, este trabajo fue propuesto al término del levantamiento catastral, por lo que no se realizó un nuevo levantamiento.
- **Verificación de Cartografía:** Durante esta etapa se verificó la precisión de las fotografías usadas para el plano catastral. Para esta etapa se requirió establecer los puntos topográficos en carta durante la etapa de planificación, que luego fueron comparados mediante la aplicación de test de calidad.
- **Actualización de Base de Datos Alfanumérica:** Esta etapa se realizó en campo y se usó para completar las fichas identificadas en la etapa de planificación.
- **Creación de Base de Datos Relacionales:** Durante esta etapa se usó la actualización de base de datos, ya que de acuerdo a la información se crearon las relaciones entre

las diferentes características de los lotes.

La figura N°14 muestra en resume el flujograma propuesto para la fase de Pre-Diseño.

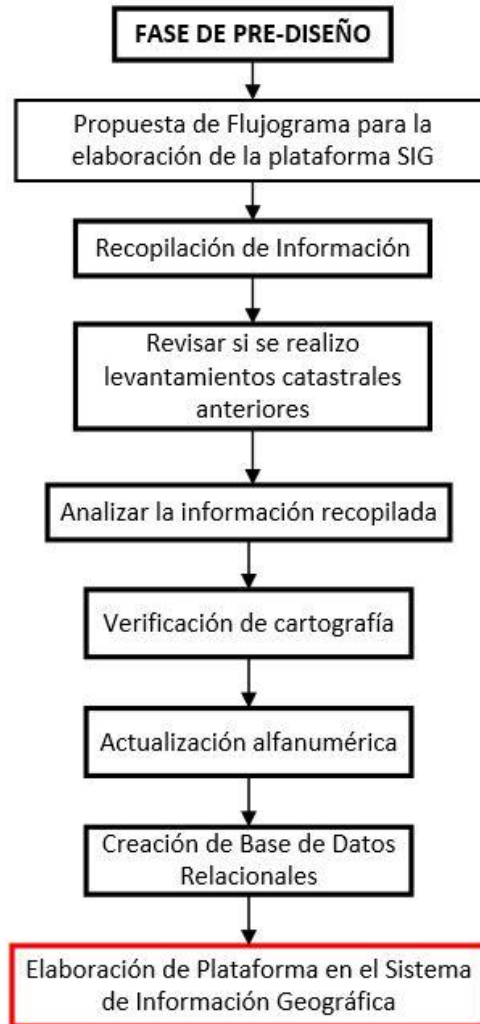


Figura N° 14 Flujograma de Fase de Pre-Diseño

3.3.3 Fase de Campo

La etapa en campo consistió en dos partes, primero se realizó el levantamiento topográfico de los puntos establecidos en la fase de planificación y luego, se procedió con la verificación de la información de las fichas catastrales. En la figura N°15 se detalla el procedimiento.

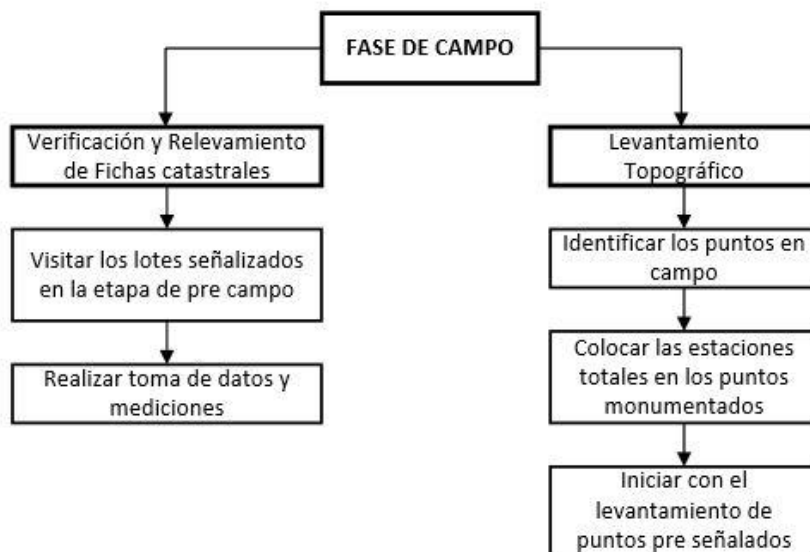


Figura N° 15 Flujograma de Fase de Campo

a). Verificación y Relevamiento de Fichas Catastrales

Para verificar la información de las fichas catastrales, primero se organizó la brigada y se asignó el jefe de brigada, quien contaba con el plano de ubicación y con la información de las fichas correspondientes a la manzana a evaluar. Segundo, se dirigieron a las manzanas que fueron previamente señaladas en la etapa de planificación.

Una vez en el punto, las brigadas se presentaron ante los titulares o a la persona que se encuentre viviendo en dicho lote, para solicitar la información contenida en las fichas catastrales. Hubo ocasiones en que las personas no daban información, por lo que la autora recomienda coordinar con la Municipalidad o entidad a cargo y hacer público que se realizará una verificación de información.

Mientras el encargado tomaba los datos de los titulares, el responsable de la estación total se instaló en un punto referencial para tomar los puntos de inicio y final de cada manzana, para el cálculo de distancias. Por último, tomaron fotos de las fachadas de las viviendas verificadas. (Ver Anexo N°4).

b). Levantamiento Topográfico

Para el levantamiento topográfico las brigadas se dirigieron a la ciudad de Rioja, y realizaron el reconocimiento de la zona con la finalidad de revisar la topografía e identificar los puntos monumentados. En la figura N°16, se muestra uno de los puntos monumentados según los

lineamientos establecidos en la Norma Técnica Geodésica (2015).



Figura N° 16 Identificación de Puntos Monumentados para la Georreferenciación

Para el trabajo en campo, primero se posicionó la estación total en el primer punto monumentado, que fue identificado en la etapa de planificación. Al ingresar el dato en la estación total se denominó BM1 y se insertaron las coordenadas correspondientes al punto 09. En la figura N°17 se visualiza la estación BM1.



Figura N° 17 Estación BM1

Una vez establecido el punto base, se visualizó el segundo punto denominado BM2. Este punto ya se encuentra monumentado y las coordenadas corresponden al punto N°10. Luego de establecer los puntos base se comenzó con el levantamiento topográfico.

3.3.4 Fase de Procesamiento

El flujograma para la fase de procesamiento se encuentra detallada en la figura N°18, la cual cuenta con cuatro partes detalladas a continuación:

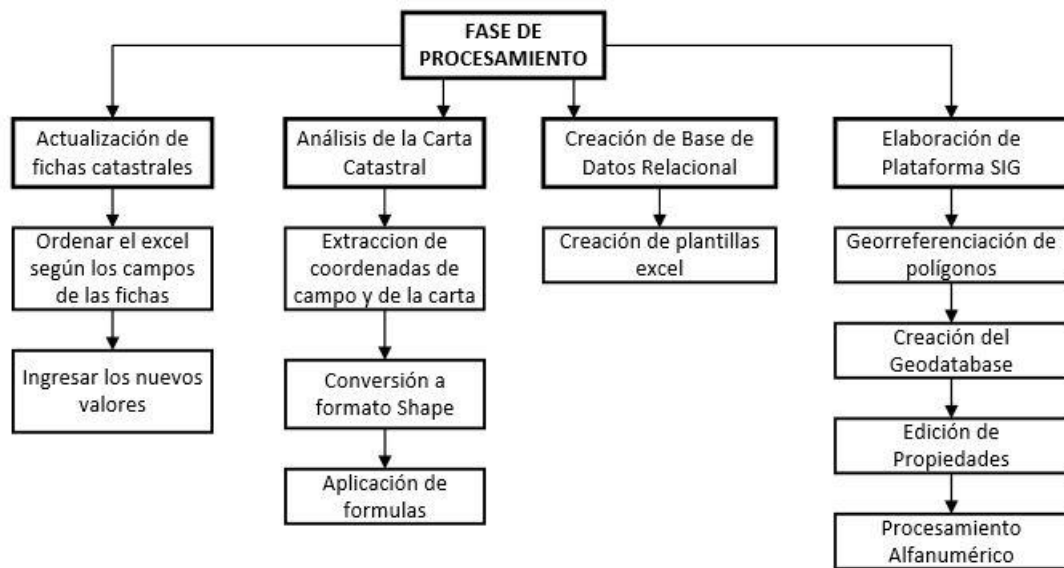


Figura N° 18 Flujograma de Fase de Procesamiento

a). Actualización de Fichas Catastrales

En esta etapa se actualizo la base de datos contenida en las fichas catastrales. Para ello, usaron la información recopilada en la etapa de planificación y verificada en la etapa de campo.

En el excel elaborado de fichas catastrales, organizaron la información en base a los diferentes campos que componen una Ficha Catastral. Los campos utilizados en la plataforma fueron: Ubicación del bien común, Identificación del titular catastral, Descripción y Construcción. Los campos pueden variar de acuerdo a la necesidad de la entidad; sin embargo, la ficha catastral es la misma a nivel nacional por lo que se recomienda seguir la siguiente división:

- Ubicación del bien común: Dentro de este campo consideraron los siguientes atributos: SML, centroide X, centroide Y, departamento, provincia, distrito, sector, manzana, lote, edifica, entrada, piso, unidad, DC, código de vía, tipo de vía, nombre de vía, topo de puerta, nombre de la edificación, tipo de edificación, tipo de interior, código HUB y nombre de la habilitación urbana.
- Identificación del titular catastral: Para el segundo campo se consideró SML, centroide X, centroide Y, departamento, provincia, distrito, sector, manzana, lote, edifica, entrada, piso, unidad, DC, tipo del titular, estado civil, tipo de documento de identidad, numero de documento, nombres, apellido paterno, apellido materno, numero de RUC, razón social, persona jurídica, departamento, provincia, distrito, código de vía, tipo de vía, nombre de vía, numero municipal, código HUB, nombre de la habilitación urbana, condición del titular y forma de adquisición.
- Descripción: Para el cuarto campo los atributos fueron: SML, centroide X, centroide Y, departamento, provincia, distrito, sector, manzana, lote, edifica, entrada, piso, unidad, DC, clasificación del predio, predio, código de uso, uso de descripción, área de terreno declarada, área de terreno verificada, medida en campo, medida según título, colindantes en campo, colindantes según título, luz, agua, teléfono y desagüe.
- Construcción: En el último campo consideró SML, centroide X, centroide Y, departamento, provincia, distrito, sector, manzana, lote, edifica, entrada, piso, unidad, DC, número de pisos, numero de edificaciones, número de entradas, MEP, ECS, ECC, muros, columnas, techos, pisos, puertas, ventanas, revestimiento, baños, instalaciones eléctricas, sanitarias, área construida declarada, área construida verificada, condición del declarante, estado de la ficha, número de habitantes y numero de familia.

b). Análisis de la Cartografía

Para el análisis de la cartografía, primero se calculó las coordenadas de los puntos definidos sobre la cartografía en la fase de planificación (Anexo N°05). Luego, se extrajo la información del levantamiento topográfico realizado en la fase de campo y se importó desde el software ArcGIS en formato excel (Ver cuadro en Anexo N°06). En la interfaz del software se visualizó las coordenadas obtenidas en campo y las identificadas en la fase de

planificación. A continuación, se muestran los gráficos de dispersión de cada eje. La dispersión mostrada es sobre las relaciones entre las coordenadas de campo y las seleccionadas sobre la cartografía.

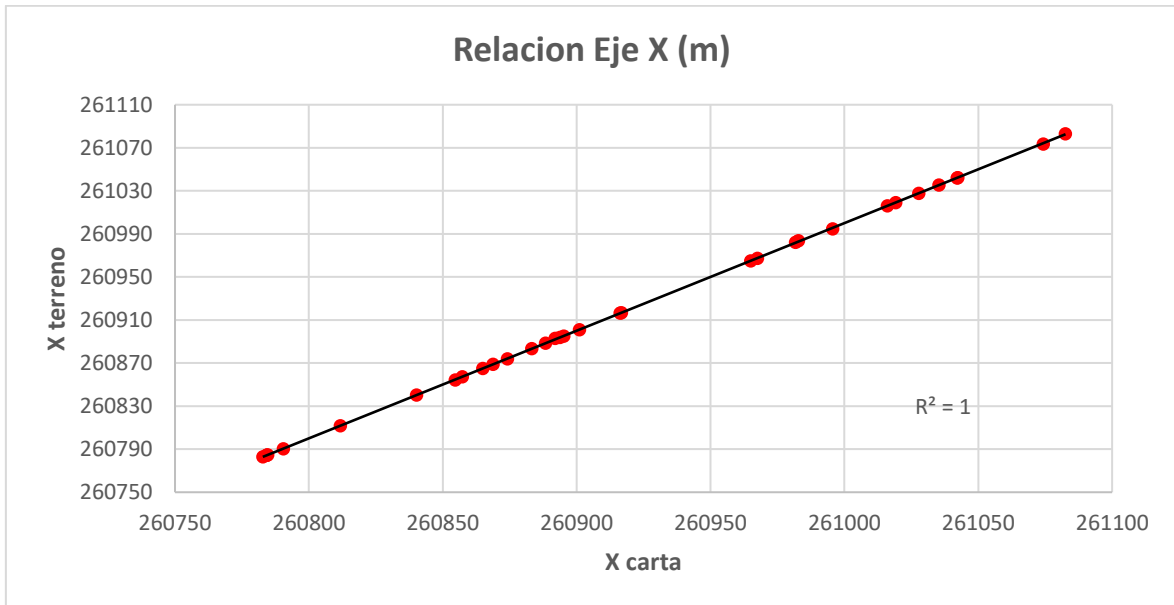


Figura N° 19 Gráfico de Relación de Coordenadas Eje X

De acuerdo a la Figura N°19, se pudo visualizar que en el Eje X las diferencias entre las coordenadas tomadas en campo y las obtenidas en cartografía no son significativas; además, hay una elevada correlación entre ambas bases de datos debido a que el coeficiente de determinación R^2 es igual a 1.

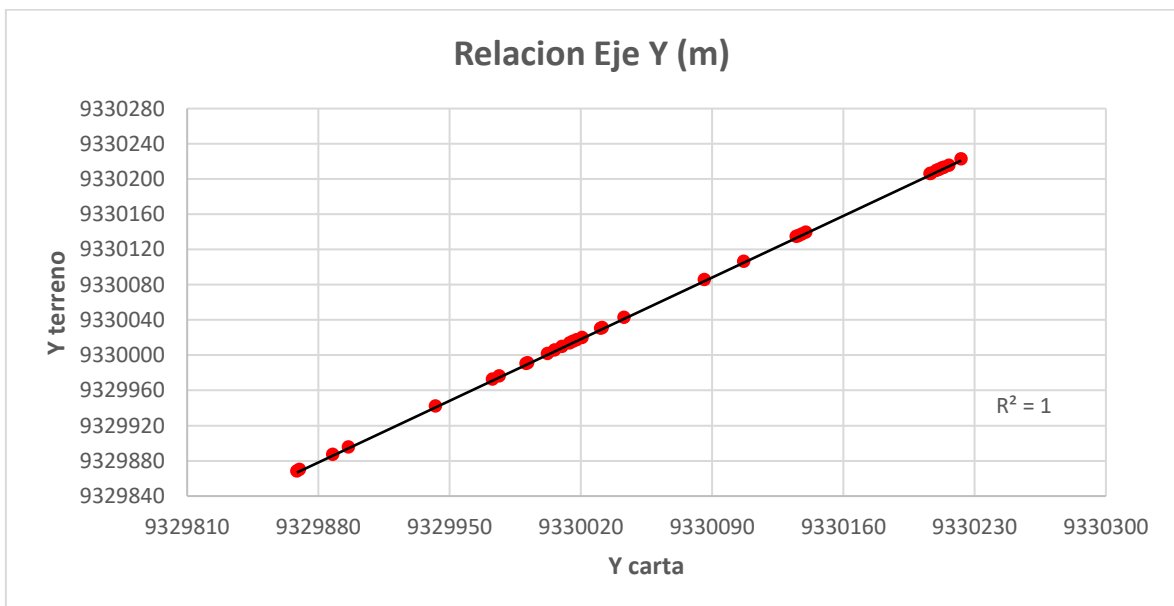


Figura N° 20 Gráfico de Dispersión Coordenadas Eje Y

Con respecto a las coordenadas en el eje Y (Figura N°20), se obtuvo que el coeficiente de determinación R^2 es igual a 1, por lo que existe una elevada relación lineal entre las coordenadas tomadas en campo y las obtenidas en la etapa de planificación.

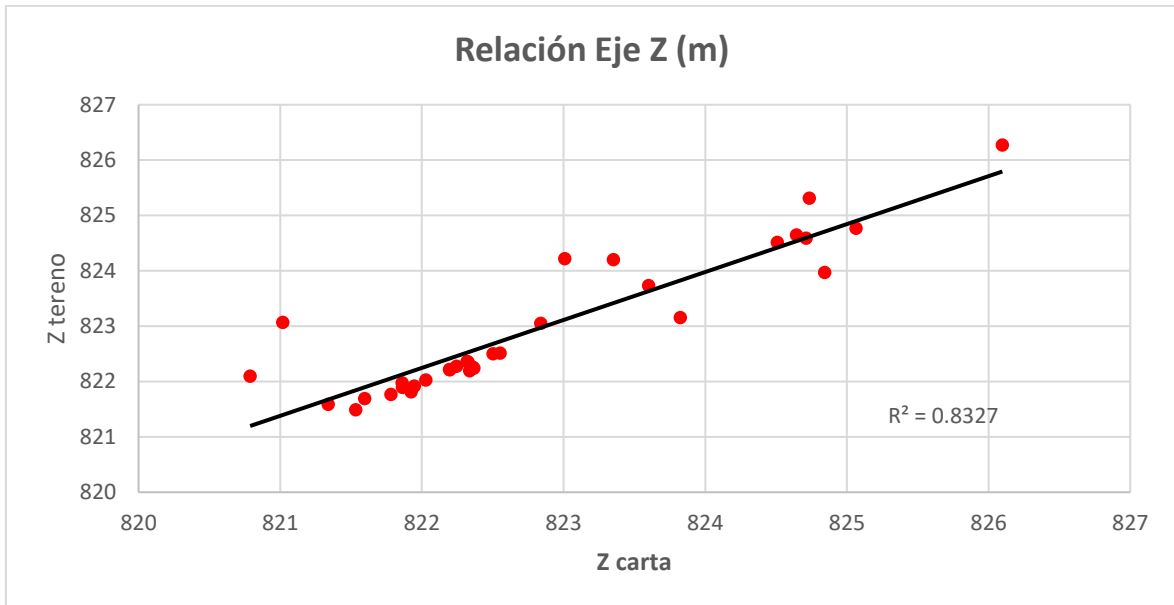


Figura N° 21 Gráfico de Dispersión Coordenadas Eje Z

Por último, en la Figura N°21 se obtuvo que el coeficiente de determinación R^2 es 0.8327. De acuerdo al trabajo de investigación, se debe a que existen puntos fuera de la progresión lineal, pero aun así la correlación entre ambas bases de datos es elevada.

Para evaluar la correspondencia de la calidad de la fotografía aérea se hizo la comparación entre la carta obtenida del levantamiento catastral y los puntos tomados en campo mediante levantamiento topográfico amarrado a la red geodésica. Luego, se aplicó el test NSSDA, el procedimiento se detalla a continuación:

- Se determinó el número de valores, $n = 33$ y $\frac{1}{n} = 0.030303$.
- Se calculó el error en el eje X, que es la diferencia entre la coordenada de la carta menos la coordenada tomada en campo: $X \text{ carta} - X \text{ terreno}$. Este paso se repite para las coordenadas de Z e Y.
- Cálculo del error medio de cada eje: $\frac{\sum_{i=1}^n \text{Error } X}{n}$. Este paso se repite para los ejes Z e Y.

- Calculamos el error cuadrático que viene a ser el error de cada punto del eje x menos el error medio: $(\text{Error } x - \text{Error medio})^2$. Este paso se repite para las coordenadas de Z e Y.
- Calculamos el error de cada punto al cuadrado $(\text{Error } X)^2$. Este paso se repite para las coordenadas de Z e Y.
- Se calcula la sumatoria $\sum(\text{Error } X)^2$, Este paso se repite para las coordenadas de Z e Y. $\sum(\text{Error } X)^2 = 0.3002$, $\sum(\text{Error } Y)^2 = 0.23244$ y $\sum(\text{Error } Z)^2 = 0.93833$.
- Con los valores determinados, se calculó el $\text{RMSE}_X = \sqrt{\frac{1}{n} * \sum(\text{Error } X)^2}$, la fórmula se aplica también para el eje Y y Z. $\text{RMSE}_X = 0.09537218$, $\text{RMSE}_Y = 0.0839267$ y $\text{RMSE}_Z = 0.16862481$.
- En el caso del plano horizontal se calculó el error medio cuadrático $\sqrt{(\text{RMSE}_X)^2 + (\text{RMSE}_Y)^2}$ y se obtuvo como resultado **0.127041507**.
- Según la metodología señalada si $\text{RMSE}_X \neq \text{RMSE}_Y$ se emplea: $\text{Exactitud}_r = 1.22385 * (\text{RMSE}_x + \text{RMSE}_y)$, por lo que para el cálculo de la exactitud posicional horizontal se aplicó la fórmula y obtuvo **Exactitud_r = 0.21943494**.
- Se calculó el coeficiente de exactitud posicional vertical a un 95% de confianza para la componente Z: $\text{Exactitud}_z = 1.96 * \text{RMSE}_z$. **Exactitud_z = 0.33050464**.

c). Creación de Base de Datos Relacionales

Una vez que se obtuvieron los campos y subcampos organizados, se ingresó la nueva información recopilada. Para cada campo se necesitó el código SML, centroide X y centroide Y. Esta información fue necesaria para poder crear las relaciones en la plataforma virtual según. A continuación, podemos apreciar la relación que se debe generar entre los diversos campos (Figura N°22):

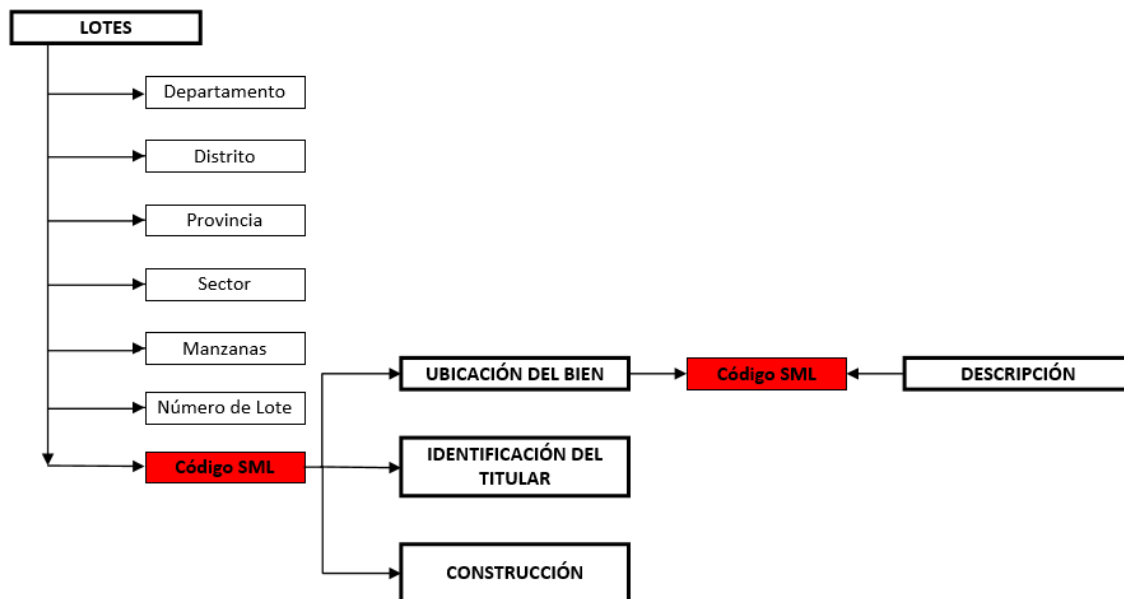


Figura N° 22 Flujograma de Base de datos relacionales

Para la realización de la plataforma catastral, se contó con una base de datos alfanumérica y base de datos espacial. La primera, tuvo como finalidad contener toda la información para realizar cálculos, mapas temáticos y modelos. La segunda, brinda la ubicación y distribución de la zona de estudio.

A continuación, en la tabla 10 se muestra el cuadro con información sobre las capas trabajadas en el área espacial.

Tabla 10: Descripción de capas para trabajo espacial

Capa	Tipo	Extensión	Descripción	Fuente
Sectores	Polígono	Shp	Contiene la división de los sectores que se encuentran dentro de la ciudad	M.P. Rioja
Manzanas	Polígono	Shp	Contiene los límites de las manzanas que se encuentran dentro de cada sector	M.P. Rioja
Lotes	Polígono	Shp	Contiene los predios pertenecientes a cada lote	M.P. Rioja

d). Elaboración de Plataforma SIG

Para la elaboración de la plataforma, se analizó el Pre- Diseño y se modificó de acuerdo a

los resultados obtenidos en el levantamiento catastral. A continuación, mostramos el diseño propuesto:

d.1. Conversión de los datos catastrales a *Shape*:

Para la conversión de datos, se usó el plano catastral con extensión *dwg* en el software ArcGIS. Dentro del plano dibujado en AutoCAD para el levantamiento catastral, se crearon diversas capas que no fueron necesarias para la realización de esta tesis. Por lo que, primero se seleccionaron las capas necesarias para posteriormente extraer dicha información en formato *shape*. Al contar con dicha información, los *shapes* se convirtieron a polígono; sin embargo, no se pudo asegurar la geometría, por lo que se empleó la herramienta *Dissolve* para unificar la base de datos y luego convertir a polígono. El procedimiento se encuentra en el Anexo N°07.

d.2. Georreferenciación de los polígonos

Para georreferenciar la base de datos, primero se constató mediante las propiedades que los polígonos no cuentan con coordenadas preestablecidas. Posteriormente, se usó la herramienta *Define Projection*, que permite seleccionar todos los polígonos que se encuentren en la plataforma para asignar un sistema de coordenadas (Anexo N°08).

d.3. Creación del Geodatabase

La plataforma geo-espacial fue creada dentro de un *Geodatabase*, por lo que primero se creó una carpeta denominada CATASTRO en donde se creó el *Geodatabase*. Dentro del *Geodatabase* se crearon los *Dataset*, los *datasets* se denominaron Lotes, Manzanas y Sector, y se insertó los polígonos correspondientes dentro de cada *dataset*. Los polígonos provienen del dibujo en AutoCAD realizado para el levantamiento catastral, puede que algún polígono traslape con otro, por lo que se aplicó la herramienta *Topology* para determinar y corregir los posibles errores (Anexo N°09). Al culminar con la corrección, se editó las etiquetas de los polígonos para evitar traslapes entre las descripciones (Anexo N°10).

d.4. Procesamiento Alfanumérico

En esta etapa, se crearon las relaciones entre la información contenida dentro de las fichas catastrales. Para lo cual primero se insertó la información recopilada, digitalizada y

actualizada de las fichas. Luego, se crearon las relaciones Lotes - Construcción, Lotes – Ubicación bien, Lotes – Titulares y Ubicación – Descripción, toda información que vaya a ser relacionada debe contener una codificación similar, para el presente trabajo se usó el código SML. Por último, se empleó la herramienta *Package* que permite abrir los archivos contenidos en el *Geodatabase* en cualquier computadora y versión del ArcGIS (Anexo N°11).

d.5. Diseño de Plataforma SIG

Por último, en la figura N°22 se visualiza el diseño final propuesto para la elaboración de una plataforma en el sistema de información geográfica.

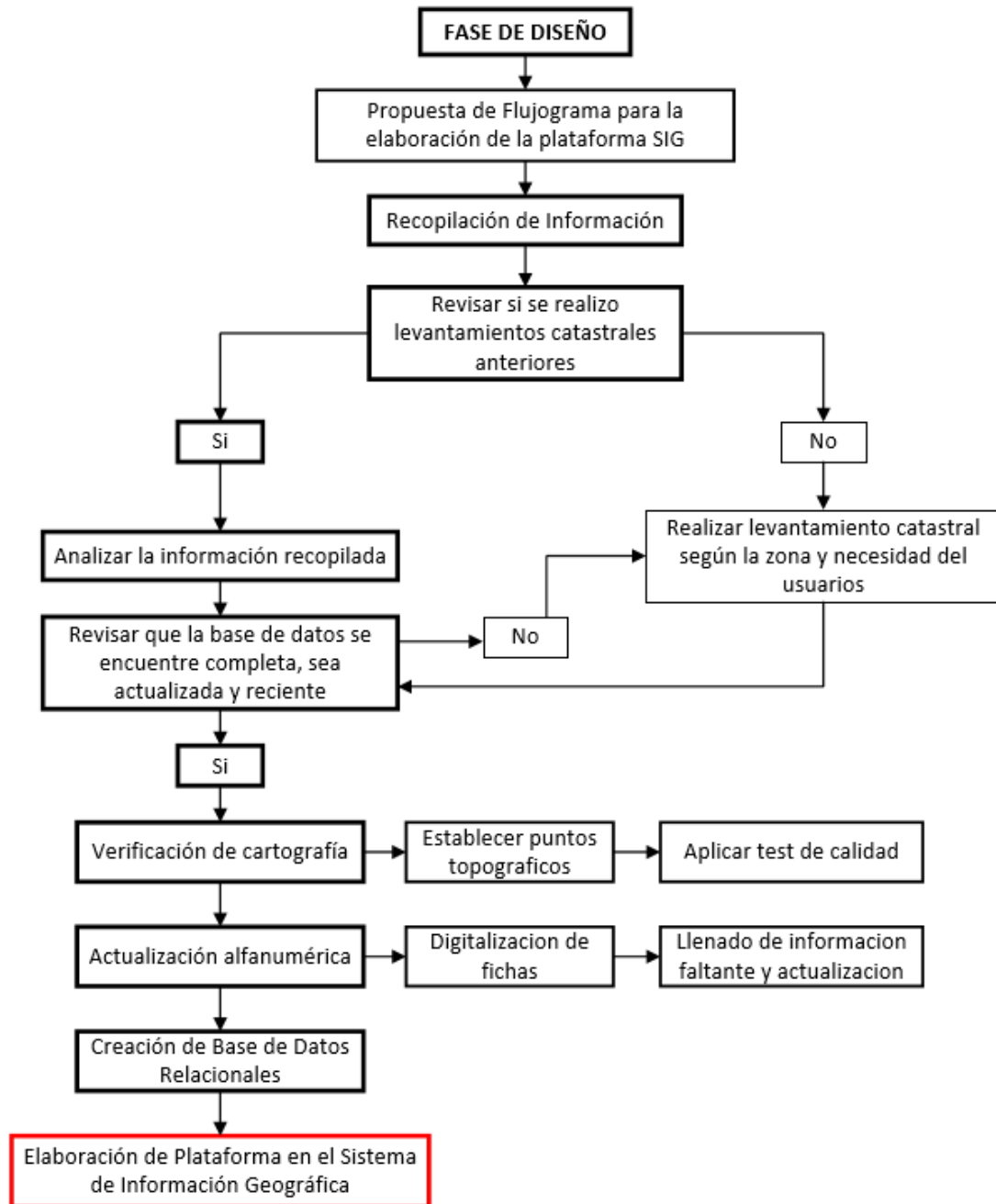


Figura N° 23 Diseño de Plataforma SIG

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Inventario catastral alfanumérico

De la verificación realizada que dentro del plano espacial había un total de 1205 lotes; sin embargo, solo se obtuvieron 1190 fichas catastrales. Esto se debe a que muchas viviendas no brindaron información o que los lotes se encuentran inhabitados. Es por ello, que se puntualizó la captación de información de los lotes sin información. Como resultado de la actualización de información se obtuvo una base de datos nueva que permitió la creación de la base de datos geo – espacial. Para obtener acceso a la información, se hizo clic en el lote requerido, luego se abrirá una ventana al lado derecho que brindó acceso al contenido de las fichas catastrales (Figura N°24). Por otro lado, algunos campos no se encontraban completos, pero pueden ser editados desde cualquier equipo que cuente con el software ArcGIS.

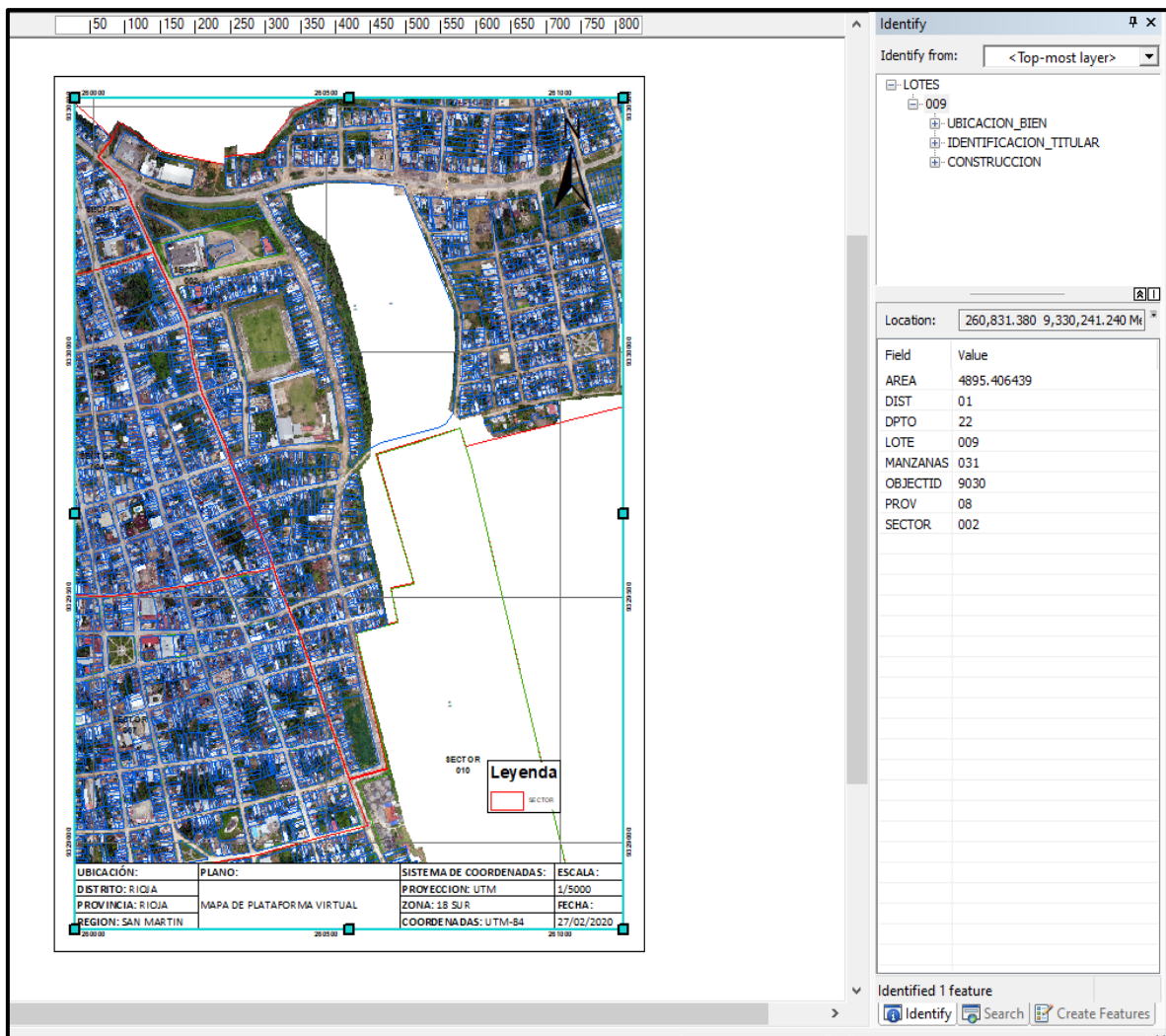


Figura N° 24 Interfaz de Plataforma SIG

En la Figura N°25, se puede visualizar el resultado de las relaciones que se generaron en el ArcGIS en base a la información completada y ordenada en el formato excel. Al hacer click en el Lote, primero mostró el número de lote correspondiente; en la parte baja de la ventana *Identify*, se visualizó solo información general. Al hacer click sobre el número del lote, se obtuvieron los tres campos en que fueron divididos: Ubicación del bien, Identificación del titular y Construcción. Para añadir un campo adicional, es necesario colocar la codificación SML, caso contrario no se podrá generar relación entre LOTES y la información ingresada. Además, las relaciones establecidas no necesariamente son fijas, estas pueden ser eliminadas y crear otras según el requerimiento del usuario. Este mecanismo permite múltiples formas de poder relacionar la información.

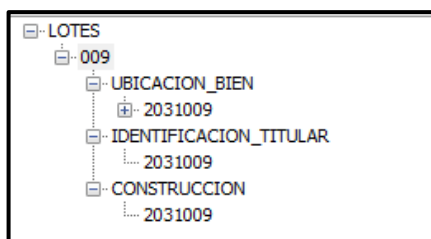


Figura N° 25 Relaciones de Información

En la Figura N°26 se puede ver la información que contiene la pestaña “Lote”, como el nombre de vía, tipo de interior, tipo de puerta, tipo de vía, entre otros. Se seleccionó la descripción Ubicación del Bien y se obtuvo el código SML. Se hizo click sobre el código para obtener mayor información, la cual se visualizó en la ventana, *Identify*. El código SML es necesario para crear las relaciones, el nombre que aparece en pantalla puede variar ya que no interfiere con la información, pero el código deber ser el mismo en cada lote.

Field	Value
CODIGO_HUB	<null>
CODIGO_VIA	00063
HABILITACION_URBANA	<null>
NOMBRE_EDIFICACION	<null>
NOMBRE_VIA	HUALLAGA
SML	2031009
TIPO_EDIFICACION	<null>
TIPO_INTERIOR	<null>
TIPO_PUERTA	PRINCIPAL
TIPO_VIA	JIRON

Figura N° 26 Ubicación del Lote

Como resultado de la actualización de información se añadió la pestaña de “Descripciones” (Figura N°27), que contiene la descripción del bien e información de los servicios básicos. Como se puede visualizar, podemos ver información sobre los servicios básico como agua, luz y alcantarillado, con esta información se pueden implementar proyectos para abastecer de dichos servicios a las zonas afectadas, usan de manera correcta los recursos económicos. Además, nos permite ver el número de edificaciones, área declarada verificada y las medidas

en campo del lote, información que puede ser comparada con los registros de inmuebles o que puede ser añadida y obtener una base de datos más compleja para el cálculo de impuestos. En el caso del punto Colindantes, se observó que hay mucha información acumulada en una sola fila, como una medida para que se puede visualizar toda la información de manera conjunta, se puede añadir más columnas y redistribuir la información. Toda la información contenida es variable y depende de la finalidad de la plataforma.

The screenshot shows a software interface with a tree view on the left and a data table on the right. The tree view is expanded to show the following structure:

- LOTES
 - 009
 - UBICACION_BIEN
 - 2031009
 - DESCRIPCIONES
 - 2031009
 - IDENTIFICACION_TITULAR
 - 2031009
 - CONSTRUCCION
 - 2031009

Below the tree view is a search field labeled "Location:". Below that is a table with the following data:

Field	Value
AGUA	SI
AREA_DE_TERRENO_DECLARADA__M2_	4895.41
CLASIFICACION_DEL_PREDIO	OTROS
CODIGO_DE_USO	050501
COLINDANTES_EN_CAMPO	FRENTE: JR HUALLAGA SUR, DERECHA: SRA NELIDA GAELAC, IZQUIERDA: JR MIRAFLORES, FONDO: ELI VILLALOBOS
COLINDANTES_SEGÚN_TITULO	<null>
DC	5
DESAGUE	NO
EDIFICA	01
ENTRADA	01
LUZ	SI
MEDIDA_EN_CAMPO	FRENTE: 96.4, DERECHA: 51.15, IZQUIERDA: 51.1, FONDO: 95.5
MEDIDA_SEGÚN_TITULO	<null>
PISO	01
PREDIO	PREDIO INDEPENDIENTE
SML	2031009
TELÉF_	NO
UNIDAD	001
USO_DE__DESCRIPCIÓN_	LUZ Y FUERZA ELECTRICA
ÁREA_DE_TERRENO_VERIFICADA__M2_	4895.41

Figura N° 27 Pestaña de Descripción

La pestaña “Titular” (Figura N°28) dio como resultado la información de la persona a cargo del predio. Dentro de esta pestaña se visualizó si el dueño del predio es persona natural o jurídica; además, así como en la pestaña “Descripción” se puede vincular con títulos de propiedad o con el registro de bienes inmuebles. El poder insertar más información a los cuadros ya establecidos, permite un manejo de información preciso y veraz al momento de realizar los proyectos.

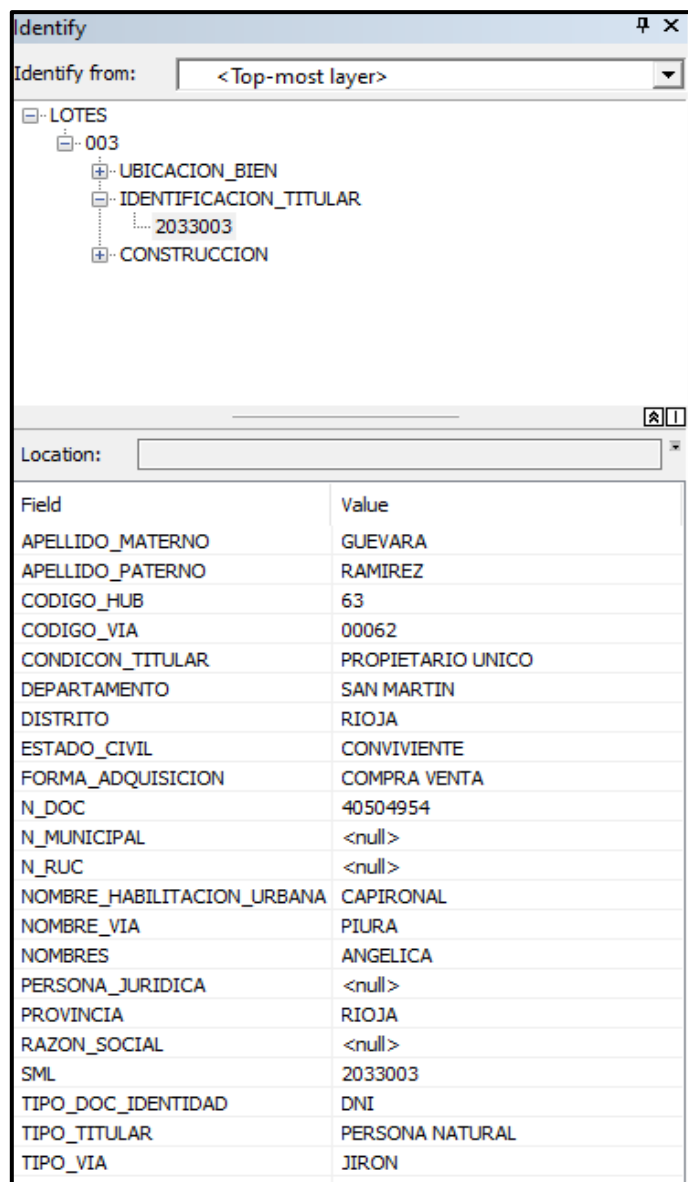


Figura N° 28 Pestaña Identificación del Titular

Como ultima pestaña de información, encontramos información referente a la construcción del predio (Figura N°29), esta base de datos dio como resultado el área del predio, área construida, número de pisos, numero de edificaciones, entre otros. Esta información puede ser calculada mediante la medición de las instalaciones del predio, otra forma es mediante el uso de fotografías y el dibujo CAD para un posterior cálculo de área en el programa ArcGIS. Dentro de la pestaña “Construcción” se encontró el mismo código repetido y esto se debe a que hay más de una edificación del lote; por ende, dentro de un lote puede hallarse más de un área construida con atributos diferentes. Al ser una plataforma versátil, los nombres que se muestran pueden cambiarse, por lo que se puede modificar la pestaña Construcción y mostrar como nombre el número de edificación correspondiente y asignada por la entidad.

Field	Value
AREA_CONSTRUIDA_DECLARADA	71.19
AREA_CONSTRUIDA_VERIFICADA	71.19
BAÑOS	H
CONDICION_DE_DECLARANTE	TITULAR CATASTRAL
DC	3
ECC	TERMINADO
ECS	REGULAR
EDIFICA	02
ENTRADA	02
ESTADO_DE_LLENADO_DE_LA_FICHA	COMPLETADO EN OFICINA
FECHA_DE_CONSTRUCCION_MES_AÑO_	2000
INST_ELECT_SANITARIAS	G
MEP	ADOBE
MUROS_COLUMNAS	F
Nº_DE_FAMILIAS	1
Nº_DE_HABITANTES	5
Nº_EDIFICACION	02E
Nº_PISO	01P
OBJECTID	981
PISO	01
PISOS	I
PUERTAS_VENTANAS	G
REVEST_	I
SML	2033003
TECHOS	F
UNIDAD	001

Figura N° 29 Pestaña Construcción

El proceso de rectificación de información no fue publicada o compartida con los pobladores de la ciudad, por lo que el adquirir información adicional fue compleja. Además, hay que considerar que hay un tiempo entre la fecha de rectificación de información y la fecha de levantamiento de información catastral, donde el contenido de las fichas pudo haber variado, por lo que es importante actualizar la información catastral.

4.2. Evaluar la correspondencia de la cartografía catastral

Se aplicó el test NSSDA para el análisis de la cartografía obtenida en el levantamiento catastral. Según la metodología del test se debe considerar como mínimo 20 puntos sobre la

carta que se va a analizar. Se seleccionó la carta correspondiente al Sector N°02 perteneciente al vuelo V5 y se aplicaron las fórmulas correspondientes al test. Se obtuvieron que los errores de los 33 puntos levantados en el eje x oscilan entre -0.16 m y +0.16 m, su error medio es de **0.02693178 m** (Figura N°30). Los errores del eje Y oscilan entre -0.14 m y +0.16 m, el error medio es de **0.020256989 m** (Figura N°31). Los errores del eje Z oscilan entre +0.9 m y -0.2 m y el error medio es de **0.011097785 m** (Figura N°32). Además, se obtuvo el error de raíz-media-cuadrada (RMSE) en los ejes X, Y y Z siendo **$95,372,183.2 \cdot 10^{-9}$** , **$83,926,701.9 \cdot 10^{-9}$** , y **$168,624,814.15 \cdot 10^{-9}$** nanómetros respectivamente. También se calculó el error de raíz media cuadrada resultante del plano horizontal obteniendo como resultado **0.12704150748395 m**. Por último, se obtuvieron las exactitudes o precisiones al 95% de nivel de confianza, para el plano horizontal se obtuvo **0.219434940554211 m** y para el plano vertical fue de **0.330504635738894 m**.



Figura N° 30 Errores Eje X

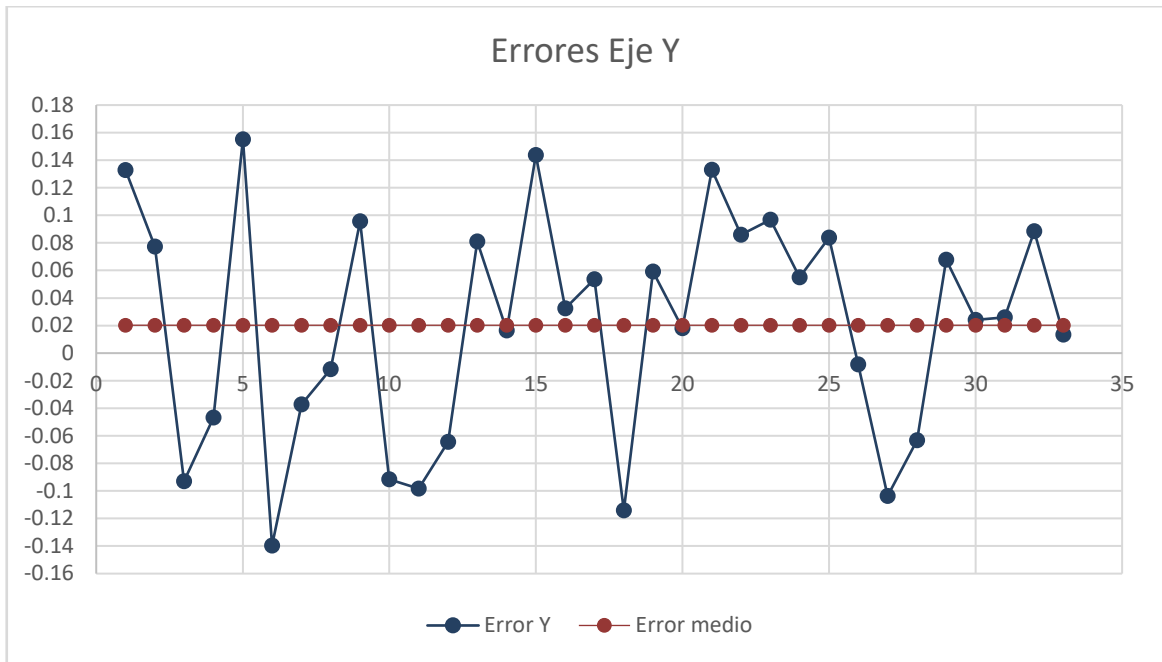


Figura N° 31 Errores Eje Y

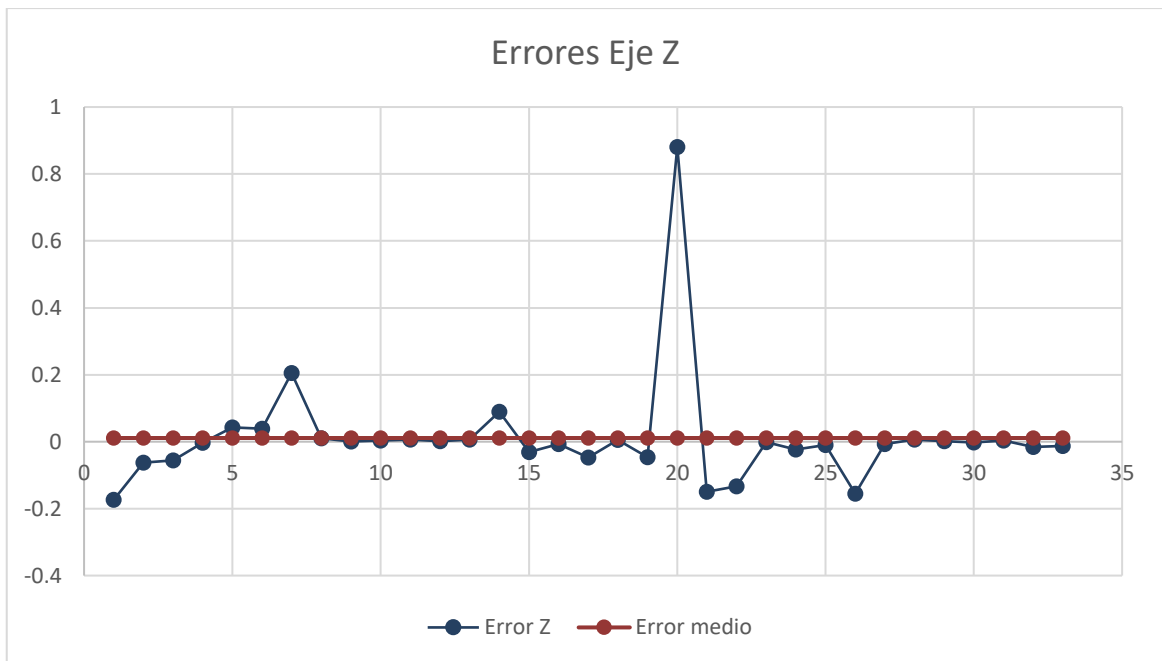


Figura N° 32 Errores Eje Z

Para esta cartografía, el levantamiento fotogramétrico se realizó con 13 PFC (Puntos foto control) en un área de 140.2 ha con una resolución de vuelo de 6.0 cm/px. Los traslapes laterales fueron al 60% y los traslapes longitudinales al 80%.

Como se puede apreciar en los resultados, se encontró un mayor error en los ejes Z de 89 cm aproximadamente, que en los ejes X e Y. Esta diferencia se visualizó en el punto numero 20;

sin embargo, en los ejes X e Y, no hay una diferencia significativa. Además, los errores medios del Eje X, Y y Z son 2.7 cm, 2.0 cm y 1.1 cm respectivamente. De acuerdo a la bibliografía solo es necesario 11 PFC en un área de 37.4 ha para obtener un error medio menor o igual a 2 cm. Comparando el error medio de la bibliografía con los resultados obtenidos, los errores en el eje Y y Z son inferiores a 2 cm lo que muestra que el número de puntos y su distribución son correctos e importantes para la precisión. Sin embargo, en el eje X el error medio es de 2.7 cm, un valor superior al indicado en la bibliográfica. Esta diferencia se debe a que el área trabajada es de 140.9 ha (casi 4 veces que el de la bibliografía) y se usaron 13 PFC los cuales son mayores, pero con una diferencia de 2 PFC. Por lo que, se puede considerar necesario un mayor número de PFC para obtener una mayor precisión en el eje X es necesario un mayor número de PFC. Además, pese a que en el eje Z se encontró un error de 89 cm, podemos decir que no afectó el error medio en el Eje Z debido a que se encuentra dentro de los límites establecidos.

En los análisis del RMSE se obtuvo el mayor valor en el eje Z con 17 cm, y en los ejes X e Y fueron de 9.5 cm y 8.4 cm respectivamente, de acuerdo a la bibliografía los valores obtenidos del RMSE deben ser menores a 12 cm para 11 PFC; sin embargo, en el eje Z el resultado es superior, por lo que debe considerarse mayor PFC para el área trabajada, para los ejes X e Y el número de PFC fue el adecuado debido a que el RMSE es inferior. También, tenemos el RMSE correspondientes al plano horizontal de 12.7 cm aproximadamente, nuevamente solo en el plano del eje Z hay una diferencia mayor y este valor rectifica la necesidad de incrementar los PFC. Pero, de acuerdo a Rex Remondino (2014) el error RMSE puede ser dos a tres veces la resolución de la fotografía (Jiménez et al, 2017), en este caso la resolución del vuelo fue de 6cm/píxel y da como rango de error entre 12 cm/píxel y 18 cm/píxel. El RMSE del eje X e Y se encuentra por debajo del mínimo, y el RMSE del Z dentro del rango. El RMS en el plano horizontal se encuentra dentro del rango, y podemos decir que la carta se encuentra dentro del error aceptable. Por último, revisamos las exactitudes resultantes al 95% del plano horizontal y vertical, obteniendo 0.219434940554211 m y 0.330504635738894 m respectivamente.

4.3. Elaboración de Base de Datos Geoespacial

Como resultado de la creación de base de datos geoespaciales, se obtuvo una propuesta de la plataforma espacial para la ciudad de Rioja San Martín. En la Figura N°33 podemos

visualizar la interfaz que se tiene al ingresar al programa ArcGIS y en la Figura N°34 se visualiza el plano del Sector N°02. Como se puede apreciar, la plataforma permite generar los mapas de acuerdo a la necesidad del usuario, en caso se requiera ver por sector solo es necesario seleccionar el *shape* del sector correspondiente. Por otro lado, los nombres descriptivos de cada lote se irán visualizando cuando se haga zoom, esto es porque la plataforma está configurada para que los nombres se visualicen sólo cuando se encuentren dentro del lote y no se traslapen.

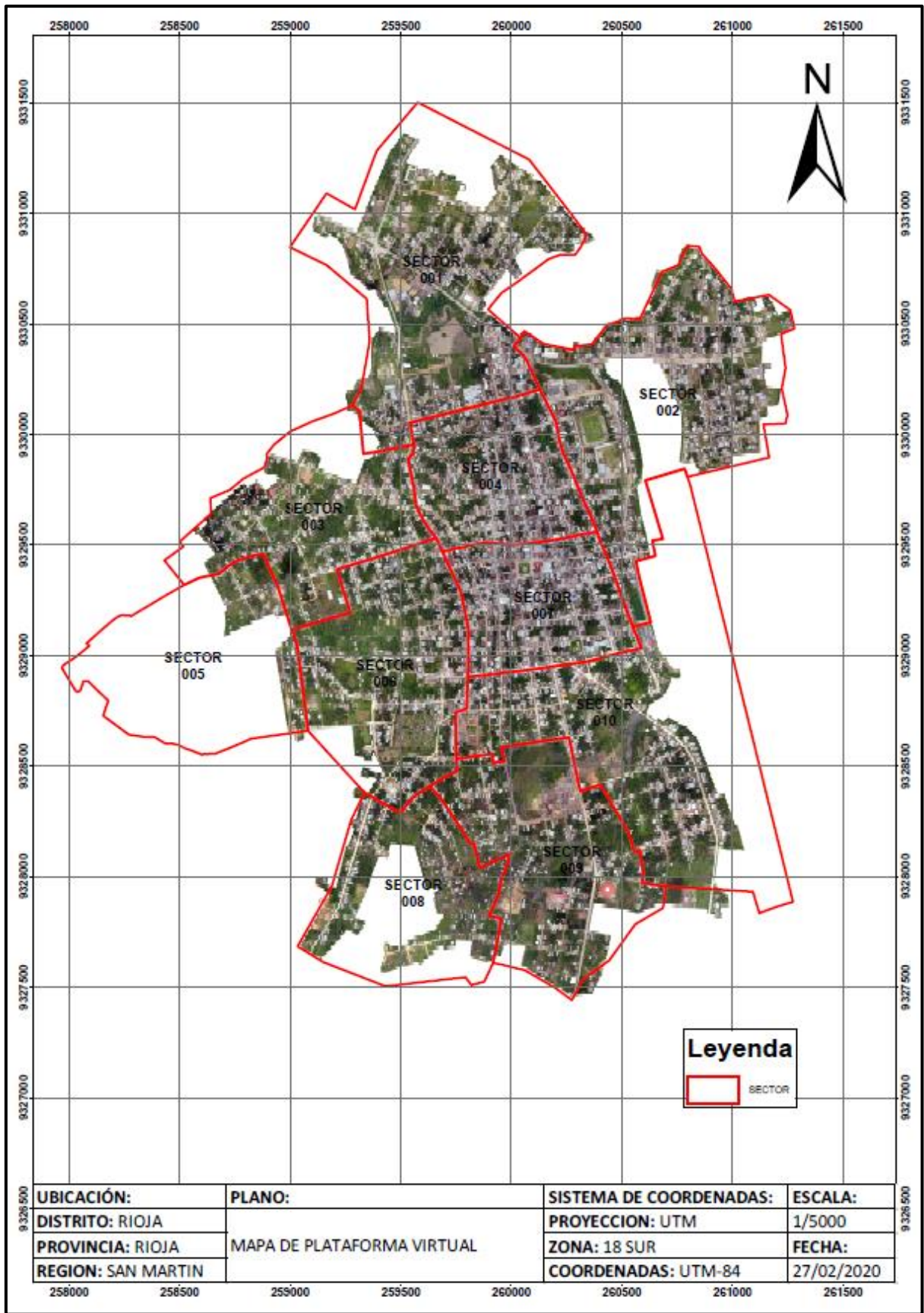


Figura N° 33 Plataforma Virtual

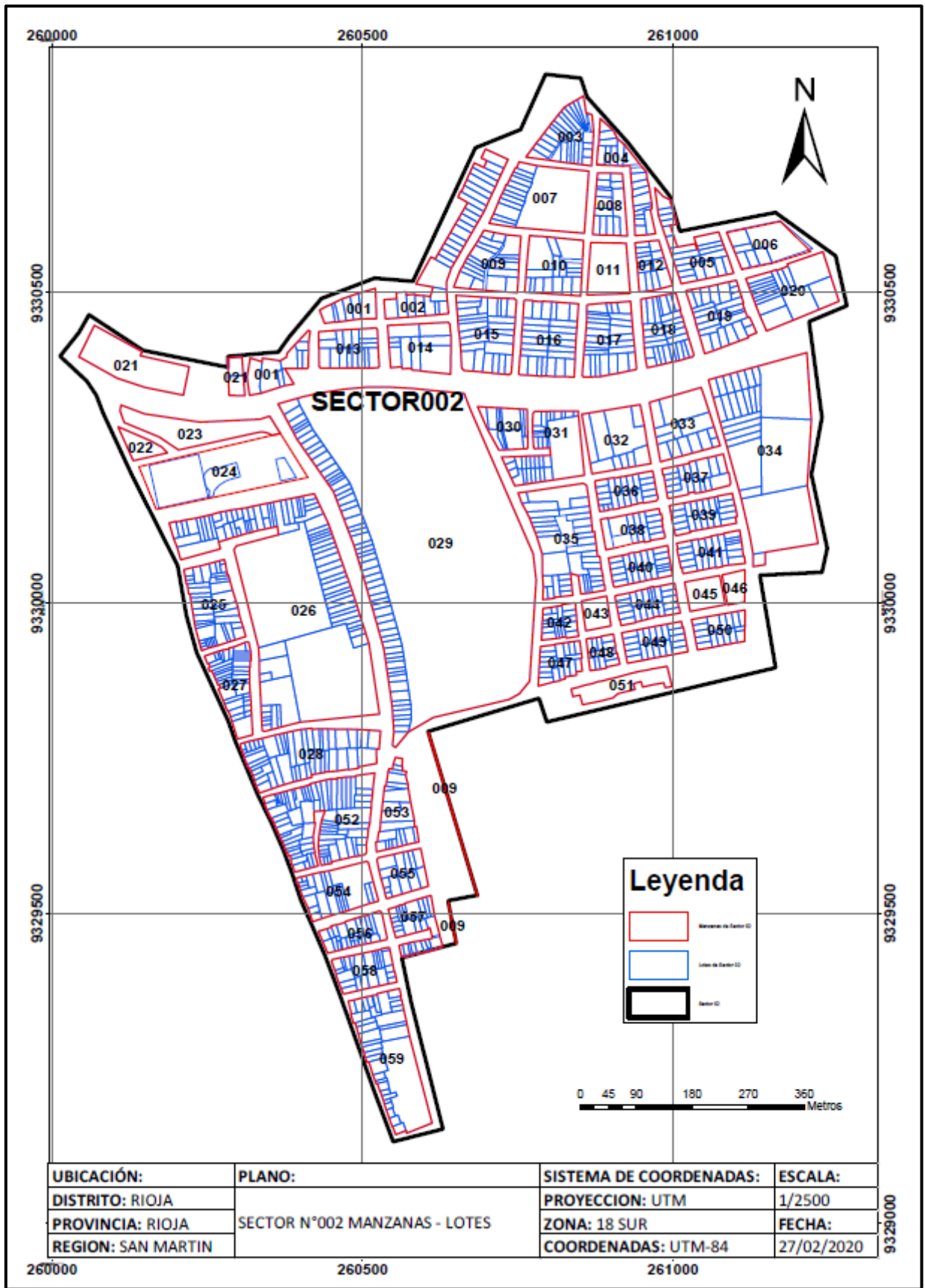


Figura N° 34 Sector N°02

De la Figura N° 35 se obtuvo como resultado que de los 1191 lotes que componen el Sector N°02, 145 no cuentan con luz, 808 cuentan con luz y 238 no cuentan con información. Al tener estos mapas podemos visualizar que habilitación urbana cuenta con el servicio de Luz; además, al seleccionar el lote nos muestra como resultado la ubicación exacta. Para este caso el Sector Capironal, Barrio Consuelo y Barrio Shahuintopata son los que no cuentan con luz.

La Figura N° 36 es el mapa temático de agua, que mostró que zonas tienen acceso (color amarillo) y cuáles no (color rojo) a agua potable. De los 1191 lotes pertenecientes al Sector N°02, 166 lotes no cuentan con agua. 787 si tienen acceso y 238 no cuentan con información. Si visualizamos la ubicación de los lotes que no tienen acceso al agua podemos ver que los barrios son el Sector Capironal, Barrio Consuelo y Barrio Shahuintopata.

De la Figura N°37 el color amarillo corresponde a los lotes que tienen alcantarillado y de color rojo no. Se obtuvo que, de los 1191 lotes, 747 lotes no cuentan con alcantarillado, 199 lotes si cuentan con alcantarillado y 245 no tienen información. Así como en las figuras anteriores se puede apreciar que los barrios consuelo, Santa Rosa de Enace, Sector Capironal y Shahuintopata no cuentan con desagüe; pero, dentro del barrio shahuintopata están también los lotes que tienen desagüe.

De la Figura N°38 se obtuvo que de los 1121 lotes 853 lotes no cuentan con teléfono, 23 lotes si y 315 no cuenta con información. Como se puede ver en el mapa los lotes con acceso telefónico (color amarillo) son muy pocos, una de las razones es que en las fichas catastrales piden información de teléfonos de casa y no celulares personales.

En la Figura N°39 se obtuvo los materiales de construcción por piso. Según la información de las fichas catastrales los lotes pueden ser de tres materiales: ladrillo, concreto y adobe. Cada color representa a un material, plomo es concreto, marrón oscuro adobe y mostaza ladrillo. De los 1702 (1121 lotes) 536 son de adobe, 59 de concreto, 770 de ladrillo y 337 no cuentan con información.

De la Figura N°40 se obtuvo como resultado que 15 pisos están en muy buen estado (color amarillo), 905 pisos están en buen estado (color naranja), 375 pisos están en estado regular (verde claro), 67 pisos están en mal estado (rosado), 1 piso en mal estado y 339 pisos no cuentan con información. Por otro lado, de la plataforma virtual se obtuvo que el lote que se

encuentra en mal estado es el lote 14, manzana 36 y pertenece al Barrio Santa Rosa de Enace.

De la Figura N°41 se obtuvo que de los 1702 pisos pertenecientes al sector N°02 sólo 48 pisos se encuentran en construcción, 19 pisos están ruinas, 22 se encuentran inconclusas y 1275 terminados; pero, no se cuenta con información de 338 pisos.

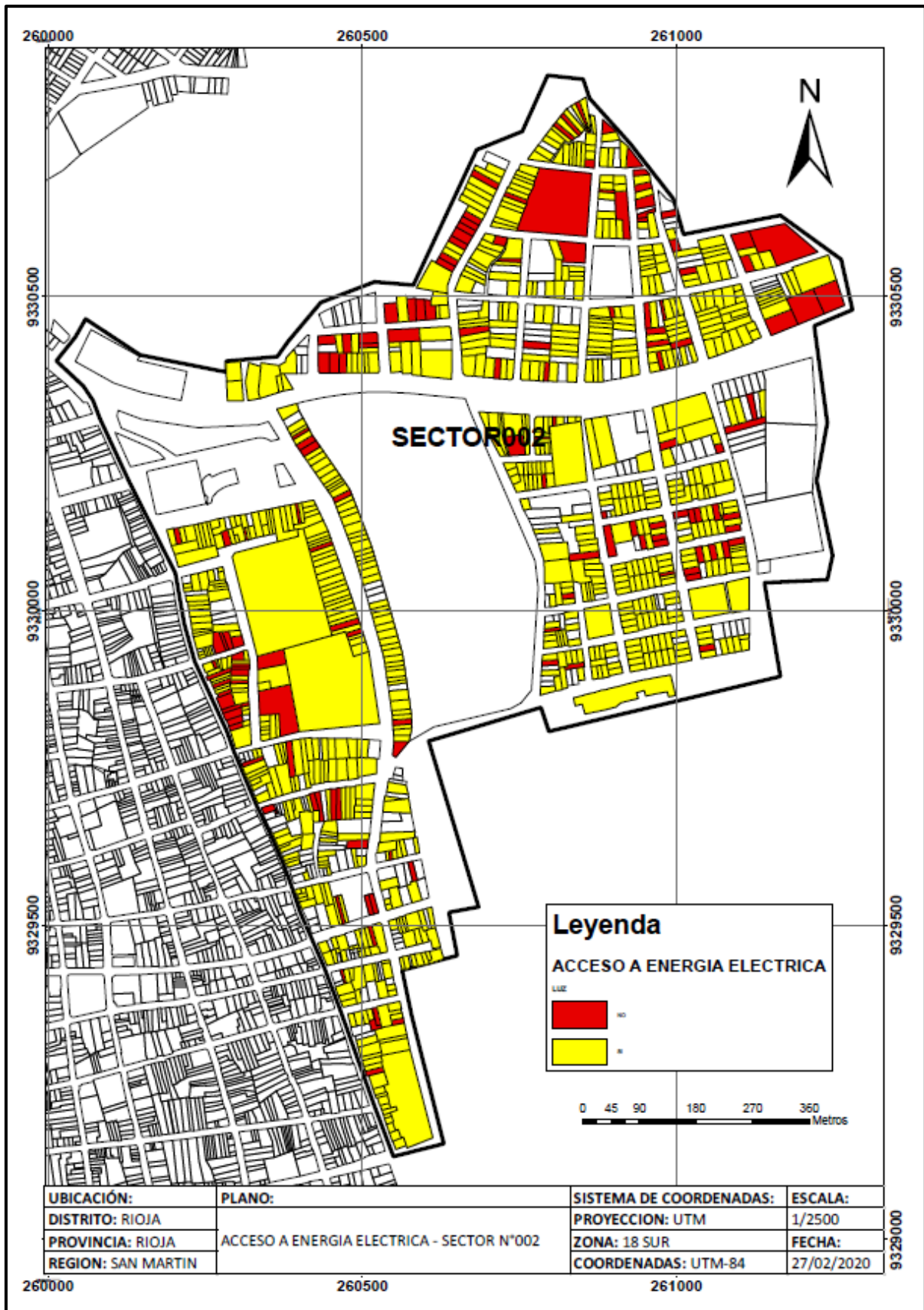


Figura N° 35 Acceso a Energía Eléctrica – Sector N°002

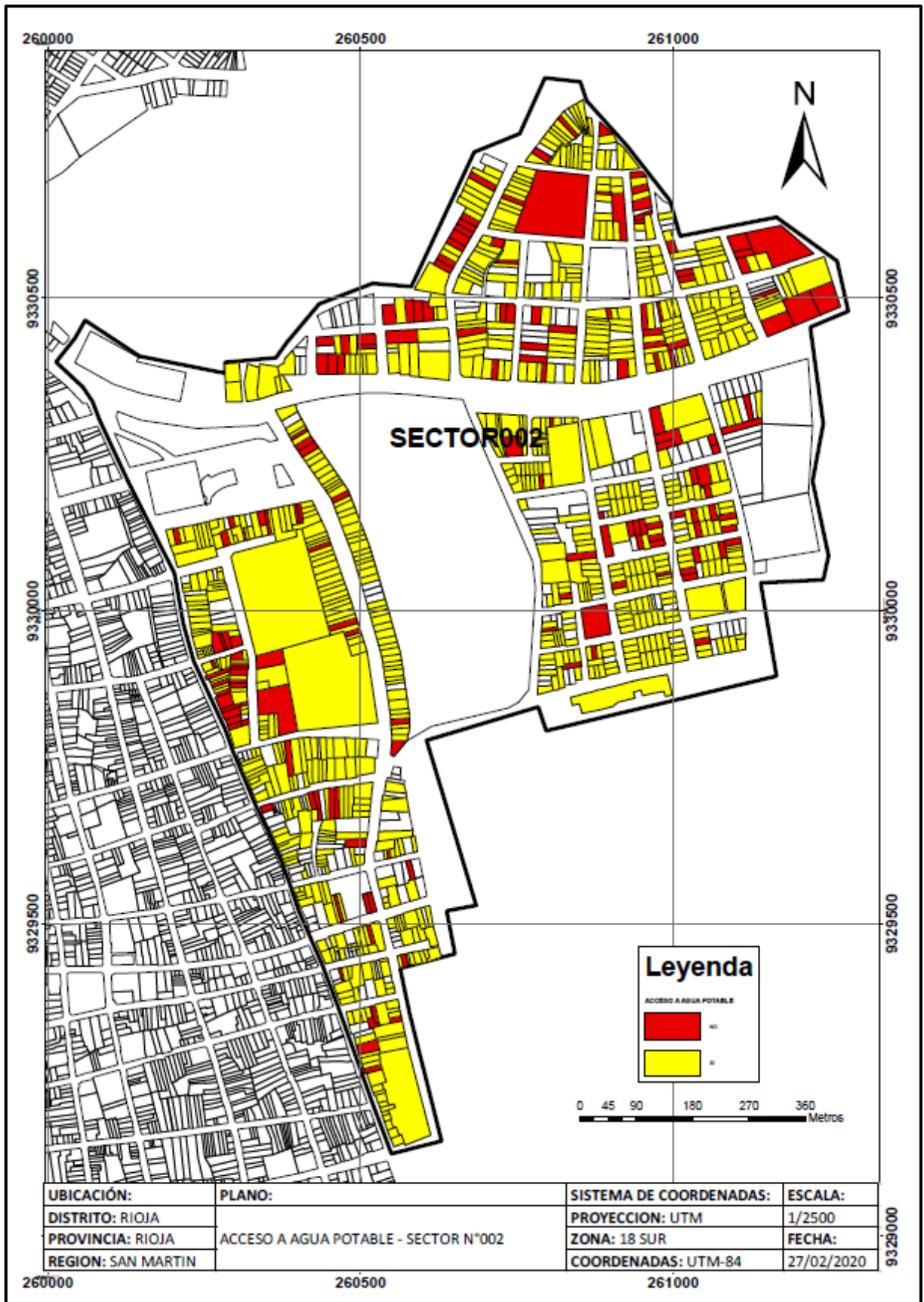


Figura N° 36 Acceso a Agua Potable – Sector N°002

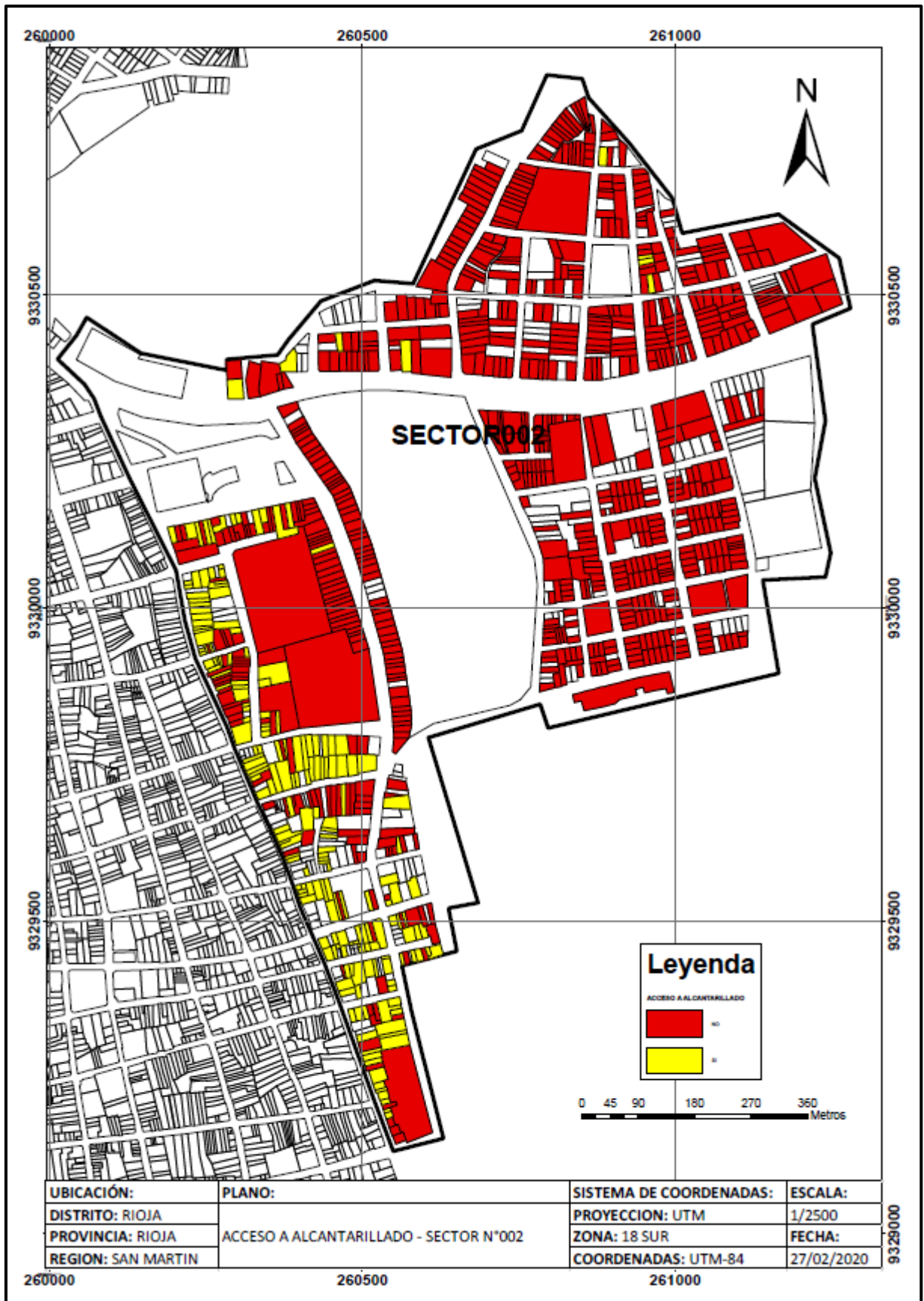


Figura N° 37 Acceso a Alcantarillado – Sector N°002

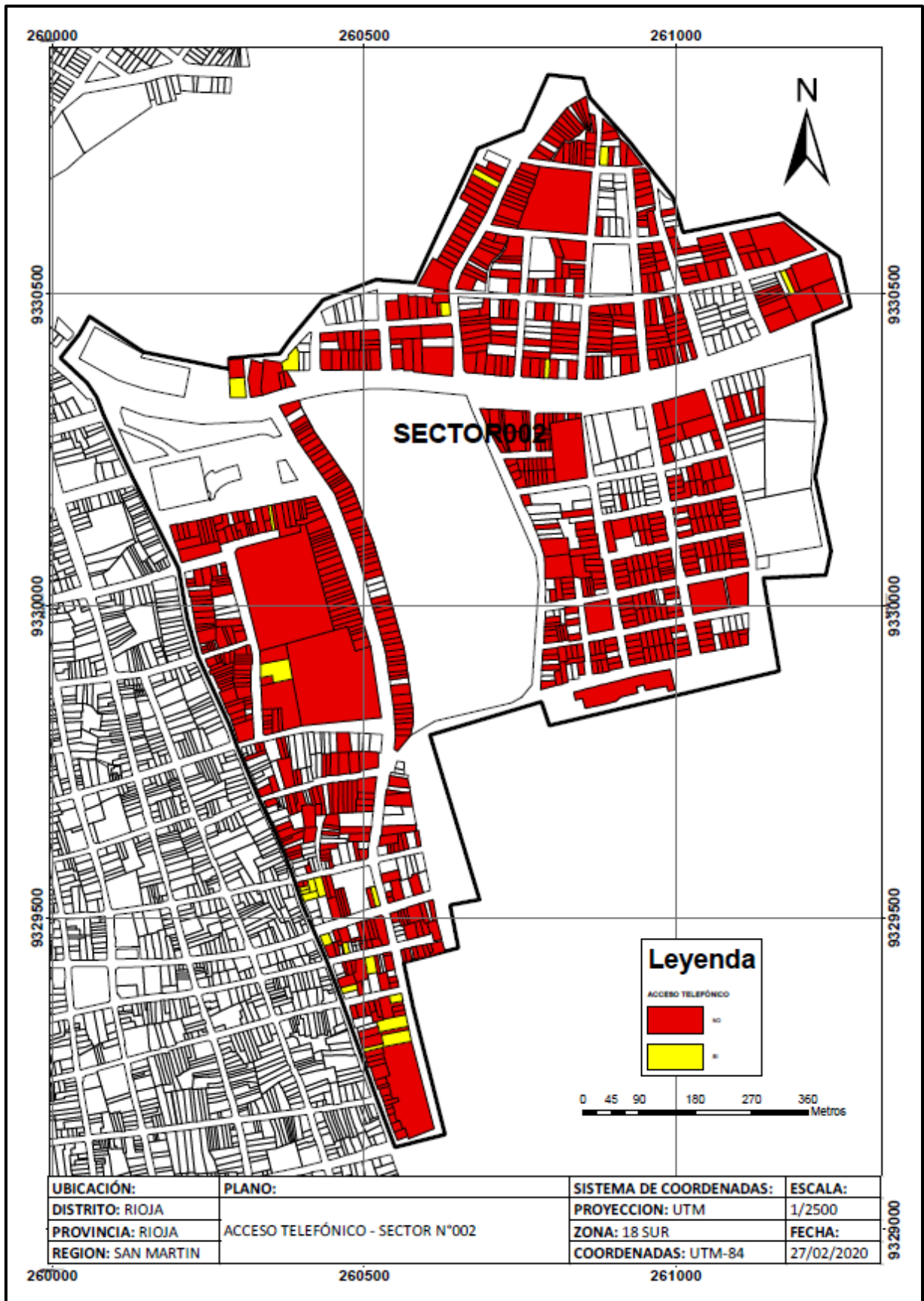


Figura N° 38 Acceso Telefónico – Sector N°002

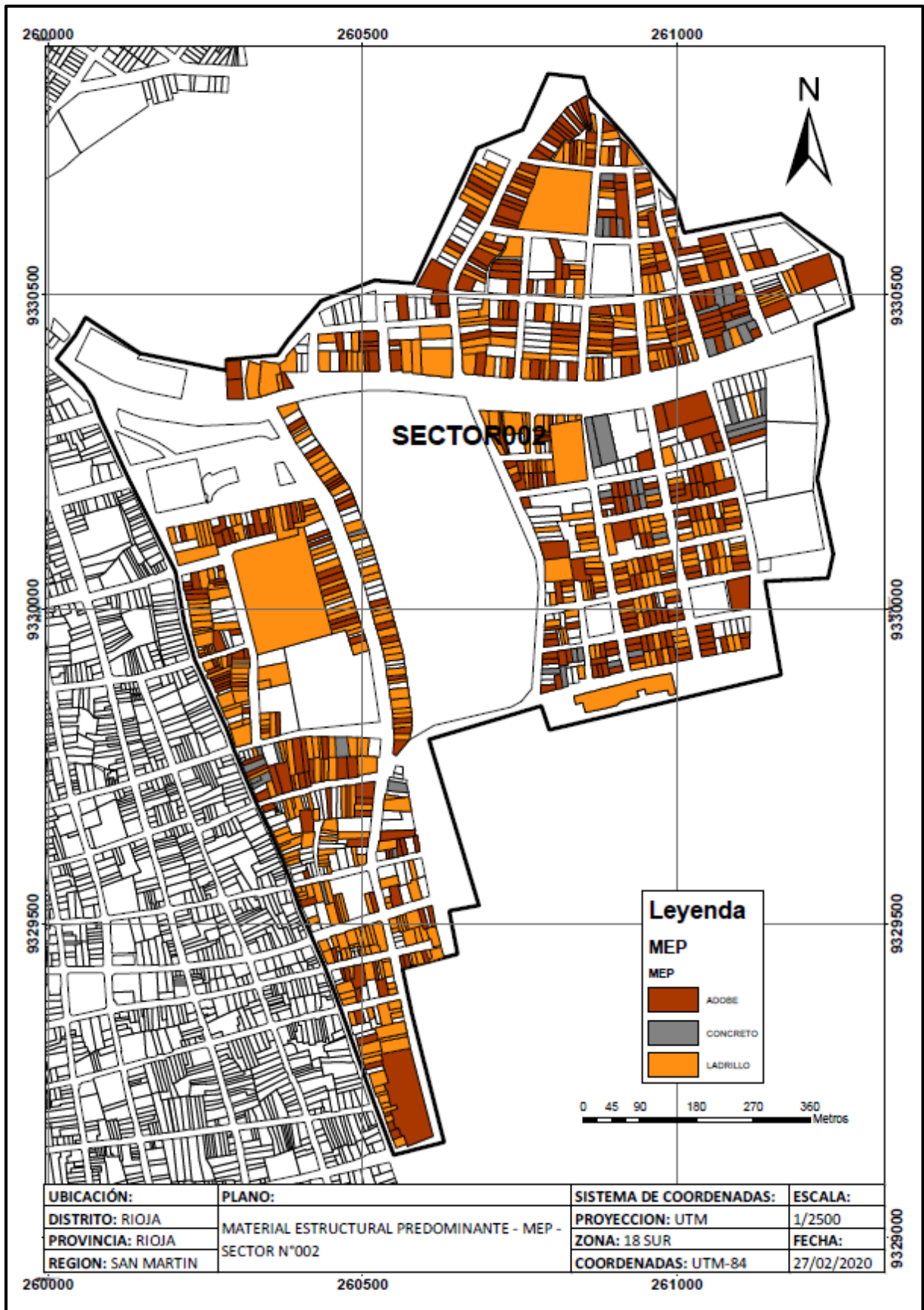


Figura N° 39 MEP – Sector N°002

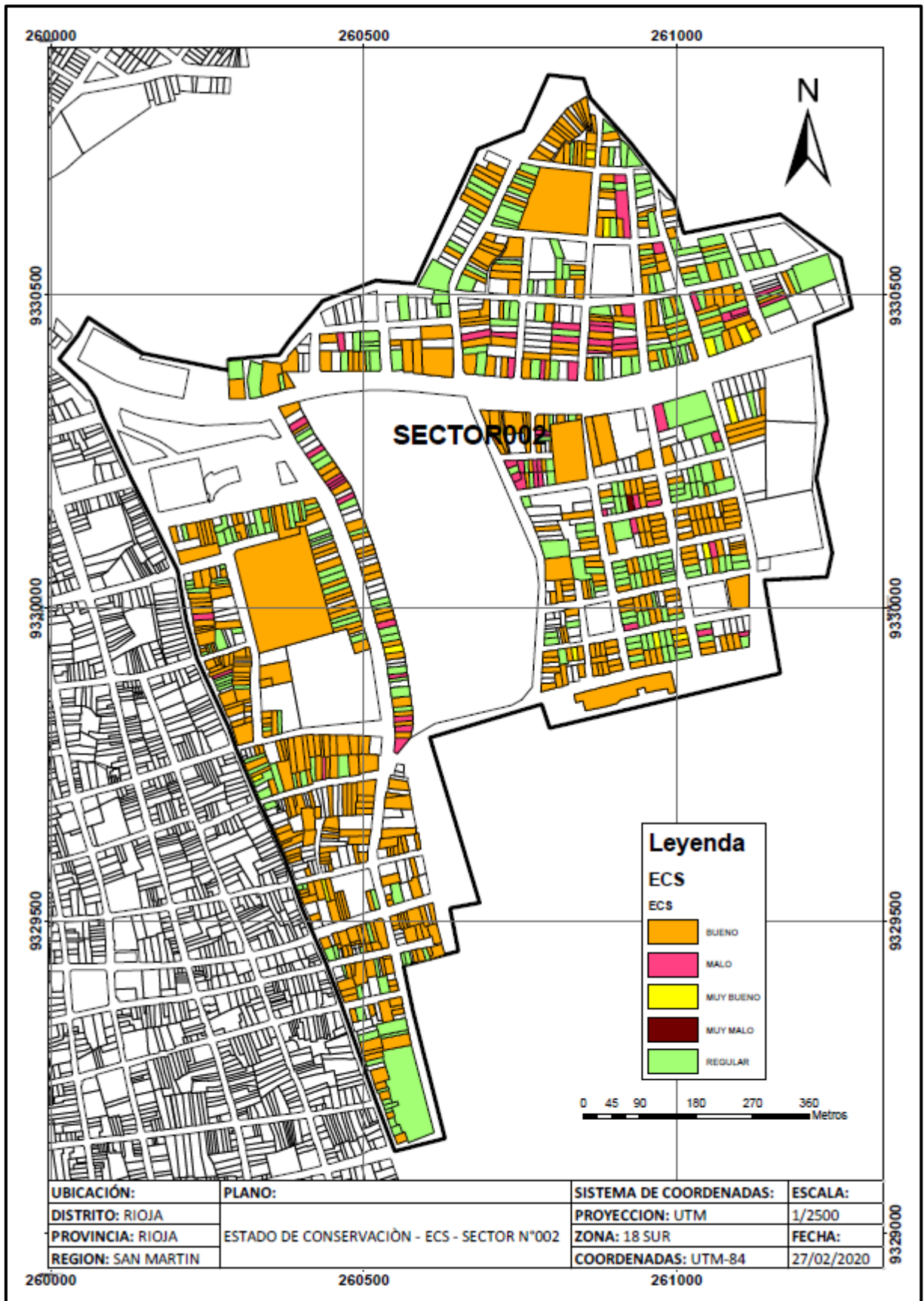


Figura N° 40 ECS – Sector N° 002

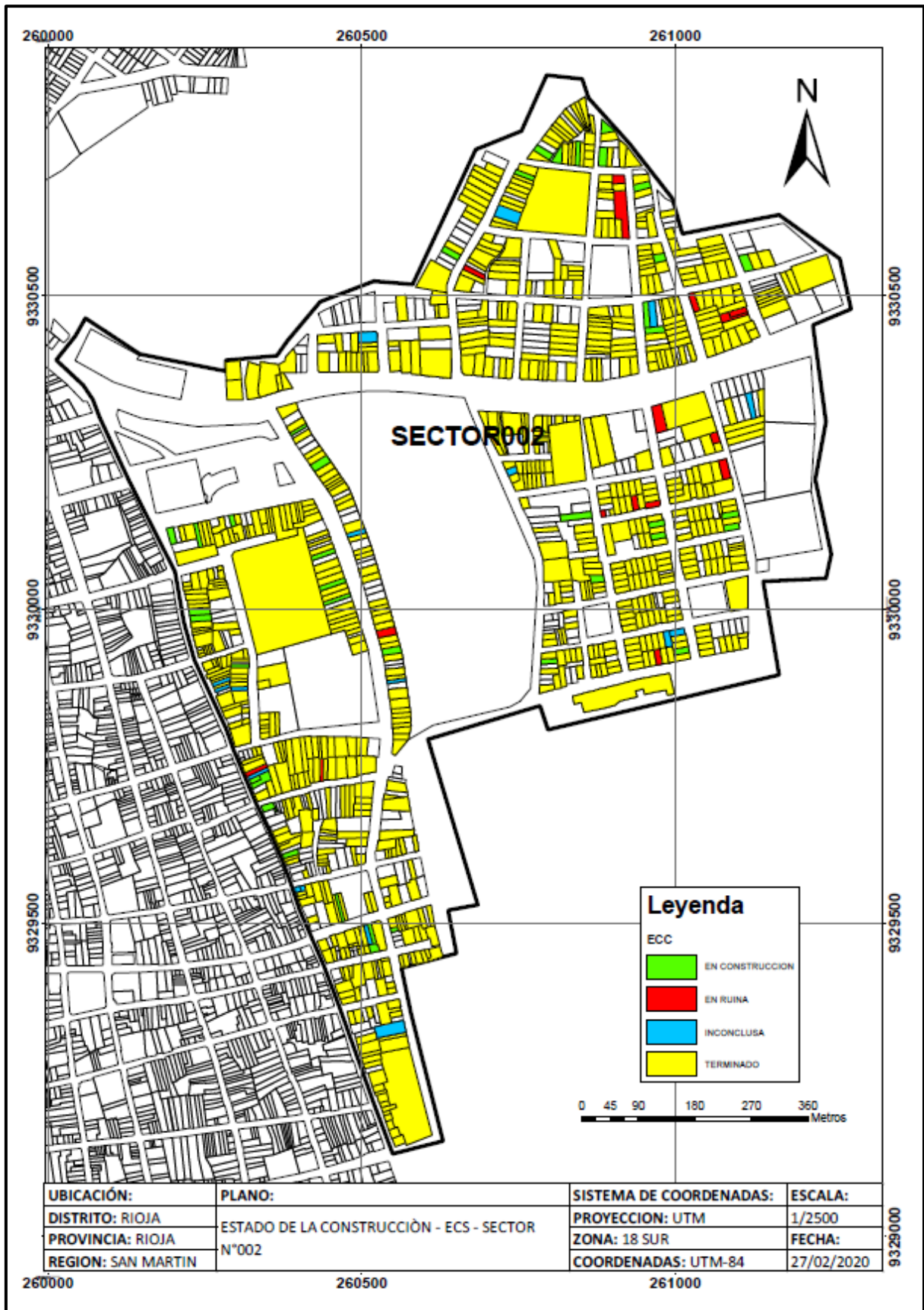


Figura N° 41 ECC – Sector N°002

V. CONCLUSIONES

- La actualización de fichas catastrales de la base de datos obtenidas del procesamiento en la plataforma SIG brindará información temática con mayor precisión a la realidad. Que contribuirá a una mejor toma de decisiones.
- Los errores medios cuadráticos de las coordenadas de la cartografía y de puntos de verificación, en los ejes X e Y son menores de lo precisado en la bibliografía, por lo tanto, cumple con lo especificado por el autor Jiménez-Jiménez, et al.
- Los resultados del test NSSDA indican que al 95% de nivel de confianza habrá una exactitud de 22 cm de las coordenadas en el plano horizontal.
- Se elaboró la plataforma en el sistema de información geográfica a partir de la base de datos relacionales, que permitió identificar en los sectores número de viviendas, acceso a luz, agua potable, desagüe, telefonía, material de pisos construidos, calidad y estado de construcción.

VI. RECOMENDACIONES

- Para una mejor precisión en la cartografía catastral, se recomienda un mayor número de puntos foto control para el levantamiento fotogramétrico con vehículos aéreos no tripulados.
- La teledetección y el sistema de información geográfica son tecnologías de importancia que permitirán elaborar una base de datos con una mayor aproximación a la realidad, en particular al catastro urbano – rural.

VII. COLABORADORES

Instituciones:

- Municipalidad distrital de Rioja

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Atkinson, A. Ariza, F García, J. (2001). Los diferentes test para el control de calidad de posicional en cartografía. Departamento de Expresión Gráfica. Universidad de Extremadura. Recuperado de : https://www.researchgate.net/publication/326107156_Los_diferentes_test_para_el_control_de_calidad_posicional_en_cartografia.
- Casla, José. (2016). Aplicaciones de las nuevas tecnologías geomáticas en la agricultura moderna: Programa Agrisoft (Tesis Maestría, Universidad de Salamanca – Escuela Politécnica Superior de Ávila). Recuperado de: https://gedos.usal.es/bitstream/handle/10366/138630/TM_CaslaFranciscoJM_Aplicacionnuevastecnologiasgeomaticas.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Casanova, L. (2019). Levantamientos Topográficos. Recuperado de: <https://topodata.com/wp-content/uploads/2019/10/8-Topografi%CC%81a-Plana-CAP7.pdf>.
- Choqueribe, P. (2013). Aplicación del método de mensura stop and go en saneamiento de tierras comunidad orozas norte de la provincia arce del departamento de Tarija. (Tesis de Maestría, Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Tecnología Carrera de Topografía y Geodesia). Recuperado de: <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/9598>.
- Congreso de la República. (2004). Ley N.ª 28294 – Ley Que Crea El Sistema Nacional de Integrado De Catastro Y Su Vinculación Con El Registro De Predios – El Peruano.
- Claros, R. Guevara, A. Pacas, N. (2016). Aplicación de Fotogrametría Aérea en

- Levantamientos Topográficos Mediante el Uso de Vehículos Aéreos No Tripulados (Tesis de pregrado, Universidad de El Salvador). Recuperado de: <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/14218/1/50108282.pdf>.
- Dirección General de Aeronáutica Civil – DCA/DGAC. (2015). Norma Técnica Complementaria - Requisitos para las Operaciones de Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia. Recuperado de: https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/390602/NTC__RPAS__texto_.pdf.
- El Comercio – Instituto Peruano de Economía – IPE. (11 de febrero del 2019). El Catastrófico Catastro Peruano. Recuperado de: <https://www.ipe.org.pe/portal/el-catastrofico-catastro-peruano/>
- Fabian, A. (mayo, 2006). Sistema de Información Geográfico. E-Book ISBN 978-987-1676-37-8. Recuperado de: <https://fcf.unse.edu.ar/archivos/series-didacticas/SD-25-SIG2-Reuter.pdf>
- Fallas, J. (2002). Sistema de posicionamiento global. (Tesis Maestría, Universidad Nacional de Costa Rica). Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/228389461_SISTEMA_DE_POSICIONAMIENTO_GLOBAL
- Gallego, A. Sánchez, M. (2013). Manual de Topografía en Ingeniería. Universidad Politécnica de Valencia. Editorial Universidad Politécnica de Valencia. Recuperado de:
- Geo Drones (07, marzo, 2020). Siete pasos para planear vuelo fotogramétrico con dron. Recuperado de: <https://geodronesmx.com/7-puntos-para-planear-tu-vuelo-fotogrametrico-con-dron/>
- Geocenter Ingenieros S.A.C. (2016). Informe Técnico de Toma Fotográficas Aéreas empleando el Vehículo Aéreo No Tripulado zona urbana de Rioja.
- Guzmán, J. (2018). Pertinencia del Uso de Drones en la Caracterización Geo Espacial del Módulo Dos Junta de Agua de Riego de la Comuna Morlán,

- Imbabura. (Tesis de Maestría. Universidad Técnica del Norte). Recuperado de: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7880/1/PG%20601%20TESIS.pdf>
- González, P. (2015). Levantamiento mediante GPS de una red de puntos establecidos para correlacionar los distintos espacios de la universidad en el mismo sistema coordenadas. Escuela de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos y de Ingeniería de Minas. Universidad Politécnica de Cartagena. Disponible en línea:
<http://repositorio.upct.es/xmlui/bitstream/handle/10317/4651/pfc5890.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
 - Instituto de Investigación de Sistemas Ambientales (ESRI - Environmental Systems Research Institute). s.f. Que son los datos Ráster. Recuperado de: <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/manage-data/raster-and-images/what-is-raster-data.htm#GUID-CBED6408-2437-4554-A3E1-F0FDC4AFBD63>
 - Instituto de Investigación de Sistemas Ambientales (ESRI - Environmental Systems Research Institute). (julio de 2020). ArcMap. Recuperado de: <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/>.
 - Instituto Geográfico Nacional - IGN. (2011). Norma Técnica. Especificaciones Técnicas para la Producción de Cartografía Básica Escala 1:1000. Recuperado de: <https://www.ign.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/ESPECIFICACIONES-TECNICAS-PARA-LA-PRODUCCION-1-1.000.pdf>
 - Instituto Geográfico Nacional - IGN. (2015). Norma Técnica Geodésica. Especificaciones Técnicas Para Posicionamiento Geodésico Estático Relativo con Receptores del Sistema Satelital de Navegación Global. Recuperado de: <https://www.ign.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/ESPECIFICACIONES-TECNICAS-PARA-POSICIONAMIENTO.pdf>
 - Instituto Panamericano de Geografía e Historia. (2019). Guía para la Evaluación de La Exactitud Posicional de Datos Espaciales. Pub. 557. Serie de Documentos Especializados.

- Jiménez-Jiménez, S. I., Ojeda-Bustamante, W., Ontiveros-Capurata, R. E., Flores-Velázquez, J., Marcial-Pablo, M. J., & Robles-Rubio, B. D. (2017). Quantification of the error of digital terrain models derived from images acquired with UAV. *Ingeniería Agrícola y Biosistemas*, 9(2), 85-100. doi: 10.5154/r.inagbi.2017.03.007.
- López, A. (2014). Planificación de Vuelos Fotogramétricos para U.A.V sobre clientes QGIS. (Tesis de Maestría, Universidad de Oviedo).
- Limelette, R V. 1908. Curso Completo de Topografía, Geodesia y Principios Astronómicos Aplicados a la Geodesia. Paris. Imprenta de la Vta de C. Bouret.
- Maguire, D.J. (1991). An overview and definition of GIS. *Geographical information systems*. Vol. 1: principles. 9-20. Recuperado de: <http://lidecc.cs.uns.edu.ar/~nbb/ccm/downloads/Literatura/OVERVIEW%20AND%20DEFINITION%20OF%20GIS.pdf>.
- Martín, J. 1993. Introducción a la Fotogrametría - Fotointerpretación y fotogrametría. EUIT Topográfica. UPM Madrid. Disponible en línea: http://www.cartesia.org/data/apuntes/fotogrametria/Introduccion_a_la_Fotogrametria.pdf.
- Miguel, O. (03 de julio de 2014). La evaluación de la exactitud posicional de la información geográfica según los estándares en uso. *Revista Cartográfica* 90 - enero – diciembre 2014: 81-96. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Izar_Sinde/publication/280099801_Metodos_de_estimacion_de_la_exactitud_posicional_a_traves_de_elementos_lineales/links/55d322be08ae0b8f3ef9239e/Metodos-de-estimacion-de-la-exactitud-posicional-a-traves-de-elementos-lineales.pdf
- Martínez, P. (2016). Técnicas Fotogramétricas Desde Vehículos Aéreos No Tripulados Aplicadas A La Obtención De Productos Cartográficos Para La Ingeniería Civil (Tesis Doctoral). Universidad de Almería, España.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (octubre de 2020). Decreto

supremo que aprueba el Reglamento del Decreto Legislativo N°1365, Decreto Legislativo que establece disposiciones para el desarrollo y consolidación del Catastro Urbano Nacional - DECRETO SUPREMO N.° 013-2020-VIVIENDA. Recuperado de: <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-supremo-que-aprueba-el-reglamento-del-decreto-legisl-decreto-supremo-n-013-2020-vivienda-1889799-3/#:~:text=El%20presente%20Reglamento%20regula%20el,Nacional%20de%20Centros%20Poblados%20%2D%20SINCEP.>

- Naciones Unidas. (febrero de 2013). Sistemas mundiales de navegación por satélite. Editada por Sección de Servicios en inglés, Publicaciones y Biblioteca, Oficina de las Naciones Unidas en Viena. Nueva York.
- Olaya, V. (2014). Sistemas de Información Geográfica. Recuperado de: https://www.icog.es/TyT/files/Libro_SIG.pdf
- Organización de Aviación Civil Internacional. (2015). Manual sobre sistemas de aeronaves pilotadas a distancia (RPAS). Recuperado de: <https://static1.squarespace.com/static/5ed8166edda7c91f16bb04c8/t/5f0aa17bd170fb792cdc8066/1594532230407/10019+AN%3A507+Espa%C3%B1ol.pdf>
- Pozo-Ruz, A. Ribeiro, A. García-Alegre, M.C. García, L. Guinea, D. Sandoval, F. (2000). Sistema de posicionamiento global (GPS): descripción, análisis de errores, aplicaciones y futuro. Mundo electrónico, ISSN 0300-3787, N° 306, 2000, págs. 54-59. Recuperado de: <https://www.peoplesmatters.com/Archivos/Descargas/GPS.pdf>
- Portillo, A. (2007). El Catastro en el Perú, avances y nuevas estrategias. CT: Catastro, ISSN 1138-3488, N.° 59, 2007, págs. 39-50.
- Ponvert - Delisles, D. Kelly, F. y Reyes, I. (2012). Las técnicas geomáticas aplicadas en la agricultura: El catastro agrícola. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, 21(4), 84-92. Recuperado en 22 de julio de 2020, de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542012000400014&lng=es&tlng=es.](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542012000400014&lng=es&tlng=es)

- Quirós, E. (2014). Introducción a la Fotogrametría y Cartografía Aplicadas a la Ingeniería Civil. España. Universidad de Extremadura. Servicio de Publicaciones.
- Quintas, L. (2007/2008). Sistema de Gestión de Base de Datos - Módulo VII: Sistemas de Información Geográfica y Teledetección. Master en Ingeniería Medioambiental y Gestión del Agua.
- Reglamento del Decreto Legislativo N° 1089. (2019). Manual para el levantamiento catastrales de predios rurales. Recuperado de: <https://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/normas-legales/resolucionesministeriales/2019/febrero/rm42-2019-minagri.pdf>
- Sanchez, J. (2009). Métodos de Observación. Recuperado desde: <http://files.especializacion-tig.webnode.com/200000061-42e0043dac/TEMA10-M%C3%A9todos.pdf>
- Superintendencia Nacional de los Registros Públicos - SUNARP. (s.f). Sistema Nacional Integrado de Información Catastral Predial. Manual de Levantamiento Catastral Urbano. Recuperado de: <https://www.sunarp.gob.pe/transparencia.asp?id=1236>
- Superintendencia Nacional de los Registros Públicos - SUNARP. (s.f). Sistema Nacional Integrado de Información Catastral Predial. Manual de Levantamiento Catastral Rural. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/177595060/Manual-Levantamiento-Catastral-Rural>
- Superintendencia Nacional de los Registros Públicos - SUNARP (s.f). Instrucciones para el llenado de Fichas Catastrales. Recuperado de: <https://www.sunarp.gob.pe/transparencia.asp?ID=1230>.
- Sarría, F. s.f. Sistemas de Información Geográfica. Recuperado de: <https://www.um.es/geograf/sigmur/sigpdf/temario.pdf>
- Tovar, M. s.f. Sistema de Gestión de Base de Datos. Escuela Universitaria de Ciencias Sociales. Recuperado de:

<http://www.ugr.es/~eues/webgrupo/Docencia/TovarDiaz/InfGestionII/tema5.pdf>

- Vila, J. Varga, D. (2008). Capítulo 15 Los Sistemas de Información Geográfica. Evaluación y Prevención de riesgos Ambientas en Centroamérica. ISBN: 978-84-96742-37-6. Recuperado de: http://www.crea.uab.es/propies/pilar/libroriesgos/16_Cap%C3%ADtulo15.pdf.

IX. ANEXOS

Anexo N° 1 Fases de Levantamiento Catastral

a). Levantamiento Topográfico:

En esta etapa del trabajo se recolectó la información digital del levantamiento catastral como el plano catastral. En el plano, se visualizaron los lotes, manzanas, sectores, calles, áreas agrícolas y detalles de los pisos construidos. Esta información se usó para la validación y como base de la plataforma catastral.

b). Empadronamiento:

En esta etapa se recolectaron las fichas catastrales, las cuales se verificaron y digitalizaron para poder relacionarla con el plano catastral. Para la digitalización, primero se revisó las fichas recopiladas y los campos en ellas. Por motivos de gestión, la Municipalidad solo brindó información del Sector 02, dado que aún se encontraban en la verificación de los otros sectores. A continuación, en la Figura N° 42 visualizamos el modelo de la ficha catastral que se usó para el empadronamiento.

FICHA CATASTRAL URBANA INDIVIDUAL

NUMERO DE FICHAS POR LOTE **111**

CODIGO UNICO CATASTRAL - CLUC										CODIGO HOJA CATASTRAL									
CODIGO DE REFERENCIA CATASTRAL																			
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
02080109					0010030101					0201017									

UBICACIÓN DEL PREDIO CATASTRAL

01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
CODIGO DE VIA		CALLE		NOMBRE DE VIA															
00224				03 Carretera Marginal F.B.T P															

FORMA DE LA EDIFICACION

01		02		03		04		05		06		07		08		09		10	
CASA																			

IDENTIFICACION DEL TITULAR CATASTRAL

01		02		03		04		05		06		07		08		09		10	
TIPO DE TITULAR		NOMBRE		ESTADO CIVIL		NOMBRES		APELLIDO PATERNO		APELLIDO MATERNO									
1		Karin Elizabeth		01		Karin Elizabeth		Vasquez		Aguilar									

DOMICILIO FISCAL DEL TITULAR CATASTRAL

01		02		03		04		05		06		07		08		09		10	
San Martín		Riacho		Riacho															

CARACTERÍSTICAS DE LA TITULARIDAD

01		02		03		04		05		06		07		08		09		10	
FORMA		DE ADQUISICIÓN		MONUMENTO HISTÓRICO		FECHA DE VIGENCIA		FECHA DE VENCIMIENTO											
01		01		01															

DESCRIPCIÓN DEL PREDIO

01		02		03		04		05		06		07		08		09		10	
CASA HABITACION																			

ÁREA DE TERRENO TITULADO (M²)

01		02		03		04		05		06		07		08		09		10	
284.50		284.50		284.50		284.50		284.50		284.50		284.50		284.50		284.50		284.50	

FRONTE

01		02		03		04		05		06		07		08		09		10	
15.00		15.00		15.00		15.00		15.00		15.00		15.00		15.00		15.00		15.00	

Figura N° 42 Modelo de Ficha Catastral

c). Georreferenciación:

En el levantamiento catastral se establecieron los puntos geodésicos monumentados de

orden C amarrados a la Red Geodésica Geocéntrica Nacional (REGGEN), establecido por el Instituto Geográfico Nacional y ubicado en la oficina de la Municipalidad Provincial de Moyobamba del Departamento de San Martín con orden 0. Para realizar dicho trabajo, tomaron en consideración los siguientes parámetros:

- La distancia entre la zona de trabajo y el punto base es 25 km, menos de lo establecido en la norma.
- Se levantaron 10 puntos.
- El tiempo de rastreo en estático fue de 2 horas por cada punto (dentro del rango).
- El ángulo de elevación es de 10° con respecto al horizontal, acorde a la norma.
- Los datos se registraron en épocas con un intervalo de 1”,
- El GDOP debe ser menor a 6.
- Numero de satélites mayor a 4.
- Precisión es de 5 mm + 1 ppm.

Tabla 11: Coordenadas Geográficas

Punto	Norte	Este	Elevación Geoide
SM01	279948.871	9333957.774	871.742
PTO-1	259535.930	9329938.997	823.451
PTO-2	259483.232	9329922.619	823.289
PTO-3	260043.455	9329358.938	842.999
PTO-4	260084.589	9329412.091	842.981
PTO-5	259382.685	9330872.340	825.517
PTO-6	259563.720	933073.821	824.389
PTO-7	259651.439	9328587.431	845.473
PTO-8	259669.639	9328702.800	845.632
PTO-9	261027.856	9330031.396	822.517
PTO-10	261035.422	9329991.582	822.909

Fuente: (Geocenter Ingenieros S.A.C., 2016)

c). Levantamiento Fotogramétrico

Durante esta etapa se realizaron 05 vuelos y se establecieron 47 puntos foto control en un área total de 525 hectáreas. El número de puntos foto control fue tomado según el número

de vuelos, para el primer vuelo V1 – Barrios Cacayunga y Barrio Shahuintopata se tomaron 12 PFC, el vuelo V2 – Sector Demoracion, Sector Miguel Grau y Sector Raymondi tiene 8 PFC, el vuelo V3 – Barrio Amaringo y Barrio Quinapata cuenta con 6 PFC, el vuelo V4 – Sector Nueva Rioja y el vuelo V5 – Sector Las Palmeras, Sector Las Lomas y Sector Santa Riosa se obtuvieron 13 PFC. Los datos usados para el vuelo fueron los siguientes (tabla 12):

Tabla 12: Característica de Vuelo

Características	Valores
Área de misión	Poligonal
Resolución de terreno	6.0 cm/px
Altitud deseada	194.9 m/ATO
Usar información de elevación para establecer un punto de referencia absoluto	Si
Traslape lateral	60%
Traslape longitudinal	80%
Genero líneas de vuelo perpendiculares	No
Viento estimado	180° - 5.0 m/s
Tiempo máximo de vuelo	40 min
Número de vuelos	1
Tiempo de vuelo	00:32:23
Distancia total del vuelo	21.2 km
Cobertura total del suelo	104.7 ha
Número de líneas de vuelo	9+0
Espacio entre las líneas de vuelo	110.6 m
Distancia entre fotos	40.8 m
Cobertura de una imagen	276.5 x 203.9 m
Fuente de información de elevación	Improved SRTM

En la siguiente tabla se muestran las características del vuelo número cinco, en donde forma parte el Sector N°2. Las características de cada vuelo varían según las condiciones geográficas y climáticas.

FUENTE: (Geocenter Ingenieros S.A.C., 2016)

Anexo N° 2 Procedimiento de clasificación Supervisada

Primero se dirigieron hacia carpeta en donde se guardará toda la información, click derecho > *New* > *Shapefile* (Figura N°43).

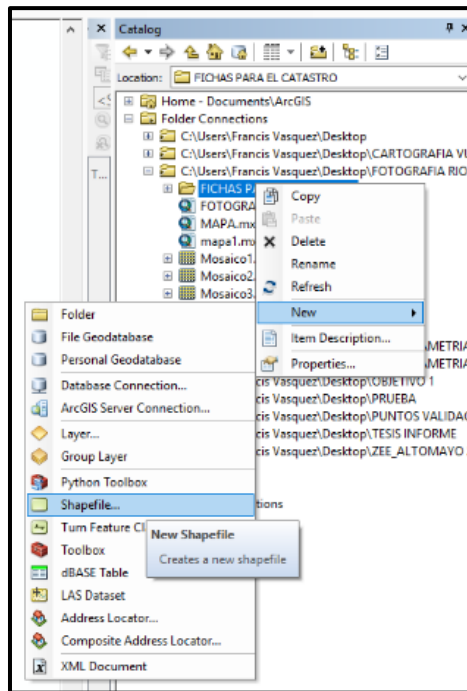


Figura N° 43 Herramienta *Create Shapefile*

En la nueva ventana se nombró el *shapefile* y se colocó el *Feature Type: Point* (Figura N°44).

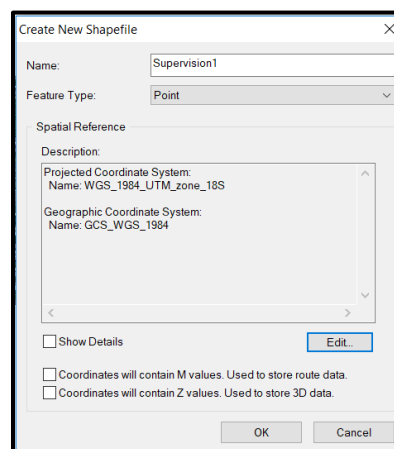


Figura N° 44 Ventana *Create New Shapefile*

Para poder diferenciar los tipos de suelo o área física, se asignó un numero con una descripción específica. Para este trabajo se consideró 1 (marrón claro para cultivos agrícolas), 2 (color verde para árboles o cobertura forestal) y 3 (color plomo para zonas urbanas o construidas) (Figura N°45). Luego hicieron click en la superficie de la imagen para crear lo puntos y asignar la numeración de acuerdo a la clasificación.

Clas_sup			
	FID	Shape *	Id
	453	Point	2
	453	Point	2
	453	Point	2
	453	Point	2
	453	Point	2
	453	Point	3
	453	Point	3
	453	Point	3
	453	Point	3
	454	Point	3

Figura N° 45 Tabla de numeración

Luego, para la creación de la firma (Figura N°46) se dirigieron *ArcToolbox* > *Spatial Analysis Tools* > *Multivariate* > *Create Signatures*. La clasificación se realizó sobre la imagen seleccionada y con el grupo de puntos previamente determinados.

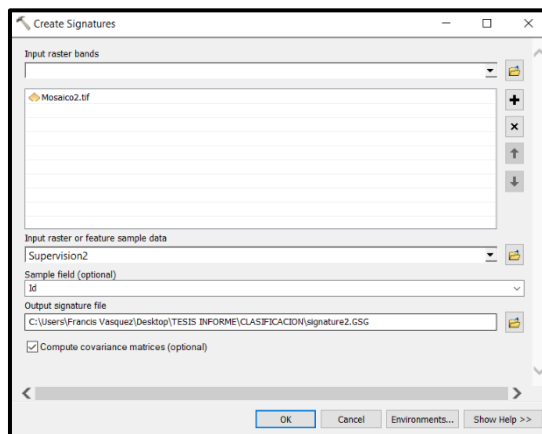


Figura N° 46 Herramienta Create Signatures

Por último, se ingresó a la herramienta Clasificación Supervisada (*Maximum Likelihood Classification* - Figura N°47), en donde se insertó el mosaico sobre el cual se trabajó y el resultado del procesamiento *Signature* obtenida del paso anterior.

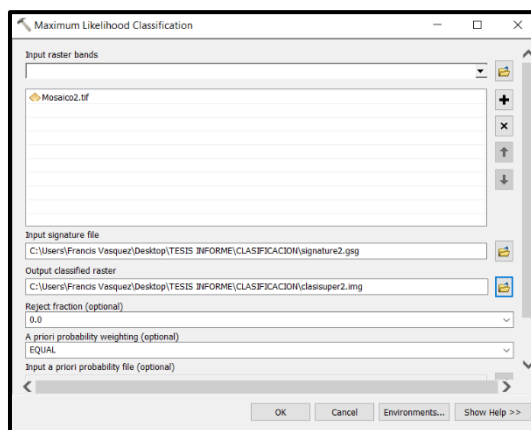


Figura N° 47 Herramienta Maximum Likelihood Classification

Como producto de este proceso, se obtuvieron las imágenes clasificadas de acuerdo a los tipos de suelo. A continuación, podemos visualizar la Figura N°48 del Mosaico N° 5, que no se encuentra con la Clasificación Supervisada.

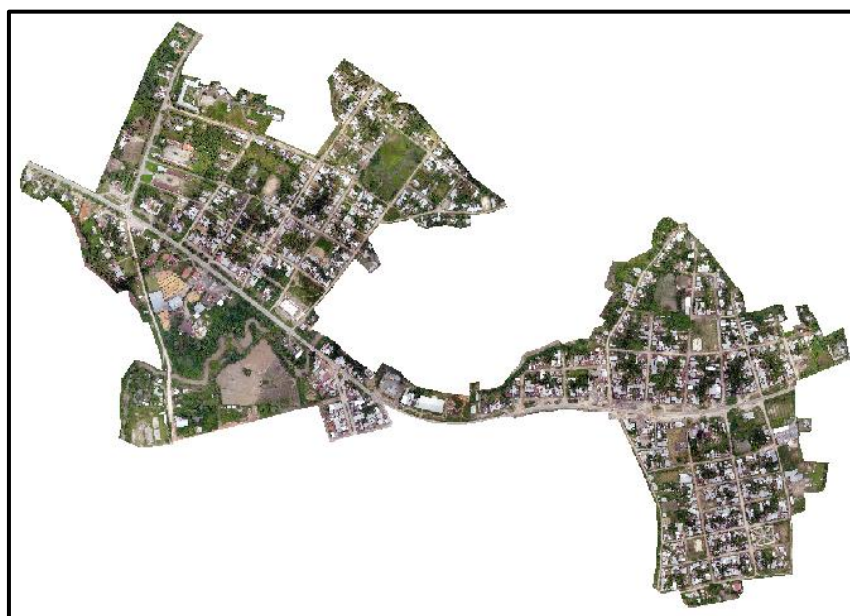


Figura N° 48 Mosaico N°05 sin Clasificación Supervisada

En la Figura N° 49, el Mosaico 5 ya cuenta la Clasificación Supervisada y podemos apreciar que hay un gran porcentaje de cobertura vegetal.

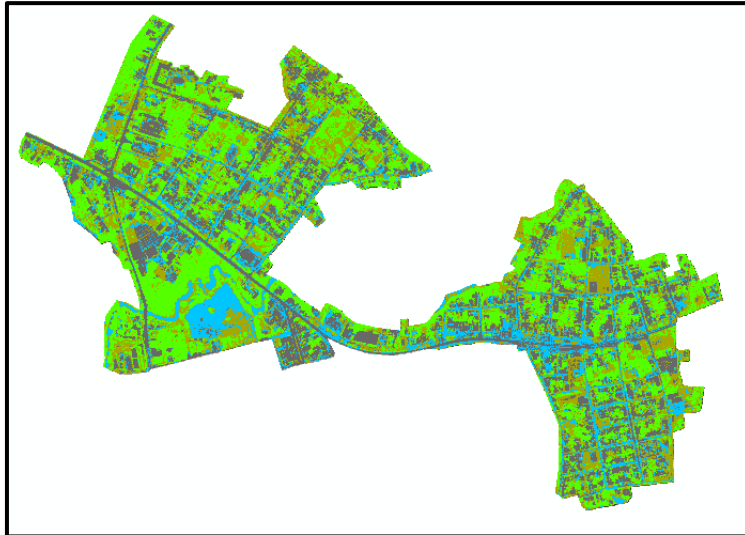


Figura N° 49 Mosaico N°05 sin Clasificación Supervisada

En la Figura N°50, apreciamos productos de la cosecha de arroz y zonas agrícolas que fueron trabajadas.



Figura N° 50 Fotografía Aérea de Cultivos de Arroz sin Clasificación Supervisada

En la Figura N°51, podemos verificar que efectivamente se las zonas agrícolas trabajadas están de color marrón (código n°1 – cultivos agrícolas).

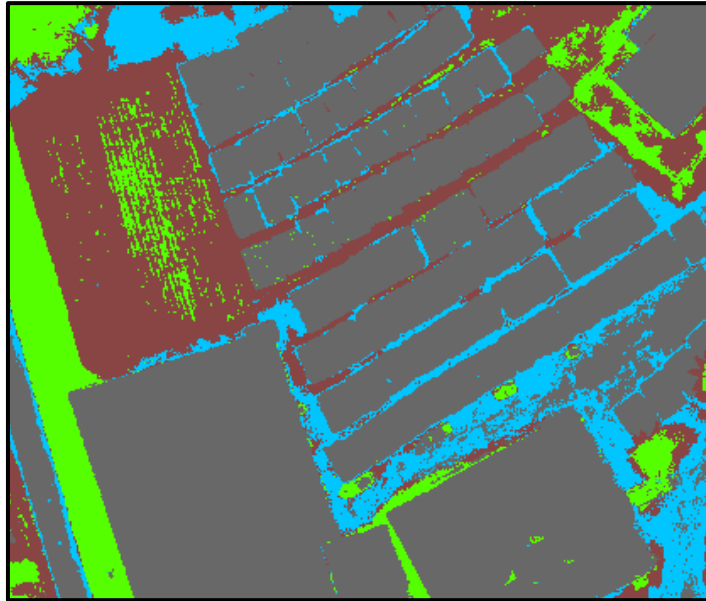


Figura N° 51 Fotografía Aérea de Cultivos de Arroz con Clasificación Supervisada

En la Figura N°52 podemos verificar la existencia de campos inundados cerca a zonas agrícolas. En la zona de la selva, el arroz es uno de los principales productos agrícolas.



Figura N° 52 Fotografía Área Inundada sin Clasificación Supervisada

En la Figura N°53, podemos visualizar la Clasificación Supervisada y confirmar que existen cuerpos de agua y zonas agrícolas.

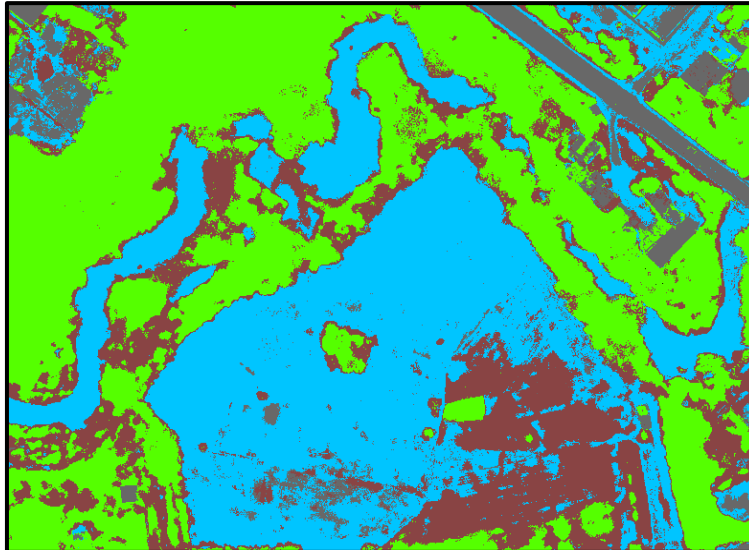


Figura N° 53 Fotografía Área Inundada con Clasificación Supervisada

Anexo N°3 Georreferenciación de Cartas PDF

Primero, se importó el PDF con la opción *Pdf to tiff* como se muestra en la Figura N°54.

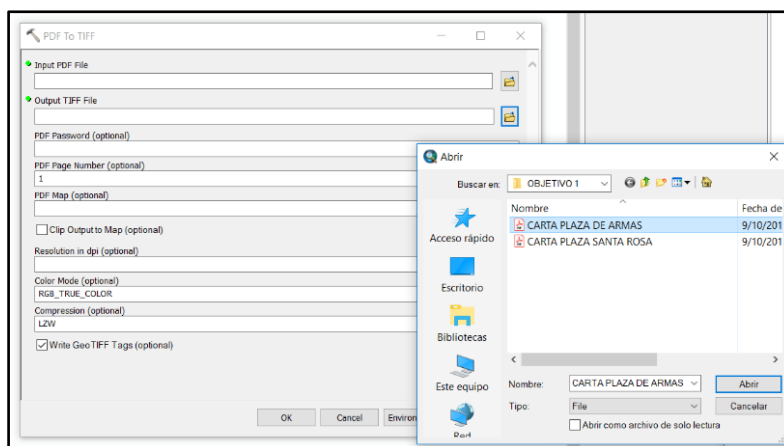


Figura N° 54 Herramienta PDF to TIFF

Se insertarán los puntos de las coordenadas que se encuentran en la cartografía, tal y como se visualiza en la Figura N°55.

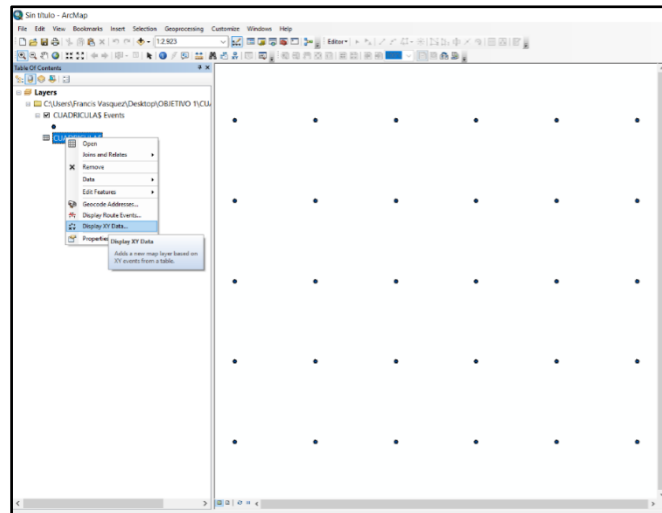


Figura N° 55 Puntos de Coordenadas de la Cartografía

Se convirtió en shape los puntos importados: click derecho en el archivo (cuadrícula) > *Data > Export Data* (Figura N°56).

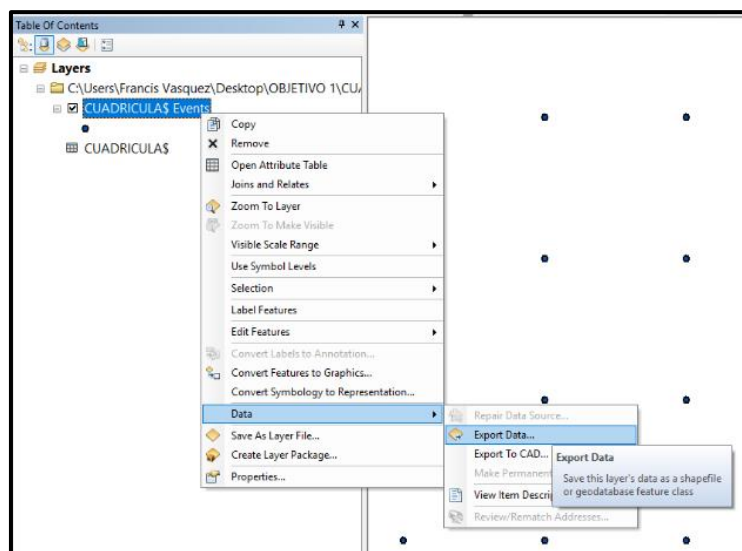


Figura N° 56 Herramienta Export Data como Shapefile

Luego seleccionaron la herramienta *Georeferencing > Fit to display* (Figura N°57). De esta manera la carta y los puntos se ubicaron en la misma área.

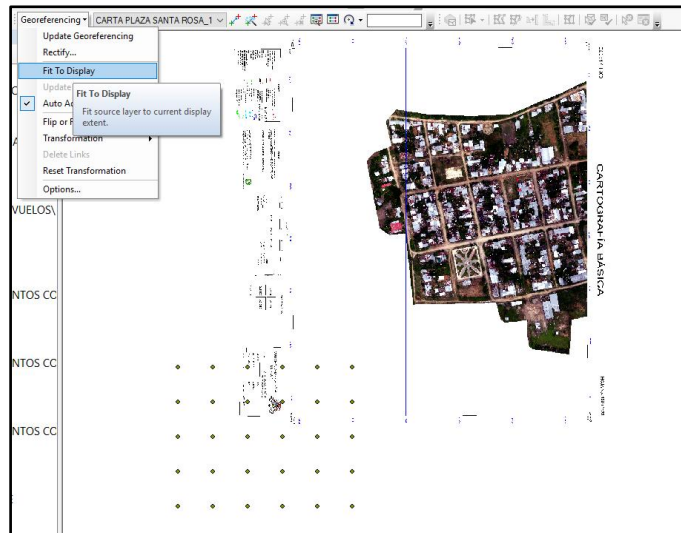


Figura N° 57 Herramienta Fit to Display

Seleccionaron *Add Control Point*, lo que significa se seleccionó un punto de la carta y luego su ubicación en los puntos importados, de esta manera la imagen o carta adoptó su localización correcta. Luego *Georeferencing > Auto Adjust*, para visualizar la carta georeferenciada como se puede apreciar en la Figura N° 58.

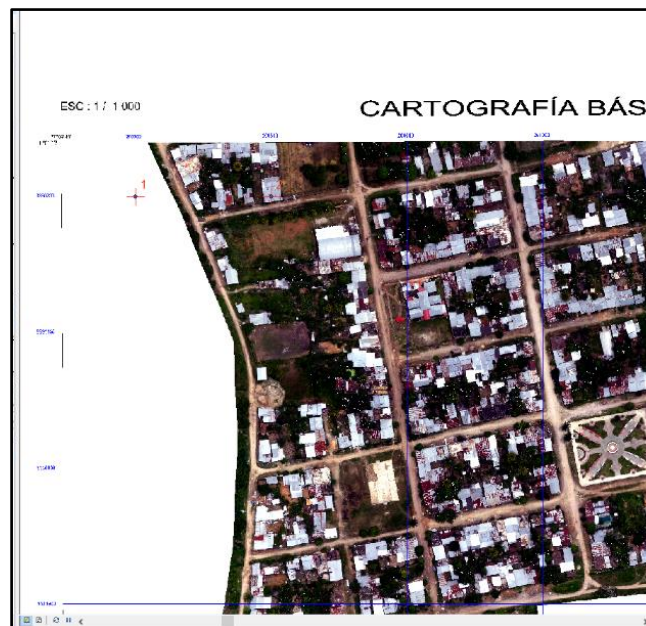


Figura N° 58 Cartografía Georeferenciada

Por último, se procedió con la señalización de los puntos sobre la carta (Figura N°59)

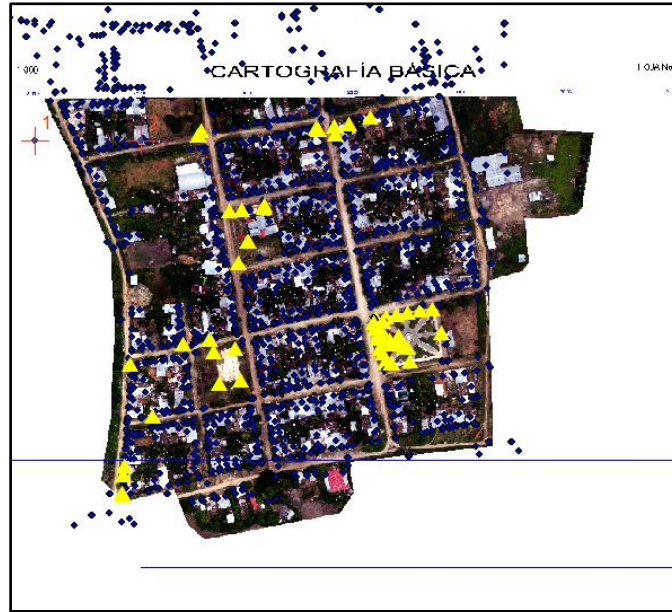


Figura N° 59 Cartografía

Anexo N°4 Fotografías de viviendas verificadas

A continuación, en las figuras N°60, N°61 y N°62 se muestran imágenes de las viviendas verificadas durante la revisión de información de las fichas catastrales.



Figura N°60 Lote 01- Manzana 01 - Sector 02



Figura N°61 Lote 02A - Manzana 01 - Sector 02



Figura N°62 Lote 02B - Manzana 01 - Sector 02

Anexo N°5 Cálculo de coordenadas

Primero se ubicó la tabla de contenido y se hizo click derecho sobre el archivo que contiene los puntos de trabajo. Seleccionar *Open Attribute Table* (Figura N°63).

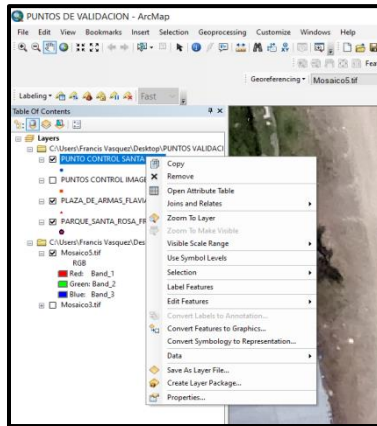


Figura N°63 Herramienta Open Attribute Table

A continuación, podemos visualizar la Tabla de Atributos (Figura N°64). Se seleccionó la columna que se desea calcular y luego *Calculate Geometry*.

FID	Shape	Id	ESTR	MOSAI	Z
0	Point	0	261029.23644		822.337584
1	Point	0	261035.33677		822.501977
2	Point	0	261027.80027		822.334299
3	Point	0	261026.86194		822.317117
4	Point	0	261030.10314		822.302643
5	Point	0	261027.69706		822.47513
6	Point	0	261034.69917		822.374485
7	Point	0	261042.89201		822.329205
8	Point	0	261044.06956		822.305866
9	Point	0	261033.74825		
10	Point	0	261042.09044		
11	Point	0	261042.41755		
12	Point	0	261030.92366		
13	Point	0	261024.32251		
14	Point	0	261023.844185151	9330021	
15	Point	0	261021.831063558	9330015	
16	Point	0	261022.975741544	9330028	
17	Point	0	261022.659722578	9330028	
18	Point	0	261019.022435303	9330030	
19	Point	0	261019.675733078	9330032	
20	Point	0	261021.276337035	9330034	
21	Point	0	261030.789679117	9330035	
22	Point	0	261027.817873174	9330031.4080204	822.55091
23	Point	0	261033.0132419	9330033.12019547	822.402155
24	Point	0	261040.407946341	9330037.52716595	822.227779
25	Point	0	261050.771167058	9330039.53694497	822.145324
26	Point	0	261045.205300927	9330035.38112624	822.240366
27	Point	0	261062.657228657	9330041.89976709	822.048544
28	Point	0	261074.635114501	9330042.8042911	822.041808
29	Point	0	261083.009828751	9329997.70449009	821.989453
30	Point	0	261053.110132481	9329994.32063891	822.217955
31	Point	0	261058.848868262	9329992.14646511	822.055233
32	Point	0	261048.164495643	9330013.54713681	822.919863
33	Point	0	261054.710459155	9330014.79279761	822.766248
34	Point	0	261055.387688009	9330014.64579481	822.689023
35	Point	0	261047.528824096	9330013.12944707	822.625401

Figura N°64 Tabla de Atributos

Apareció la ventana para calcular la geometría requerida (Figura N°65). Se selecciono el eje de coordenadas y el sistema de coordenadas, luego Ok. Automáticamente la tabla de atributos mostró las nuevas coordenadas.

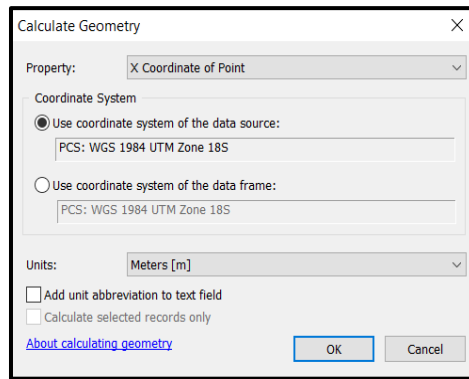


Figura N°65 Ventana Calculate Geometry

Anexo N°6 Cuadro de Coordenadas de Terreno y Carta

A continuación, se muestran las coordenadas calculadas de los puntos levantados con la estación total amarrado a la red geodésica y las coordenadas calculadas por la herramienta *Calculate Geometry* (tabla 13).

Tabla 13: Coordenadas Geográficas de Terreno y Carta

PUNTO	Xcarta	Xterreno	Ycarta	Yterreno	Zcarta	Zterreno
1	260784.5928482	260784.6121000	9329896.0522768	9329895.9195000	826.0973238	826.2709390
2	260784.3067889	260784.3233000	9329887.6662030	9329887.5888000	824.7133078	824.7759720
3	260782.7955212	260782.6459160	9329869.9733038	9329870.0662160	823.3530733	823.4084360
4	260784.3322243	260784.3669000	9329868.4874008	9329868.5342000	824.5102466	824.5135710
5	260811.7922368	260811.7502000	9329942.5273406	9329942.3721000	821.5330996	821.4899110
6	260790.4498957	260790.3926830	9329990.7383487	9329990.8779170	822.1957836	822.1566080
7	260840.2697860	260840.3361750	9330009.8881518	9330009.9253000	822.8400253	822.6342790
8	260864.9597991	260865.0542000	9330013.9528218	9330013.9644000	821.7811714	821.7712270
9	260868.7741705	260868.7488990	9330002.2674157	9330002.1717000	821.8619007	821.8610660
10	260874.1489435	260874.0796000	9329972.9016107	9329972.9933000	821.8641385	821.8604560
11	260893.7424340	260893.7729590	9329976.4196439	9329976.5180000	821.9251692	821.9191580
12	260888.4653842	260888.4962110	9330005.9320337	9330005.9964120	821.9461980	821.9450210
13	260892.0456263	260891.8910310	9330085.8596979	9330085.7787330	822.3278065	822.3210330
14	260901.1410078	260901.0005000	9330106.7877581	9330106.7713830	823.8255839	823.7357710
15	260895.1791043	260895.0811000	9330135.9658108	9330135.8220000	822.2445693	822.2752710
16	260883.2741469	260883.3803000	9330134.8639741	9330134.8314500	822.3202804	822.3269500
17	260916.7141140	260916.7796070	9330137.7004226	9330137.6467930	824.6442523	824.6917830
18	260916.3037798	260916.3409250	9330139.9217716	9330140.0359740	822.1979003	822.1927790
19	260854.6488606	260854.5562630	9330206.2395404	9330206.1803920	821.5964355	821.6425980
20	260857.3772494	260857.5225840	9330209.6939473	9330209.6759500	823.0092302	822.1281180
21	260965.1055147	260964.9562000	9330212.7625821	9330212.6295000	821.3392726	821.4889960
22	260967.5947197	260967.4421000	9330210.9845786	9330210.8987000	823.6017243	823.7353140
23	260981.7464374	260981.6563850	9330213.6998623	9330213.6030900	825.0651757	825.0668400
24	260982.8471063	260982.7663700	9330206.7571817	9330206.7021660	824.8437297	824.8673090
25	260995.7058820	260995.5616440	9330216.2102339	9330216.1263420	820.7879858	820.7981010

26	261016.0694908	261016.1885130	9330222.8358548	9330222.8439670	821.0185233	821.1734540
27	261082.5949707	261082.5128660	9330020.6586295	9330020.7624010	824.7360450	824.7431080
28	261074.3309675	261074.4812850	9330042.9920321	9330043.0552170	822.0288106	822.0226650
29	261035.3560533	261035.2728810	9329991.5705529	9329991.5026760	822.5021043	822.5006870
30	261019.1559673	261019.0440000	9330030.5600097	9330030.5358000	822.3384908	822.3406260
31	261027.8784418	261027.8456810	9330031.4069338	9330031.3809190	822.5536442	822.5505950
32	261042.4018731	261042.4230000	9330017.7791455	9330017.6907000	822.3681318	822.3836120
33	261042.1425809	261042.0728000	9330015.6413079	9330015.6279000	822.3613668	822.3740200

Anexo N°7 Conversión a Shape

Se ingresó al programa ArcGIS, y luego se seleccionó las propiedades de cada capa en *Properties* (Propiedades) y seleccionamos la pestaña *Drawing Layers* (Capas de dibujo). En las propiedades se seleccionaron las capas para el trabajo (Figura N°66).

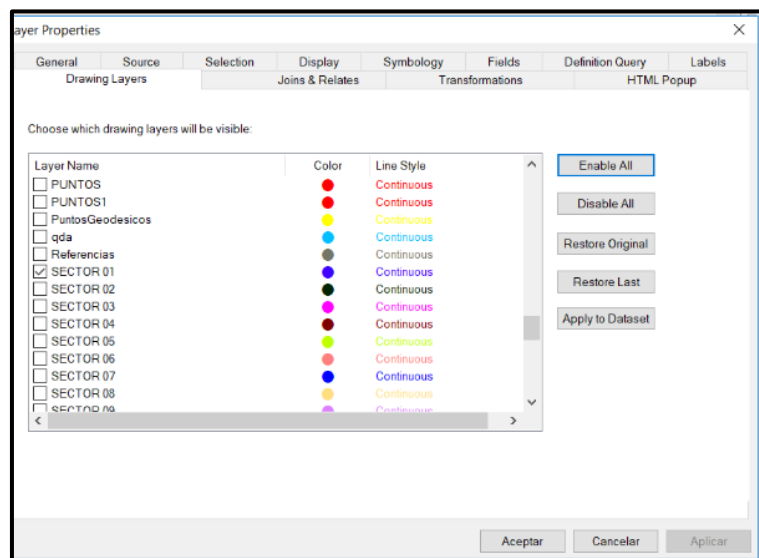


Figura N°66 Propiedades del Archivo

Se extrajo la información que fue seleccionada anteriormente con la opción click derecho > *Data* > *Export Data* (Figura N°67).

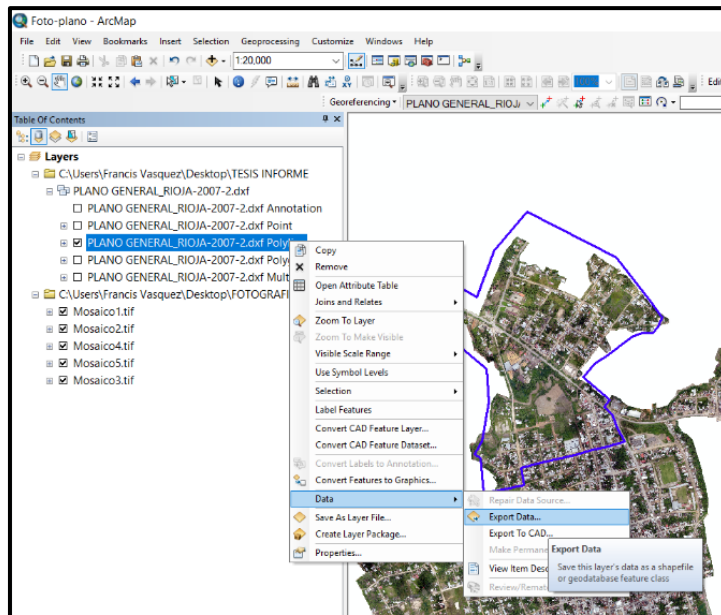


Figura N°67 Herramienta Export Data

Se convirtió los archivos en formato línea con la herramienta *Feature to Line* (Figura N°68).

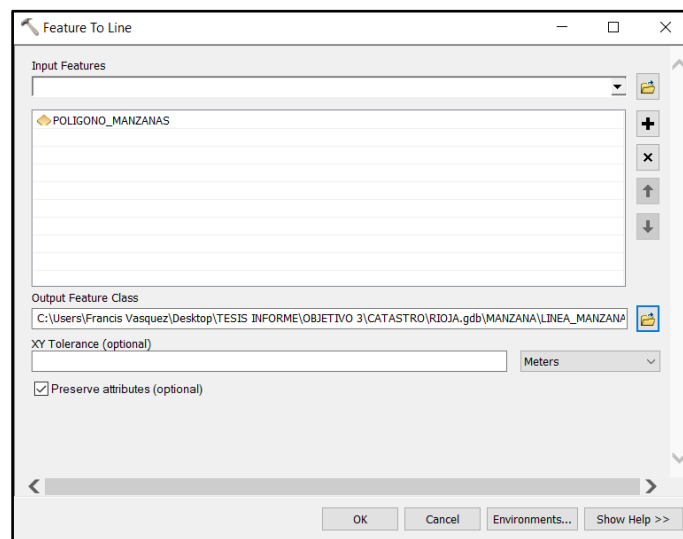


Figura N°68 Herramienta Feature to Line

Para unificar las capas seleccionaron *Data Management > Dissolve* (Figura N°69).

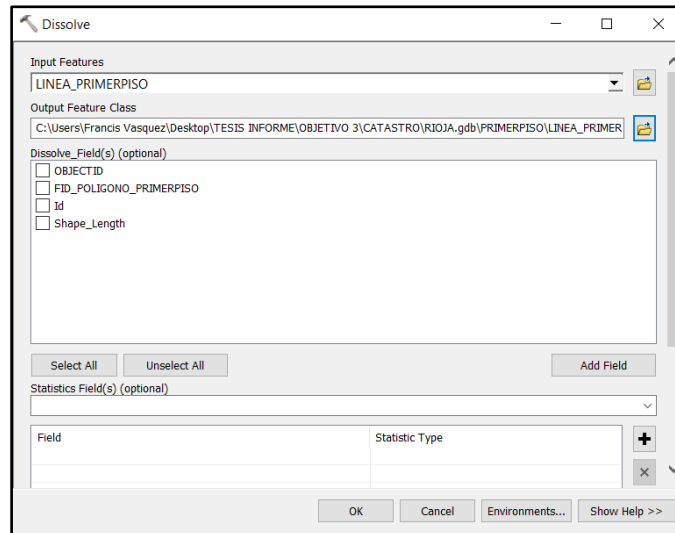


Figura N°69 Herramienta Dissolve

Por último, una vez que unificamos cada capa, se procedió a convertir a polígonos, *Data Management > Feature to Polygon* (Figura N°70).

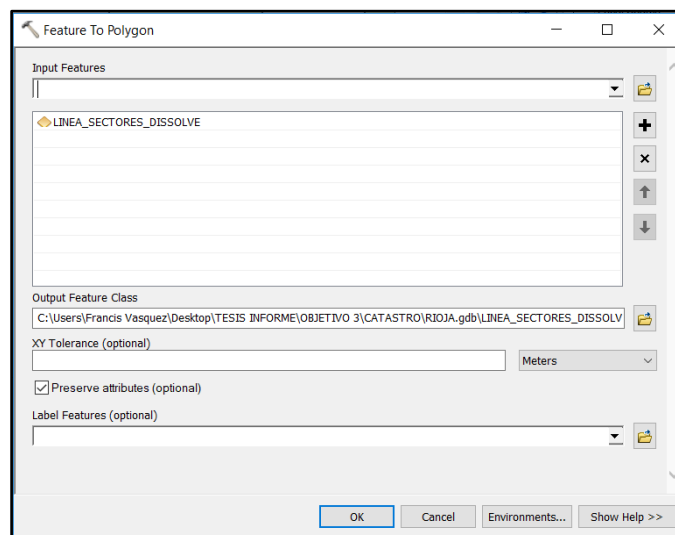


Figura N°70 Herramienta Feature to Polygon

Anexo N°8 Georreferenciación de los polígonos

Se verificó que la información extraída del plano topográfico se encuentre georreferenciada, se hizo: clic derecho > *Properties > Source* (Figura N°71).

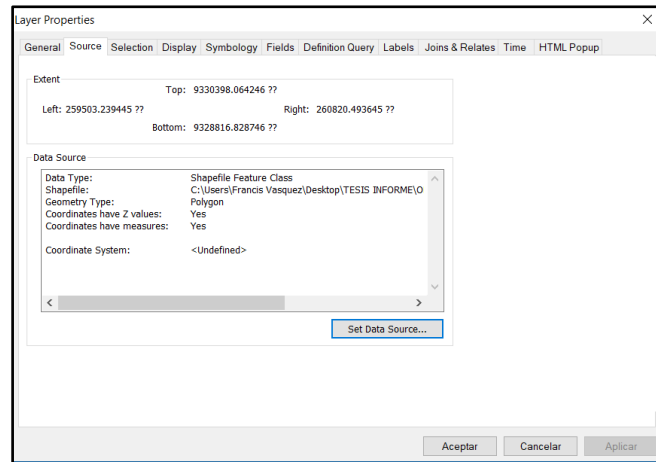


Figura N°71 Capa de Propiedades

Luego, se dirigieron hacia la barra de herramientas y se buscó *Data Management Tools* > *Projections and Transformations* > *Define Projection* (Figura N°72). En esta ventana se seleccionaron todos los polígonos y el sistema de coordenadas correcto.

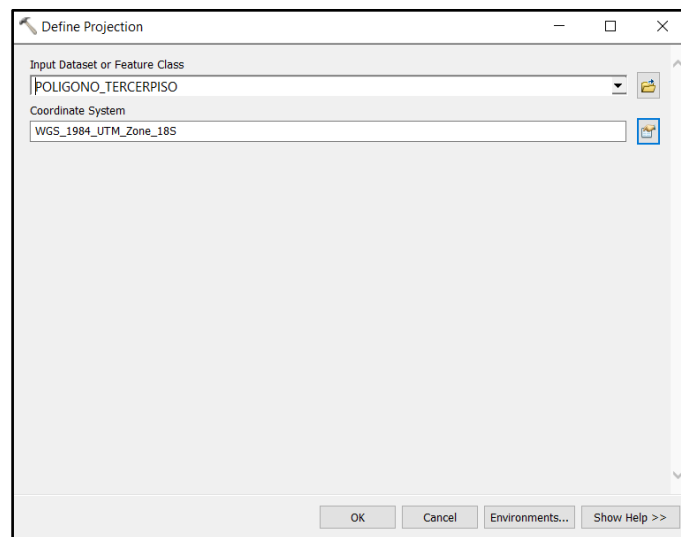


Figura N°72 Definir Proyección de Coordenadas

Anexo N°9 Creación del Geodatabase

Para el Geodatabase se crearon los Dataset. Clic derecho > *New* > *Feature Dataset* (Figura N°73), los datasets insertados se denominaron Lotes, Manzanas y Sector, y se insertó los polígonos correspondientes dentro de cada *dataset*.

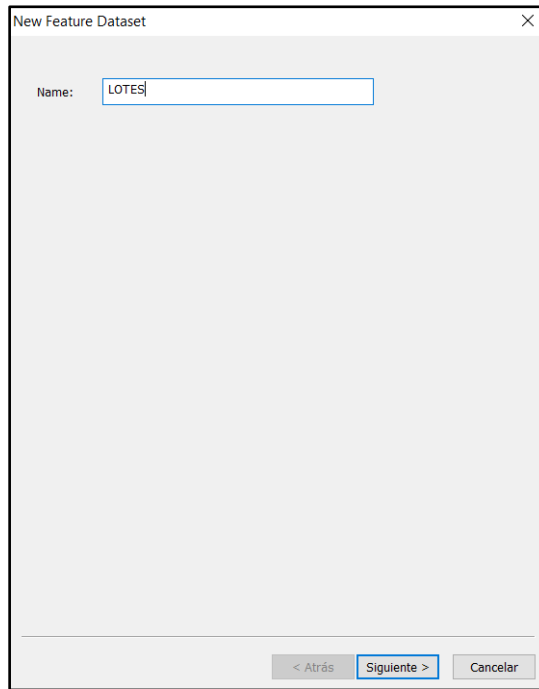


Figura N°73 Creación de Feature Dataset

Luego se realizó la Topología para corregir los posibles errores. Se seleccionó la carpeta del *Geodatabase* y se hizo clic derecho > *New Topology* > *Finish* (Figura N°74).

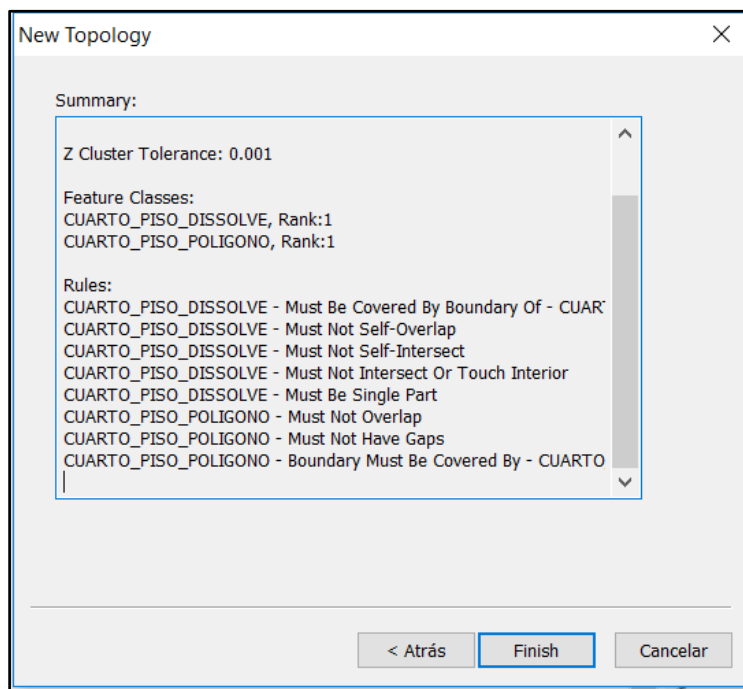


Figura N°74 Herramienta New Topology

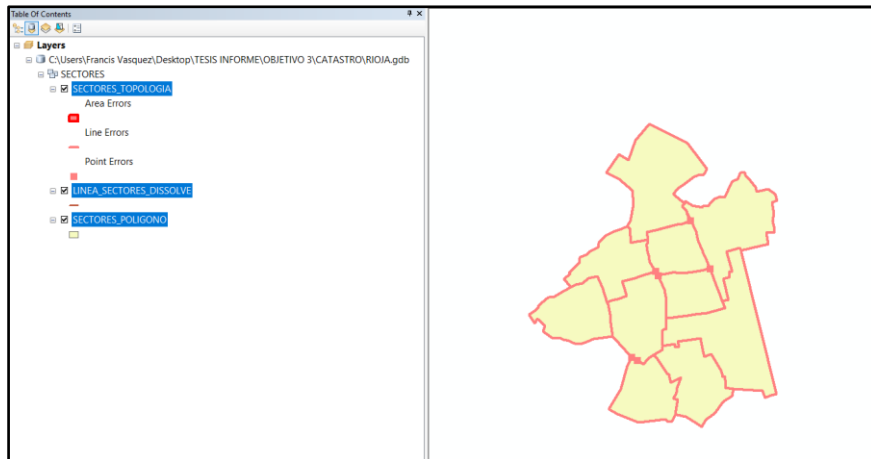


Figura N°75 Contenido de Errores

Como se puede ver en la Figura N°75, al finalizar con el procesamiento de la herramienta Topología, mostró una ventana con los errores. Se seleccionó la herramienta *Topology* y se activó el *Start Editor*, se visualizó la herramienta *Error Inspector* (Figura N°76). Con esta herramienta se visualizaron en forma de lista todos los posibles errores. Se seleccionó cada error, click derecho y *explote*, lo que permite la corrección de dicho error.

Error Inspector						
Show: <Errors from all rules> 63 errors Search Now <input checked="" type="checkbox"/> Errors <input type="checkbox"/> Exceptions <input checked="" type="checkbox"/> Visible Extent only						
Rule Type	Class 1	Class 2	Shape	Feature 1	Feature 2	Exception
Must Not Self-Inters...	LINEA_SECTORES_...		Point	1	0	False
Must Not Self-Inters...	LINEA_SECTORES_...		Point	1	0	False
Must Not Self-Inters...	LINEA_SECTORES_...		Point	1	0	False
Must Not Self-Inters...	LINEA_SECTORES_...		Point	1	0	False
Must Not Self-Inters...	LINEA_SECTORES_...		Point	1	0	False
Must Not Self-Inters...	LINEA_SECTORES_...		Point	1	0	False
Must Be Single Part	LINEA_SECTORES_...		Polyline	1	0	False
Must Be Single Part	LINEA_SECTORES_...		Polyline	1	0	False
Must Be Single Part	LINEA_SECTORES_...		Polyline	1	0	False
Must Be Single Part	LINEA_SECTORES_...		Polyline	1	0	False
Must Be Single Part	LINEA_SECTORES_...		Polyline	1	0	False
Must Be Single Part	LINEA_SECTORES_...		Polyline	1	0	False
Must Be Single Part	LINEA_SECTORES_...		Polyline	1	0	False
Must Be Single Part	LINEA_SECTORES_...		Polyline	1	0	False
Must Be Single Part	LINEA_SECTORES_...		Polyline	1	0	False
Must Be Single Part	LINEA_SECTORES_...		Polyline	1	0	False

Figura N° 76 Lista de Errores

Una vez que se corrigió, se validó la topología con la herramienta *Validate Topology* (Figura N° 77).

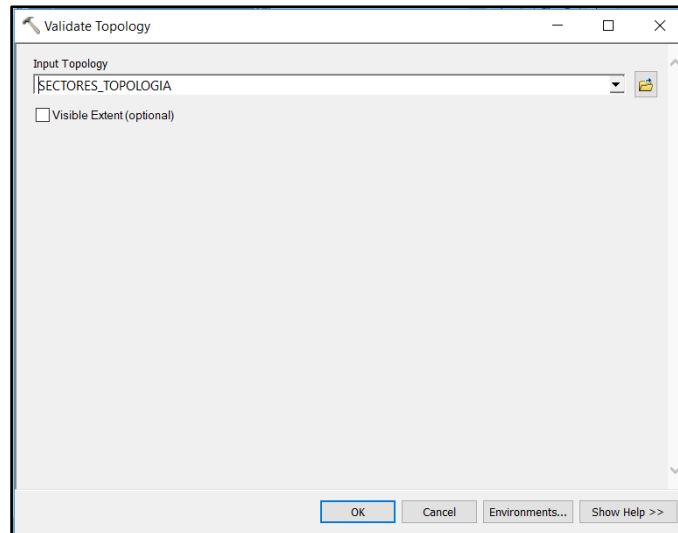


Figura N° 77 Herramienta Validate Topology

Anexo N°10 Edición de Propiedades

Para la edición de propiedades se hizo clic derecho sobre el *Dataset*, luego *Properties* para abrir la ventana de propiedades (Figura N°78). Dentro de esta ventana se asignó el tipo de letra y número, para todos fue letra tipo Arial, y el número de letra fue 14 – 11 – 9 (Sector, Manzana y Lote).

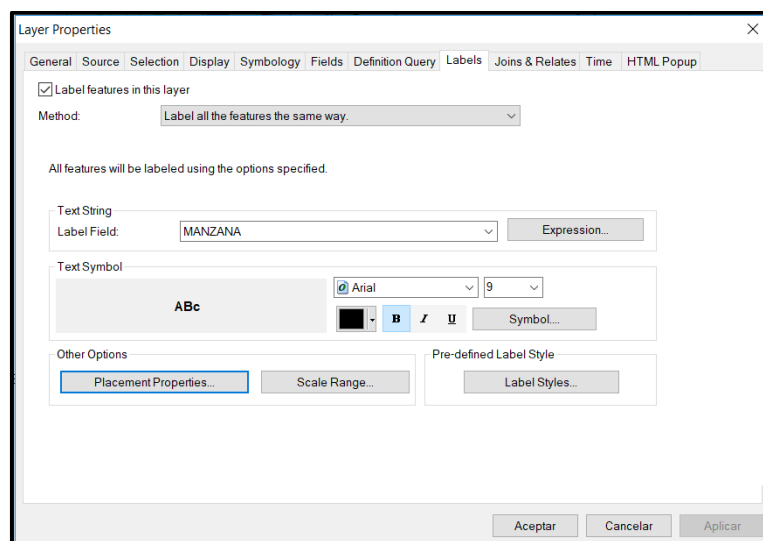


Figura N° 78 Ventana de Propiedades

En la ventana de propiedades (Figura N°78) se seleccionó *Placement Properties* (Figura N°79), esta herramienta permite que todo el texto sólo sea visible si la oración está dentro del polígono, evitando que se traslapen los textos.

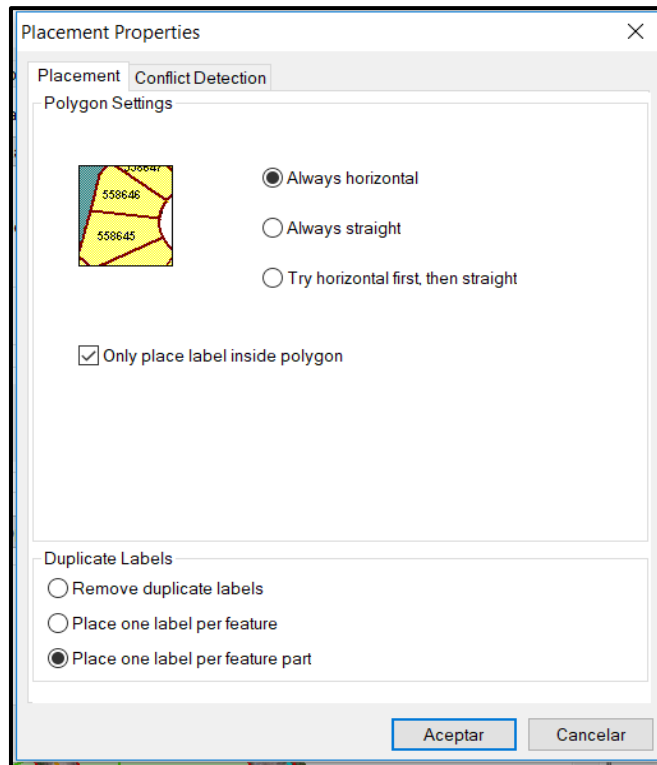


Figura N° 79 Herramienta Placement Properties

Se regresó a la ventana de propiedades y se seleccionó *Scale Range* (Figura N°80), en donde se modificó la escala de los textos de cada capa.

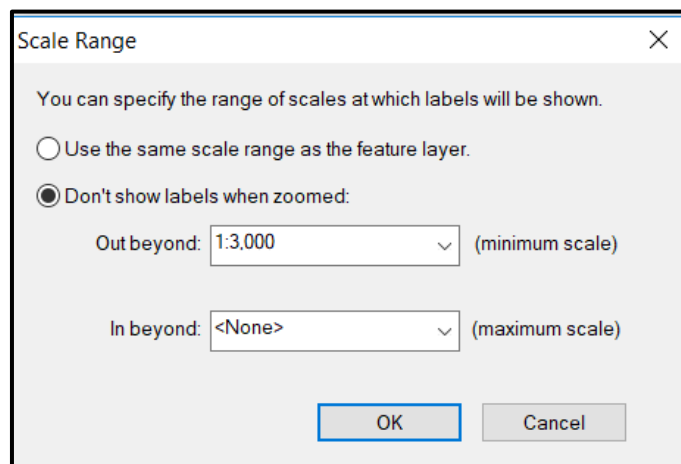


Figura N°80 Herramienta Scale Range

Nuevamente en la ventana de propiedades se hizo click en *Expressions*. En esta ventana se configuro el texto de cada capa (Figura N°81).

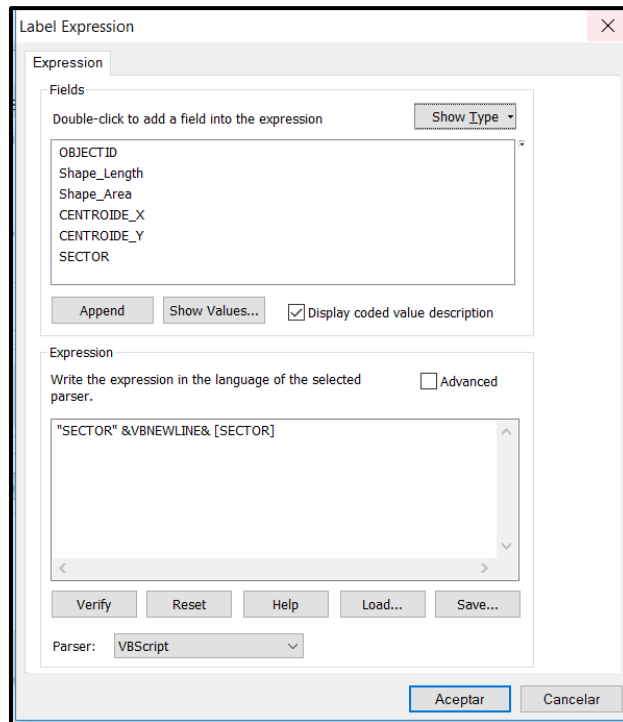


Figura N°81 Herramienta Label Expression

Anexo N°11 Procesamiento Alfanumérico

Para el procesamiento alfanumérico, se dirigieron al *Geodatabase* > clic derecho > *Import* > *Table* (Figura N°82), dentro de la herramienta *Table* se cuenta con dos opciones: *single* y *multiple*, la primera se usa para seleccionar solo una tabla y la *multiple* para varias. En este caso se seleccionó *Table (single)* y se ingresaron cada pestaña del excel por separado (Figura N°83).

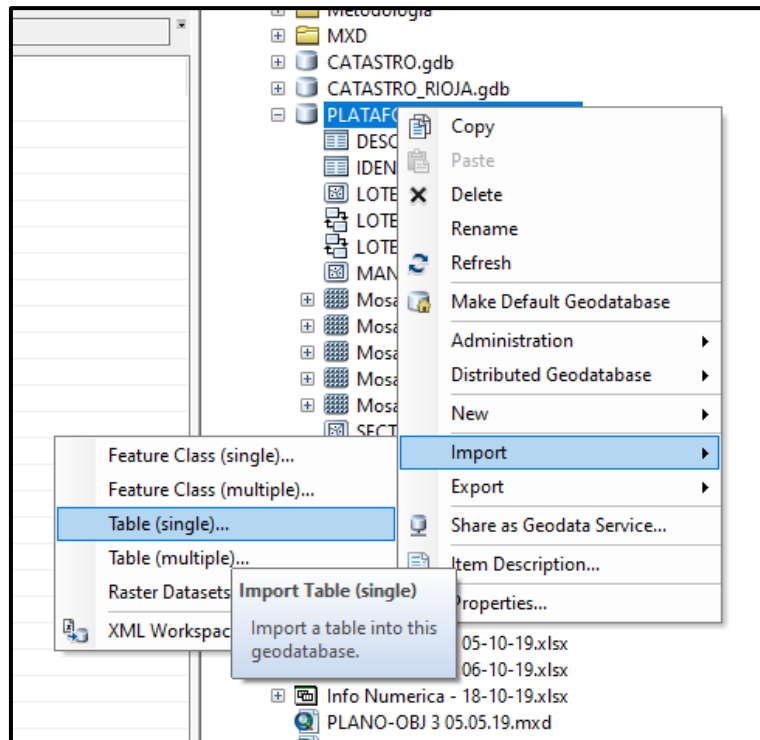


Figura N°82 Herramienta Table

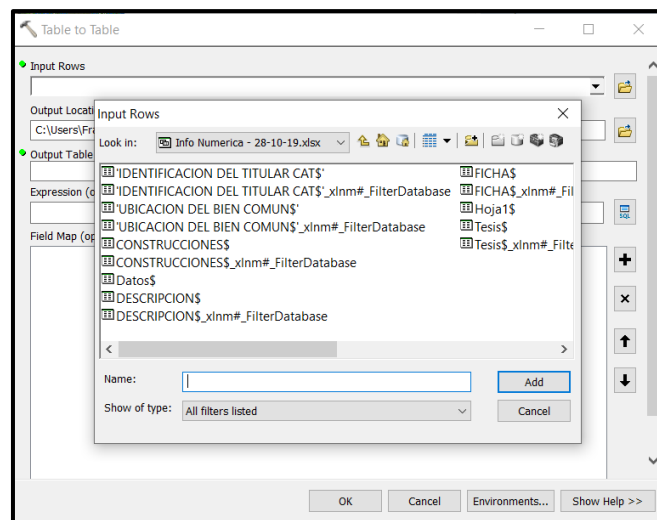


Figura N°83 Herramienta Table to Table

Una vez que se ingresaron todas las tablas, se procedió con la creación de las relaciones:
 Clic derecho > *New* > *Relationship class* (Figura N°84).

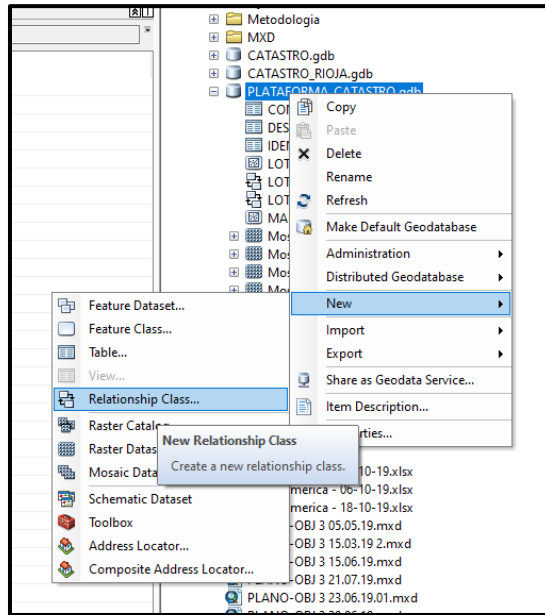


Figura N°84 Herramienta Relationship Class

Para la creación de relaciones se usó el *Dataset* Lotes. En la Figura N°85, se puede ver las opciones que tenemos para crear la relaciones y en la Figura N°86 las propiedades que tiene cada relación.

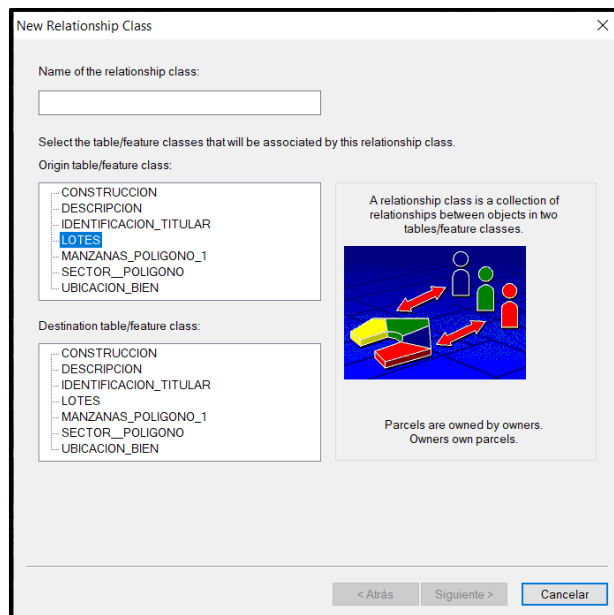


Figura N°85 Ventana New Relationship Class

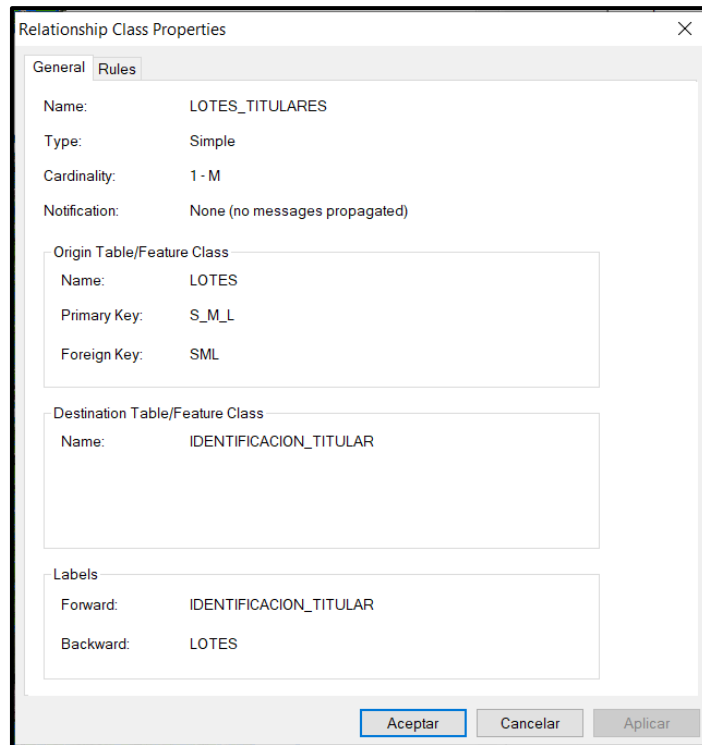


Figura N°86 Propiedades de las Relaciones Creadas

Por último, se empleó la herramienta *Package* (Figura N°87). Para acceder a esta herramienta se dirigieron a *File > Share as > Map Package*.

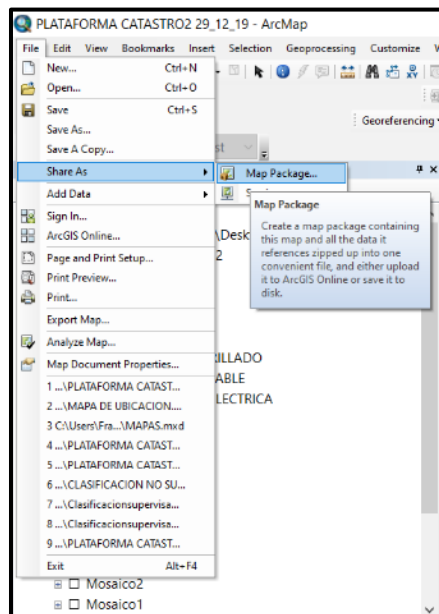


Figura N°87 Herramienta Package

Apareció una nueva ventana, se seleccionó *Item Description* (Figura N°88). En esta ventana se completó la información descriptiva referente al trabajo. Para finalizar se hizo click en *Analyze*.

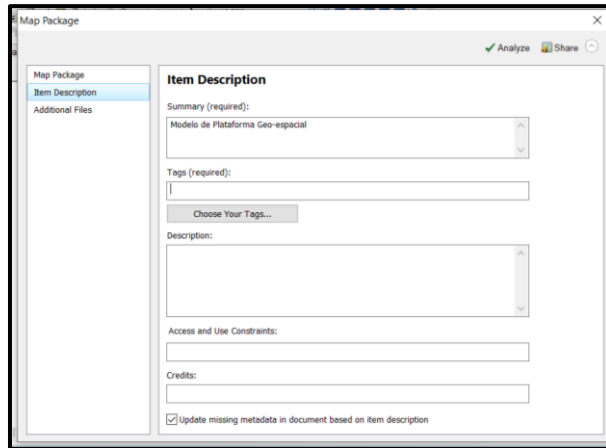


Figura N°88 Descripción de Package