

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**“APLICACIÓN DE GEOTECNOLOGIAS GNSS/GPS Y SIG EN
LEVANTAMIENTOS CATASTRALES DE PREDIOS RURALES, CASO
U.T. DE HUINCHE, PROYECTO LA MAR-CHILCAS, AYACUCHO”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL
PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÍCOLA**

VIANNEY ANDRÉS KCANA SONCCO











LIMA – PERÚ

2022

Document Information

Analyzed document	TRABAJO SUFICIENCIA PROFESIONAL_VAKS_2022_LISTO.docx (D158384725)
Submitted	2/10/2023 11:52:00 PM
Submitted by	Jorge Luis, Diaz Rimarachin
Submitter email	jdiaz@lamolina.edu.pe
Similarity	6%
Analysis address	jdiaz.unalm@analysis.arkund.com

Sources included in the report

SA	1A SEMINARIO CARBAJAL PRISCILA TITULO PROFESIONAL 2022.docx Document 1A SEMINARIO CARBAJAL PRISCILA TITULO PROFESIONAL 2022.docx (D146135736)	 2
SA	1A - Arce Huancacuri, Rudy Gerson - Titulo Profesional - 2023.docx Document 1A - Arce Huancacuri, Rudy Gerson - Titulo Profesional - 2023.docx (D156350595)	 3
SA	UCP_CIVIL_2022_TESIS_DANACUBIDES_V1.pdf Document UCP_CIVIL_2022_TESIS_DANACUBIDES_V1.pdf (D154596504)	 9
SA	GPS.pdf Document GPS.pdf (D94762276)	 3
SA	1A - MANCHEGO MEZA , DANIEL RAFAEL.docx Document 1A - MANCHEGO MEZA , DANIEL RAFAEL.docx (D157206550)	 2
SA	1A_Mongrut_Flores_Victor_Jorge_Esteban_Titulo_Profesional_2017.docx Document 1A_Mongrut_Flores_Victor_Jorge_Esteban_Titulo_Profesional_2017.docx (D31590524)	 1
W	URL: https://repositorio.up.edu.pe/bitstream/handle/11354/2077/Alfredo_Tesis_maestria_2018.pdf?sequ... Fetched: 2/10/2023 11:53:00 PM	 7
SA	CASAPERALTA SUAREZ CLINTON.docx Document CASAPERALTA SUAREZ CLINTON.docx (D110685885)	 1
SA	1669.- Chihuan Gaspar, Raymundo Antonio.pdf Document 1669.- Chihuan Gaspar, Raymundo Antonio.pdf (D33737742)	 3
W	URL: https://www.gob.pe/institucion/ign/informes-publicaciones/543958-norma-tecnica-especificacione... Fetched: 2/10/2023 11:53:00 PM	 1

Entire Document

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
 FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
 CATASTRO MULTIFINALITARIO Siglo XXI FISICO Cartografia basica. Catastro predial y no predial ECONOMICO Valuacion e Impuesto predial JURIDICO Seguridad juridica en tenecia de tierras PLANIFICACION Socio-ceconomica, cultural, ambiental y politico GEOTECNOLOGIAS Uso de geotecnologias para gestion catastral

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

**“APLICACIÓN DE GEOTECNOLOGIAS GNSS/ GPS Y SIG EN
LEVANTAMIENTOS CATASTRALES DE PREDIOS RURALES, CASO
U.T. DE HUINCHE, PROYECTO LA MAR-CHILCAS, AYACUCHO”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TÍTULO DE:
INGENIERO AGRÍCOLA

Presentado por:

BACH. VIANNEY ANDRÉS KCANA SONCCO

Sustentado y aprobado por el siguiente jurado:

Dr. RAÚL ARNALDO ESPINOZA VILLAR

Presidente

Mestre JORGE LUIS DÍAZ RIMARACHIN

Asesor

Mg. Sc. JOSELITO JERSIN ROBLES SILVESTRE

Miembro

Ing. JOSÉ BERNARDINO ARAPA QUISPE

Miembro

LIMA – PERÚ

2022

DEDICATORIA

A mi padre Yahweh por darme el espíritu de poder, a mi esposa Donata Dalila Ramos Navarro, a quien todo le debo y a mis hijos: Raquel Marisol, Luz Daliver, Liz Karol, Rómulo Andreus, Marx Kelvin y Alejandra Summy, quienes me apoyaron y siempre estarán en mi corazón.

AGRADECIMIENTOS

A mi padre Yahweh, a su hijo unigénito Jesús, a su Espíritu Santo y a mi País Perú, por darme la oportunidad de servirles.

Al Mestre Jorge Luis Díaz Rimarachin, por su guía, aportes, sugerencias y acompañamiento en el trabajo.

A nuestros docentes de la UNALM por su dedicación, esfuerzos, participación de su experiencia y transferencia de conocimientos.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	vi
ABSTRACT.....	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. PROBLEMÁTICA.....	3
1.2. OBJETIVOS.....	3
1.2.1. Objetivo general.....	3
1.2.2. Objetivos específicos	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
2.1. GENERALIDADES DE GEOTECNOLOGÍAS	5
2.1.1. Las geotecnologías como herramientas para el Catastro Rural	5
2.2. GENERALIDADES DEL SISTEMA GLOBAL DE NAVEGACIÓN POR SATÉLITE (GNSS) Y SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS) ..	7
2.2.1. Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS).....	7
2.2.2. Sobre levantamientos catastrales con GPS	11
2.2.3. Funciones del GPS.....	13
2.2.4. Principales Tipos de Equipos receptores GNSS/GPS	14
2.2.5. Principal Método Diferencial (DGPS) de posicionamiento relativo	16
2.3. GENERALIDADES DE CARTOGRAFÍA.....	17
2.3.1. Especificaciones técnicas, consideraciones geodésicas cartográficas	17
2.3.2. Sistema Geodésico Oficial.....	17
2.3.3. Red Geodésica Horizontal Oficial	17
2.3.4. Red Geodésica Vertical Oficial	18
2.3.5. Elipsoide Geodésico de Referencia	18
2.3.6. Sistema de Coordenadas Geográficas.....	18
2.3.7. Sistema de coordenadas planas.....	18
2.3.8. Sistema de Proyección Cartográfica	18
2.3.9. Sistema de Codificación	19
2.4. GENERALIDADES DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG).....	20
2.4.1. Definición del Sistema de Información Geográfica (SIG)	20
2.4.2. Componentes de un Sistemas de Información Geográfica (SIG).....	22

2.5. GENERALIDADES DEL CATASTRO.....	23
2.5.1. Definición de catastro multifinanciaro.....	26
2.5.2. Tipos de catastro.....	29
2.5.3. Componentes del Catastro Multifinanciaro	30
III. DESARROLLO DEL TRABAJO	32
3.1. UBICACIÓN DE LA UNIDAD TERRITORIAL HUINCHE	32
3.1.1. Ubicación Política y geográfica.....	32
3.1.2. Accesibilidad	34
3.2. METODOLOGÍA DIRECTA PARA EL LEVANTAMIENTO CATASTRAL..	34
3.2.1. Empadronamiento.....	34
3.2.2. Linderación mediante la geotecnología GNSS/GPS diferencial y SIG.....	38
3.3. GENERACIÓN DE LA BASE DE DATOS CATASTRAL RURAL NACIONAL INTEGRADA POR DATOS GRÁFICOS Y ALFANUMÉRICOS	52
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	59
V. CONCLUSIONES.....	61
VI. RECOMENDACIONES.....	62
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Estadística de Levantamientos Catastrales con GPS Ejecutados en la Región Ayacucho	2
--	---

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Herramientas geotecnológicas.	7
Figura 2: Segmentos de control del GNSS	8
Figura 3: Ecuaciones para el cálculo de posicionamiento en base a los sistemas del GNSS	9
Figura 4: Estaciones GNSS de Rastreo permanente a nivel nacional.	11
Figura 5: Método diferencial DGPS	16
Figura 6: Codificación del IGN que permitirá derivar el Código de Referencia Catastral (CRC) para identificar los predios rurales	19
Figura 7: Serie de escalas cartográficas y su codificación del IGN que permitirá derivar el Código de Referencia Catastral (CRC).....	20
Figura 8: Componentes de un Sistema de Información Geográfica (SIG).....	23
Figura 9: Visión de componentes del catastro multifinalitario.....	31
Figura 10: Mapa de ubicación del proyecto catastral de la Unidad Territorial de Huinche, distrito de Chilca, provincia La Mar de la Región Ayacucho.....	33
Figura 11: Imagen de la ubicación de la unidad territorial objeto del levantamiento catastral UT Huinche_ proyecto catastral La Mar- Chilcas provincia La Mar, región Ayacucho	33
Figura 12: Flujograma del Proceso del Levantamiento Catastral con aplicación de las geotecnologías GNSS/GPS y SIG	35
Figura 13: Flujograma del levantamiento catastral, método directo con aplicación de la geotecnología.....	36
Figura 14: Ficha Catastral Rural Oficial 2020.....	37
Figura 15: Interfaz SSET para la digitación de la ficha catastral rural.....	38
Figura 16: Equipo receptor colector GPS/ GNSS diferencial de mano, marca TRIMBLE GEO 7X	44
Figura 17: Levantamiento catastral en la UT Huinche con aplicación de equipo marca TRIMBLE GEO 7X receptor y colector a mano	45
Figura 18: Data base de la Estación GNSS de Rastreo Permanente AY01 en Ayacucho... ..	45
Figura 19: Equipo GPS/GNSS Estacion de Rastreo Permanente AY01 en Ayacucho	46
Figura 20: Diagrama de flujo de corrección diferencial.....	47
Figura 21: Formulario de la Estación GNSS de Rastreo Permanente AY01 en Ayacucho	48

Figura 22: Corrección diferencial con el software TRIMBLE GPS Pathfinder Office, versión 4.10	49
Figura 23: Proceso de corrección diferencial considerando la data recolectada en campo con la data de la estación GNSS de Rastreo Permanente del IGN	50
Figura 24: Reporte de la corrección diferencial con respecto a la precisión lograda con la aplicación del equipo TRIMBLE GEO 7X colector u receptor GPS/GNSS diferencial de mano.....	51
Figura 25: Plano de vectorización de los predios rurales de la UT Huinche producto de la aplicación del equipo GEO 7X	52
Figura 26: Migración de los predios rurales de la UT Huinche con extensión. dxf al aplicativo SICAR.....	54
Figura 27: Predios rurales de la UT Huinche migrados en el SICAR web .DIGESPACR_MIDAGRI	55
Figura 28: Certificado de Información Catastral de un predio rural de la UT Huinche derivado del SICAR WEB administrado por la DIGESPACR_MIDAGRI.....	56
Figura 29: Reporte del SSET respecto al seguimiento del catastro vinculado con el SICAR	57
Figure 30: Reporte del SSET del padrón catastral de los predios rurales de la UT Huinche.....	58

RESUMEN

El presente trabajo, describe la aplicación de las geotecnologías GNSS/GPS y SIG, para el levantamiento catastral de predios rurales en la Unidad Territorial (UT) de Huinche del “Proyecto Catastral La Mar-Chilcas”, distrito de Chilcas, provincia La Mar, Gobierno Regional de Ayacucho. Se centra principalmente en la etapa de linderación predial, que se le puede denominar técnicamente relevamiento catastral, ello implica la captura, proceso y almacenamiento de los datos gráficos, para la configuración del predio y este se complementa con datos alfanuméricos respectivos; también, se realiza el catastro no predial, respecto a las vías de acceso, quebradas, zonas de protección, etc., para esta área intervenida es el caso de la red vecinal afirmada N° 701 y la red vecinal de trocha, la quebrada de Huinchehuaycco que colinda con la UT. Siendo el resultado la generación del catastro rural regional, que después se consolida en la base de datos catastral rural nacional, mediante los aplicativos SICAR_WEB y el SSET, en la actualidad integrados en el sistema interoperable denominado Sistema Catastral Rural (SCR) administrada por la DIGESPACR_MIDAGRI. El GORE Ayacucho, como usuario del sistema, tiene acceso y le permite cumplir su rol de Entidad de Formalización Rural (EFR) para cerrar las brechas al problema de saneamiento físico y legal de la propiedad agraria de 1,409 predios de los agricultores del lugar, considerando que el 95 % de predios de pequeña extensión menores a 1 hectárea, con pendientes moderadas a fuertes; siendo el área total intervenida de 351.9834 hectáreas, asimismo el levantamiento no predial de la infraestructura vial, las quebradas y la posibilidad de determinar las curvas de nivel para representar la realidad física real del recurso suelo, mediante el cual los agricultores puedan ver su terreno con más detalle en el plano obtenido.

Palabras clave: Geotecnologías, Sistema Satelital de Navegación Global, Sistema de Información Geográfica, catastro rural.

ABSTRACT

The present work describes the application of geotechnologies GNSS/GPS y SIG for the cadastral survey of rural properties in the Huinche Territorial Unit (UT) of the “La Mar-Chilcas Cadastral Project”, Chilcas district, La Mar province, Ayacucho Regional Government. It is mainly focused on the property boundary stage, which can be technically called cadastral survey, which involves the capture, processing and storage of graphic data of the property configuration, complemented with the respective alphanumeric data; also, the non-property cadastre is carried out, regarding access roads, streams, protection zones, etc. For this intervened area, it is the case of the affirmed neighboring network N° 701 and the neighboring network of trails, the Huinchehuaycco ravine that borders the UT. The result is the generation of the regional rural cadastre, which was later consolidated in the national rural cadastral database, through the SICAR_WEB and SSET applications, currently integrated in the interoperable system called SISTEMA CATASTRAL RUAL (SCR) managed by DIGESPACR_MIDAGRI. GORE Ayacucho, as a user of the system, has access and allows it to fulfill its role as a Rural Formalization Entity (EFR) to close the gaps to the problem of physical and legal sanitation of the agricultural property of 1,409 properties of local farmers, considering that 95% of small properties of less than 1 hectare, with moderate to steep slopes; the total area intervened was 351. 9834 hectares, also, the non-property survey of road infrastructure, streams, and the possibility of determining the contour lines to represent the real physical reality of the soil resource, through which farmers can see their land in more detail in the plan obtained.

Keywords: Geotechnology, global navigation satellite system, geographic information system, rural cadastre.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad el saneamiento físico-legal y formalización de predios rurales, está a cargo de los gobiernos regionales mediante la ley N° 31145, reglamentada con el D.S. N° 014-2022-MIDAGRI. En aplicación a la función “n” del artículo 51 de la Ley 27867, Ley Orgánica de Gobiernos Regionales; el proceso de formalización se inició en el marco D. Leg. N° 1089, reglamento y modificatoria, estando en la actualidad derogada mediante la Ley 31145.

El catastro rural es un instrumento técnico de gestión para el ordenamiento y desarrollo del ámbito rural, sirve como insumo a la política nacional agraria; su consolidación, administración, estandarización y actualización, esta sistematizada y automatizada en la plataforma informática denominada Sistema Catastral Rural (SCR), su administración es de responsabilidad del Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI) a través de la Dirección de Saneamiento de la Propiedad Agraria y Catastro Rural (DIGESPACR) en coordinación con la Dirección Regional Agraria (DRA) de cada Gobierno Regional (GORE).

La Dirección de Catastro y Formalización Rural (DCFR) de la Dirección Regional Agraria de Ayacucho (DRAA) del Gobierno Regional de Ayacucho, tiene el objetivo de cerrar brechas de titulación de 1,409 predios reportado en la Tabla 1, con un área intervenida de 351.9834 hectáreas en la Unidad Territorial (UT) de Huinche, del Proyecto catastral La Marchilcas. Realizar esta actividad, implica el desarrollo de procedimientos técnicos legales y el uso de instrumentos de formalización como el título de propiedad, logrando la seguridad jurídica de los predios rurales de los agricultores, mediante el registro respectivo ante la Superintendencia Nacional de los Registros Públicos (SUNARP).

El levantamiento catastral (LC) actual es multifinalitario, consistente en el catastro predial y no predial; es decir, un relevamiento respecto a la configuración de los predios rurales, una

topografía que busca la representación del relieve mediante las curvas de nivel, definir las vías de comunicación, las quebradas, ríos, centros poblados, zonas de protección, zonas arqueológicas, etc.; también, considera una base de cuadrículas en coordenadas UTM. Entonces, cuando se realiza un LC se tiene una etapa importante que es la linderación en campo mediante el uso de instrumentos topográficos convencionales con control geodésico o mediante la aplicación de geotecnologías para la captura de datos espaciales respecto a las características de los predios rurales mediante el uso de equipos receptores GNSS/GPS diferencial, con el objeto de generar la cartografía catastral digital, Asimismo, la otra fase muy importante del proceso catastral es el empadronamiento de los titulares, sean poseionarios o propietarios de los predios rurales linderados. El empadronamiento consiste en la colección de datos alfanuméricos en campo de los titulares y características del predio rural a través del llenado de fichas catastrales.

A través de la elaboración del presente trabajo, aplicando los conocimientos adquiridos en los cursos de topografía, fotogrametría, percepción remota, Sistema de Información Geográfica (SIG), ordenamiento territorial e hidrología, hubo que contribuir al procedimiento del levantamiento catastral mediante la aplicación de geotecnologías del Sistema Satelital de Navegación Global (GNSS), Sistema de Posicionamiento Global (GPS) y SIG, para la generación del catastro rural del GORE Ayacucho y la generación de la base de datos del catastro rural nacional en el SCR, administrado por la DIGESPACR_ MIDAGRI.

Tabla 1: Estadística de Levantamientos Catastrales con GPS Ejecutados en la Región Ayacucho

N°	Datum	Proyecto vuelo	Unidad catastral base grafica	Unidad catastral alfanumerico	Unidad catastral vinculados	Predios inscritos	Ejecucion año
1		P081B - 2DA ETAPA	3,500	3,400	3,400	2,500	2,005
		P082B	3,915	4,030	3,891	2,570	2,010
2		P084B	278	279	278	256	2,012
3	WGS84	P165	9,309	9,677	9,107	1,728	2,001
4		PAY2	386	408	383	219	2,002
5		PAY3	2,539	1,970	1,926	1,328	2,003
6		P0501W	1,002	999	999	0	2,008
7		PO502W	1,417	1,417	1,409		2,019
		SUBTOTAL	22,346	22,180	21,393	8,601	

FUENTE: Guía de información de levantamientos catastrales – por proyecto de vuelos

1.1. PROBLEMÁTICA

Si cuestionamos ¿Cuáles son las principales técnicas, métodos y estrategias para el levantamiento catastral de predios rurales que se utilizan en el procedimiento de formalización en la región Ayacucho?, ¿De qué manera las geotecnologías GNSS/GPG y SIG contribuyen en el levantamiento catastral con fines de formalización de predios rurales en la Región Ayacucho? y ¿Cómo influye el método directo de levantamiento catastral en la linderación de predios rurales en la UT Huinche, considerando que el 95 % de predios, son de pequeña extensión menores a 1 hectárea, con pendientes moderadas a fuertes?. Frente a este cuestionamiento, la respuesta provisional sería: Si se aplica las geotecnologías GNSS/GPS y el SIG, entonces se sistematiza y automatiza el levantamiento catastral de los predios rurales, así como de la infraestructura consolidada de uso público por ejemplo la red vial, las quebradas así mismo la posibilidad de determinar las curvas de nivel para representar la realidad física del recurso suelo, mediante el cual los productores agropecuarios puedan ver su terreno con más detalle en el plano catastral obtenido en la UT Huinche del GORE Ayacucho. Siendo este, una Entidad de Formalización Rural (EFR) a nivel nacional, cumplirá su objetivo de consolidar y modernizar el catastro con fines de formalización en forma eficaz y eficiente, permitiendo que los agricultores del lugar alcancen la seguridad jurídica de sus predios rurales en la SUNARP.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo general

Utilizar las geotecnologías GNSS/GPS y SIG mediante el posicionamiento y análisis espacial para determinar su contribución en el levantamiento catastral y formalización de predios rurales, caso de la UT Hinche, proyecto catastral La Mar-Chilcas en la región Ayacucho.

1.2.2. Objetivos específicos

- a. Ejecutar el posicionamiento satelital mediante receptores GNSS/GPS-diferencial con control de precisión en la linderación de predios rurales y del levantamiento de objetos geográficos no prediales.

- b. Ejecutar el análisis espacial de datos espaciales georeferenciados de los predios rurales y objetos geográficos no prediales y su vinculación a datos alfanuméricos del empadronamiento catastral mediante el uso de SIG y su contribución en la generación de la base de datos catastral rural nacional del sistema de Catastro Rural (SCR).

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. GENERALIDADES DE GEOTECNOLOGÍAS

2.1.1. Las geotecnologías como herramientas para el Catastro Rural

Para entender el avance científico y tecnológico del siglo XXI, la geotecnología o Tecnologías de Información Geográfica (TIG), son instrumentos orientados a la gestión de la información geográfica digital, para obtener la representación digital del terreno en modelo ráster y modelo vectorial, usando un conjunto de técnicas y métodos que se caracterizan por el procesamiento automatizado de la información espacial, complementado consideremos la afirmación siguiente:

Se sostiene que las Geotecnologías se extendieron en la década de 1960, como una herramienta que permitió recolectar, manejar y analizar datos georeferenciados. Las llamadas geotecnologías, podría entenderse como una nueva forma de acceder y conceptualizar la realidad a partir de la aplicación de herramientas informáticas, tecnológicas y nuevo conocimiento con el objetivo de ayudar a la toma de decisiones sobre el territorio. Teniendo en cuenta lo anterior, es que la relevancia de las geotecnologías es más de lo que sería la geo informática; es decir, la aplicación computacional destinada al manejo de la información georeferenciada. La revolución tecnológica e industrial en el presente siglo, ha ocasionado avances en la Tecnología de Información y Comunicación (TIC), en relación a la televisión, la informática, la digitalización, la telefonía y la internet; habiéndose generando la aparición de productos como la cartográfica digital, los sistemas de información geográfica, la fotogrametría y teledetección, los Sistemas Satelitales de Navegación Global (GNSS), que han permitido los levantamientos catastrales, mediante la fotogrametría y fotointerpretación con DRONES, con aplicación de GPS complementado con el SIG, los sistemas de escaneo laser aerotransportado, el radar interferómetros y la percepción remota mediante imágenes satelitales. En la actualidad las Geotecnologías o geoprosesamientos (tecnologías de la información geográfica), son una revolución intelectual que utiliza técnicas matemáticas y

computacionales para el tratamiento de la información geográfica que ha ido influyendo cada vez más en las áreas de la ingeniería civil, ciencias agrarias, etc. (Sanchez, 2021).

El conocimiento de TIG, permite a los investigadores, estudiantes, técnicos y profesionales de diversas especialidades hacer uso de software del sistema SIG para dar solución a las diversas exigencias que se presentan en las actividades relacionados a la administración y ordenamiento territorial. Por lo que, se debe hacer énfasis en el aprendizaje y conocimiento de las herramientas geotecnológicas como pilar en las tareas relacionadas con el área de ingeniería, ya que proporciona confianza y seguridad en la toma de decisiones (ver Figura 1) (Sanchez, 2021).

La Geotecnología, se presenta como una nueva visión del espacio geográfico que valoriza el campo de la informática utilizando sistemas del ciberespacio, electrónicos y las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) para el análisis de sistemas físicos y sociales, ampliando su campo de acción en el presente siglo XXI. Desde el punto de vista de los límites en el espacio geográfico, con la sistematización y automatización debida se perfeccionaría la perspectiva cuantitativa de construcción regional (Oropeza y Díaz, 2007). La integración de los diversos sistemas (cartografía computacional, computación gráfica, procesamiento digital de imágenes, modelos digitales de elevación y sistemas de información geográfica) fue logrado dentro del concepto geotecnología. En ese sentido, mediante una serie de trabajos se fue consolidando el concepto y contenido de la geotecnología, donde se presentan un conjunto de herramientas y un campo de reflexión teórica eminentemente interdisciplinario. En la ciencia geográfica no se presentará como herramienta neutra, sino que revaloriza posturas paradigmáticas que permiten su sustento. Además, ha influenciado en otras disciplinas científicas a tal punto que ha revalorizado la dimensión espacial de forma generalizada incluyendo conceptos geográficos fundamentales que permiten “hacer geografía” a los geógrafos. Entonces, ha resultado la geografía global, es decir, la geografía difundida a través de los TIC (Oropeza y Díaz, 2007).

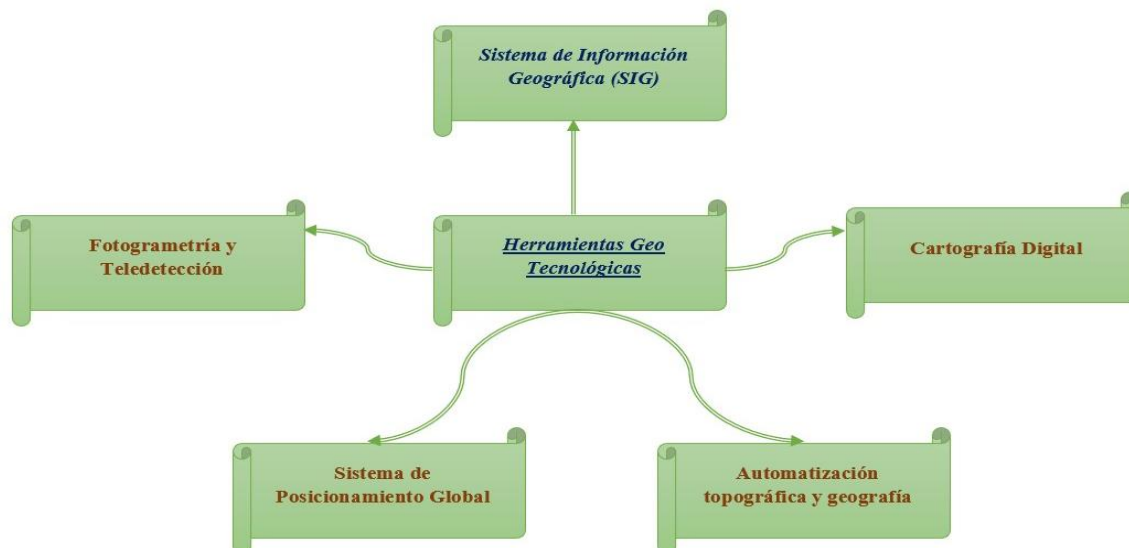


Figura 1: Herramientas geotecnológicas

FUENTE: Sanchez, 2021.

2.2. GENERALIDADES DEL SISTEMA GLOBAL DE NAVEGACIÓN POR SATÉLITE (GNSS) Y SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS)

2.2.1. Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS)

Respecto a los sistemas de navegación global por satélite (GNSS) son tecnologías de información geográfica de mucha importancia en este siglo XXI, porque se aplican en muchas actividades. El Sistema GNSS, está integrado por NAVSTAR GPS (USA), GLONASS (*Russian System*), Galileo (*Consortium of European Governments and Industries*), Compass (*Chenise versión of GPS*) Y IRNSS (*Indian Satellite Navigation System*). En la actualidad los dos sistemas GNSS predominantes son el GPS y GLONASS (Ludovico, 2015).

Los GNSS fueron diseñados para el posicionamiento, velocidad y tiempo a los usuarios ubicados geográficamente en la superficie terrestre. Con la llegada de GPS de Estados Unidos se motivó a otros países desarrollados a tener sus sistemas satelitales para el posicionamiento, tal es así que Rusia creó el sistema GLONASS, la unión europea el GALILEO, China el Beidou, Japón el QZSS y la India con NavIC, existiendo interoperabilidad entre los sistemas GPS, GLONASS y GALILEO (Robles, 2020).

En cuanto a la arquitectura de los sistemas GNSS, su estructura básica de estos sistemas obedece a los de cualquier sistema satelital, consisten en tres segmentos de control: (a) el segmento espacial, (b) el segmento de control y (c) el segmento de usuarios (Ver Figura 2).

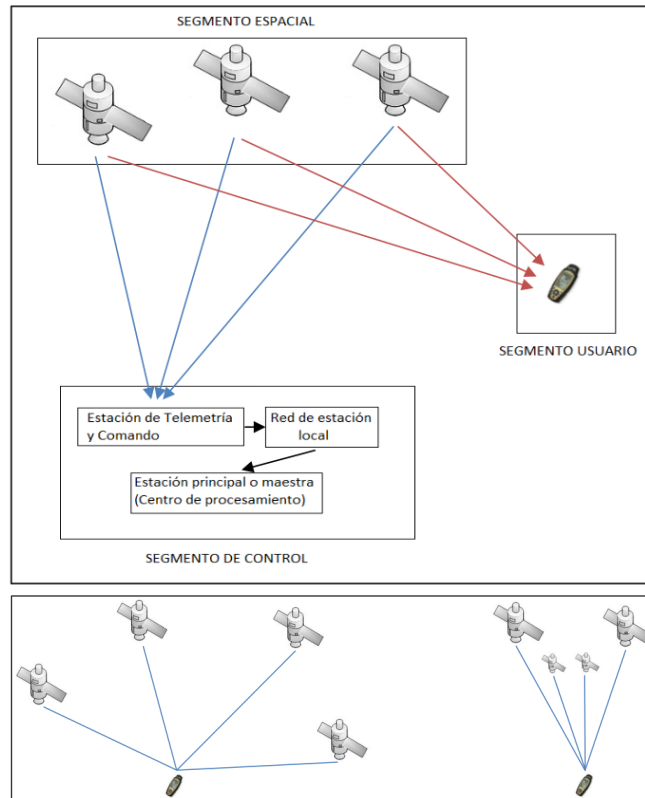


Figura 2: Segmentos de control del GNSS

FUENTE: Robles, 2020.

Una función principal del GNSS, según Robles (2020), es determinar el posicionamiento de un punto en coordenadas UTM, para ello se basa en la medición de distancia del receptor móvil al satélite, para ello se mide la señal electromagnética desde que emite el satélite al receptor mediante relojes atómicos. El receptor calcula la distancia recorrida (r), multiplicando el tiempo que tarda la señal en llegar al receptor por la velocidad de la luz (c), (Ver Figura 3).

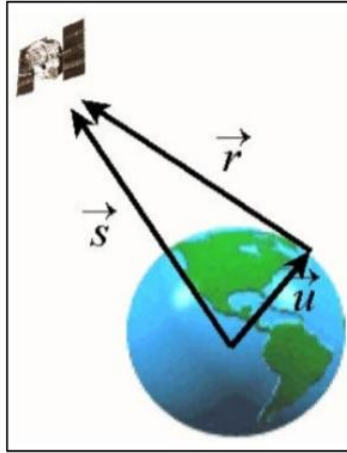


Figura 2-10. Relación entre posición del satélite y usuario [14]

Acorde a la figura anterior, el pseudorango es:

$$r = c\Delta t = c(T_u + t_u - T_s) = d_{real} + ct_u \quad (2.3)$$

$$r - ct_u = \|\vec{s} - \vec{u}\| \quad (2.4)$$

Nótese que t_u sólo depende del receptor y tendrá el mismo valor en las medidas realizadas a cualquier satélite. Cuando se utilizan cuatro satélites se obtienen las siguientes ecuaciones:

$$r = \|\vec{s} - \vec{u}\| + ct_u \quad (2.5)$$

$$\begin{aligned} r_1 &= \sqrt{(x_1 - x_u)^2 + (y_1 - y_u)^2 + (z_1 - z_u)^2} + ct_u \\ r_2 &= \sqrt{(x_2 - x_u)^2 + (y_2 - y_u)^2 + (z_2 - z_u)^2} + ct_u \\ r_3 &= \sqrt{(x_3 - x_u)^2 + (y_3 - y_u)^2 + (z_3 - z_u)^2} + ct_u \\ r_4 &= \sqrt{(x_4 - x_u)^2 + (y_4 - y_u)^2 + (z_4 - z_u)^2} + ct_u \end{aligned} \quad (2.6)$$

con las cuales se puede calcular el estimado de la posición de un usuario. Para simplificar los cálculos y permitir que cualquier tipo de receptor realice los cálculos con cierta rapidez, se linealizan las ecuaciones aproximándolas a un primer orden por series de Taylor, con las cuales se puede calcular el estimado de la posición de un usuario. Para simplificar los cálculos y permitir que cualquier tipo de receptor realice los cálculos con cierta rapidez, se linealizan las ecuaciones aproximándolas a un primer orden por series de Taylor, por ejemplo

$$(r = \rho_0 + \frac{\delta\rho}{\delta x} dx + \frac{\delta\rho}{\delta y} dy + \frac{\delta\rho}{\delta z} dz).$$

Figura 3: Ecuaciones para el cálculo de posicionamiento en base a los sistemas del GNSS

FUENTE: Robles, 2020.

El Instituto Geográfico Nacional (IGN), el 2015, publicó las especificaciones técnicas para posicionamiento geodésico método estático relativo con receptores del sistema satelital de navegación global (*Global Navigation Satellite System, GNSS*), mediante la Resolución Jefatural N° 135-2015/IGN/UCCN, el propósito es establecer las especificaciones técnicas y procedimientos para la realización de trabajos de levantamiento Geodésico mediante el GNSS en el ámbito de los trabajos que se ejecuten en el País. Especificar y definir las propiedades y características a tener en cuenta a la hora de realizar una observación y posterior procesamiento de datos obtenidos con un receptor GNSS, en todas las etapas desde inicio a fin. Es utilizado para denominar al conjunto de sistemas de posicionamiento global por satélite e incluye a los actuales NAVSTAR-GPS, GLONASS y a los nuevos sistemas de la Unión Europea GALILEO, el chino BEIDOU, el japonés QZSS y el Indio IRNSS.

El Instituto Geográfico nacional (IGN) en 2015, establece la Red Geodésica Peruana de Monitoreo Continuo (REGPMOC), siendo un conjunto de estaciones GNSS de referencia de operación continua diseminados estratégicamente en el territorio peruano, considerando el Sistema Geodésico (datum) WGS84 y proporcionan servicios de posicionamiento geodésico a los usuarios mediante datos en su página Web. Se compone básicamente de un receptor GNSS estático que se posiciona de manera permanente en una localidad geográfica conocida, y recolecta datos de posicionamiento las 24 horas del día, todo el año. Estos datos son transmitidos por medio de una red de computadoras hacia un servidor central, en donde estos son almacenados para su uso posterior. La REGPMOC, se basa en la Red Geodésica Geocéntrica Nacional (REGGEN), que está conformada por las Estaciones de Rastreo Permanente (ERP), (ver figura 4), siendo los hitos de orden “0”, “A”, “B” y “C”, distribuidos dentro del Territorio Nacional, los mismos que constituyen bienes del Estado Peruano. El IGN vende la data base para la corrección diferencial a entidades particulares y en forma gratuita a entidades del estado en formato RINEX *Receiver Independent Exchange Format* (Intercambio independiente del receptor), que sirve de intercambio entre receptores independientes. Fichero ASCII con información legible por cualquier software de diferentes marcas.

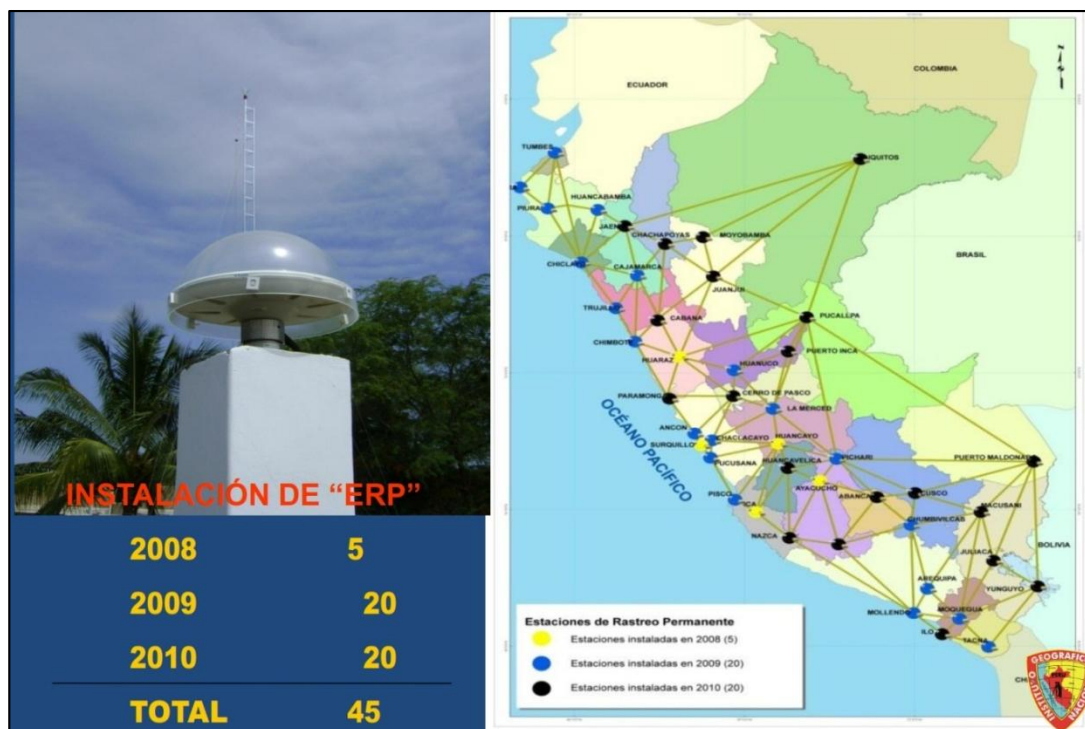


Figura 4: Estaciones GNSS de Rastreo permanente a nivel nacional

FUENTE: IGN, 2015.

2.2.2. Sobre levantamientos catastrales con GPS

Sobre el sistema GPS, la Dirección General del Medio Natural (2003) señala lo siguiente:

La utilización de técnicas GPS en trabajos cartográficos en el medio natural es hoy en día una realidad implantada. Su empleo dentro del sector proporciona soluciones muy satisfactorias en calidad y rendimiento en los diversos trabajos que a continuación se citan:

- Elaboración y actualización de cartografías de deslindes y amojonamientos: dotación de coordenadas a los mojones levantados en un sistema de referencia correctamente definido, permitiendo su replanteo en caso de desaparición, una actualización de las antiguas reseñas, elaboración de planos con rigurosidad métrica, etc.
- Elaboración de otras cartografías relacionadas: levantamiento de diversas infraestructuras de interés a nivel de monte: Contra incendios (puntos de agua, cortafuegos), ganadera (abrevaderos y cerramientos), cartografías de inventarización, rodales, etc.
- Elaboración de cartografías asociadas a propuestas: levantamiento de actuaciones en el medio natural, replanteo de obras y mediciones previas a las certificaciones de los trabajos (replantaciones, tratamientos silvícolas, etc.).

- Georeferenciación de cartografías existentes: permite la gestión de las diversas cartografías mediante un Sistema de Información Geográfica, y la posibilidad de efectuar todo tipo de trabajos de replanteo (en tiempo real).
- Sistemas de control de flotas: permite la localización en tiempo real (pequeño desfase de transmisión de datos) de vehículos relacionados con la vigilancia y defensa del monte (campaña contra-incendios forestales). El sistema G.P.S. consta de tres componentes o sectores básicos:

1. Sector espacial: constituido por la constelación de satélites NAVSTAR cuyas características son:

- 24 (+1) satélites a 20.180 Km de altitud,
- 6 planos orbitales con inclinación de 55°,
- 4 satélites por órbita (periodo 12 h. de tiempo sidéreo),
- Tiempo máximo de observación de un satélite 4 h. 15 min. (considerando una trayectoria cenital y una máscara de elevación de 15°),
- Constan de relojes u osciladores atómicos (4 por satélite) que proveen una frecuencia fundamental de 10,23 MHz.
- Cada satélite emite sobre dos portadoras en la banda L de radiofrecuencias (1GHz-2 GHz), permitiendo determinar el retardo ionosférico por comparación de los dos retardos diferentes:
 - L1: $\lambda = 19,05$ cm., factor = 154, frecuencia = 1575,42 MHz
 - L2: $\lambda = 24,45$ cm., factor = 120, frecuencia = 1227,60 MHz
- Sobre las portadoras se envían por modulación dos códigos (utilizados fundamentalmente para posicionamiento absoluto).

2. Sector de control: constituido por cinco estaciones terrestres de seguimiento regularmente espaciadas en longitud (una central en Colorado Springs y otras cuatro secundarias en Ascensión (Atlántico Sur), Diego García (Indico), Kwajalein (Pacífico occidental) y Hawai (Pacífico oriental) capaces de establecer de manera precisa las órbitas de cada satélite:

- Los datos enviados a la central son procesados, se calculan las efemérides, estados de relojes, etc., y se transmiten y almacenan en la memoria de cada satélite para su radiodifusión.
- Con las efemérides radiodifundidas podemos obtener precisiones de 3-4 ppm.; la posibilidad de utilizar efemérides calculadas a posteriori, efemérides precisas, nos proporcionaría la posibilidad de obtener precisiones mejores de 0,1 ppm., mediante el uso de redes de seguimiento continentales.

3. Sector usuario: constituido básicamente por los instrumentos utilizados para el cálculo de coordenadas; consta fundamentalmente de antena y receptor:

- La antena receptora del aparato tiene la misión de convertir una radiación electromagnética en una corriente eléctrica que contendrá toda información modulada sobre las señales radiadas, enviando está a través de un cable hasta un preamplificador que amplifica la frecuencia de la L1 o L1 y L2, para llegar finalmente a la etapa receptora.
- El receptor recibe tantas señales como el producto del número de satélites en seguimiento (limitado por el N° de canales del aparato) y el número de portadoras presentes (L1-monofrecuencia, o L1 y L2- bifrecuencia). Cada señal es aislada por el receptor, que obtiene mediante el proceso llamado “heterodino”, la llamada frecuencia intermedia “FI” (baja frecuencia que mantiene la fase y modulación de la recibida en alta frecuencia), empleada en el cálculo de las pseudodistancias (pp. 33-35).

2.2.3. Funciones del GPS

El Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 2007 resume el funcionamiento del sistema GPS en 5 pasos principales, entre ellos:

1. Triangulación. La base del GPS es la "triangulación" desde los satélites.
2. Distancias. Para "triangular", el receptor de GPS mide distancias utilizando el tiempo de viaje de señales de radio.
3. Tiempo. Para medir el tiempo de viaje de estas señales, el GPS necesita un control muy estricto del tiempo y lo logra con cierta experiencia.
4. Posición. Además de la distancia, el sistema GPS necesita conocer exactamente donde se encuentran los satélites en el espacio. Orbitas de mucha altura y

cuidadoso monitoreo, le permiten hacerlo.

5. Corrección. Finalmente, el GPS debe corregir cualquier demora en el tiempo de viaje de la señal que esta pueda sufrir mientras atraviesa la atmósfera.

2.2.4. Principales Tipos de Equipos receptores GNSS/GPS

Sobre los diferentes tipos de equipos receptores GNSS/GPS CIAT (2007) afirma lo siguiente:

Para caracterizar todos los tipos de equipos GPS que existen en el mercado es casi imposible hoy en día, dado el gran dinamismo del mercado y el amplio abanico de productos. Además, dicha clasificación puede realizarse por múltiples criterios, como por ejemplo en función de la arquitectura (receptores secuenciales, continuos o múltiplex), en función del método de funcionamiento (correlación de código o análisis de fase de la portadora), o en función de las aplicaciones a las que se destine. Una clasificarán los receptores de acuerdo a la aplicación ya que es el énfasis que, como usuarios del sistema, puede llegar a interesar más. Existen muchas marcas y referencias de receptores GPS. Sin embargo la mayor diversificación es en los equipos de navegación. Las marcas más conocidas en receptores GNSS/GPS de alta y mediana y baja precisión son: Leica, Topcon, Trimble, Geo Explorer, MC-GPS y eTrex- Para aplicaciones GIS, podemos destacar los siguientes tipos de receptores:

- **Receptores de Código C/A Avanzados**

Son receptores que además de analizar el código C/A disponen de lectura (con ciertas limitaciones) de la fase portadora L1. Estos receptores permiten el uso de metodologías diferenciales, en ocasiones bajo la forma de suscripciones a servicios vía satélite como OmniStar® o LandStar®, consiguiendo bajo esta metodología precisiones en torno a 1 m. en tiempo real. Son muy aptos para aplicaciones GIS porque aparte de permitir una precisión compatible con la mayoría de las escalas usadas en GIS (siempre que se usen técnicas diferenciales), permiten el manejo de bases de datos geográficas realizadas por el usuario. Con este tipo de receptores, conectados con ordenadores portátiles y otros dispositivos móviles, es posible tanto capturar como replantear (ubicar coordenadas del plano en el terreno), con una precisión métrica. Ello es posible porque el DGPS vía satélite permite correcciones en tiempo real.

Los dispositivos móviles que se conectan a este tipo de receptores suelen ser PDAs (Personal Digital Assistant), corriendo programas específicos para este tipo de tareas, como ArcPAD™ de ESRI® o Pocket GIS™ de Pocket Systems Ltd®. Dichos programas suelen leer varios tipos de formatos vectoriales (generalmente SHP) y raster, lo que permite una fácil integración de los datos GIS. De esta forma, es posible llevar las bases de datos al terreno y conocer la posición en tiempo real, con una pantalla en color donde ver la cartografía y acceso a bases de datos asociadas. Es como llevar una versión reducida del GIS al terreno. En cuanto a la corrección diferencial, es muy frecuente que ésta sea proporcionada vía satélite mediante suscripción a un sistema de pago. Este tipo de servicio tiene la enorme ventaja de que se dispone de corrección instantánea sin necesidad de montar ninguna estación de referencia, y para casi para cualquier parte del globo en tiempo real. Dicha suscripción suele tener un precio anual de alrededor de 1.400 Euros para precisión métrica y un solo país; también se puede contratar por períodos limitados de semanas, meses o incluso por días avisando por adelantado.

- **Receptores Geodésicos de Doble Frecuencia**

Trabajan con la portadora L1 y también con la L2, lo cual permite disminuir los errores derivados de la propagación desigual de la señal a través de las distintas capas atmosféricas (sobre todo la ionosfera) y resolver un gran número de ambigüedades. Con este tipo de equipos se pueden llegar a precisiones por debajo del centímetro con postproceso para distancias de hasta 10 km y por debajo del metro para distancias de hasta 500 km. Además, con técnicas de postproceso, los receptores bifrecuencia también se usan con correcciones en tiempo real. Para este último caso, lo normal es usarlos junto con algoritmos RTK (Real Time Kinematic), que permiten precisiones centimétricas en tiempo real en combinación con estaciones de referencia. Algunos de ellos son compatibles con sistemas DGPS vía satélite; los servicios de corrección de última generación vía satélite junto con lectores de doble frecuencia permiten llegar hasta precisiones decimétricas en tiempo real, si bien no es muy normal ver este tipo de metodologías junto este tipo de receptores. Este último tipo de receptores son más apropiados para tareas de geodesia y topografía que para aplicaciones GIS, donde generalmente no se necesita bajar del metro de precisión.

2.2.5. Principal Método Diferencial (DGPS) de posicionamiento relativo

Sobre este método se puede apreciar (ver Figura 5), el CIAT (2007) afirma lo siguiente:

Consiste en la utilización de un receptor móvil y una estación (o estaciones) de referencia sobre coordenadas conocidas. La idea básica para comprender el fundamento del DGPS es la utilización de receptores sobre puntos de coordenadas muy bien conocidas; estos receptores (llamados estaciones de referencia o estación base), leen en todo momento las posiciones reportadas por sus observaciones GPS y las comparan con las posiciones teóricas de sus coordenadas conocidas. La diferencia entre las coordenadas conocidas y las coordenadas calculadas mediante el sistema GPS, es el error. La corrección del error, el cual ha sido determinado en la estación base, puede ser aplicado a los otros receptores GPS, conocidos como rover. La corrección de los datos tomados en campo puede hacerse en una etapa de post-procesamiento, en el cual es necesario un software especializado o también pueden corregirse los datos en tiempo real. Este último proceso se llama DGPS en tiempo real y las correcciones vienen proporcionadas por satélites geoestacionarios, los cuales funcionan como “estación base” y cuya señal cubren casi todo el planeta. Servicios de este tipo son OmniStar® o LandStar® y dan servicio a casi cualquier país (salvo las zonas de latitudes muy altas) (p. 21).

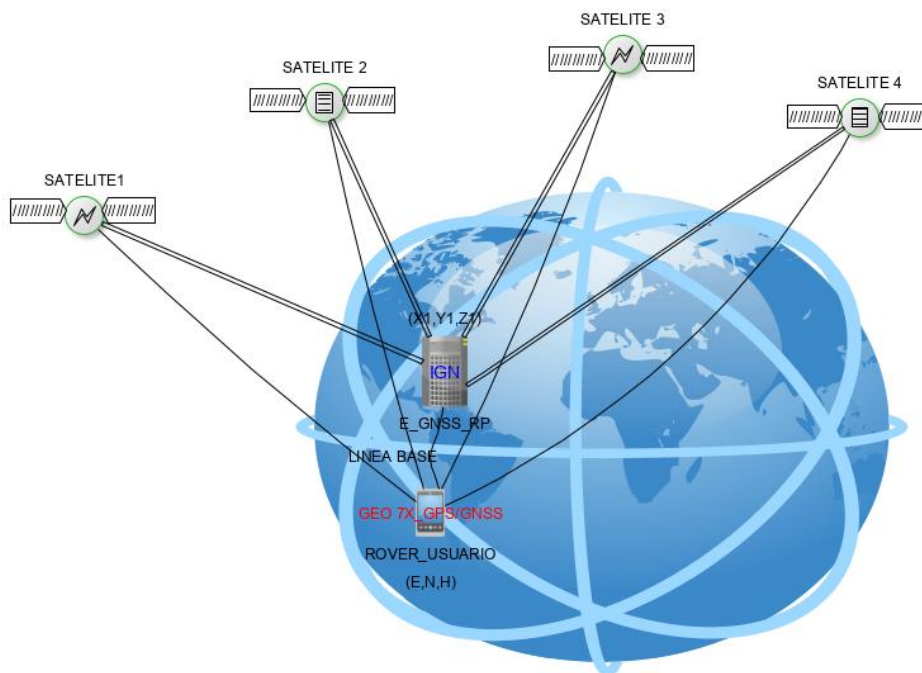


Figura 5: Método diferencial DGPS

FUENTE: IGN, 2015

2.3. GENERALIDADES DE CARTOGRAFÍA

La Cartografía: Es la representación en cartas de la información geográfica del terreno. En este sentido el Instituto Geográfico Nacional (IGN), es el ente rector en cartografía del estado peruano, mediante acto resolutivo aprueba especificaciones técnicas inherentes a la elaboración de cartografía, el cual cito a continuación:

2.3.1. Especificaciones técnicas, consideraciones geodésicas cartográficas

La determinación absoluta de la posición de puntos y elementos que se definen sobre la tierra y su representación gráfica en forma plana, considerando la curva e irregular superficie terrestre y sus características tridimensionales, constituye una problemática matemático física que ha llevado al desarrollo de diferentes soluciones proyectivas. Por adaptarse a la forma y disposición geográfica, nuestro país ha adoptado oficialmente al Sistema de proyección Universal Transversal de Mercator (UTM) para el levantamiento de la Cartografía Nacional en sus diferentes escalas.

2.3.2. Sistema Geodésico Oficial

- a. Sistema conformado por la Red Geodésica Horizontal Oficial y la Red Geodésica Vertical Oficial, por el Instituto Geográfico Nacional (IGN).
- b. Está materializado por puntos localizados dentro del ámbito del territorio nacional, mediante monumentos o marcas.

2.3.3. Red Geodésica Horizontal Oficial

Es la Red Geodésica Geocéntrica Nacional (REGGEN), a cargo del Instituto Geográfico Nacional; la misma que tiene como base el Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas (SIRGAS) relacionado con el elipsoide del Sistema de Referencia Geodésico 1980 –Geodetic Referente System 1980 (GRS80).

La Red Geodésica Geocéntrica Nacional está conformada por los hitos y señales de orden “Cero”, “A”, “B” y “C”, distribuidos dentro del ámbito del Territorio Nacional, los mismos que constituyen bienes del Estado.

2.3.4. Red Geodésica Vertical Oficial

Es la Red Geodésica de Nivelación Nacional, a cargo del Instituto Geográfico Nacional, la misma que tiene como superficie de referencia el Nivel Medio del Mar, conformado por Marcas de Cota Fija (MCF) o Bench Mark (BM).

2.3.5. Elipsoide Geodésico de Referencia

Elipsoide: GRS80 Geodetic Reference System 1980

Datum: Geocéntrico

Semi Eje Mayor: 6 378 137 metros

Semi Eje Menor: 6 356 752,31414 metros

Achatamiento: 1/298,257222101

Para efectos prácticos como elipsoide puede ser utilizado el World Geodetic System 1984 (WGS84), con los siguientes parámetros:

Elipsoide: WGS84 (World Geodetic System 1984)

Datum: Geocéntrico

2.3.6. Sistema de Coordenadas Geográficas

Latitud (φ) Paralelo de Ecuador

Longitud (λ) Meridiano de Greenwich

2.3.7. Sistema de coordenadas planas

X Falso Este :500 000 metros

Y Falso Norte: 10 000 000 metros

2.3.8. Sistema de Proyección Cartográfica

El Sistema de Proyección Cartográfica para la República del Perú es el Sistema Universal Transversa de Mercator (UTM), que es un sistema cilíndrico transversal conforme, secante al globo terráqueo con las características técnicas siguientes para el área intervenida: Zona (uso) 18 Sur, banda L.

2.3.9. Sistema de Codificación

Para la determinación de Código de Referencia Catastral (CRC), que permite identificar los predios rurales geográficamente en la cartografía básica del Perú, se muestra la codificación elaborada por el IGN, media de la hoja escala 1:1 000 (29111233) tomando como base la hoja (291) de la Carta Nacional 1:100 000". (IGN 2012), (ver figuras 6 y 7).

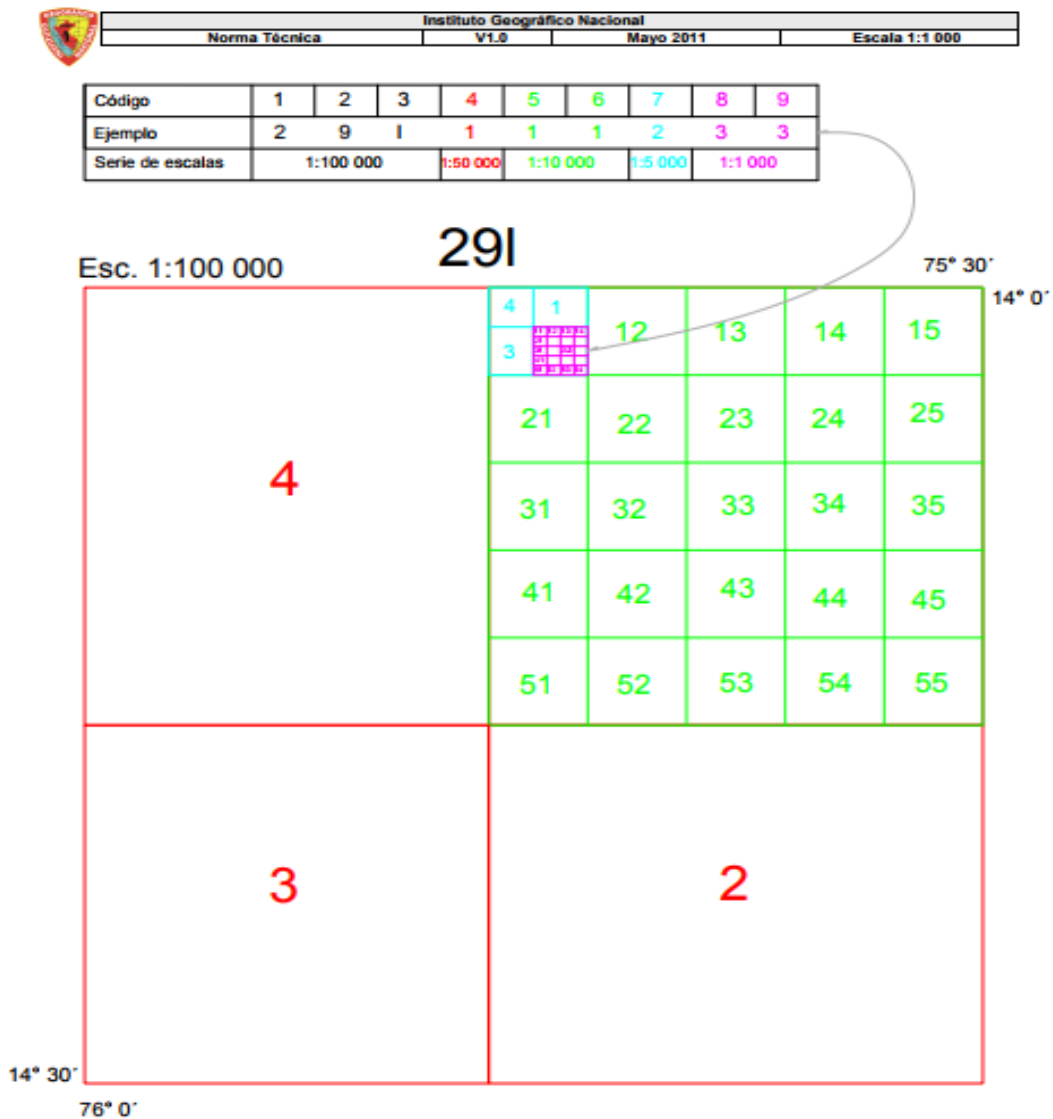


Figura 6: Codificación del IGN que permitirá derivar el Código de Referencia Catastral (CRC) para identificar los predios rurales

FUENTE: IGN, 2011.

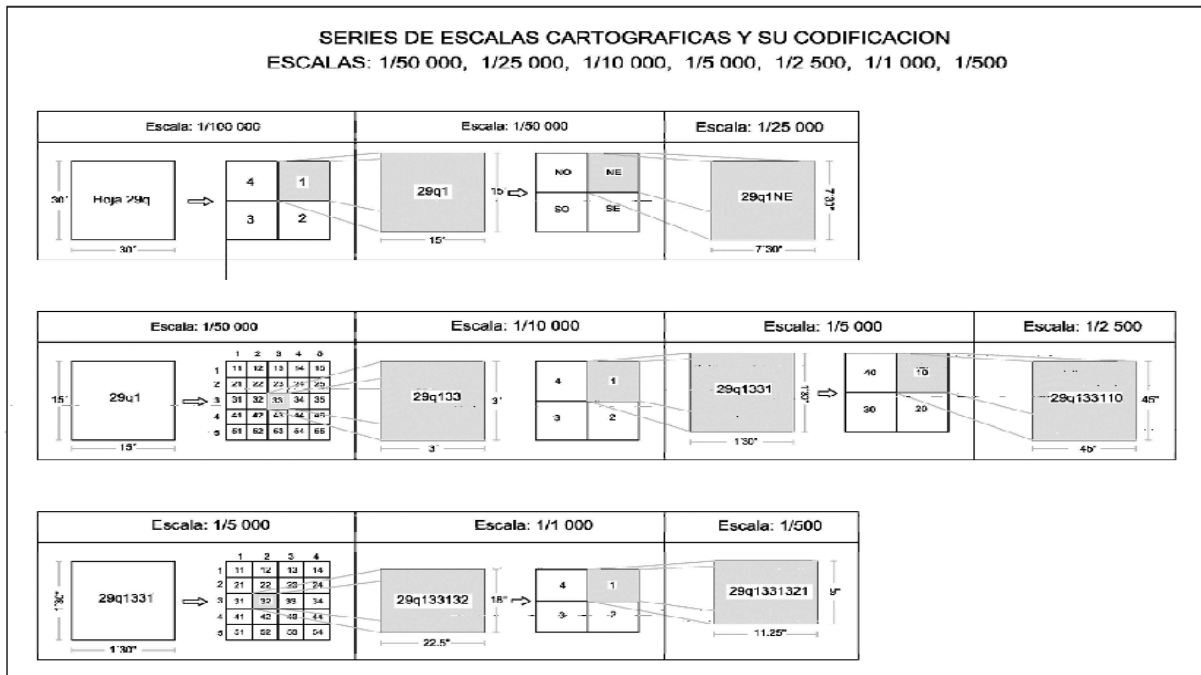


Figura 7: Serie de escalas cartográficas y su codificación del IGN que permitirá derivar el Código de Referencia Catastral (CRC)

FUENTE: SNCP, 2022.

2.4. GENERALIDADES DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)

2.4.1. Definición del Sistema de Información Geográfica (SIG)

En la actualidad existen muchas definiciones de **SIG** y éstas responden a diferentes orientaciones según la perspectiva, circunstancia, aplicación o el punto de vista de sus autores.

Una conceptualización inicial del SIG en 1991, Manguire, Goddchild y Rhind definieron el *SIG* como herramienta de ayuda en la resolución de problemas. De forma general, están compuestos por un conjunto de metodologías, procedimientos y programas informáticos especialmente diseñados para manejar información geográfica (IG) y datos temáticos asociado (Manguire *et al.*, 1991).

El concepto de herramienta hace referencia a que el SIG no es el fin, sino el medio, ya que es una herramienta utilizada para preparar y presentar hechos que ocurren sobre la superficie

terrestre, así que no debemos especializarnos en saber manejar un programa informático, sino en saber cómo aplicar su potencialidad para nuestro beneficio.

En la declaración de los principios en la cumbre de la sociedad de la información que se llevó a cabo en Ginebra (Suiza) en 2003 se expuso el uso del SIG para el catastro, que es una herramienta dinámica de inventario sobre lo que se tiene y dónde. Con esta información se puede hacer una gestión catastral más eficiente, generando múltiples aplicaciones y usos dando principio a un catastro de multipropósito.

En el 2002 como se documentó, la conferencia de Johannesburgo Sudáfrica sobre desarrollo sostenible en el escrito de la Agenda 21, en varios capítulos trata la importancia de la información para la adopción de decisiones, se habla de ampliar el uso de las tecnologías para la observación de la tierra, del Sistema de posicionamiento Global (GPS) y SIG. Con el propósito de generar nuevas modalidades de solidaridad, asociación y antecedentes de cooperación entre los gobiernos mediante la masificación del uso de las Tecnología de Información y Comunicación (TIC) se garantiza el acceso a la información por parte de todos los ciudadanos, con el propósito de mejorar la calidad en procesos de toma de decisiones, para tener una oportunidad de desarrollo económico y sostenible y el acceso al avance de la tecnología de información geográfica mediante el uso del internet (SILO.TIP, 2016).

Los sistemas de información geográfica (SIG) como instrumento de análisis espacial tienen muchas aplicaciones en diferentes campos relacionados como son: El catastro, la planificación territorial, variadas actividades sociales, el manejo y evaluación de fenómenos físicos, los cuales pueden ser estudiados y entendidos de una manera más integral, si se aplican las técnicas de esta interesante herramienta geotecnológica. (Fabio, 2004, p. 25).

Ahora se hará una definición formal de los sistemas de información geográfica (SIG), que se han posicionado como una geotecnología básica, imprescindible y poderosa, para capturar, almacenar, manipular, analizar, modelar y presentar datos espacialmente referenciados. Estos son una categoría dentro de los sistemas de información que se especializa en manejar datos espaciales, con las particularidades y requerimientos que ello

conlleva. Un SIG no es solo un programa de cartografía por ordenador, o un software de tipo CAD (computer - aided design), sino que, además, tiene la capacidad para almacenar grandes masas de información geo referenciada y que se puede hacer análisis que sirven para abordar problemas de planificación y gestión, en la toma de decisiones para el desarrollo. (Jimenez, 2006; p. 25).

Los SIG para catastro, tienen como objetivo principal integrar y mantener actualizada la información relativa a las características cuantitativas y cualitativas de los bienes inmuebles ubicados dentro de un territorio, sea municipal o regional, además de permitir tener una distribución temática de las características específicas de cada uno de los predios, como son: superficie del predio, medidas perimétricas, superficie de construcción, servicios, etc. Todo ello es aplicable al control de la jurisdicción territorial, la localización del uso del predio y sirven de base para la determinación del diseño Urbano (Rodríguez, 2014).

2.4.2. Componentes de un Sistemas de Información Geográfica (SIG)

Los SIG para los geógrafos es una ciencia, para el resto de nosotros es una herramienta geotecnológica o tecnología de información geográfica. Esta combinado con 6 componenetes, que se organizan para analizar, manipular, procesar, almacenar, generar y visualizar todo tipo de información referenciada geográficamente; es decir, georeferenciada, (ver Figura 8), estas son:

- **Plataforma computacional:** Viene definido por el **Software y el Hardware**.
- **Datos descriptivos y espaciales:** Los datos son una abstracción de la realidad y se los almacena como códigos digitales de base de datos gráficos y alfanuméricos.
- **Métodos de análisis:** Los métodos son procedimientos independientes o normas para llevar a cabo diferentes tareas relacionadas con el diseño, creación y funcionamiento de los SIG.
- **Organización de personas especializadas:** La organización de personas está conformado por operadores capacitados para gestionar la información geográfica.
- **Cuerpo de ideas:** El cuerpo de ideas que se esconde detrás del SIG es el conjunto de ciencias y procesos, etc. que determinan el avance, el desarrollo y uso de los SIG.
- **Redes:** Las redes informáticas, permiten la comunicación y cooperación de la información de forma rápida y eficaz ya sea en el Internet o en el Intranet de la organización



Figura 8: Componentes de un Sistema de Información Geográfica (SIG)

FUENTE: Gomez, 2013.

2.5. GENERALIDADES DEL CATASTRO

En el seminario sobre catastro inmobiliario en Cartagena 2006, se expuso que el catastro es un instrumento de gestión, que se utiliza en la incorporación de operaciones técnicas y administrativas para la optimización en el procesamiento, utilización y divulgación de la información relacionada con la propiedad inmueble. Así el catastro nacional dejó de ser una entidad censal de predios para convertirse en una fuente de información estratégica que contribuye en la toma de decisiones y la definición de políticas públicas mediante la presentación de la distribución y dinámica territorial, que son producto del ejercicio de la planificación y ordenamiento del territorio y de cambios propios de la actividad social y económica poblacional mediante la intervención del estado (Gomez, 2013).

El Sistema Nacional Integrado de Información Catastral Predial (SNCP) el año 2008, publicó la resolución N° 01-2008-SNCP/CNC, de fecha 29 de mayo del 2008, Esta resolución aprueba 09 Políticas Catastrales y 08 principios catastrales, que son de cumplimiento obligatorio para las entidades generadoras de catastro, tal es el caso de los gobiernos regionales del Perú. Además, comunica que en consideración a la Ley N°28294, promulgada el 20 de Julio del 2004, se creó el SNCP, estableciéndose que la Secretaría Técnica del

SNCP, que se convierte en el órgano normativo, fiscalizador y evaluador de las actividades catastrales a nivel nacional. Esta ley, obliga a las entidades generadoras o relacionadas con el catastro y notarias a interconectarse con los Registros Públicos en tiempo real a fin de ofrecer esta información a los usuarios. Esta Ley se reglamenta mediante el Decreto Supremo N° 005-2006-JUS de fecha 3 de febrero de 2006.

SNCP (2012) publica la resolución N° 01-2012-SNCP/CNC, de fecha 26 de diciembre del 2012, donde resuelve aprobar el Manual de Levantamiento Catastral Rural, Protocolo de Actuación en el Levantamiento Catastral, Mantenimiento Catastral, Actualización Catastral y Estándares Cartográficos Aplicados al Catastro, que deberán cumplir las Entidades Generadoras de Catastro del Perú. Dichas entidades son las responsables de la correcta aplicación y cumplimiento de lo dispuesto por la presente resolución de acuerdo a su competencia.

SNCP (2018) comunica que mediante el Decreto Supremo N°005-2018-JUS de fecha 30 de marzo del 2018, modifica el Reglamento de la Ley N°28294. En este sentido el SNCP es el ente rector de la gestión catastral a nivel nacional del estado peruano.

SNCP (2020) publica la resolución N° 01-2020-SNCP/CNC, de fecha 11 de noviembre del 2020, donde resuelve Disponer la modificación del Formato e Instructivo de la Ficha Catastral Rural, aprobados mediante Resolución N° 001-2007-SNCP/CNC, que aprueba la Directiva N° 001-2007-SNCP/CNC: Formatos e Instructivos de las Fichas Catastrales, según los Anexos que forman parte integrante de la presente Resolución.

El Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI), el año 2019, emite normas para el adecuado saneamiento físico legal de la propiedad rural a nivel nacional, que son ejecutadas por los gobiernos regionales a través de sus entes de formalización regional. En tal sentido se publicó el Manual del Levantamiento Catastral de Predios Rurales de MIDAGRI, aprobado mediante la R.M. N° 042-2019-MINAGRI, compatible con el Manual de Levantamiento Catastral Rural del SNCP, para los procesos de formalización, generando información espacial que debe cumplir con estándares para que se encuentre ordenada, sea interoperable y se mantenga actualizada, con protocolos que aseguren su sostenibilidad, solo

de esa manera permite mejorar la toma de decisiones para reducir las brechas de acceso a la propiedad rural y planificar una correcta intervención en el territorio, además que contribuirá con otros procesos que se ejecuten en estos espacios, como la zonificación forestal, el ordenamiento territorial entre otros.

El MIDAGRI (2022), publica la Resolución Ministerial N° 0167-2022- MIDAGRI de fecha 04 de mayo del 2022, donde resuelve aprobar el "Catálogo de Objetos y Símbolos Geográficos del Catastro Rural Nacional", cuyas disposiciones tienen por finalidad ordenar, estandarizar y normalizar la estructura que contiene las definiciones y descripciones de los objetos geográficos, sus atributos, dominios y relaciones, así como la representación gráfica (símbolos) de la información espacial del catastro rural nacional. Además, son de alcance nacional y de cumplimiento obligatorio por las direcciones regionales de agricultura o unidad orgánica que haga sus veces de los Gobiernos Regionales a cargo de la función establecida en el literal n) del artículo 51 de la Ley N° 27867, Ley Orgánica de Gobiernos Regionales, así como constituye un documento de consulta obligatoria para las instituciones públicas y privadas que generan y utilicen información espacial de catastro rural en el país. Lo resuelto, es en consideración al Decreto Legislativo N° 1288, que modifica la Ley N° 28294, Ley que crea el Sistema Nacional Integrado de Catastro y su vinculación con el Registro de Predios, incorpora al Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego como integrante de este sistema; asimismo, en su cuarta disposición complementaria declara de interés nacional el desarrollo del Catastro Multifinalitario visualizado a través de una Infraestructura de Datos Espaciales de alcance nacional a la cual todas las entidades de los distintos niveles de gobierno brindarán el apoyo necesario para su implementación.

El MIDAGRI (2022), señala que es importante consolidar una base de datos espacial (gráfica) y tabular (alfanumérica), oficial del catastro rural nacional administrada por MIDAGRI, por ello, ha elaborado el Catálogo de Objetos y Símbolos Geográficos del Catastro Rural Nacional con el propósito de unificar la información catastral del país. El Catálogo de Objetos y Símbolos Geográficos es un documento técnico que contiene las definiciones y descripciones de los tipos de objetos geográficos del catastro rural, sus atributos, relaciones y simbologías. Su implementación será un trabajo articulado entre la Dirección General de Saneamiento de la Propiedad Agraria y Catastro Rural (DIGESPACR) del MIDAGRI, en cumplimiento a su función de administrar la base de datos del catastro

rural a nivel nacional y, los Entes de Formalización Regional de los Gobiernos Regionales, responsables de los procedimientos derivados de la función específica del literal n) del artículo 51 de la Ley N° 27867, Ley Orgánica de Gobiernos Regionales.

MIDAGRI (2022) se publicó el reglamento D. S. N° 014-2022-MIDAGRI de fecha 27 de julio del 2022 de la Ley N° 31145, Ley de saneamiento físico-legal y formalización de predios rurales a cargo de los gobiernos regionales de fecha 27 de marzo del 2021, considerando las etapas del procedimiento de saneamiento físico-legal y formalización de predios rústicos de propiedad del estado y particular; siendo una etapa imprescindible el levantamiento catastral, que consiste en el empadronamiento y linderación de los predios rurales para la elaboración de la base de datos gráfica y alfanumérica, generando los certificados de información catastral correspondiente con fines de titulación.

El MIDAGRI (2022), publica la Resolución Ministerial N° 0332-2022-MIDAGRI de fecha 05 de agosto del 2022, donde resuelve autorizar el funcionamiento del "Sistema Catastral Rural-SCR", cuya administración a nivel nacional, se encuentra a cargo de la DIGESPACR del MIDAGRI. También, disponer, en el marco de la rectoría en materia de saneamiento físico - legal y formalización de la propiedad agraria, la obligatoriedad del uso y registro de la información de las procedimientos administrativos y servicios catastrales que correspondan en el SCR por parte de las Direcciones Regionales de Agricultura o la que haga sus veces en los Gobiernos Regionales, que tenga a su cargo los procedimientos derivados de la función transferida de conformidad con el literal n) del artículo 51 de la Ley N° 27867, Ley Orgánica de Gobiernos Regionales.

2.5.1. Definición de catastro multifinalitario

El catastro ortodoxo, es el registro o inventario técnico, actualizado y clasificado de la propiedad inmobiliaria de predios rurales y urbanos, en la que se establece la correcta identificación de los aspectos físico-geométricos, jurídicos, económicos (valorativos) que lo definen y constituyen.

El sistema SNCP, mediante el Decreto Supremo N°005-2018-JUS, desarrolla de manera amplia los postulados de la Ley N° 28294; se plantean los procedimientos técnicos para la

generación del catastro multifinalitario; la cartografía catastral digital; la base de datos catastral gráfica y alfanumérica; la publicidad catastral; el diseño de la plataforma informática catastral para la interconexión entre las instituciones y el ciudadano; así como se establecen los campos con datos fundamentales de la hoja informativa catastral y del certificado catastral, precisando que el catastro multifinalitario es un instrumento de gestión de desarrollo territorial, social, económico y cultural, que se viabiliza mediante una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) y se alimenta de manera continua con el aporte de información de cada uno de los actores comprometidos con la información catastral precisa, detallada y actualizada del territorio, mediante un esquema interinstitucional colaborativo, permitiendo entre otros usos, la integración de información física y jurídica de los predios que garantice la seguridad jurídica (SNCP, 2018).

El catastro es el procedimiento de inventario sistematizado, automatizado y a detalle de toda la información predial y no predial, existente en un espacio territorial determinado; sea este nacional, regional y municipal en su componente urbano y rural; mediante la descripción tabular y gráfica georeferenciada de los objetos geográficos culturales y naturales, con identificación universal indudable, que permita obtener una información territorial estructurada para su uso multifinalitario (Rosas, Rojas y Herrera, 2018).

El catastro actual multifinalitario (multipropósito), se ha convertido en un instrumento útil para la planeación del desarrollo y la gestión sostenible del territorio, y a partir de éste, el gobierno, de forma equitativa gestiona y distribuye sus recursos. Este sirve como instrumento para el ordenamiento del territorio suministrando una base con información de distribución de la propiedad, su ocupación y valoración; información tanto cartográfica como alfanumérica, que actualmente se provee en formato digital y de manera georeferenciada. Esta información es útil para el diseño, ejecución y revisión de los Planes de Ordenamiento Territorial (POT), especialmente en el momento de definir el uso del suelo. De igual forma, dicho instrumento contribuye al saneamiento, titulación, registro y seguridad jurídica de la propiedad inmueble, la cual permite consolidar los precios de la tierra, brindar políticas de protección de tierras a la población desplazada, extinción de dominio, en la prevención y atención de desastres, entre otros.

Este catastro multifinalitario tiene varios objetivos como son:

- 1) Apoyo a los procesos de planeación del desarrollo municipal, apoyo a la gestión ambiental y de dotación de infraestructura económica y social, los cuales constituyen el soporte para la prestación de servicios públicos, aspectos importantes para la identificación del patrimonio local.
- 2) De igual manera, se puede hacer un seguimiento y evaluación de los precios de la tierra y en general de la dinámica del mercado inmobiliario.
- 3) Sirve de apoyo al censo general de población, mediante la generación de información predial digital, los cuales se usan de base para la georeferenciación de la información recolectada.
- 4) Dan soporte fundamental para la estratificación rural, mediante el cálculo de la Unidad Agrícola Familiar (UAF).
- 5) Generan también apoyo al desarrollo de las políticas y programas públicos, (desplazados, desastres naturales, protección de parques, etc.) Siendo así, es pieza clave para adelantar los programas de saneamiento y titulación de la propiedad a escala rural y urbana.

En conclusión, este tipo de catastro moderno, como herramienta nos facilita el proceso de toma decisiones que hace la administración pública con focalización de carácter del medio social y medio físico, con el propósito de mejorar la calidad de vida de la población con una sostenibilidad social y ambiental viable.

El catastro es un registro administrativo dependiente del Estado en el que se describen los bienes inmuebles rústicos, urbanos y de características especiales. Entre las características del catastro podemos encontrar que es un registro estadístico para determinar la extensión geográfica y riqueza de alguna demarcación y que en materia hacendaria es un apoyo para determinar el cobro de las imposiciones del estado, según lo manifestado en los registros.

¿Para qué sirve el catastro multifinilario?

La referencia catastral permite la localización de los bienes inmuebles en la cartografía catastral. Gracias a la referencia catastral se sabe con exactitud de qué bien inmueble se trata en los negocios jurídicos (compra-ventas, herencias, donaciones, etc.), no confundiendo unos bienes con otros.

A través de la referencia catastral se proporciona una mayor seguridad jurídica a las personas que realicen contratos relativos a bienes inmuebles, constituyendo una herramienta eficaz de lucha contra el fraude en el sector inmobiliario.

2.5.2. Tipos de catastro

La creciente complejidad de la vida municipal ha ido estableciendo, técnica y conceptualmente, una distinción de las actividades catastrales, reconociéndose dos tipos de catastro: El rural y el urbano.

El catastro urbano tiene como propósito principal la ubicación y registro de bienes inmuebles de uso múltiple. Además, es más complejo debido a que el uso de los predios y construcciones es más diverso, lo que permite que la propiedad inmobiliaria se destine a fines industriales, comerciales, residenciales y uso común. También, el catastro urbano es el inventario de los bienes inmuebles de la ciudad (debidamente actualizado y clasificado), con el objeto de lograr su correcta identificación física, jurídica, fiscal y económica.

El organismo encargado de la planeación urbana requiere de información general de:

- a. Uso de suelo, topografía, hidrografía y geología.
- b. Densidad, condición y evolución de las edificaciones.
- c. Capacidad y servicio del sistema vial.
- d. Localización de las actividades de la población (comercios, oficinas, industrias, escuelas, parques, etc.)
- e. Uso del terreno (comercial, residencial, industrial, edificios públicos, superficies de aguas, terrenos sin construir, etc.)
- f. Vivienda (descripción de los elementos de calidad, edad, conservación y valor).
- g. Industria (localización, tamaño, producción y contaminación)
- h. Población (migración, origen, densidad por vivienda, salud, educación, ocupación, etc.).

El catastro rural se orienta a la captación y sistematización de información sobre los predios rurales de los municipios, con dos propósitos: Detectar los usos productivos del suelo rural y ubicar a los propietarios de los predios rurales.

En el catastro rural, lo importante es destacar la utilidad productiva del suelo en materia agropecuaria, razón por la cual las construcciones, aunque tomadas en cuenta, no tienen el mismo interés que los predios urbanos. Este tipo de catastro proporciona una serie de catálogos municipales de los predios rurales. En caso de que sean necesarias acciones de regularización, se hacen las revisiones y dictámenes correspondientes por las autoridades.

Para el caso peruano, en la revista El Geógrafo 2015 del IGN, se expone que el SNCP, es un Sistema que se encargara del catastro multifinalitario, que simplifica, estandariza y optimiza los procesos catastrales, para convertirse en un catastro automatizado y moderno, el cual almacena registros descriptivos y gráficos de una realidad física indispensable para la planificación del desarrollo del país.

2.5.3. Componentes del Catastro Multifinalitario

Los componentes, (ver Figura 9), que se consideran para el catastro son los siguientes:

- Aspectos físico-geométricos: Comprende la cartografía catastral predial y cartografía básica no predial. Además, la Infraestructura de edificaciones, vial, hidráulica y de servicios: educativa, salud, saneamiento, etc.
- Aspectos económicos: Comprende la valuación de terreno y edificaciones; asimismo, equidad en recaudación de impuesto predial
- Aspectos Jurídicos: Comprende seguridad jurídica de tenencia de tierras y el control del tráfico inmobiliario.
- Aspectos de planificación: Comprende (1) socio-económico y cultural; (2) ambiental, con respecto a la ZEE, OT, temáticos en uso de suelos y de susceptibilidades; también, la identificación de riesgos naturales y antrópicos; (3) político, respecto a la demarcación territorial, obras y servicios públicos
- Aspectos Geotecnológico: Comprende el uso de geotecnologías. Como el SIG de vanguardia y su relación con la teledetección, GNSS, fotogrametría; además, la Infraestructura de Datos Espaciales IDE y el uso de la tecnología de la comunicación de INTERNET e INTRANET para la interoperabilidad del catastro electrónico (eCATASTRO) y el gobierno electrónico (eGOBIERNO).

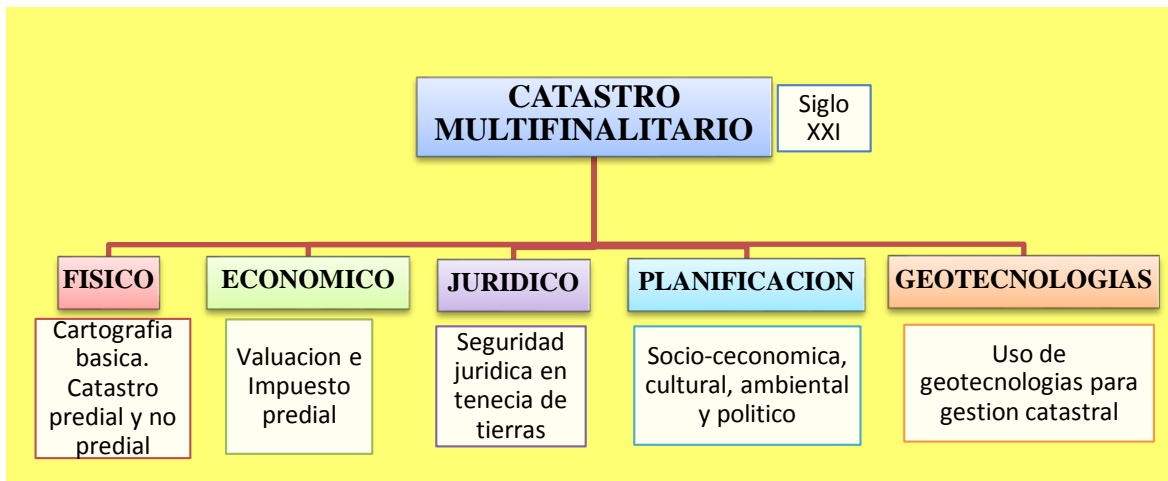


Figura 9: Visión de componentes del catastro multifinanciero

FUENTE: Instituto Lincoln, 2013.

III. DESARROLLO DEL TRABAJO

3.1. UBICACIÓN DE LA UNIDAD TERRITORIAL HUINCHE

3.1.1. Ubicación Política y geográfica

La Unidad Territorial (UT) Huinche, del Proyecto Catastral La Mar-Chilcas, está ubicado políticamente en el distrito de Chilcas, provincia de La Mar, Gobierno Regional de Ayacucho. En este ámbito geográfico, se describe la aplicación de las geotecnologías para el levantamiento catastral de los predios rurales individuales de la población rural con fines de formalización. Ver mapa de ubicación (Ver Figura 10).

La Unidad Territorial Huinche se encuentra en el cuadrángulo de las coordenadas Proyección UTM zona 18 SUR, Datum WGS 84: 622000 m-E al 626000m-E y 8539000 m-N al 8543000 m-N, altimétricamente se encuentra en promedio a 3,400 m.s.n.m. Ver imagen de ubicación del área de estudio en el aplicativo SICAR (Ver Figura 11).

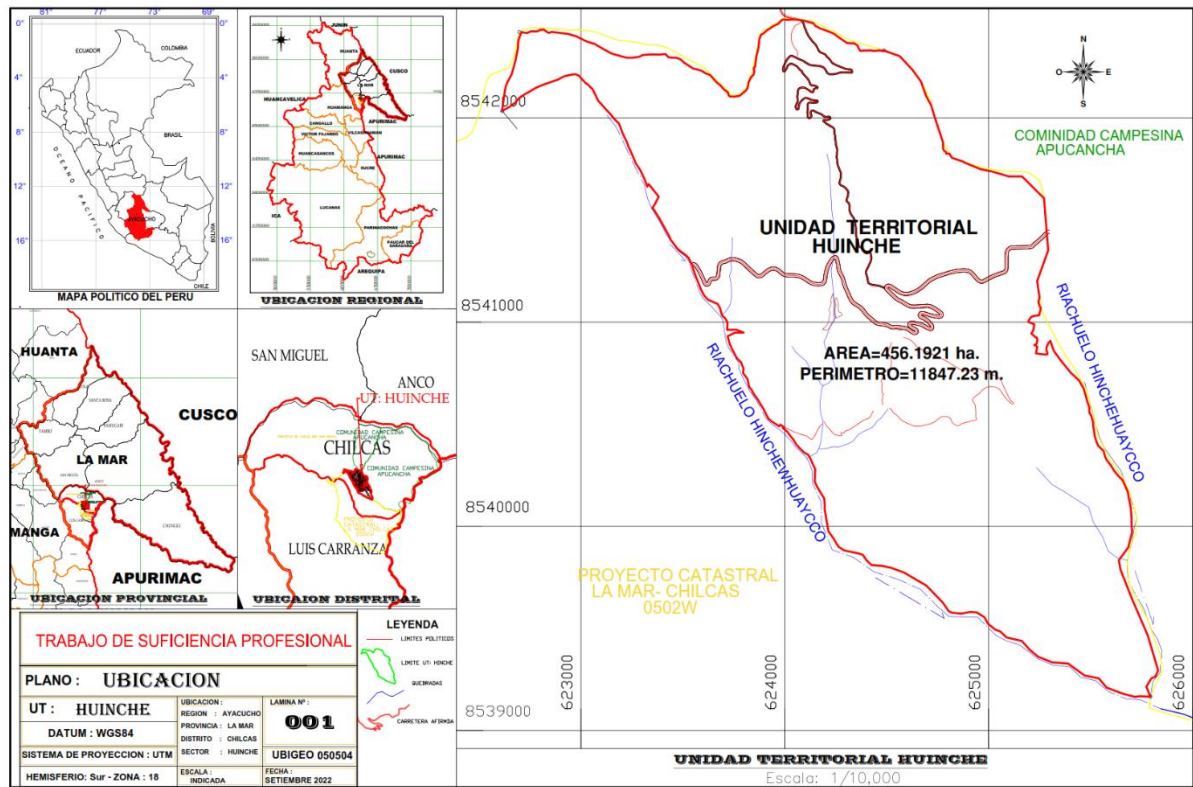


Figura 10: Mapa de ubicación del proyecto catastral de la Unidad Territorial de Huinche, distrito de Chilca, provincia La Mar de la Región Ayacucho

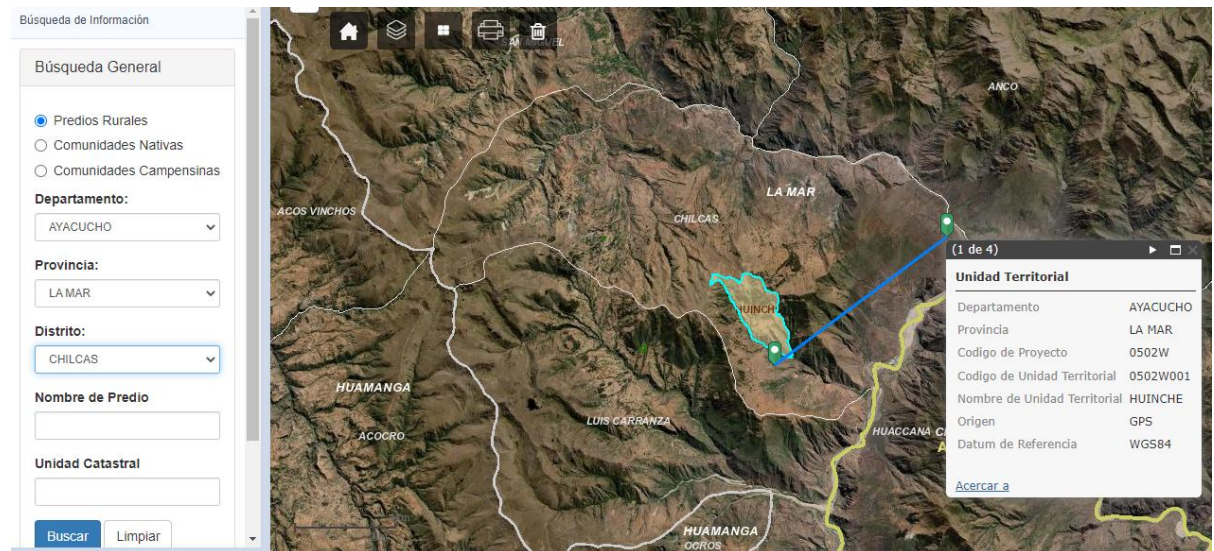


Figura 11: Imagen de la ubicación de la unidad territorial objeto del levantamiento catastral UT Huinche_ proyecto catastral La Mar- Chilcas provincia La Mar, región Ayacucho

FUENTE: Aplicativo SICAR_DIGESPACR_MIDAGRI.

3.1.2. Accesibilidad

El proyecto es accesible por la Carretera asfaltada, desde la ciudad de Huamanga hasta el Centro Poblado de Tambo, se continua hasta el Centro poblado de San Miguel capital de la provincia de la Mar. Luego se accede al poblado de Chilcas, mediante una carretera afirmada, finalmente se llega al sector Huinche mediante la red vecinal afirmada N° 701. En total se realiza 4 horas de viaje en camioneta desde la ciudad de Huamanga.

3.2. METODOLOGÍA DIRECTA PARA EL LEVANTAMIENTO CATASTRAL

El presente trabajo describe la metodología directa de ejecución con aplicación de las geotecnologías GNSS/GPS diferencial y SIG, evaluando el proceso de levantamiento catastral de predios rurales en la UT Huiche con fines de saneamiento físico y legal de la propiedad agraria con aplicación del método que se describe mediante las fases de empadronamiento y linderación según el Manual del Levantamiento Catastral de Predios Rurales de MIDAGRI aprobado mediante la R.M. N° 042-2019-MINAGRI, del 2019; asimismo, según aplicación del Manual del Levantamiento Catastral Rural del SNCP, aprobado mediante la Resolución N° 04-2012-SNCP/CNC del 2012 (ver figuras 12 y 13).

3.2.1. Empadronamiento

Se evaluó el levantamiento de datos alfanuméricos de los predios rurales, con respecto a la condición jurídica; es decir, al poseedor o propietario. El técnico de campo, empadrona con una ficha catastral rural oficial a nivel nacional, aprobada por el SNCP (ver Figura 15), mediante Resolución N° 01-2020-SNCP/CNC y la correcta digitación en el SSET (ver Figura 14). También, considera el Manual del Levantamiento Catastral de Predios Rurales de MIDAGRI para su llenado. Básicamente esta información de campo, consiste en:

- Identificar a las personas que se encuentran en posesión del predio,
- Verificación y acreditación in situ de la condición jurídica del predio, caso de posesión o propiedad,
- Recopilar la documentación de identidad de los mismos, además de las pruebas de la posesión o propiedad y otros documentos del predio,
- Para el caso de propietarios, se identifica y recaba los títulos de propiedad no inscritos. Se precisa que todos los predios rústicos que se encuentren dentro de la Unidad Territorial de Huinche debidamente delimitados, fueron empadronados, independientemente de contar o no con explotación económica, para efectos de elaborar

la respectiva base de datos alfanumérica del catastro.

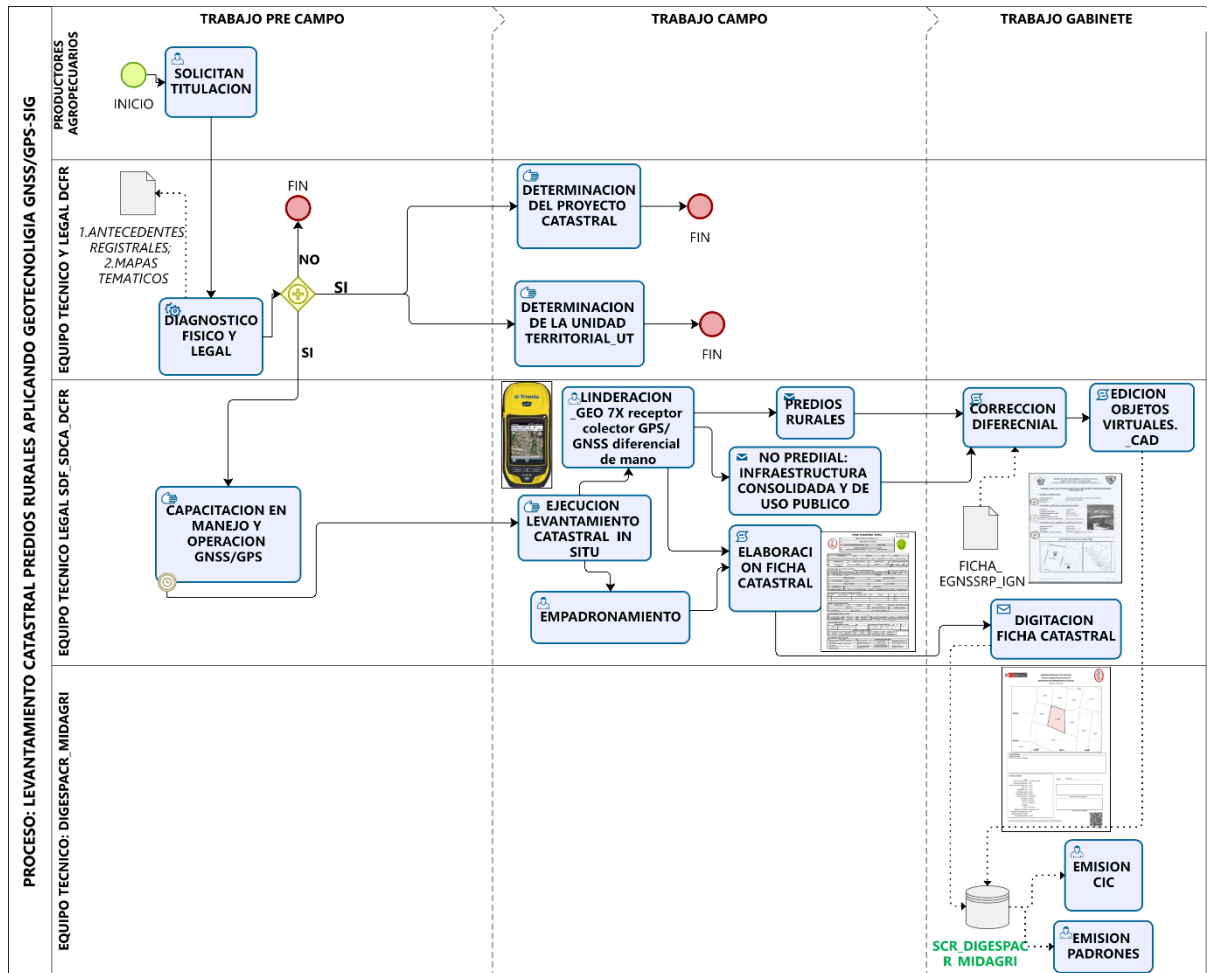


Figura 12: Flujograma del Proceso del Levantamiento Catastral con aplicación de las geotecnologías GNSS/GPS y SIG

FLUJOGRAMA DE LEVANTAMIENTO CATASTRAL CON GPS/GNSS DIFERENCIAL

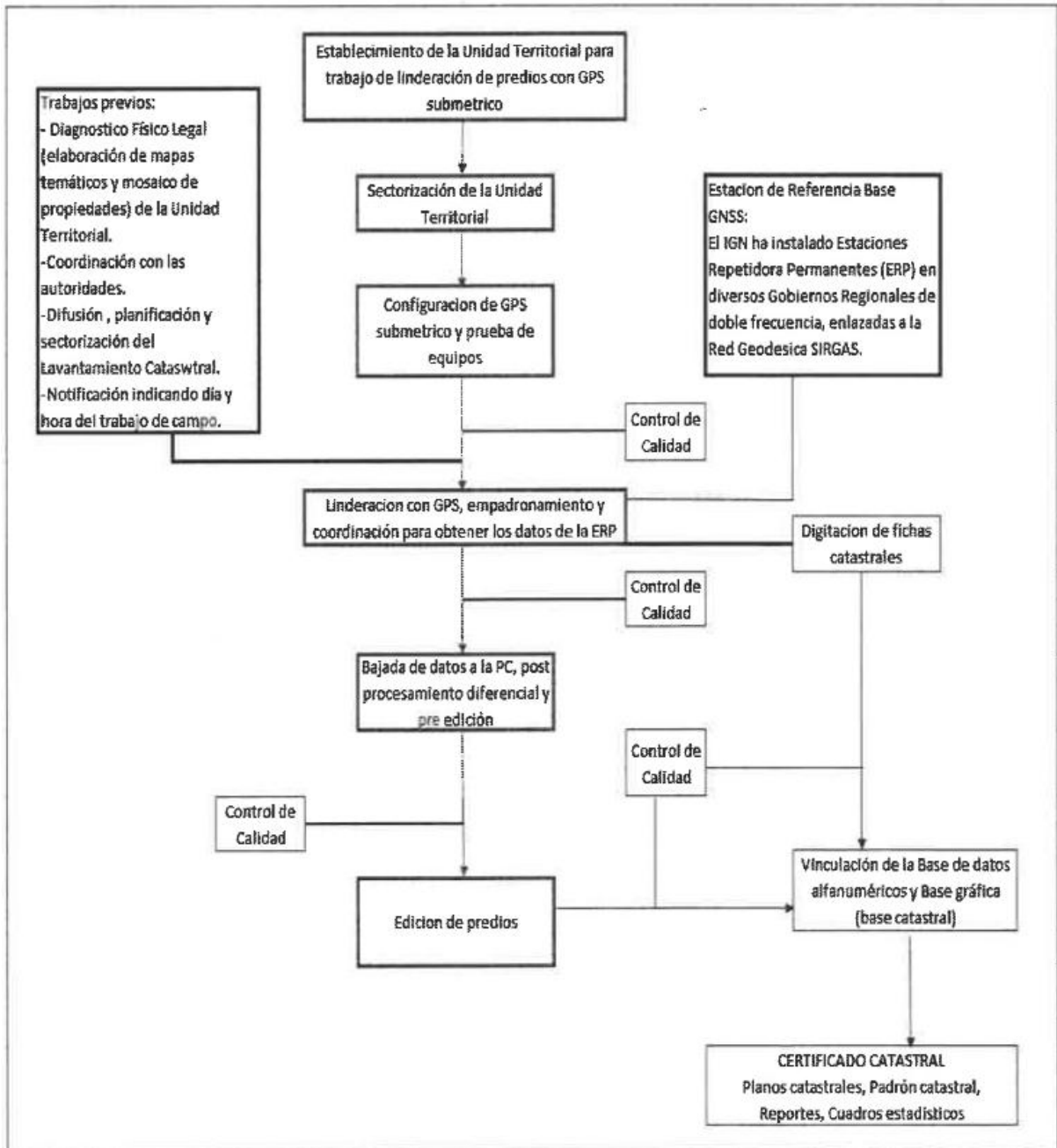


Figura 13: Flujoograma del levantamiento catastral, método directo con aplicación de la geotecnología

FUENTE: MIDAGRI, 2019.

FICHA CATASTRAL RURAL

NÚMERO DE FICHA

01	CÓDIGO ÚNICO CATASTRAL- CUC		
02	CÓDIGO HOJA CATASTRAL		
03	CÓDIGO DE CONTRIBUYENTE DE RENTAS	04	CODIGO PREDIAL
05	CÓDIGO DE REFERENCIA CATASTRAL RURAL		
ZG	UNIDAD ORGANICA CATASTRAL RURAL		UNIDAD CATASTRAL

UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL PREDIO												
06	DEPARTAMENTO	07	PROVINCIA	08	DISTRITO							
09	PROYECTO CATASTRAL	10	UNIDAD TERRITORIAL	11	NOMBRE DEL VALLE	12	NOMBRE DEL SECTOR	13	NOMBRE DEL PREDIO			
14	NUMERO DE FOTO	15	NUMERO DE ORTOFOTO	16	IMAGEN SATELITAL	17	UNIDAD CATASTRAL ANTERIOR					
18	Coordenadas UTM de referencia		Este (X)		Norte (Y)	19	Datum	20	ZONA			
							WGS84	17	18	19		

IDENTIFICACIÓN DEL TITULAR CATASTRAL															
21	TIPO DE TITULAR	22	TIPO DE DOCUMENTO DE IDENTIDAD					23	ESTADO CIVIL / CONVIVENCIA						
01	Persona Natural	01	No presentado documento	02	DNI	03	Carnet Identidad P.N.P.	04	Carnet Identidad Fuerzas Armadas	01	Soltero (a)	02	Casado (a)	03	Divorciado (a)
02	Persona Jurídica	05	Partida de Nacimiento	06	Pasaporte	07	Carnet de Extranjería	08	Otros (Especificar).....	04	Conviviente	05	Viudo (a)		
24	N° DOC. IDENTIDAD	25	NOMBRES												
26	APELLIDO PATERNO					27	APELLIDO MATERNO								
24	N° DOC. IDENTIDAD	25	NOMBRES												
26	APELLIDO PATERNO					27	APELLIDO MATERNO								
28	NÚMERO DE RUC	29	RAZÓN SOCIAL												
30	PERSONA JURÍDICA	01	Empresas	02	Cooperativa	03	Asociación	04	Unidades Campesinas/ Nat	05	Otros(Especificar)				

IDENTIFICACIÓN DE LOS COTITULARES CATASTRALES												
31	N°	32	APELLIDO PATERNO	33	APELLIDO MATERNO	34	NOMBRES	35	ESTADO CIVIL	36	DOCUMENTO DE IDENTIDAD	
												NÚMERO

DOMICILIO FISCAL DEL TITULAR												
37	DEPARTAMENTO	38	PROVINCIA	39	DISTRITO	40	ANEXO / ZONA / SECTOR / CASERIO					
41	CALLE / VIA					42	NÚMERO MUNICIPAL/ LOTE	43	NOMBRE DEL PREDIO			
44	TELÉFONO FIJO	45	CELULAR	46	CORREO ELECTRONICO							

CONDICIÓN ESPECIAL DEL TITULAR												
47	CÓDIGO											
01	Gobierno Central	02	Gobierno Local	03	Gobierno Regional	04	Sociedad Beneficencia Pública	05	Hospital	06	Entidad Religiosa	
07	Cuerpo General de Bomberos	08	Universidad	09	Centro Educativo	10	Comunidad Campesina/ Nativa	11	Organización Internacional	12	Organización Política	
13	Patrimonio Cultural de la Nación	14	Organización Sindical	15	Organización de Discapacitado	16	Pensionista	17	Gobierno Extranjero			

CONDICIÓN DEL PREDIO																
48	CONDICIÓN DEL TITULAR					49	FECHA INICIO OCUPACION	50	INSCRIPCIÓN EN LOS REGISTROS PÚBLICOS			51	NÚMERO	52	FECHA	
01	Propietario Único	02	Sucesión Intestada	03	Poseedor			01	Partida Electrónica	02	Código de Predio	PARTIDA REGISTRAL		INSCRIPCIÓN		
04	Sociedad Conyugal	05	Cotitularidad	06	Litigio			03	Ficha	04	Tomo / Folio					
07	Otros(Especificar)							05	Antecedente Registral							
53	DOCUMENTO SOBRE PROPIEDAD															
01	Compra Venta	02	Anticipo de Legítima	03	Testamento	04	Donación	05	Adjudicación				54	FECHA DE ADQUISICION		
06	Fusion	07	Expropiacion	08	Permutas	09	Prescripción Adquisitiva	10	Cesión de derechos de acciones							
11	Declaratoria de herederos					12	Adjudicación de Reforma Agraria (Gratuita / onerosa)	13	Sentencia Judicial	14	Otros (especificar)					

DOCUMENTOS SOBRE POSESIÓN													
55	PRUEBAS OBLIGATORIAS					56	PRUEBAS COMPLEMENTARIAS						
1	Declaración Jurada de todos los colindantes o seis vecinos					1	Documento que acredite préstamo o adelanto de préstamo por crédito agrario.	2	Declaración Jurada de Pago del Impuesto Predial.	3	Documento público o documento privado, de transferencia de posesión		
2	DD.JJ. De Comités, fondos u organización de productores					4	Inspección judicial de tierras en proceso de prueba anticipada.	5	Certificado de inscripción del poseedor en el padrón de prestatarios de fondos rotatorios	6	Certificado expedido a nombre del poseedor, por el INEI		
3	DD.JJ. De Comités, Comisiones o Junta de Usuarios de agua					7	Certificado del padrón catastral de la DGRAAR, que conste la inscripción del poseedor	8	Recibos a nombre del poseedor por concepto de uso de agua de riego, insumos, máquinas u otros.	9	Contrato de compra venta de la producción agraria, pecuaria o forestal		

Figura 14: Ficha Catastral Rural Oficial 2020

FUENTE: SNCP, 2022.

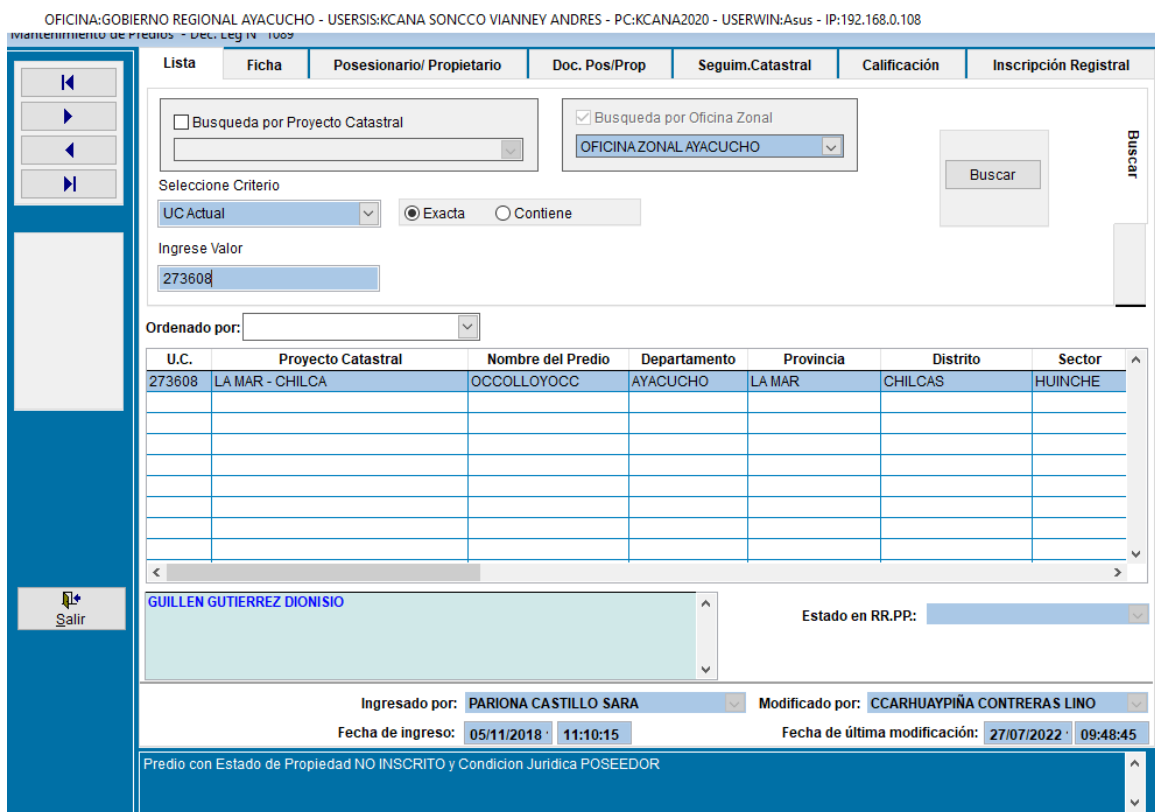


Figura 15: Interfaz SSET para la digitación de la ficha catastral rural

FUENTE: Sistema SSET_DIGESPACR_MIDAGRI.

3.2.2. Linderación mediante la geotecnología GNSS/GPS diferencial y SIG

La linderación es una actividad del levantamiento catastral, que consiste en la medición de los linderos y perímetros de los predios rústicos, bajo un sistema de referencia, para ser representados gráficamente y obtener planos georeferenciados en coordenadas UTM, en esta etapa se determina el área y perímetro del predio.

En la linderación de los predios rústicos de la UT Huinche, se consideró lo dispuesto en el artículo 18 del Reglamento de la Ley N° 321145, y adicionalmente, las siguientes acciones:

- Se aplicó el método directo de medición, para georeferenciar los predios rurales, respetando rigurosamente lo estipulado en el Manual del Levantamiento Catastral de Predios Rurales de MIDAGRI; asimismo, considerando el Manual del Levantamiento Catastral Rural del SNCP. Consolidando en el SICAR y SCR.
- Todos los predios rurales están dentro de la Unidad Territorial con linderos definidos, independientemente de contar o no con explotación económica, para efectos de elaborar la respectiva base de datos gráfica del catastro rural.

- En caso de predios los rústicos colindantes a vías de comunicación, se tomó en cuenta el derecho de vías; si colinda con quebradas se procedió a delimitar las fajas marginales o las tierras de protección colindantes; también, hubo que identificar áreas intangibles, áreas naturales protegidas por el estado. Las superficies comprendidas en estas áreas no pueden ser otorgadas en propiedad, se excluyeron de la linderación para fines de formalización. Asimismo, se consideró el camino de acceso a los predios.
- Para la actividad de linderación de los predios rústicos, dependiendo de las características particulares de la zona de trabajo, se utilizó, equipos GNSS/ GPS, que permite coleccionar datos de cada uno de los vértices de los predios, almacenándolos en el receptor para su posterior corrección diferencial a través de una PC.

a. Trabajo Pre campo

En esta etapa, según la formación académica en fotogrametría y topografía, ordenamiento territorial, percepción remota y SIG; además, por la experiencia en el manejo y operación de los equipos GNSS/ GPS diferenciales y geodésicos desde el año 2000 en la etapa de linderación de los predios rurales que se le puede denominar técnicamente relevamiento catastral y el catastro no predial. Además, considerando el criterio de apreciación de una situación actual, fue evidente la existencia de deficiencias del personal técnico, en el manejo y operación eficiente y eficaz del equipo GEO 7X receptor y colector GPS/GNSS diferencial de mano. En tal sentido, hubo que contribuir en la capacitación de la brigada, consistente en la configuración del equipo, considerando el datum oficial WGS-84, la zona Sur UTM; realizar la ocupación con los equipos GPS en un punto con coordenadas conocidas de Orden A y B del IGN en la región Ayacucho, verificando su precisión según la configuración requerida, dentro de los márgenes de tolerancia correspondientes.

Dentro del equipo técnico encargado, hubo que participar en la elaboración del Diagnostico físico y legal de la UT de Huinche, determinado la cantidad de predios a formalizar, su problemática de tamaño de los predios y el aspecto no predial; por cual se generó planos temáticos, en relación a la infraestructura vial, cuerpos de agua, fajas marginales, zona arqueológica, planos de comunidades campesinas, planos de predios colindantes, etc. para incorporar al equipo GNSS/ GPS y tener referencias al momento de la linderación en el trabajo de campo. Se realizó la coordinación con el IGN para la

obtención de la data base en la Estación GNSS de Rastreo Permanente (ERP) AY01 en Ayacucho y alternativamente la CS03 de Pichari; asimismo, con el MIDAGRI_DIGESPACR para la obtención de misma. También mi participación fue en la capacitación para el uso de los softwares requeridos para la eficiente corrección diferencial de los datos gráficos y alfanuméricos que serán levantados en campo y realizar la edición de planos respectivos para migrarlos al SICAR_DIGESPACR_MIDAGRI.

- Equipos:

Considerando el método directo, mediante el sistema GNSS, integrado por NAVSTAR GPS (USA), GLONASS (RUSIA) y Galileo (Europa), se utilizó equipos GPS diferencial, de la marca TRIMBLE, tipo GEO 7X receptor y colector GPS/GNSS diferencial de mano, de doble banda L1 y L2, tiene instalado el software Windows Mobile SO y el software de campo TerraSync para recolectar objetos geográficos en campo, (ver Figura 16).

- Prueba de equipos:

En forma periódica hubo que revisar la configuración de los equipos GNSS/ GPS, y por lo menos una vez al mes se prueban los equipos, posicionándolos en un punto establecido por la DCFR_DRAA, verificando que los valores obtenidos comparados con los medidos anteriormente, se encuentren dentro de los márgenes de tolerancia correspondiente.

- Softwares utilizados:

- 1) Se utilizó el Software Trimble GPS Pathfinder Office Versión 4.10, que permite incorporar al equipo, planos temáticos relacionados a la Red vial vecinal N° 701 y de trocha en formato SIG y CAD; se diseñó un diccionario de datos para la captura de datos gráficos y alfanuméricos en la UT Huinche; además, se procesara la corrección diferencial en el datum oficial WGS 84; se exportara los datos capturados, procesados en formatos .dxf y .shp.
- 2) Software Active Sync de conexión entre el receptor GPS y el computador.
- 3) Software AutoCAD y Arc GIS, para realizar el proceso de vectorización de planos.
- 4) Aplicativo SSET de la DIGESPACR_MIDAGRI, para registrar datos de la ficha catastral, del empadronamiento, generando datos alfanuméricos.
- 5) Aplicativo SICAR DESKTOP, SICAR WEB y SCR, de la DIGESPACR_MIDAGRI, para almacenar y procesar los datos gráficos, generando la información pertinente para el saneamiento físico y legal de la propiedad agraria

de los predios rurales en la UT Huinche.

b. Trabajo de Campo

Desempeñando la función de jefe de grupo, con el personal técnico, se realizó el reconocimiento completo del área de la unidad territorial de la UT Huinche; primeramente, se consideró el levantamiento de lo no predial, capturando con el equipo GPS GEO 7x en modo cinemático, utilizando las líneas para el trazado de las vías de accesibilidad como es el caso de la red vecinal afirmada N° 701, los caminos carrozables, caminos de herradura; también, la hidrografía como las quebradas, ríos secos. El reconocimiento es una etapa previa, que permite tener una visión panorámica para la linderación de los predios rurales colindantes a las vías, quebradas, permitiendo facilitar la identificación sistemática de todos los vértices de los predios individuales.

- **Mediciones y georeferenciación de predios con posicionamiento satelital mediante el uso de equipos receptor y colector GNSS/ GPS diferencial de mano**

La colección en campo de datos gráficos en el proceso de levantamiento catastral de la UT Huinche, data predial y no predial, se busca la coherencia entre la información registrada por la estación de referencia (base), denominada Estación GNSS de Rastreo Permanente AY01 en Ayacucho y la del Equipo receptor colector GPS/ GNSS diferencial de mano rover (móvil); posteriormente dichos datos crudos, mediante la técnica de post procesamiento diferencial se obtuvo datos corregidos para la edición de planos en una plataforma con tecnología CAD/SIG desde una PC.

La georeferenciación de los predios rústicos en la UT Huinche, que en un 95% son de pequeña extensión superficial menores a una hectárea, consistió en la identificación física y ocupación de cada uno de los vértices de los predios, recorriendo el perímetro total dando forma al polígono respectivo, determinando su forma, dimensiones, colindancia y ubicación geográfica bajo un sistema de proyección como parte de la base gráfica del sector; en el sistema de referencia y datum oficial. Proyección cartográfica, Universal Transversa de Mercator UTM, Zonas18 Sur, de acuerdo a la ubicación geográfica dentro del Perú. También es aplicable para la georeferenciación en las vías de comunicación, quebradas presentes en el área intervenida.

El Sistema de referencia, para los registros de colección de datos de la posición de cada punto o línea y el cálculo diferencial asociado postprocesamiento; es decir, la corrección diferencial que se realice, igualmente responderán a este sistema de referencia oficial, señalado por el Instituto Geográfico Nacional (IGN).

Sistema Geodésico : World Geodetic System de 1984

Elipsoide : GRS80 Geodetic Reference System de 1980

Datum : WGS84 (Equivalente al SIRGAS ITRF2000)

Época : 2000

Sistema de Proyección Plana: Universal Transversa Mercator (UTM) en metros.

Elevación : Altura sobre el nivel medio del mar, en m.

Geoide : EGM 2008.

Con el equipo receptor y colector de mano GPS/GNSS diferencial, marca TRIMBLE GEO 7X se ha obtenido datos gráficos, tanto de la ubicación geográfica en vista de planta con respecto al norte y el este, como de altura (referidos al elipsoide) con una precisión submétrica, luego del post procesamiento diferencial. Con el uso de la PC nos permitirá vaciar estos datos y con el apoyo de software gráfico editor realizar la vectorización respectiva y por ser un método de medición directa, en un tiempo ágil se ha tenido resultados finales para obtener la base grafica de los predios rurales.

Para la captura de la información de cada uno de los vértices de los predios se establece que en el equipo receptor y colector de mano GPS/GNSS diferencial, se inicie con el almacenamiento de los datos bajo la siguiente configuración:

- Modo de operación : Estático-Rápido para puntos de vértices y cinemático para líneas del perímetro.
- Característica : Punto genérico.
- Modo de posición : Sobre determinado 3D
- Mascara de Elevación : 15°
- PDOP : Menor o igual a 6
- SNR : 6 inervalo de registro
- Tipo de registro : Por código
- Tiempo mín. de registro/punto: 60 segundos (como mínimo)
- Tipo de archivos : Compatible con la estación base de referencia del

IGN.

- Tipo de receptor : Submétrico
- Tipo de Antena : GPS/GNSS Multiseñal (compatible con el receptor)
- Altura de antena –medida : Parte baja de la antena

Simultáneamente al levantamiento de los vértices con el equipo GPS/GNSS indicado, se empleó un croquis a mano alzada de los levantamientos efectuados, con objeto de llevar un control de los mismos y coadyuvar en el procesamiento de la información. En él se indicó el nombre del predio, nombre del propietario, colindancias, fecha del levantamiento, operador, información relevante del receptor GNSS/ GPS y posibles casos particulares sobre la recepción de señal satelital presentados, que se deben tener en cuenta para el postprocesamiento, observaciones que tengan incidencia directa en los resultados y puedan alterar la precisión de los mismos. De igual forma, esta información en el rover se digitalizó mediante el diccionario de datos diseñado para los objetos geográficos identificados en el diagnóstico.

Con la Brigada de campo, se ejecutó el levantamiento de predios con equipo receptor colector indicado, habiendo recorrido los linderos conjuntamente con el propietario, poseedor o representante del predio, identificando cada vértice para iniciar así la toma de registro de datos. El registro de la posición de cada punto se realizó en modo estático y se ocupó los puntos de los vértices por un tiempo suficiente que permita obtener la precisión sub metro (como mínimo una ocupación 60 segundos).

El Equipo GNSS/GPS utilizado, cuenta con un dispositivo distanciometro laser, que utilizó para obtener puntos donde no se puede acceder físicamente al mismo, de acuerdo a las consideraciones y especificaciones técnicas del mismo.

De otro lado, se comunicó al agricultor poseedor de la UT Huiche, la importancia de marcar cada vértice de su lindero con hitos de concreto, madera u otro material perdurable de acuerdo a sus posibilidades y a la zona, de tal manera que cuando se realicen las mediciones en tiempos diferentes y por otros operadores, siempre se levante la misma información.

Se realizó la georeferenciación de 1,409 predios rurales en la UT Huiche, con un área total intervenida de 351.9834 hectáreas, con la identificación física indubitable de los vértices mediante la ocupación en modo estático y el lindero en modo cinemático. También, se realizó el levantamiento del trazo actualizado de la red vial vecinal afirmada N° 701 y de la red vecinal de trocha, habiéndose aplicado el sistema de referencia oficial del IGN en base a la proyección cartográfica: UTM, Zona: 18S y el datum WGS84, conforme a los manuales de levantamiento catastral de predios rurales del SNCP y MIDAGRI. Se comprobó el método directo de medición con los equipos GNSS/GPS receptor colector de mano (ver figuras 16 y 17), con respecto a la precisión sub-métrica luego del postprocesamiento, habiéndose obtenido un promedio de 70 % de precisión en el rango de 0.5 a 1 metro; es decir submétrico, que es aceptable y recomendado.



Figura 16: Equipo receptor colector GPS/ GNSS diferencial de mano, marca TRIMBLE GEO 7X

FUENTE: ISETEK S.A., 2002.



Figura 17: Levantamiento catastral en la UT Huinche con aplicación de equipo marca TRIMBLE GEO 7X receptor y colector a mano

- **Adquisición de data base de la Estación GNSS de Rastreo Permanente (ERP-IGN)**
Se usó data base de la Estación GNSS de Rastreo Permanente (ERP) con código Nacional AY01 ubicado en el distrito de Ayacucho y alternativamente la CS03_Pichari, (ver figuras 18 y 19), proporcionado por el MIDAGRI_DIGESPACR, para la corrección diferencial, siendo el radio de acción de 50 km. de longitud, como línea de base con el área intervenida de la UT.

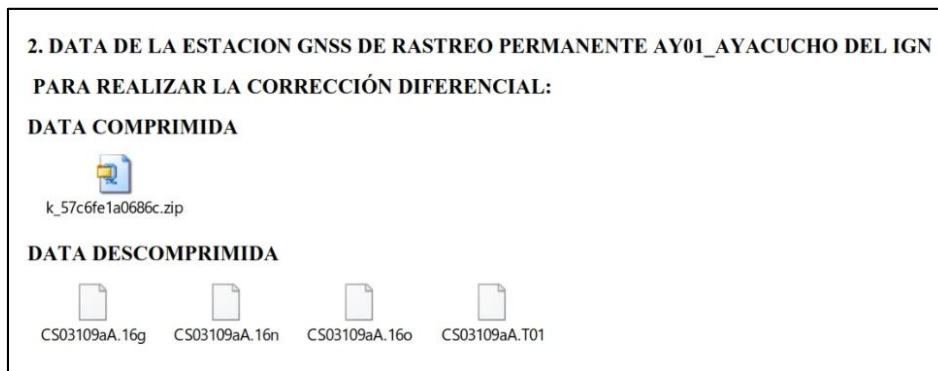


Figura 18: Data base de la Estación GNSS de Rastreo Permanente AY01 en Ayacucho

FUENTE: Estación de Rastreo Permanente GNSS AY01, IGN, 2018.

c. Trabajo de Gabinete

- **Transferencia de datos del equipo GPS/GNSS de datos de campo a la PC**

Se realizó la transferencia de los datos gráficos del equipo rover TRIMBLE GEO 7X receptor y colector GPS/GNSS diferencial de mano, provenientes del campo al computador y se almacenó en el disco duro, mediante el Software Active Sync; también, la data base de la ERP AY01 y ERP CS03, que procesada con el software RINEX.

Trimble NETR9 (Estación Base Permanente)

Estación de referencia científica con todas las características para aplicaciones en geodesia, topografía, catastro y mapeo

- 440 canales con tecnología R-Track
- Trimble EVEREST: Reducción de error por multitrayectoria
- Trimble 360: Compatible con todas las constelaciones existentes y planeadas
- Correlacionador múltiple de alta precisión para mediciones GNSS de pseudodistancia
- 8 sesiones de almacenamiento



Figura 19: Equipo GPS/GNSS Estacion de Rastreo Permanente AY01 en Ayacucho

FUENTE: ISETEK S.A., 2022.

- **Corrección diferencial de datos capturados por los equipos GPS/GNSS Cálculo y reporte de coordenadas**

Habiendo asumido funciones de supervisor SIG, por la formación académica en percepción remota SIG y ordenamiento territorial; también, capacitado en la DIGESPACR_MIDAGRI y por la experiencia adquirida en el manejo software Trimble GPS Pathfinder Office, versión 4.10. Se procedió con la corrección diferencial de datos gráficos recolectados en campo por el equipo Rover GEO 7 X receptor y colector GNSS/GPS diferencial, habiendo utilizado la data base de la Red Geodésica Peruana de Monitoreo Continuo (REGPMOC) del IGN, estando en Ayacucho la Estación GNSS de Rastreo Permanente (ERP) con código Nacional AY01, de Orden 0 (precisión de 4mm.),

considerando el marco de referencia oficial, que es el datum oficial WGS-84 (ver figuras 20, 21, 22, 23 y 24).

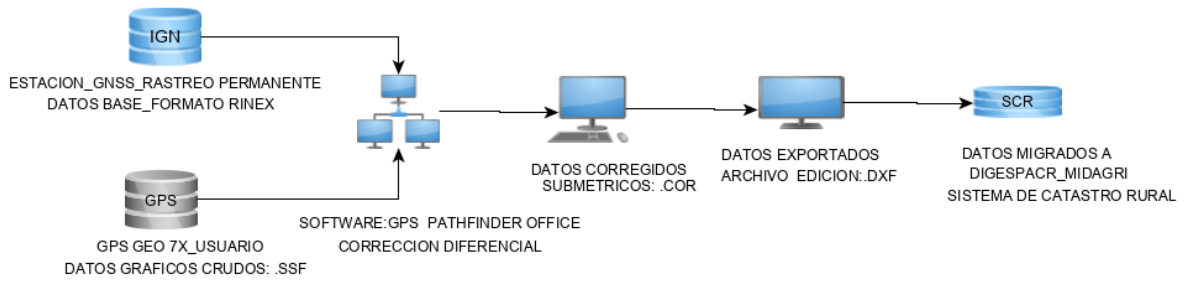


Figura 20: Diagrama de flujo de corrección diferencial



INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL
DIRECCIÓN DE CARTOGRAFÍA
DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO GEODÉSICO



FORMULARIO DE INFORMACIÓN DE LA ESTACIÓN GNSS DE RASTREO
PERMANENTE

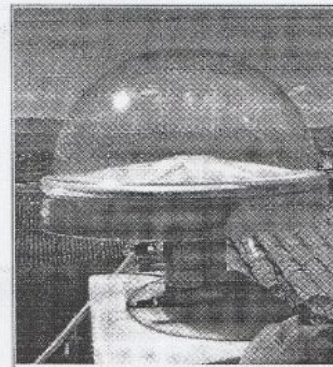
0. DATOS GENERALES:

Preparado por: Departamento de Procesamiento Geodésico
Realizado: 16 de mayo de 2018
Versión: 3



1. INFORMACIÓN DE LA ESTACIÓN GNSS:

Nombre: Ayacucho
Código Nacional: AY01
Código Internacional: 42225M001
Inscripción: Placa de bronce
Orden de la estación: 0
Fecha de monumentación: 13 de marzo de 2009



2. INFORMACIÓN SOBRE LA LOCALIZACIÓN:

Departamento: Ayacucho
Provincia: Huamanga
Distrito: Ayacucho
Ubicación de la estación: Gobierno Regional de Ayacucho



CROQUIS DE UBICACIÓN

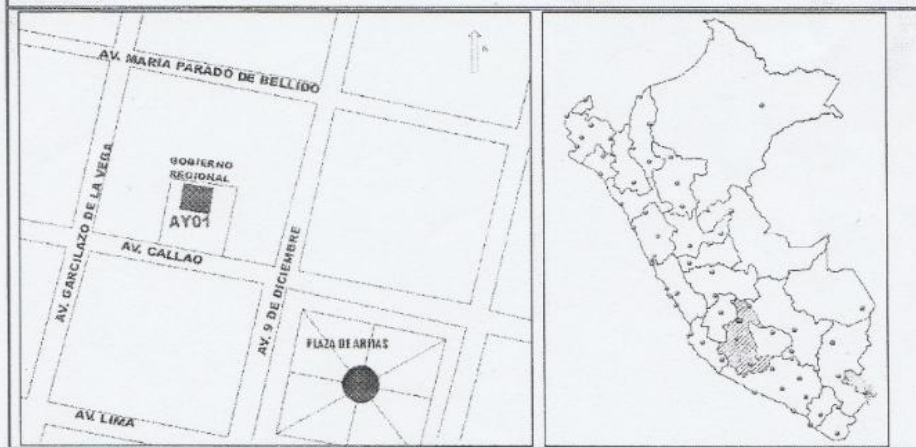


Figura 21: Formulario de la Estación GNSS de Rastreo Permanente AY01 en Ayacucho

FUENTE: Area de geodesia, DIGESPACR_MIDAGRI, 2019.

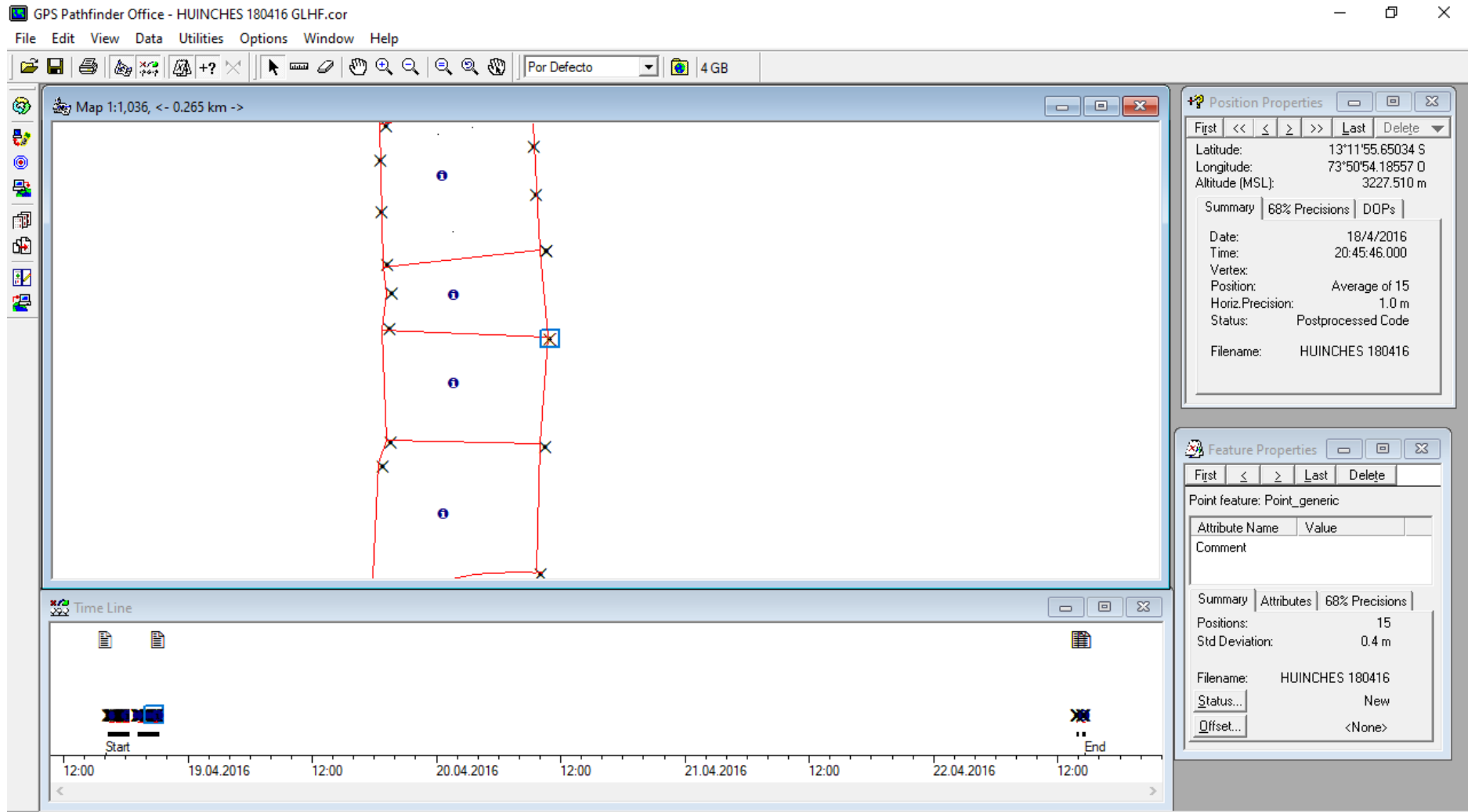


Figura 22: Corrección diferencial con el software TRIMBLE GPS Pathfinder Office, versión 4.10

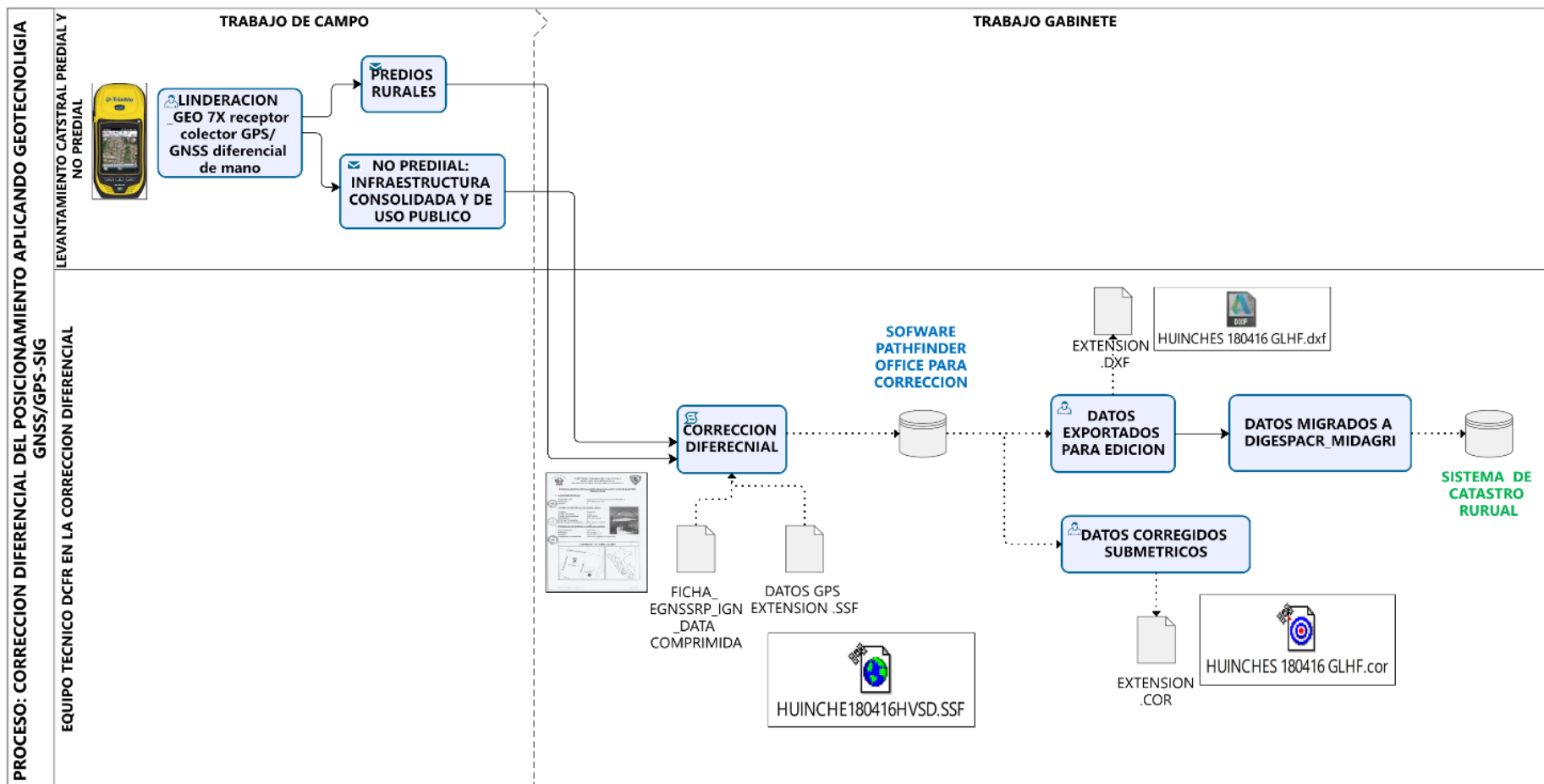


Figura 23: Proceso de corrección diferencial considerando la data recolectada en campo con la data de la estación GNSS de Rastreo Permanente del IGN

**REPORTE DE CORRECCION DIFERENCIAL MEDIANTE EL SOFTWARE
TRIMBLE GPS PATHFINDER OFFICE V 4.10**

**Differential Correction Summary Processing rover file, HUINCHES 180416
GLHF.SSF**

2022\KCANA_E_GNSS_P_AY01_AYACUCHO_2016\ABRIL 2016\18-04-16

CS03109aA.16o

Local time: 17/4/2016 18:59:46 to 18/4/2016 18:59:41

Position: 12°31'10.92712"S, 73°49'45.63106"W, 643.11 m, 0.04 m Antenna height

1 file processed. In this file:

1368 (100.0%) of 1368 selected positions were code corrected by post-processing

0 (0.0%) of 0 selected positions were carrier corrected by post-processing

Estimated accuracies for 1368 corrected positions are as follows:

Range Percentage:

0-15cm	-
15-30cm	-
30-50cm	-
0.5-1m	69.7%
1-2m	30.3%
2-5m	-
>5m	-

Figura 24: Reporte de la corrección diferencial con respecto a la precisión lograda con la aplicación del equipo TRIMBLE GEO 7X colector u receptor GPS/GNSS diferencial de mano

- **Edición de los datos corregidos y vectorización en software de AutoCAD para la generación de los polígonos de los predios rurales**

Se realizó la vectorización de 1,409 polígonos, de los predios rurales en base a los puntos de cada vértice y las líneas de auxiliares, (ver Figura 25), identificado cada predio mediante la Unidad Catastral asignada y la información del diccionario de datos diseñado para la captura de datos gráficos y alfanuméricos. Se utilizó el programa AutoCAD y las capas establecidas en el catálogo de objetos geográficos, para luego ser migrado al SCR que administra la DIGESPACR_MIDAGRI, de acuerdo a los requerimientos específicos de los GORES que tienen acceso para la consolidación del levantamiento catastral respectivo.

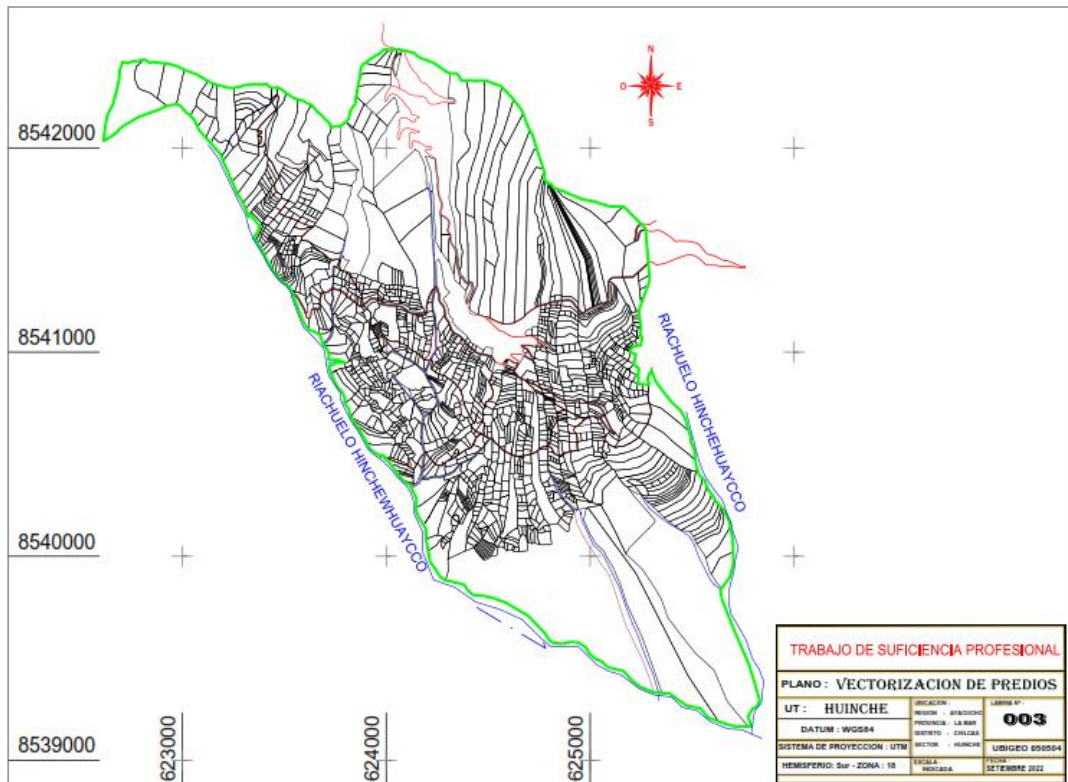


Figura 25: Plano de vectorización de los predios rurales de la UT Huinche producto de la aplicación del equipo GEO 7X

3.3. GENERACIÓN DE LA BASE DE DATOS CATASTRAL RURAL NACIONAL INTEGRADA POR DATOS GRÁFICOS Y ALFANUMÉRICOS

El MIDAGRI_DIGESPACR, de acuerdo a los requerimientos específicos de los GORES con fines de Saneamiento de la propiedad agraria, ha desarrollado una solución computacional, la misma que se compone de un Sistema de Información y una plataforma computacional (Hardware de procesamiento y comunicaciones; así como el software Operativo para computación y redes). Esta solución computacional es el SICAR DESKTOP desarrollado en programas SIG (ARC GIS) y el SSET diseñado mediante el motor de base de datos ORACLE. Habiéndose integrado en la actualidad en el SCR.

El almacenamiento, procesamiento y generación de los Certificados de Información Catastral (CIC) se realiza en el CSR. En esta, se consolidó la integración de datos gráficos y alfanuméricos del levantamiento catastral, el cual permite el reporte de información catastral de manera automática a nivel de proyectos catastrales y unidades territoriales de los GORES.

En el SCR, se realizó la migración del levantamiento catastral rural de 1,409 predios de UT Huinche y se evaluó el CIC, producto final de la integración (vinculación) realizado por la DIGESPACR_MIDAGRI en el SCR.

a. Base de datos gráficos (espacial)

La DCFR_DRAA del GORE Ayacucho aplico para el levantamiento catastral de la UT Huinche, la metodología directa con aplicación de equipo TRIMBLE GEO 7 x receptor y colector GNSS/GPS diferencial de mano, que permitió la elaboración de la base gráfica en formato .dxf; considerando la información alfanumérica en la fichas catastrales de 1,409 predios rurales y la información cartográfica de la quebrada colindante Huinchehuaycco, de la red vial vecinal afirmada N° 701 y de trocha, centros poblados, sitios arqueológicos, entre otros. Dicha información fue remitida a la DIGESPACR_MIDAGRI para su vinculación y migración a la base de datos del catastro rural.

Teniendo la función de supervisor SIG en la DCFR_DRAA GORE Ayacucho, hubo que confirmar, verificar y subsanar deficiencias en la elaboración de los datos gráficos editados y vectorizados del levantamiento catastral de la UT Huinche, respecto a la aplicación de las normas del catálogo de objetos, para representar la realidad espacial predial y no predial en base a las capas de elementos geométricos respectivos, por lo cual la institución mantiene prestigio, lo que se comprueba con la compatibilidad publicada en la interfaz gráfica SICAR Web mediante los servicios en línea, lo cual constituye la parte visible para el usuario, proporcionando información espacial de manera eficiente siendo beneficiados indirectamente los agricultores para la formalización de sus predios. Comunicándoles que pueden consultar en la Plataforma del Visor Web SICAR: <http://georural.minagri.gob.pe/sicar/>; geo servidor creado por el MIDAGRI con el objetivo de brindar facilidades a sus usuarios en general a nivel nacional en modo de consulta; asimismo, complementa con la Plataforma SICAR Desktop, que es un Módulo Administración de Planos, exclusivo para los usuarios de los gobiernos regionales.

Se verifico la elaboración de planos catastrales y los certificados de información catastral, que se generaron para la formalización y titulación como producto del

levantamiento catastral; los mismos que se rigen por las especificaciones técnicas y lineamientos establecidos en el Reglamento de la Ley N° 31145, en el Manual del Levantamiento Catastral de Predios Rurales de MIDAGRI (ver figuras 26, 27 y 28).

Posterior a la vinculación y migración a la base de datos administrado por la DIGESPACR, el GORE Ayacucho puede emitir los documentos catastrales, padrones, reportes o listados siguientes:

1. Hoja Catastral
2. Certificado de Información Catastral (CIC)
3. Padrones catastrales.
4. Listado de predios en litigio
5. Listado de predios de Propietarios de particulares por inscribir
6. Listado de predios de propiedades inscritas
7. Listado de predios con Titular no habido
8. Listado de predios de posesiones en predios del Estado
9. Listado de predios de Posesiones en predios de particulares
10. Cuadro de distribución de áreas por rangos etc.
11. Otros requeridos.

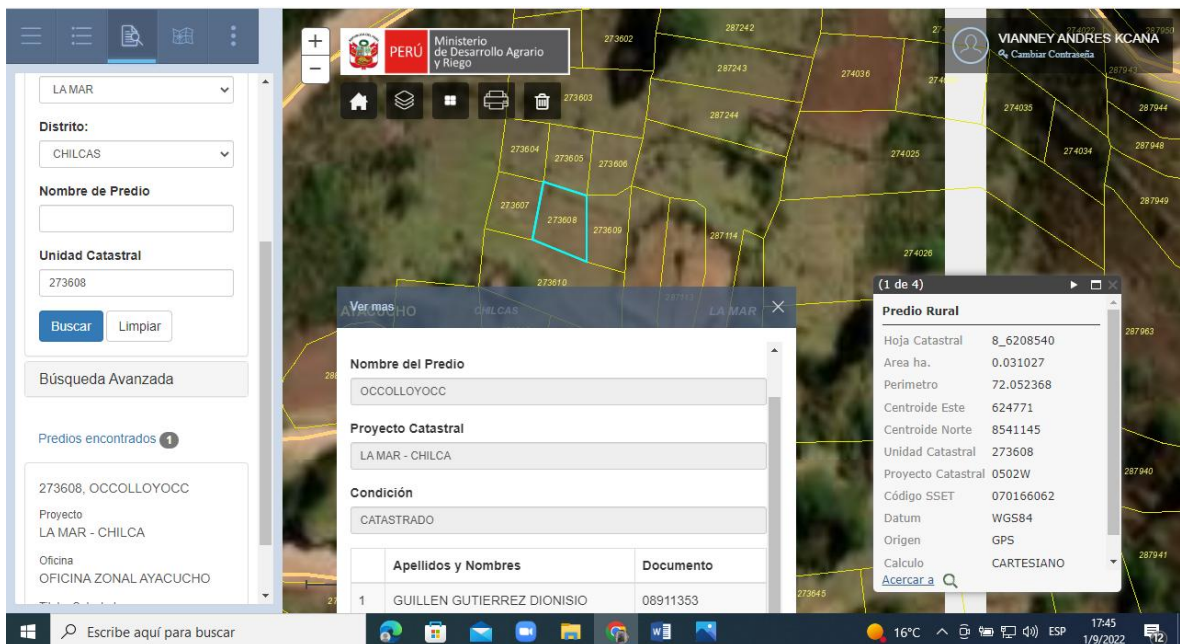


Figura 26: Migración de los predios rurales de la UT Huinche con extensión. dxf al aplicativo SICAR

FUENTE: DCFR_DRAA_GORE Ayacucho.

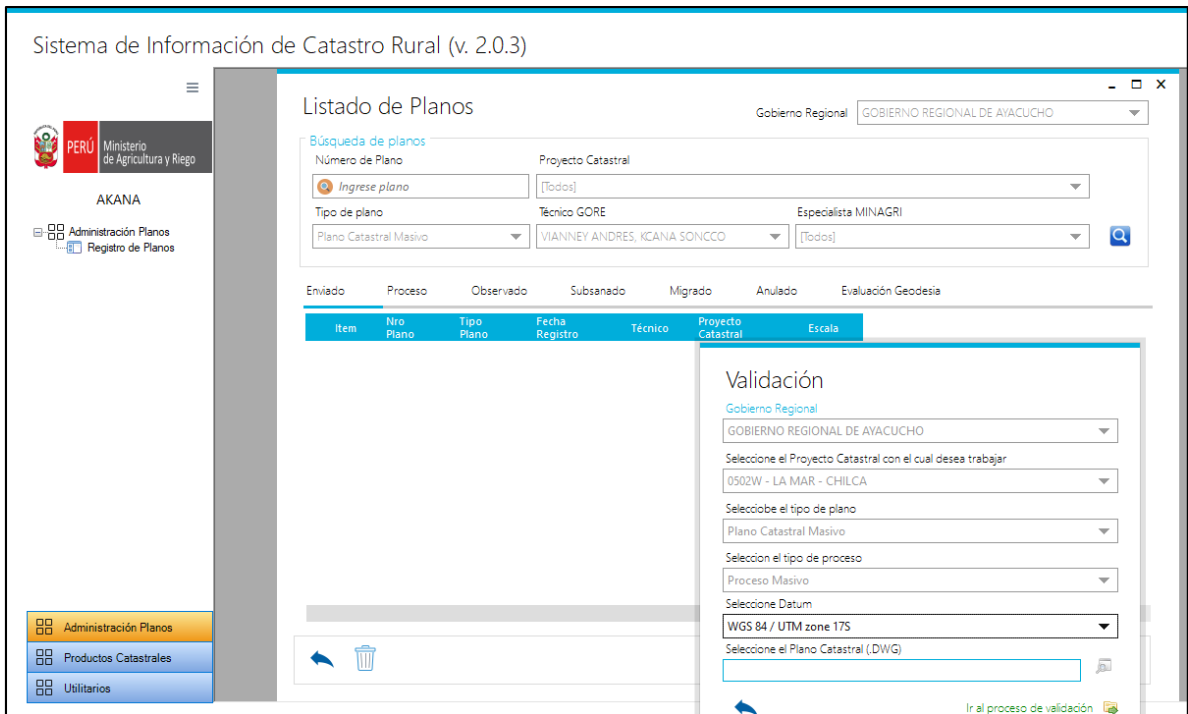
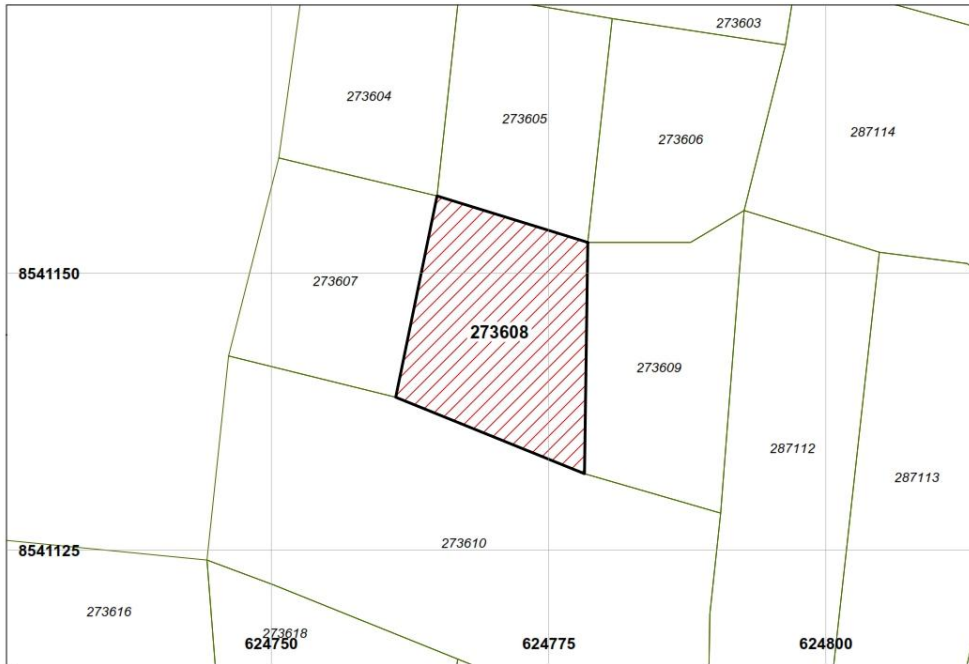


Figura 27: Predios rurales de la UT Huinche migrados en el SICAR web .DIGESPACR_MIDAGRI

FUENTE: DCFR_DRAA_GORE Ayacucho.



TITULAR CATASTRAL

Apellidos y Nombres:
GUILLEN GUTIERREZ DIONISIO

DATOS DEL PREDIO:

CUC(*):
COD. REF. CATASTRAL: 8_6208540_273608
ESCALA DE IMPRESION 500
ESCALA DE LEVANTAMIENTO: 1/500
ÁREA (ha): 0.0310
PERÍMETRO (m): 72.05
CENTROIDE ESTE: 624771
CENTROIDE NORTE: 8541145
DEPARTAMENTO: AYACUCHO
PROVINCIA: LA MAR
DISTRITO: CHILCAS
SECTOR: HUINCHE
CASERIO: --
VALLE: SIN VALLE
NOMBRE DEL PREDIO: OCCOLLOYOCC
METODO LEVANTAMIENTO: GPS
METODO CALCULO AREA:
DATUM HORIZONTAL: WGS84

FECHA: 20/07/2022

PROFESIONAL RESPONSABLE

DIRECTOR DE CATASTRO



*La asignación del código único catastral (cuc) se implementará en coordinación con el sistema nacional integrado de catastro.
Nota: para su presentación al registro de predios, en los trámites de modificación y/o inmatriculación, se adjunta el archivo digital del predio.

Figura 28: Certificado de Información Catastral de un predio rural de la UT Huinche derivado del SICAR WEB administrado por la DIGESPACR_MIDAGRI

FUENTE: DCFR_DRAA_GORE AYACUCHO.

b. Base de datos alfanuméricos

Se verifico el uso de la interfaz del SSET que administra MIDAGRI_DIGESPACR, respecto a los datos alfanuméricos mediante Plataforma SSET como Visor Web SSET: <http://sset.minagri.gob.pe/sicar/>; con el objetivo de brindar facilidades de almacenamiento de la Fichas Catastrales Rurales y consulta, solo para usuarios de los Gobiernos Regionales, (ver Figura 29).

Se comprobó mediante padrón catastral generado la existencia de un total de 1,432 predios rurales empadronados y un total de propietarios de 2,452 agricultores de la UT Huinche, (ver Figura 30).

OFICINA:GOBIERNO REGIONAL AYACUCHO - USERSIS:KCANA SONCCO VIANNEY ANDRES - PC:KCANA2020 - USERWIN:Asus - IP:192.168.0.108

Mantenimiento de Predios - Del. Leg IV - 1009

Lista Ficha Posesionario/ Propietario Doc. Pos/Prop **Seguim.Catastral** Calificación Inscripción Registral

Cod. de Ref. Catast. 8_6208540_273608 Fecha Obs.Cat. Observación

Del Seguimiento Catastral

Fecha	Tipo de Proceso	Atendido Por

Observación (Solo para Certificado de Inmatriculación)

Áreas(ha) Forestal Protección Otras


Datos de la Rectificación de Área	
Rectificación de Área, Linderos y Medidas Perimétricas Dec. Leg. 1089	
Area del predio rectificado (ha)	
Area del predio forestal (ha)	
Area del predio protección (ha)	
Area del predio otros (ha)	
Area del predio Servidumbre	
Area del predio Util	
Perimetro de predio (m)	
Escala de restitución	
Centroide Este	
Centroide Norte	
N° Hoja Catastral	
Escala de Hoja Catastral	

N° de Ortofoto	
Area del predio final (ha)	0.0310
Area del predio final forestal(ha)	0.0000
Area del predio final protección(ha)	0.0000
Area del predio final Otros(ha)	0.0000
Area del predio final Servidumbre	0.0000
Area del predio final Util	
Perimetro de predio (m)	72.05
Escala de restitución	SIN ESCALA
Centroide Este	624771
Centroide Norte	8541145
N° Hoja Catastral	8 6208540
Escala de Hoja Catastral	1/500


Predio con Estado de Propiedad NO INSCRITO y Condicion Juridica POSEEDOR

Figura 29: Reporte del SSET respecto al seguimiento del catastro vinculado con el SICAR

FUENTE: SSET_DIGESPACR_MIDAGRI.

 **Padrón Catastral**

Nro	Código de Predio	U.C. Anterior	Nombre del Predio	Sector	Foto	Area Fisica Final (ha)	Perimetro	Condición Jurídica	PROPIETARIO	N° Doc Id.
Departamento : AYACUCHO										
Provincia : LA MAR										
Distrito : CHILCAS										
1	_213628		QONICHACHAS	HUINCHE		0,0000	0	POSEEDOR	GOMEZ RAMIREZ MOISES	28120931
	_257868		RAYAN PAMPA				0	POSEEDOR	GUILLEN SOSA CELESTINA	28215215
	_272709		CATUNRUMI CCAT.				0	POSEEDOR	FLORES QUISPE JOSE	28693250
	_273600		CCANTOYOCC				0	POSEEDOR	LAINES GUILLEN BEATRIZ	28693260
	_273601		273601				0	POSEEDOR	CABRERA CARRASCO JUAN DE DIOS	25458295
	_273602		ANTUYOCC CUCH				0	POSEEDOR	GUILLEN DE VILLAR DAMIANA	28693266
	_273603		OCCOLLOYOCC				0	POSEEDOR	VILLAR LUJAN ALEJANDRA	28693259
	_273604		ANTUYOCC CUCH				0	POSEEDOR	GUILLEN VELASQUE ROMULO	28720814
	_273605		CCANTOYOCC				0	POSEEDOR	LUQUE GUILLEN ALEJANDRA	28693646
	_273606		ANTUYOCC CUCH				0	POSEEDOR	GUILLEN GUTIERREZ ZOCIMO	07995899
	_273607		OCCOLLOYOCC				0	POSEEDOR	LUQUE GUILLEN ALEJANDRA	28693646
	_273608						0	POSEEDOR	GUILLEN VELASQUE ROMULO	28720814
	_273609						0	POSEEDOR	LUQUE VASQUEZ REMIGIA	24986564
	_273610		OLLUCO HUIÑAQ				0	POSEEDOR	SOSA MUÑOZ TEOFILO	28693273
	_273611		LLA CCATA -TASTA				0	POSEEDOR	RAMIRES LUQUE PAULINA	28693295
							0	POSEEDOR	GUILLEN DE LEON ASUNCION	28693258
							0	POSEEDOR	GUILLEN GUTIERREZ DIONISIO	08911353
							0	POSEEDOR	GUILLEN GUTIERREZ GUZMAN	28693252
							0	POSEEDOR	LUJAN GUTIERREZ MODESTA	28693253
							0	POSEEDOR	GUILLEN GRACIA ERNESTO	41945073
							0	COTITULARIDAD	DIPAZ DE CACERES LEONA	28711856
							0	COTITULARIDAD	BECERRA ESPINO YONY	70224877
							0	COTITULARIDAD	REYES GUILLEN ROSA ELENA	26745859
							0	COTITULARIDAD	VARGAS GUILLEN DE GUTIERREZ FORTUNA	28720830
							0	COTITULARIDAD	GUILLEN GUTIERREZ ZOSIMO	07995899
							0	COTITULARIDAD	GUILLEN VELASQUE ROMULO	28720814

 **Padrón Catastral**

Nro	Código de Predio	U.C. Anterior	Nombre del Predio	Sector	Foto	Area Fisica Final (ha)	Perimetro	Condición Jurídica	PROPIETARIO	N° Doc Id.
1	_288012			HUINCHE		0,0000	0	POSEEDOR		
	_288013						0	POSEEDOR		
	_288014						0	POSEEDOR		
	_288015						0	POSEEDOR		
	_288016						0	POSEEDOR		
	_288017						0	POSEEDOR		
	_288018						0	POSEEDOR		
	_288019						0	POSEEDOR		
	_288020						0	POSEEDOR		
	_288021		ERA PATA				0	POSEEDOR	SOSA DE GUTIERREZ TEODOSIA	
	_288022		CANDIA PATA				0	POSEEDOR	GUTIERREZ VARGAS GRISELDO	
	_288023		COLLOYOCC PUQI				0	POSEEDOR	TINEO MARTINEZ ESTEFANY FELICITAS	
	_288024		ICHMACHACCASA				0	POSEEDOR	AGUILAR LEON FLORIANO	
	_373618		OCCOLLOYOCC				0	COTITULARIDAD	GUILLEN DE SOSA JUANA	
						Total Area Fisica	:	0.00	ha.	
						Total Predios	:	1,432		
						Total Propietarios / Posesionarios	:	2,352.00		

Figure 30: Reporte del SSET del padrón catastral de los predios rurales de la UT Huinche en la base de datos catastral rural del MIDAGRI
 FUENTE: SSET_DIGESPACR_MIDAGRI.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. La Dirección de Catastro y Formalización Rural de la Dirección Regional Agraria (DCFR_DRAA), del Gobierno Regional Ayacucho, en la UT Huinche, realizó el levantamiento catastral, con fines de saneamiento físico y legal de la propiedad rural mediante el uso de las geotecnologías GNSS/GPS y SIG, logrando ejecutar el catastro de 1,409 predios rurales, siendo en un 95% predios con pequeñas áreas menores a una hectárea. El área intervenida es de 351.9934 hectáreas, la misma que incluyó el empadronamiento de 1,432 titulares de los predios, según las fichas catastrales digitadas en el sistema SSET, existiendo una discrepancia entre predios linderados y titulares empadronados, que se ha regularizando en el SCR.

En la ejecución de trabajo de campo y captura de datos se presentaron ciertos imprevistos como es usual en los levantamientos catastrales y que fueron subsanados entre ellos: La baja eficiencia debido a las condiciones topográficas agrestes y a la falta de destreza en la operación de los equipos GNSS/GPS-diferenciales de parte del personal técnico en campo, el mismo que fue corregido con mayor entrenamiento en la aplicación del método, habiéndose configurado los equipos respecto al datum, sistema de coordenadas, máscara de elevación, etc.; lográndose una mejor recepción de señal de los satélites en órbita para la colección de datos (puntos y líneas), para la base de datos gráficos; además, fue necesario crear un diccionario de datos GPS y establecimiento códigos en el empadronamiento de los titulares de predios linderados. Así mismo, dado los inconvenientes presentados fue fundamental la supervisión del personal en campo para asegurar la calidad de datos a obtener, así como de la mejora del rendimiento y uso eficiente de los equipos.

2. En aplicación del método estático con receptores GPS con corrección diferencial se logró una precisión promedio entre 0.5 a 1 metro en un 70 % del total de puntos ocupados (vértices de los predios) en el levantamiento del catastro rural UT Huinche,

teniendo en consideración que los linderos de los predios rurales están definidos por cercos de muros de piedra y árboles, con un ancho promedio de un metro.

3. La aplicación de la tecnología de Sistemas de Información Geográfica (SIG) en el catastro rural en la UT Huinche, basó su inicio en la colecta, a partir del ingreso de información predial (espacial y alfanumérica) y el mapeado de predios rurales, realizado mediante el uso de la plataforma geoespacial integrada del sistema ArcGIS (registro de datos, elaboración y actualización de mapas), desde la elaboración de un mapa base topográfico hasta la automatización de los procesos para la elaboración de planos catastrales.

El SIG aplicado a la gestión catastral, permite realizar un análisis espacial de la base de datos catastrales hacer las ediciones y actualizaciones correspondientes en forma automática. En esta fase del catastro de SIG-catastral, la Dirección de Catastro y Formalización Rural de la Dirección Regional Agraria (DCFR_DRAA), cuenta con la plataforma informática del Sistema de Catastro Rural (SCR), el mismo que esta administrado por la DIGESPAEC_MIDAGRI, cuya labor del proyecto consistió básicamente en el ingreso de la base de datos predial espacial y alfanumérica, de este modo se consolidó la vinculación de dichos datos en un número de 1,409 predios rurales en la UT Huinche. Logrando finalmente ingresar a la revisión de la información predial, así como en la administración de datos catastrales en la plataforma SIG y la generación de Certificación de Información Catastral (CIC).

V. CONCLUSIONES

1. La aplicación de la geotecnología GNSS/GPS mediante uso de receptores GPS-diferenciales resulta fundamental en levantamientos catastrales ya que los levantamientos topográficos de predios rurales (información predial y no predial), son realizados con posicionamiento global de alta precisión, lo cual constituye una estructura de base de datos catastral (información georreferenciada), fidedigna, indubitable y confiable de los predios rurales como es el caso dado en la UT Huinche de la región Ayacucho.
2. Con respecto al uso de equipos GPS de precisión con corrección diferencial, en la linderación de predios se logra mayor precisión y ajuste de datos con la aplicación del método estático en modo de postproceso (PPK) y en tiempo real (RTK), logrando un mayor ajuste el posicionamiento en modo postproceso (PPK), así mismo queda entendido que los equipos receptores GPS-submétricos arrojan precisiones próximas a un metro y con ajuste en postproceso precisiones menores a un metro.
3. El uso de la geotecnología SIG, cumple un rol fundamental respecto al análisis geoespacial, con la captura de información espacial y su vinculación con la información alfanumérica, almacenamiento y automatización de la información catastral. Para ello la DIGESPACR_MIDAGRI cuenta con el Sistema de Catastro Rural (SCR) y el SICAR web integrado al SSET, son dos plataformas informáticas de catastro que permiten consolidar los datos prediales, actualización, gestión catastral y la atención al usuario, así como de la emisión de Certificados de Información Catastral (CIC) y los padrones respectivos que son instrumentos importantes para la formalización en la SUNARP.

VI. RECOMENDACIONES

1. En cuanto al uso de equipos receptores GPS de precisión submétrica en el posicionamiento y el uso de SIG en la gestión catastral de datos espaciales y su vinculación con los datos alfanuméricos para la administración de la información predial, se debe tener mayores cuidados en la aplicación de los métodos y técnicas y modos de uso para lograr una mayor eficiencia y eficacia en el cumplimiento de los objetivos planteados.
2. Es importante lograr la adquisición de nuevos equipos geodésicos de posicionamiento global, de última tecnología, como son los receptores GNSS/GPS de precisión milimétrica, ello trae consigo la capacitación y actualización del personal técnico, de este modo lograr las destrezas requeridas en el manejo y uso de los equipos con una mayor eficiencia.
3. La Dirección de Catastro y Formalización Rural de Ayacucho, debe continuar los levantamientos catastrales en los proyectos catastrales de toda la región, con aplicación del método directo, siendo fundamental la utilización de las geotecnologías GNSS/GPS y GIS, por las ventajas que estas ofrecen para grandes extensiones como su uso eficiente en parcelas atomizadas.
4. Se recomienda que el plano catastral (Certificado de Información Catastral) cuente con una base topográfica y la información necesaria como son las medidas perimétricas del predio, que deben figurar impresas en plano catastral, así como la información no predial (vías de acceso, canales de irrigación cuerpos de agua, accidentes de relieve, curvas de nivel, uso de la tierra, etc.), para mayor información del usuario.

5. Se recomienda que planos catastrales además de la información predial cuenten con información altimétrica mediante curva de nivel como se indica en punto 4, con el objeto de obtener el Modelo Digital del Terreno (MDT) y vistas 3D del predio con ayuda de los aplicativos SIG.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Centro Internacional de Agricultura Tropical. (2007). Sistema de posicionamiento global-GPS. Rioacha.
- Dirección General del Medio Natural. (2003). Pliego de prescripciones por los que se rigen los levantamientos GPS.
- Fabio, R. (2004). Modelo SIG de integración y consulta en línea de datos catastrales para municipios de Colombia.
- Gobierno Regional de Ayacucho. (2022). Inicio (en línea). Recuperado de <https://www.gob.pe/regionayacucho>.
- Gomez, F. (2013). La Cartografía Oficial de Colombia. X Seminario sobre Catastro Inmobiliario. Recuperado de http://www.catastrolatino.org/documentos/cartagena/ponencias/gomez_colombia.pdf
- Instituto Geográfico Nacional (IGN). (2015). Especificaciones técnicas para la producción de cartografía básica [Archivo PDF]. 87 p.
- Instituto Geográfico Nacional (IGN). (2015). Manual del sistema de la red geodésica peruana de monitoreo continuo SISREGPMOC [Archivo PDF]. 15 p.
- Instituto Geográfico Nacional (IGN). (2015). Norma técnica para el posicionamiento geodésico estático relativo al GNSS [Archivo PDF]. Recuperado de <https://www.gob.pe/institucion/ign/informes-publicaciones/543958-norma-tecnica-especificaciones-tecnicas-para-posicionamiento-geodesico-estatico-relativo-con-receptores-del-sistema-satelital-de-navegacion-global>
- Instituto Geográfico Nacional. (2022). Plataforma digital única del estado peruano. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/670923/especificaciones-tecnicas-para-posicionamiento.pdf?v=1588286032>
- Instituto Lincoln. (2013). Catastro territorial multifinalitario. Recuperado de <https://www.lincolninst.edu/es/publications/working-papers/catastro-territorial-multifinalitario>

- ISETEK S.A. (2022). Catálogo de productos GPS/GNSS. Recuperado de https://www.isetek.pe/gps_diferenciales_y_navegadores.php
- Jimenez, A. (2006). Sistemas y Análisis de Información Geográfica. alfa y omega.
- Ludovico, G. (2015). Adquisición y seguimiento en tiempo real para receptores GNSS multiantena. (Tesis de Maestría, Universidad Nacional de la Plata). <https://1library.co/document/6zqx6wey-adquisicion-seguimiento-tiempo-real-receptores-gnss-multiantena.html>
- Manguire, D.J.; Goddchild, M.F. & Rhind, D.W. (1991). Geographical information systems: Principles and applications. Longman Scientific and Technical, Harlow.
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI). (2022). Dirección General de Saneamiento de la Propiedad Agraria y Catastro Rural (DIGESPACR). Recuperado de <https://www.gob.pe/midagri>
- Oropeza, M. y Díaz, N. (2007). La Tecnología y su inserción en el pensamiento geográfico. Caracas.
- Robles, I. (2020). Interoperabilidad GNSS usando la Red. (Tesis de Maestría, Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica). Repositorio institucional. mexico. <https://inaoe.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1009/2153>
- Rodríguez, L. (2014). Tesis SIG catastro 3d Multipropósito SIGaCM. Bogotá, Colombia. 106 p.
- Rosas, A.; Rojas, G. y Herrera, E. (2018). Modernización del catastro en el Perú: creación del organismo técnico especializado – ente rector del sistema nacional catastral [Archivo PDF]. (Trabajo de investigación para optar el grado de magister en gestión pública, Universidad del Pacifico). Recuperado de https://repositorio.up.edu.pe/bitstream/handle/11354/2077/Alfredo_Tesis_maestria_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Sanchez, Y. (2021). Geotecnologías una Herramienta para el Ingeniero Civil del siglo XXI. (Ensayo de grado para optar el título de Ingeniero civil, Universidad de Bogota).
- Silberschatz, A.; Korth, H.; Sudarshan, S. (2013). *Fundamentos de base de datos*. (4a ed.). pp. 53-58, 571-579.
- SILO.TIP. (10 de febrero 2016). Análisis y Diseño de un Sistema de Información Geográfica. obtenido de Juan Carlos Avila Roldán. Recuperado de <https://silo.tips/download/analisis-y-diseo-de-un-sistema-de-informacion-geografica-para-la-administracion>

Sistema Nacional Integrado de Catastro (SNCP). (2018). DS. N° 005-2018-jus Reglamento de la Ley N° 28294. Recuperado de <http://www.sncp.gob.pe/>

Sistema Nacional Integrado de Catastro (SNCP). (2022). Sistema Nacional Integrado de Información Catastral y su Vinculación con el Registro de Predios. Recuperado de <http://www.sncp.gob.pe/>

TRIMBLE. (2022). Manual de equipos receptores GNSS/GPS. Recuperado de <https://es-la.geospatial.trimble.com/products-and-solutions/gnss-systems>