



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Ciencias Sociales

Escuela Profesional de Geografía

Implementación de un geoproceto a través de un complemento add-in para optimizar el análisis de la cartografía vectorial urbana y rural en el proceso del Censo del Instituto Nacional de Estadística e Informática

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de Geógrafo

AUTOR

Franklin QUISPE QUISPE

ASESOR

Dr. Walter Javier DÍAZ CARTAGENA

Lima, Perú

2026



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

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

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

Referencia bibliográfica

Quispe, F. (2026). *Implementación de un geoproceso a través de un complemento add-in para optimizar el análisis de la cartografía vectorial urbana y rural en el proceso del Censo del Instituto Nacional de Estadística e Informática*. [Trabajo de suficiencia profesional de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Sociales, Escuela Profesional de Geografía]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Franklin Quispe Quispe
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	47098221
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0007-4148-8216
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Walter Javier Díaz Cartagena
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	25726173
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0003-1111-1825
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Edwin Natividad Gabriel Campos
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40817384
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Luz Alexandra Javier Silva
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	74623606
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Cesar Eduardo Carrera Saavedra
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	09792944

Datos de investigación	
Línea de investigación	Tecnologías de Información Geográfica
Grupo de investigación	-
Agencia de financiamiento	-
Ubicación geográfica de la investigación	Edificio: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) País: Perú Departamento: Lima Provincia: Lima Distrito: Jesús María Latitud: -12.066614 Longitud: -77.045228
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Julio 2024 – diciembre 2025
URL de disciplinas OCDE	https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.05.01



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)

FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES
VICEDECANATO ACADEMICO

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

En Lima a los veintisiete días del mes de junio del dos mil veintiséis a las 9:00 am, se reunieron los Miembros de Jurado calificador integrado por los profesores: Mag. Edwin Natividad Gabriel Campos (Presidente), Dra. Luz Alexandra Javier Silva (Miembro) y Mag. Cesar Eduardo Carrera Saavedra (Miembro).

Verificado el Trabajo de Suficiencia Profesional **"Implementación de un geoproceso a través de un complemento add-in para optimizar el análisis de la cartografía vectorial urbana y rural en el proceso del Censo del Instituto Nacional de Estadística e Informática."** presentado por el bachiller FRANKLIN QUISPE QUISPE. Una vez concluida la sustentación, se procedió a tomar el examen escrito, luego se invitó al bachiller y público a retirarse por breve tiempo del aula e inmediatamente se inició la calificación por los Miembros del Jurado. El Procedimiento consistió que cada miembro del Jurado otorgó una nota correspondiente a la sustentación (40%), al examen escrito (25%) y otra nota otorgada por los asesores del Trabajo de Suficiencia Profesional (35%). Finalmente, la sumatoria ponderada de las tres notas obtuvo la nota aprobatoria que permite otorgar el TITULO PROFESIONAL DE GEOGRAFO (A).

Dieciseis (16)

Luego del proceso de sustentación, calificación y comunicación del resultado al graduado, el Jurado, de conformidad con el Reglamento General de Grados y Títulos de la Facultad, acordó otorgar al bachiller **FRANKLIN QUISPE QUISPE** el Título Profesional de Geógrafo y, para dejar constancia, se extendió la presente acta y firmaron:


Mag. Edwin Natividad Gabriel Campos
Presidente


Dra. Luz Alexandra Javier Silva
Miembro


Mag. Cesar Eduardo Carrera Saavedra
Miembro


Dr. Walter Javier Díaz Cartagena
Asesor



UNMSM

Firmado digitalmente por MELENDEZ
DE LA CRUZ Juan Felipe FAU
20148092282 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 09.07.2026 12:36:43 -05:00

Dr. Juan Felipe Meléndez de la Cruz
Vicedecano Académico



Anexo 1

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo, Walter Javier Díaz Cartagena en mi condición de asesor acreditado con Dictamen de la EP N° 010-2026-D-EPG-FCCSS/UNMSM del Trabajo de Suficiencia Profesional, cuyo título es Implementación de un geoproceso a través de un complemento add-in para optimizar el análisis de la cartografía vectorial urbana y rural en el proceso del Censo del Instituto Nacional de Estadística e Informática, presentado por el bachiller Franklin Quispe Quispe para optar el Título Profesional de Geógrafo.

CERTIFICO que se ha cumplido con lo establecido en la Directiva de Originalidad y de Similitud de Trabajos Académicos, de Investigación y Producción Intelectual. Según la revisión, análisis y evaluación mediante la plataforma PIDS, el documento evaluado cuenta con el 2% de similitud, nivel PERMITIDO para continuar con los trámites correspondientes y para su **publicación en el repositorio institucional**.

Se emite el presente certificado en cumplimiento de lo establecido en las normas vigentes, como uno de los requisitos para la obtención del Título Profesional de Geógrafo.

Lima, 06_de octubre de 2026

Firma del Asesor

Nombres y Apellidos del asesor:

Walter Javier Díaz Cartagena DNI: 25726173

* Según corresponda: bachiller, magíster, doctor; título profesional o título de segunda especialidad

La vigencia del presente certificado corresponde a un período de noventa (90) días desde la fecha de su emisión; siempre que no haya observaciones en el texto durante el proceso de revisión por el jurado informante o surja alguna contingencia.

INDICE

RESUMEN	4
ABSTRACT	5
INTRODUCCION	6
I. CONTEXTO INSTITUCIONAL	8
1.1 Institución.....	8
1.2 Cargo.....	9
1.3 Funciones.....	9
1.4 Relación con la geografía.....	10
II. CASO APLICADO	11
2.1 Descripción del Problema.....	11
2.2 Objetivos	11
III. METODOLOGIA	12
3.1 Enfoque.....	12
3.2 Área de Estudio.....	12
3.3 Técnicas	13
3.3.1 Modelamiento por Geoprocesamiento.....	13
3.3.2 Automatización por Procesos	13
3.4 Procedimientos	14
3.4.1 Diagnóstico y Análisis de Situación (requerimiento).....	14
3.4.2 Proceso de Diseño y Definición de Requerimientos.....	16
3.4.3 Desarrollo e Implementación del Complemento (add-in).....	17
3.4.4 Pruebas del Desarrollo del Complemento (add-in)	19
3.4.5 Validación del Complemento (add-in).....	21
3.5 Limitaciones	24
3.5.1 Dependencia del entorno de ejecución	24
3.5.2 Dependencia de la Calidad de los Datos de Entrada	24
3.5.3 Capacidad de procesamiento del Equipo.....	24
3.5.4 Alcance Funcional de la Herramienta	24
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	26
4.1 Resultados	26
4.1.1 Resultados de la Implementación Tecnológica del complemento	26
4.1.2 Evaluación Comparativa del Procesamiento de Datos.....	27
4.1.3 Evaluación de la Integridad y Consistencia de los Datos Cartográficos.....	30

4.2	Discusión de resultados.....	32
V.	IMPACTO.....	34
5.1	Impacto tecnológico.....	34
5.2	Impacto metodológico.....	34
5.3	Impacto operativo e institucional.....	35
VI.	CONCLUSIONES.....	36
VII.	RECOMENDACIONES.....	37
VIII.	REFERENCIAS.....	38
IX.	ANEXOS.....	39
	Anexo 1: Interfaz principal del complemento.....	39
	Anexo 2: Diagrama del flujo general del procesamiento del complemento.....	39

RESUMEN

El presente informe describe una síntesis de mi aporte profesional. Asimismo, a partir de la experiencia obtenida a lo largo de mi desenvolvimiento profesional, implementaré procesos mediante el software de escritorio ArcGIS para solucionar problemas identificados en las áreas rural y urbana.

El objetivo principal del informe fue explicar cómo la implementación de un geoproceto mediante un complemento (add-in) optimizo el procesamiento de datos vectoriales urbano y rurales.

El desarrollo metodológico de este informe se estructura en fases secuenciales que abarca desde el diagnóstico de la información vectorial hasta la automatización del proceso. Para ello, se diseñó e implementó un geoproceto mediante un complemento add-in en el entorno de ArcGIS, optimizando la gestión y el procesamiento de los datos.

Como resultado principal, el complemento *add-in* automatizó exitosamente el geoproceto, reduciendo significativamente los tiempos de procesamiento. Además, minimizo los errores asociados a la edición manual, contribuyendo a garantizar la consistencia de datos.

Finalmente, el impacto de este desarrollo se traduce en una mayor eficiencia. Al reducir el tiempo de tareas repetitivas, se optimizó el flujo de actividades técnicas y se agilizó la toma de decisiones basada en información geográfica confiable.

Palabras clave: *ArcGIS, add-in, geoproceto, área urbana, área rural.*

ABSTRACT

This report describes a synthesis of my professional contribution. Furthermore, based on the experience gained throughout my professional development, processes will be implemented using ArcGIS desktop software to solve identified problems in both rural and urban area.

The main objective of the report is to explain how the implementation of a geoprocess, through an add-in component, allows the optimization of massive volumes of vector data.

The methodological framework of this report is structured in sequential phases, ranging from the initial diagnosis of the vector information to the automation of the process. For this purpose, a geoprocess was designed and deployed through an add-in component within the ArcGIS environment, optimizing data management and processing.

As a primary result, the add-in successfully automated the geoprocess, managing to process massive datasets in a fraction of the usual time. Additionally, it eliminated manual editing errors, effectively guaranteeing data consistency.

Finally, the impact of this development translates into higher efficiency. By reducing the time spent on repetitive tasks, the workflow of technical activities was optimized, and decision-making was accelerated based on reliable geographic information.

Keywords: *ArcGIS, add-in, geoprocess, urban area, rural area.*

INTRODUCCION

La gestión de la información geoespacial constituye un elemento fundamental para la planificación territorial y la toma de decisiones en instituciones públicas y privadas. En el Perú, el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) es responsable de la producción y actualización de información cartográfica y estadística utilizada en los procesos censales y en diversos estudios de alcance nacional. Esta labor implica el manejo de grandes volúmenes de datos vectoriales correspondientes a las áreas urbanas y rurales, cuya calidad y consistencia resultan indispensables para garantizar la confiabilidad de los productos cartográficos generados.

Sin embargo, los procedimientos tradicionales de procesamiento y validación de información geoespacial suelen depender de tareas manuales y secuenciales dentro de los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Esta situación incrementa los tiempos de procesamiento, dificulta el manejo de grandes volúmenes de información y aumenta la probabilidad de generar inconsistencias en los datos espaciales y alfanuméricos (Ariza-López & Rodríguez-Avi, 2021). Asimismo, la ejecución repetitiva de diversas herramientas de geoprocésamiento limita la eficiencia operativa y reduce el tiempo disponible para actividades de análisis e interpretación geográfica.

Frente a esta problemática, surgió la necesidad de desarrollar una solución que permitiera optimizar los procesos de consistencia cartográfica mediante la automatización de tareas repetitivas. En este contexto, se diseñó e implementó un geoprocésamiento a través de un complemento (add-in) integrado en el entorno ArcGIS 10.8, con la finalidad de mejorar la gestión, validación y

procesamiento de datos vectoriales de las áreas urbanas y rurales utilizadas en los procesos censales.

El objetivo principal del presente informe fue explicar cómo la implementación de un geoproceso mediante un complemento add-in optimizó el procesamiento y análisis de datos cartográficos urbanos y rurales, contribuyendo a reducir los tiempos operativos y a mejorar la consistencia de la información geoespacial.

El aporte profesional desarrollado permitió automatizar procedimientos que anteriormente requerían múltiples intervenciones manuales, facilitando la ejecución de procesos de validación, control y actualización de la información cartográfica. Como resultado, se fortaleció la eficiencia operativa y la confiabilidad de los productos generados, contribuyendo al mejor desempeño de las actividades relacionadas con la consistencia cartográfica dentro del ámbito institucional.

El presente informe se estructura en seis capítulos. El primero describe el contexto institucional y las funciones desempeñadas; el segundo presenta el caso aplicado y los objetivos del trabajo; el tercero desarrolla la metodología utilizada para el diseño e implementación del complemento; el cuarto expone los resultados obtenidos y su discusión; el quinto analiza el impacto del desarrollo implementado; y finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones derivadas de la experiencia profesional.

I. CONTEXTO INSTITUCIONAL

1.1 Institución

El Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) se constituye como el órgano técnico centralizado y especializado del Perú, dependiente de la Presidencia del Consejo de Ministros. Su rol primordial en el aparato estatal es la conducción del Sistema Estadístico Nacional, actuando bajo el marco normativo del Decreto Legislativo N° 604. Esta entidad posee la facultad de recolectar, procesar y publicar los datos estadísticos oficiales del país de manera transparente, garantizando altos estándares de rigor técnico. La información producida abarca variables de índole demográfica, económica, social y geográfica, las cuales son determinantes para que los diferentes niveles de gobierno formulen y ejecuten proyectos de inversión pública de manera eficiente. Dentro de sus operaciones estadísticas de mayor alcance e importancia histórica se encuentran los Censos Nacionales, complementados de forma permanente por muestreos de alta precisión como la Encuesta Nacional de Hogares y la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar. Además de su labor en la medición de la pobreza y el empleo, el instituto lidera la innovación en el ámbito informático del Estado, destacando la continua actualización de bases de datos vectoriales y plataformas de cartografía digital. Este aporte geoespacial específico permite vincular las estadísticas demográficas con variables de ordenamiento territorial, facilitando el análisis de fenómenos tanto en el sector urbano como en el rural. De este modo, el repositorio informativo que administra este organismo del Estado provee un sustento empírico fundamental e incuestionable para la comunidad académica, sirviendo como la fuente primaria de validación en investigaciones científicas que buscan resolver problemáticas nacionales reales.

1.2 Cargo

- Analista de Consistencia Cartográfica

1.3 Funciones

- **Corrección topográfica masiva:** Asegura que las geometrías de las capas vectoriales (manzanas urbanas, parcelas rurales, límites distritales) no tengan errores de superposición (overlaps) o vacíos (gaps) en ArcGIS.
- **Depuración de bases de datos geográficas:** Verificar que la información alfanumérica unida a los vectores (tablas de atributos) no contenga registros duplicados, nulos o con códigos de ubicación geográfica (UBIGEO) erróneos.
- **Verificar la concordancia Censo-Cartografía:** Valida que la cantidad de viviendas o establecimientos registrados en las bases de datos de los Censos o Encuestas coincida exactamente con los polígonos dibujados en el mapa digital.
- **Estandarización de nomenclaturas:** Comprueba que los nombres de calles, centros poblados y vías en las áreas rural y urbana estén normalizados según los manuales técnicos del INEI.
- **Delimitación de áreas de empadronamiento:** Divide el territorio nacional en sectores censales equilibrados, asegurando que cada encuestador o empadronador tenga una carga de trabajo equitativa en campo.
- **Identificación de inconsistencias en imágenes de satélite:** Contrasta la cartografía vectorial existente contra imágenes satelitales actuales para detectar nuevas expansiones urbanas o cambios en el área rural que requieran actualización inmediata.

1.4 Relación con la geografía

La relación entre el desarrollo del complemento (add-in), las funciones desempeñadas en el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) y la Geografía se fundamenta en el manejo y procesamiento de información espacial asociada a las áreas urbanas y rurales del territorio nacional.

Las actividades de consistencia cartográfica, actualización de bases de datos y validación de información geoespacial constituyen procesos esenciales para la representación y análisis del espacio geográfico (Olaya, 2020).

En este contexto, la implementación del complemento (add-in) en ArcGIS contribuye a optimizar el procesamiento de grandes volúmenes de datos cartográficos mediante la automatización de tareas que anteriormente requerían múltiples procedimientos manuales. Esta mejora favorece la gestión de información espacial utilizada en los procesos censales y en la elaboración de productos cartográficos.

Asimismo, la herramienta desarrollada facilita la integración y validación de información espacial y alfanumérica, contribuyendo a mantener la consistencia de los datos geográficos. Esto permite disponer de información cartográfica más organizada para el análisis de la distribución espacial de la población y otras características del territorio.

Finalmente, el aporte realizado fortalece los procesos de gestión de información geoespacial dentro del INEI, apoyando las actividades relacionadas con el análisis territorial, la planificación y la producción de información cartográfica requerida para la toma de decisiones.

II. CASO APLICADO

2.1 Descripción del Problema

Como la implementación de un complemento (add-in) optimiza el procesamiento y análisis de datos cartográficos de las áreas urbanas y rurales utilizadas en los procesos censales

P1. Cuáles son las principales inconsistencias presentes en los datos cartográficos de las áreas rurales y urbanas

P2. De qué manera la ausencia de una herramienta geoespacial dificulta el procesamiento de datos cartográficos urbanos y rurales

P3. Como influye la implementación del complemento (add-in) en la consistencia de los datos cartográficos urbanos y rurales

2.2 Objetivos

Optimizar el procesamiento y análisis de los datos cartográficos urbanos y rurales mediante la implementación de complemento (add-in), contribuyendo a mejorar la gestión de la información geoespacial

O1. Identificar las principales inconsistencias presentes en los datos cartográficos de las áreas urbanos y rurales

O2. Explicar de qué manera la ausencia de una herramienta geoespacial dificulta el procesamiento de datos cartográficos urbanos y rurales

O3. Explicar como la implementación de un add-in influye en la consistencia de los datos cartográficos urbanos y rurales

III. METODOLOGIA

3.1 Enfoque

Actualmente, el proceso de consistencia y validación de la información cartográfica vectorial se ejecuta mediante flujos de trabajo tradicionales que dependen significativamente de la intervención manual de los técnicos y analistas de Sistemas de Información Geográfica (Ramírez, 2022).

Asimismo, el presente trabajo se desarrolló bajo un enfoque aplicado, orientado al diseño e implementación de un complemento (add-in) en el entorno ArcGIS para optimizar el procesamiento y análisis de grandes volúmenes de datos vectoriales correspondientes a las áreas urbanas y rurales utilizadas en los procesos censales del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

La implementación de esta herramienta permitió automatizar tareas que anteriormente se realizaban de manera manual, incorporando mecanismos de validación y filtros que contribuyen a mejorar la eficiencia en el tratamiento de la información geoespacial. Asimismo, facilitó la integración y gestión de datos cartográficos provenientes de las áreas urbana y rural, favoreciendo la consistencia y calidad de la información procesada.

En este contexto, el enfoque adoptado se orientó a la solución de una necesidad operativa específica mediante el uso de tecnologías geoespaciales, buscando optimizar los procedimientos de procesamiento y validación de datos cartográficos.

3.2 Área de Estudio

El presente trabajo se desarrolló en el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), en el marco de las actividades relacionadas con la gestión y consistencia de información cartográfica para los procesos censales a nivel

nacional. El ámbito de aplicación comprendió datos geoespaciales correspondientes a las áreas urbanas y rurales del país, los cuales son utilizados para la elaboración y actualización de productos cartográficos.

La información procesada estuvo conformada por bases de datos vectoriales de cobertura nacional, cuya administración requiere procedimientos de validación, integración y control de consistencia debido al volumen y complejidad de los registros geográficos. En este contexto, el complemento (addin) fue implementado como una herramienta de apoyo para optimizar el procesamiento de dicha información, contribuyendo a mejorar la eficiencia en las actividades de gestión cartográfica desarrolladas dentro de la institución.

Por su alcance, el área de estudio abarcó información proveniente de las distintas unidades territoriales del país, considerando tanto las áreas urbanas como rurales que forman parte de la cartografía utilizada en los procesos censales.

3.3 Técnicas

3.3.1 Modelamiento por Geoprocesamiento

El modelado de geoprocesamiento constituye el proceso mediante el cual se integran y automatizan flujos de trabajo secuenciales para el análisis y tratamiento de datos espaciales (Bosque Sendra, 2018).

3.3.2 Automatización por Procesos

La automatización por procesos constituye una estrategia metodológica que suprime la manipulación manual de los datos.

Esto permite estandarizar tareas repetitivas, reducir los tiempos de ejecución y minimizar la variabilidad o el error humano (García-López, 2021).

3.4 Procedimientos

3.4.1 Diagnóstico y Análisis de Situación (requerimiento)

Diagnostico Situacional

El análisis de las actividades relacionadas con el procesamiento de información cartográfica permitió identificar la existencia de procedimientos repetitivos que demandaban una considerable inversión de tiempo y esfuerzo operativo. La ejecución manual de estas tareas incrementaba la posibilidad de inconsistencias en los datos y dificultaba la gestión eficiente de la información geoespacial, especialmente al trabajar con grandes volúmenes de registros correspondientes a las áreas urbanas y rurales.

Caracterización de los Datos

Se realizó la revisión y análisis de la información cartográfica utilizada en los ámbitos urbano y rural con la finalidad de identificar sus características técnicas y estructurales.

Este proceso incluyó la verificación de formatos de archivos, la organización de las capas geográficas, la estructura de las bases de datos y la identificación de los elementos cartográficos necesarios para el procesamiento de la información (Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI], 2024).

La caracterización de los datos permitió establecer criterios para su tratamiento y validación dentro del complemento desarrollado.

Tabla 1

Tabla para determinar las características técnicas y estructurales de los datos

ID	DESCRIPCION	Tipo
1	Formato de Archivo	Shape
2	Organización de las Capas Geográficas	Geodatabase
3	Estructura de la Base de Datos	Texto Dinámico
4	Identificación de los elementos Cartográficos	Puntos, Líneas y Polígonos

Nota. La tabla me va a indicar la calidad de los datos

Compatibilidad del software

Para el procesamiento y análisis de la información geoespacial se empleó ArcGIS 10.8 como plataforma principal de trabajo. Sobre este entorno se implementó el complemento (add-in), diseñado para integrarse con las funcionalidades existentes del software y facilitar la ejecución de los procesos requeridos para la gestión y consistencia de los datos cartográficos.

Integración del Complemento en el Entorno SIG

Como parte del proceso de implementación, se verificó el correcto funcionamiento del complemento (add-in) dentro del entorno ArcGIS. La herramienta fue desarrollada para operar de manera integrada con la plataforma, permitiendo automatizar procedimientos específicos sin afectar las funcionalidades nativas del sistema. Esta característica facilitó su incorporación al flujo de trabajo utilizado para el procesamiento de información geoespacial.

3.4.2 Proceso de Diseño y Definición de Requerimientos

El proceso de diseño del complemento (add-in) se inició con la identificación de los requerimientos necesarios para automatizar las actividades relacionadas con el procesamiento y consistencia de la información cartográfica. Para ello, se analizaron las necesidades operativas del flujo de trabajo con el propósito de definir las funcionalidades que debía incorporar la herramienta y las condiciones técnicas requeridas para su implementación en el entorno ArcGIS.

Requerimientos Funcionales:

Los requerimientos funcionales estuvieron orientados a definir las operaciones que debía ejecutar el complemento para optimizar el tratamiento de los datos geoespaciales. Entre los principales se consideraron los siguientes:

- Automatización de procesos: Es la integración de múltiples geoprocesos dentro de una única herramienta, permitiendo ejecutar procedimientos secuenciales de manera automatizada.
- Interacción con la Información Cartográfica: Es la Capacidad para identificar, leer y procesar elementos espaciales contenidos en las capas activas del proyecto.
- Interfaz de usuario: Es la incorporación de controles y opciones que faciliten la ejecución de los procesos y la interacción del usuario con la herramienta.
- Gestión de datos: Se refiere al acceso y procesamiento de información almacenada en bases de datos geográficas utilizadas durante las actividades de consistencia cartográfica.
- Generación de resultados: Es la producción de salidas cartográficas y tabulares derivadas de los procesos ejecutados por el complemento.

Requerimientos no funcionales:

Los requerimientos no funcionales estuvieron orientados a garantizar el correcto funcionamiento del complemento dentro del entorno de trabajo definido para el proyecto. Entre los principales aspectos considerados se encuentran:

- **Compatibilidad:** Es el funcionamiento adecuado en ArcGIS 10.8 y la compatibilidad con los formatos de información utilizados en el proceso.
- **Rendimiento:** Es la capacidad para procesar grandes volúmenes de información geoespacial de manera eficiente, reduciendo los tiempos de ejecución respecto al procedimiento manual.
- **Seguridad y acceso a la información:** Es la integración con los recursos de datos disponibles, respetando las configuraciones y permisos establecidos en el entorno de trabajo.
- **Facilidad de instalación y uso:** Es la implementación mediante un formato estándar que permita su instalación y utilización de manera sencilla por parte de los usuarios.

3.4.3 Desarrollo e Implementación del Complemento (add-in)

El desarrollo del complemento (add-in) se llevó a cabo a partir de los requerimientos identificados durante la etapa de análisis. La herramienta fue diseñada para automatizar procesos relacionados con el tratamiento y validación de información cartográfica, incorporando funcionalidades orientadas al manejo de datos espaciales y alfanuméricos dentro del entorno ArcGIS.

Arquitectura del add-in y segmentación por componentes

- **C1. Interfaz del Usuario y Conexión con la Información:**

Este componente comprende los elementos visuales del complemento, incluyendo botones, opciones de ejecución y controles de interacción con el

usuario. Su función principal consiste en facilitar la selección de parámetros y la ejecución de los procesos disponibles dentro de la herramienta

- **C2. Lectura y Validación de Datos:**

Corresponde al módulo encargado de establecer la conexión con las fuentes de información geoespacial, tales como geodatabases y archivos vectoriales. Asimismo, incorpora procedimientos de validación orientados a verificar la integridad y estructura de los datos antes del procesamiento.

- **C3 Procesamiento Lógico y Geoespacial:**

Este componente concentra las operaciones de análisis y transformación de los datos. En él se implementaron los procedimientos necesarios para ejecutar los geoprosesos definidos, permitiendo automatizar tareas relacionadas con la consistencia y tratamiento de la información cartográfica.

- **C4. Exportación y Generación de Resultados:**

Comprende las funciones destinadas a generar los productos resultantes del procesamiento. Además de la creación de salidas cartográficas y tabulares, este módulo facilita la incorporación automática de los resultados al entorno de trabajo y el almacenamiento de la información generada.

Iteración y Validación de componentes

- **I.1 Integración de los Componentes C1 y C2:**

Durante esta etapa se desarrolló la interfaz del complemento y se verificó su capacidad para reconocer y acceder a las capas cartográficas utilizadas en el procesamiento. Se realizaron pruebas sucesivas para comprobar la correcta lectura de la información geoespacial y la adecuada interacción entre el usuario y la herramienta

- **I.2 Evaluación del Componente C3:**

Se efectuaron pruebas utilizando diferentes tipos de entidades geográficas, incluyendo puntos, líneas y polígonos. Estas evaluaciones permitieron verificar el funcionamiento de los procesos implementados y validar los resultados obtenidos durante el análisis de la información espacial.

- **I.3 Integración del Componente C4:**

Finalmente, se incorporaron los mecanismos de generación y almacenamiento de resultados. Las pruebas realizadas permitieron identificar oportunidades de mejora en el desempeño de la herramienta y optimizar su funcionamiento, logrando una versión estable del complemento para su utilización en el procesamiento de información cartográfica.

3.4.4 Pruebas del Desarrollo del Complemento (add-in)

Una vez concluido el desarrollo e integración de los componentes del complemento (add-in), se realizaron pruebas orientadas a verificar su funcionamiento, estabilidad y capacidad de procesamiento. Estas evaluaciones permitieron validar el comportamiento de la herramienta frente a diferentes condiciones de uso y comprobar su desempeño en el tratamiento de información geoespacial.

Prueba de Estabilidad y Control del Flujo de Procesamiento

Las pruebas de estabilidad tuvieron como propósito verificar que el complemento ejecutara los procesos de manera continua y controlada, asegurando una adecuada gestión de los datos y la detección de posibles inconsistencias durante la ejecución de los geoprocesos.

Pruebas de Control de Errores en el Flujo de Datos

Se evaluó la respuesta de la herramienta frente a situaciones que podían generar inconsistencias durante el procesamiento de la información. Para ello,

se utilizaron conjuntos de datos con registros incompletos, campos vacíos y atributos con información no válida, con la finalidad de verificar la capacidad del complemento para identificar estas condiciones y gestionar adecuadamente las incidencias detectadas.

Finalmente, los resultados obtenidos permitieron comprobar el correcto funcionamiento de los mecanismos de validación incorporados en la herramienta y la adecuada respuesta ante posibles errores presentes en los datos de entrada.

Pruebas de Capacidad de procesamiento

Con el propósito de evaluar el desempeño del complemento frente a distintos volúmenes de información, se definieron tres escenarios de procesamiento que permitieron analizar su comportamiento bajo diferentes niveles de carga.

- **Escenario de carga mínima**

Se procesó un conjunto reducido de información geoespacial con el fin de verificar el funcionamiento básico de la herramienta y validar la correcta ejecución de los procesos implementados

- **Escenario de carga estándar**

Se trabajó con un volumen representativo de datos, similar al utilizado en las actividades habituales de procesamiento cartográfico, permitiendo evaluar el rendimiento de la herramienta en condiciones operativas normales.

- **Escenario de carga máxima**

Se procesaron grandes volúmenes de información geoespacial con el objetivo de verificar la estabilidad y capacidad de respuesta del complemento durante la ejecución de procesos de mayor complejidad. Esta evaluación permitió analizar el comportamiento de la herramienta bajo condiciones

exigentes de procesamiento y determinar su desempeño en escenarios de alta carga de trabajo.

3.4.5 Validación del Complemento (add-in)

La validación del complemento (add-in) tuvo como finalidad verificar que los procesos automatizados generaran resultados consistentes y acordes con los procedimientos utilizados en el procesamiento cartográfico. Para ello, se evaluó el comportamiento de la herramienta mediante la comparación de resultados, la revisión de atributos y la verificación de la integridad de la información geoespacial procesada.

Validación mediante pruebas comparativas:

Como parte del proceso de validación, se seleccionaron muestras de información cartográfica para ser procesadas mediante dos modalidades de trabajo. La primera correspondió al procedimiento tradicional ejecutado manualmente, mientras que la segunda empleó el complemento desarrollado para automatizar las tareas del procesamiento.

Posteriormente, se compararon los resultados obtenidos en ambos procedimientos con el propósito de verificar la correspondencia de la información generada y evaluar el desempeño de la herramienta en términos de eficiencia y consistencia de los datos procesados.

Validación de atributos y formatos de datos:

Se realizó la revisión de la estructura de las tablas de atributos generadas por el complemento, verificando la correcta conservación de los formatos de información y la correspondencia entre los registros procesados. Esta actividad permitió comprobar que los datos alfanuméricos mantuvieran su integridad durante la ejecución de los procesos automatizados.

Asimismo, se verificó la consistencia de las relaciones existentes entre la información espacial y los atributos asociados, garantizando la correcta organización de los datos resultantes.

Validación de información geoespacial:

La validación geoespacial estuvo orientada a verificar la integridad de los elementos cartográficos procesados mediante el complemento. Para ello, se revisaron aspectos relacionados con la ubicación espacial de las entidades, la estructura geométrica de los elementos geográficos y la conservación de los sistemas de referencia utilizados durante el procesamiento.

Los resultados de esta validación permitieron confirmar que la información geoespacial mantenía las características necesarias para su utilización en los procesos de análisis y gestión cartográfica desarrollados en el entorno institucional.

Tabla 2*Tabla de atributos para determinar los cambios en las áreas urbanas y rurales*

ID	Tipo de Área	Nombre	Atributo	Atributo modificado
1	Urbano	Nombre de manzana	MANZANA_ID	MANZANA_26
2	Urbano	Zona	ZONA_ID	ZONA_26
3	Urbano	Frente	FRENTE_ID	FRENTE_26
4	Urbano	Nombre de vía	NOMVIA	NOMVIA_26
5	Urbano	Categoría de vía	CATVIA	CATVIA_26
6	Rural	Código de centro poblado	CODCCPP	CODCCPP_26
7	Rural	Nombre de centro poblado	NOMCCPP	NOMCCPP_26
8	Rural	Área de empadronamiento rural	AER_INI Y AER_FIN	AER_INI_26 Y AER_FIN_26
9	Rural	Área de trabajo rural	ATR	ATR_26
10	Rural	Ubigeo	UBIGEO	UBIGEO_26
11	Rural	Código de Departamento	CCDD	CCDD_26
12	Rural	Código de Provincia	CCPP	CCPP_26
13	Rural	Código de Distrito	CCDI	CCPP_26
14	Rural	Identificador de manzanas y centro poblados	IDMANZANA_ICCCPP_IN	IDMANZANA_ICCCPP_FIN

3.5 Limitaciones

3.5.1 Dependencia del entorno de ejecución

El complemento (add-in) fue desarrollado para su funcionamiento dentro del entorno ArcGIS 10.8, por lo que su ejecución depende de la compatibilidad con esta plataforma. En consecuencia, futuras actualizaciones o modificaciones en las versiones del software podrían requerir ajustes en la estructura o configuración de la herramienta para garantizar su correcto funcionamiento.

3.5.2 Dependencia de la Calidad de los Datos de Entrada

El adecuado funcionamiento del complemento está condicionado a la disponibilidad de información geoespacial estructurada y consistente. La presencia de errores significativos en la información de origen, tales como inconsistencias en la geometría, diferencias en los sistemas de referencia espacial o ausencia de atributos requeridos, puede afectar la ejecución de los procesos automatizados y limitar la obtención de resultados esperados.

3.5.3 Capacidad de procesamiento del Equipo

El rendimiento del complemento depende de los recursos de hardware disponibles en el equipo donde se ejecuta ArcGIS. Factores como la capacidad de memoria RAM, el procesador y el almacenamiento pueden influir en los tiempos de procesamiento, especialmente cuando se trabaja con grandes volúmenes de información geoespacial.

3.5.4 Alcance Funcional de la Herramienta

El desarrollo del complemento estuvo orientado a atender requerimientos específicos relacionados con el procesamiento y consistencia de información cartográfica utilizada en las áreas urbanas y rurales. Por tal motivo, la

herramienta se encuentra enfocada en las funcionalidades definidas durante el desarrollo del proyecto y no contempla características adicionales que podrían incorporarse en futuras versiones, de acuerdo con nuevas necesidades operativas institucionales.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Resultados

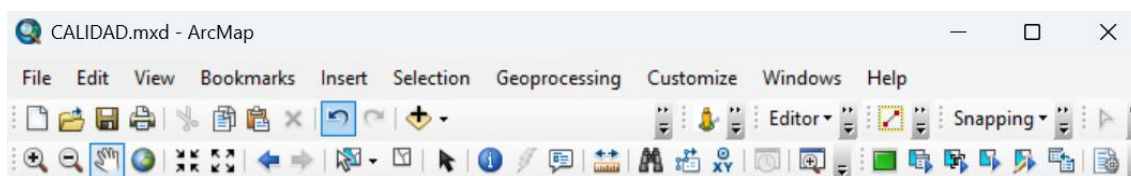
4.1.1 Resultados de la Implementación Tecnológica del complemento

Como resultado del desarrollo realizado, se logró diseñar e implementar un complemento (add-in) para el procesamiento de datos cartográficos, integrándolo de manera nativa dentro del entorno ArcGIS. Esta solución permitió incorporar funcionalidades orientadas a la automatización de procesos sin modificar la estructura principal del software, ampliando sus capacidades para la gestión y tratamiento de información geoespacial.

Asimismo, la arquitectura implementada permitió separar las funciones relacionadas con la interacción del usuario de aquellas destinadas al análisis y procesamiento de los datos geoespaciales, favoreciendo una ejecución más ordenada y eficiente de las operaciones. Esta organización se refleja en una interfaz sencilla e intuitiva, que facilita el uso de la herramienta y contribuye a reducir la probabilidad de errores durante la configuración y ejecución de los procesos.

Figura 1

Integración del complemento al programa

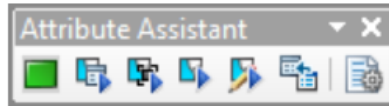


La implementación del complemento permitió consolidar en una única herramienta diversas operaciones que anteriormente requerían la ejecución secuencial de múltiples procedimientos. Como resultado, se optimizó el flujo de trabajo relacionado con el procesamiento de información cartográfica de las

áreas urbanas y rurales, contribuyendo a mejorar la eficiencia operativa y la consistencia de los datos generados.

Figura 2

Visualización del complemento

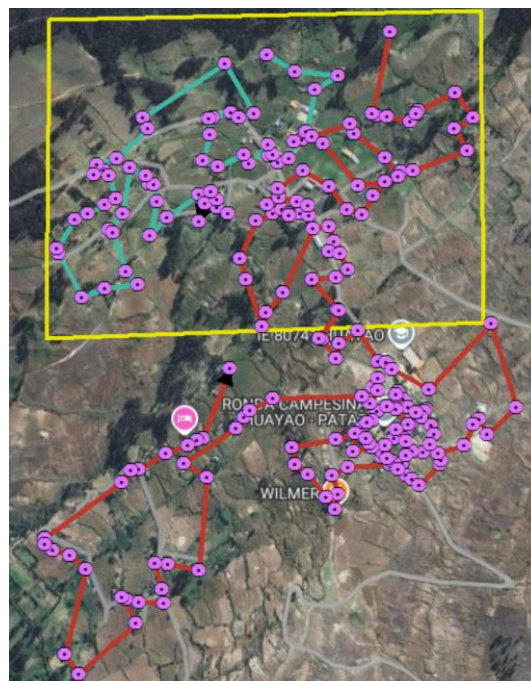


4.1.2 Evaluación Comparativa del Procesamiento de Datos

Con la finalidad de evaluar el impacto del complemento (add-in), se realizaron pruebas comparativas entre el método tradicional de procesamiento manual y el proceso automatizado implementado. Los resultados obtenidos evidenciaron una mejora significativa en los tiempos de procesamiento, especialmente cuando se trabajó con mayores volúmenes de información geoespacial.

Figura 3

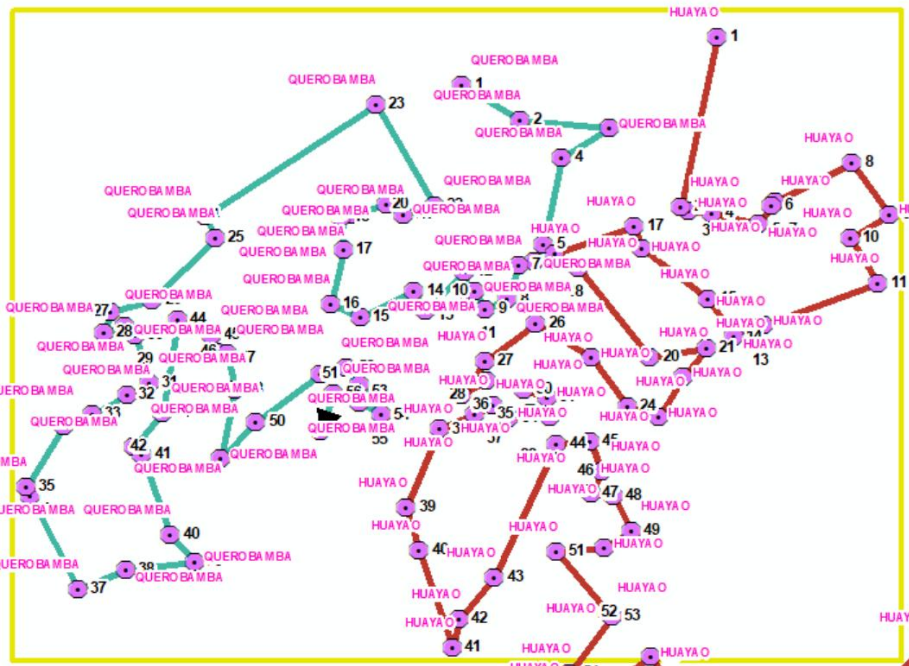
Error en el levantamiento de información de centros poblados



Nota: El cuadro amarillo me indica el límite de distribución del centro poblado y la línea verde y roja como se levantó en campo

Figura 4

Cruce de información de 2 centros poblados basándose en la distribución histórica de los CCPP



Nota. El ccpp de Querobamba va a absorber al ccpp de Huayao y por ende se debe cambiar la tabla de atributos de Huayao

- **Escenarios de bajo volumen de datos:** Tanto el procesamiento manual como el automatizado presentaron tiempos de ejecución similares; sin embargo, el complemento permitió simplificar el flujo de trabajo al integrar en una sola herramienta diversas operaciones que anteriormente requerían el uso de múltiples herramientas del SIG.

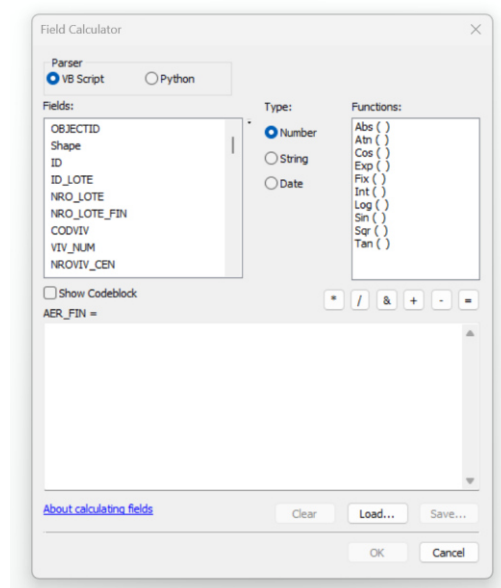
Figura 5

Tabla de atributos donde se deben realizar los cambios

[illegible]

Figura 6

Herramienta que recalcula los campos con el método tradicional



- **Escenarios de alto volumen de datos:** A medida que aumentó la cantidad de información procesada, el método manual demandó mayores tiempos de ejecución debido a la necesidad de realizar tareas repetitivas y secuenciales. En contraste, el complemento mantuvo un desempeño más eficiente, permitiendo procesar grandes volúmenes de datos en menor tiempo y reduciendo la intervención manual del operador.

Los resultados obtenidos demuestran que la automatización del geoproceso contribuyó a optimizar el procesamiento de información cartográfica, mejorando la eficiencia operativa y favoreciendo una gestión más ágil de los datos geoespaciales.

Figura 7

Dynamic Value o valor dinámico para optimizar el análisis y el procesamiento de datos cartográficos

DynamicValue				
ID	Table Name	Field Name	Value Method	Value Info
1	VIVENDAS_RURALES	CODCCPP	LINK_TABLE_ASSET	RecorridoCenso2026/CODCCPP
2	VIVENDAS_RURALES	CODCCPP_26	LINK_TABLE_ASSET	RecorridoCenso2026/CODCCPP
3	VIVENDAS_RURALES	NOMCCPP	LINK_TABLE_ASSET	RecorridoCenso2026/NOMCCPP
4	VIVENDAS_RURALES	NOMCCPP_26	LINK_TABLE_ASSET	RecorridoCenso2026/NOMCCPP
5	VIVENDAS_RURALES	AER_INI	LINK_TABLE_ASSET	PRECENSO_CPV2023_SDE_TB_AER/AER_INI
6	VIVENDAS_RURALES	AER_INI_26	LINK_TABLE_ASSET	PRECENSO_CPV2023_SDE_TB_AER/AER_INI
7	VIVENDAS_RURALES	AER_FIN	LINK_TABLE_ASSET	PRECENSO_CPV2023_SDE_TB_AER/AER_FIN
8	VIVENDAS_RURALES	AER_FIN_26	LINK_TABLE_ASSET	PRECENSO_CPV2023_SDE_TB_AER/AER_FIN
9	VIVENDAS_RURALES	PROVINCIA	LINK_TABLE_ASSET	TB_DISTRITO_29012026_JEFAINOMBPROV
10	VIVENDAS_RURALES	CCPP	LINK_TABLE_ASSET	TB_DISTRITO_29012026_JEFAICCPP
11	VIVENDAS_RURALES	DISTRITO	LINK_TABLE_ASSET	TB_DISTRITO_29012026_JEFAINOMBIDIST
12	VIVENDAS_RURALES	CCDI	LINK_TABLE_ASSET	TB_DISTRITO_29012026_JEFAICCDI
13	VIVENDAS_RURALES	UBIGEO	LINK_TABLE_ASSET	TB_DISTRITO_29012026_JEFAIUBIGEO
14	VIVENDAS_RURALES	UBIGEO_26	LINK_TABLE_ASSET	TB_DISTRITO_29012026_JEFAIUBIGEO
15	VIVENDAS_RURALES	IDMANZANA_IDCCPP_FIN	EXPRESSION	IF([CODCCPP_26]<>"", [UBIGEO]A[CODCCPP_26], "")
16	Resumen_CCPP	ESTADO	EXPRESSION	"OK"
17	VIVENDAS_RURALES	OBS_26	EXPRESSION	IF([RESFIN]=6, "SE MOVIO POR VIVENDA VOLADA", IF([RESFIN]<>6, "SE MOVIO VIVENDA VOLADA A LA UBICACION DE SU PRECENSO", ""))
18	VIVENDAS_RURALES	OBS_26	EXPRESSION	IF([CODCCPP_26]<>"", "SE CAMBIO AL CCPP "& [IDMANZANA_IDCCPP_FIN] & " POR CERCANIA", "")
19	TB_CENTRO_POBLADO	ALINEADO_26	EXPRESSION	IF([ALINEADO_26] <> "", "ALINEADO A VIVENDA", "")
20	TB_CENTRO_POBLADO	ALINEADO_26	INTERSECTING_FEATURE	VIVENDAS_RURALESINROVIV_CEN

4.1.3 Evaluación de la Integridad y Consistencia de los Datos Cartográficos

El Con la finalidad de verificar la calidad de la información procesada mediante el complemento (add-in), se realizó una evaluación de la integridad y consistencia de los datos cartográficos generados. Para ello, se revisaron tanto

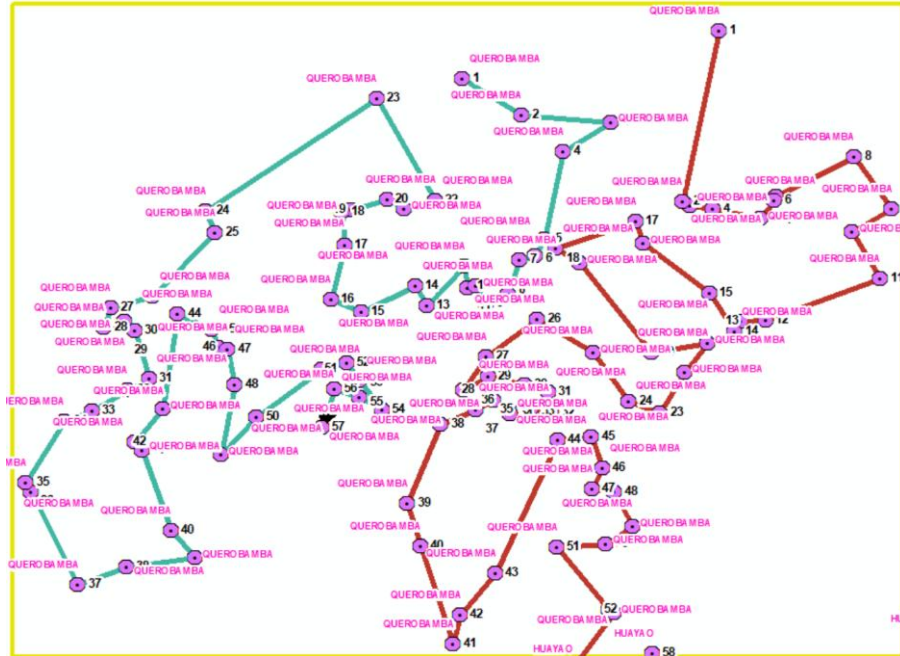
los componentes espaciales como los atributos alfanuméricos, con el propósito de validar la correcta ejecución de los procesos automatizados.

- **Integridad geométrica y espacial:** Las capas cartográficas obtenidas conservaron las características espaciales de los datos de origen. Durante la validación no se identificaron alteraciones significativas en la geometría de las entidades ni inconsistencias relacionadas con los sistemas de referencia espacial, manteniendo la calidad de la información geográfica procesada.
- **Consistencia de los atributos alfanuméricos:** El complemento procesó los registros preservando la estructura de los atributos y la integridad de la información almacenada. La revisión de los resultados permitió verificar la correcta actualización y correspondencia entre los datos espaciales y alfanuméricos, contribuyendo a una mayor consistencia de la base cartográfica.

Los resultados obtenidos evidencian que la automatización implementada mediante el complemento (add-in) favoreció la generación de información cartográfica consistente e íntegra, fortaleciendo la confiabilidad de los datos utilizados en los procesos de análisis geoespacial y toma de decisiones.

Figura 8

Correcta distribución espacial del centro poblado y cambio de atributos



4.2 Discusión de resultados

Los resultados obtenidos evidencian que la automatización del procesamiento de datos cartográficos mediante la implementación de un complemento (add-in) constituye una alternativa eficiente para optimizar las actividades de gestión y análisis de información geoespacial. La comparación realizada entre el método tradicional y el proceso automatizado mostró una reducción significativa en los tiempos de procesamiento, especialmente cuando se trabajó con mayores volúmenes de información. Estos resultados sugieren que la integración de múltiples geoprocesos dentro de una única herramienta contribuye a simplificar el flujo de trabajo y disminuir la necesidad de intervenciones manuales durante la ejecución de las tareas.

Asimismo, la evaluación de la integridad y consistencia de los datos cartográficos permitió verificar que la automatización implementada preserva la calidad de la información espacial y alfanumérica procesada. Los resultados obtenidos muestran que la aplicación de reglas de validación y control dentro del complemento favorece la detección de inconsistencias y contribuye a mantener una adecuada correspondencia entre los componentes espaciales y los atributos asociados. En este sentido, la automatización representa un mecanismo de apoyo para reducir errores derivados de procesos manuales y fortalecer la confiabilidad de la información generada.

Desde una perspectiva metodológica, la experiencia desarrollada demuestra la viabilidad de diseñar e implementar soluciones geoespaciales orientadas a la optimización de procesos específicos mediante una adecuada identificación de requerimientos, planificación de actividades y validación de resultados. El desarrollo del complemento permitió atender una necesidad operativa concreta relacionada con la consistencia cartográfica, evidenciando el potencial de las herramientas SIG para incorporar soluciones personalizadas que contribuyan a mejorar la eficiencia en el tratamiento de la información geoespacial.

En conjunto, los resultados obtenidos respaldan el cumplimiento del objetivo general del trabajo, al demostrar que la implementación del complemento (add-in) contribuyó a optimizar el procesamiento y análisis de los datos cartográficos urbanos y rurales, favoreciendo la consistencia de la información y mejorando la eficiencia operativa en las actividades relacionadas con la gestión geoespacial.

V. IMPACTO

5.1 Impacto tecnológico

El principal aporte tecnológico de este trabajo radica en la implementación de un complemento (add-in) orientado a optimizar el procesamiento y análisis de información geoespacial. La integración de diversos geoprocesos dentro de una única herramienta permitió automatizar tareas que anteriormente requerían múltiples procedimientos manuales, mejorando la eficiencia en la gestión de datos cartográficos urbanos y rurales. Asimismo, el desarrollo de esta solución evidencia que es posible fortalecer las capacidades de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) mediante herramientas complementarias diseñadas según necesidades específicas. De esta manera, se aprovechan los recursos tecnológicos disponibles para optimizar los procesos de tratamiento y validación de la información geoespacial, contribuyendo a una gestión más eficiente de los datos cartográficos.

5.2 Impacto metodológico

A nivel académico y metodológico, este trabajo demuestra la aplicación de conocimientos de geomática y desarrollo de herramientas geoespaciales para optimizar procesos de gestión y análisis de información cartográfica. La implementación de una metodología de desarrollo, complementada con procesos de validación y control de calidad, permitió diseñar una solución orientada a mejorar la eficiencia en el procesamiento de datos geoespaciales.

Asimismo, la experiencia desarrollada evidencia que, mediante una adecuada planificación, análisis de requerimientos y validación de resultados, es posible implementar herramientas geoespaciales que contribuyan a optimizar las actividades relacionadas con el tratamiento de información cartográfica. En ese

sentido, este trabajo aporta una experiencia práctica que promueve la automatización de procesos dentro de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y fomenta el uso de soluciones tecnológicas orientadas a mejorar la gestión y calidad de los datos espaciales.

5.3 Impacto operativo e institucional

En el ámbito operativo e institucional, la implementación del complemento (add-in) permitió optimizar el tiempo destinado a las actividades de procesamiento de información geoespacial. Al automatizar tareas repetitivas de cálculo, estructuración y actualización de datos, se redujo la carga operativa del especialista en Sistemas de Información Geográfica (SIG), disminuyendo la posibilidad de errores asociados a la ejecución manual de los procesos. Asimismo, la automatización contribuyó a mejorar la eficiencia en la gestión de la información geográfica, favoreciendo la consistencia de los datos generados y facilitando su utilización en los procesos de análisis y toma de decisiones. De esta manera, el personal pudo destinar mayor tiempo a actividades de interpretación, evaluación y diseño de soluciones, en lugar de enfocarse en tareas operativas repetitivas de digitación y procesamiento manual.

VI. CONCLUSIONES

1. Las principales inconsistencias presentes en los datos cartográficos de las áreas urbanas y rurales corresponden a registros nulos, campos incompletos, formatos no estandarizados y discrepancias en las tablas de atributos. Estas inconsistencias afectan la calidad de la información geoespacial y requieren procesos de validación para garantizar un adecuado análisis cartográfico.
2. La implementación de una herramienta geoespacial automatizada, desarrollada mediante un complemento add-in en ArcGIS, permite integrar y ejecutar múltiples procesos en una sola operación, reduciendo significativamente los tiempos de procesamiento y mejorando la gestión de miles de datos de información cartográfica.
3. El uso del complemento (add-in) influye positivamente en la consistencia de los datos de las áreas urbanas y rurales, al automatizar los procesos de validación y control de atributos espaciales y alfanuméricos, garantizando resultados coherentes y confiables para el análisis y toma de decisiones.

VII. RECOMENDACIONES

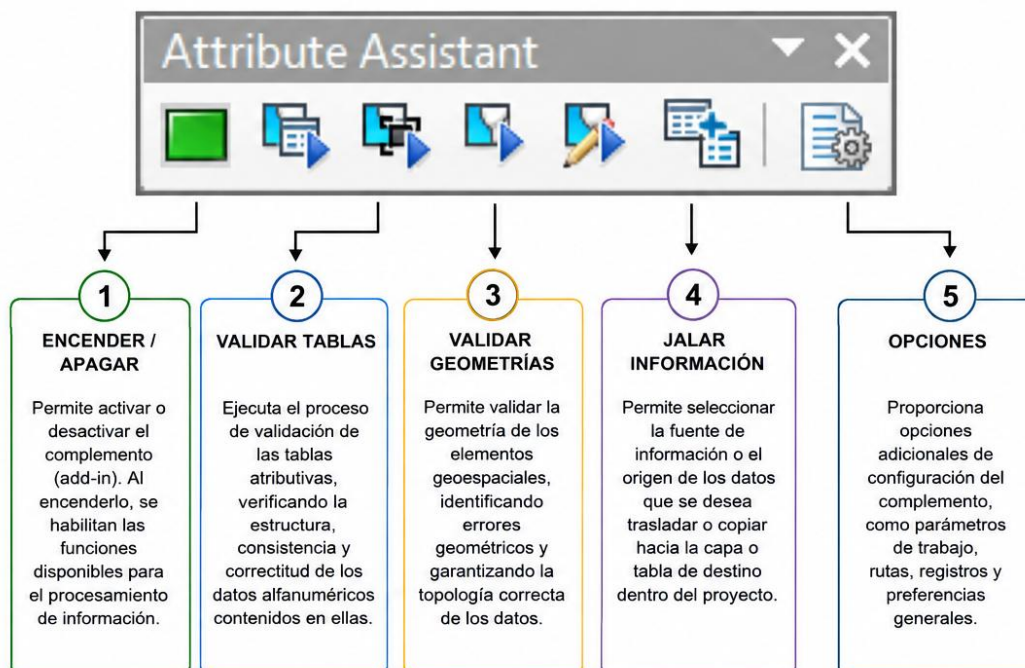
1. Se recomienda implementar procedimientos estandarizados de validación y control de calidad de los datos cartográficos antes de su incorporación a la base de datos geoespaciales, con la finalidad de reducir la presencia de registros nulos, campos incompletos y errores en la estructura de los atributos, garantizando una mayor calidad en la información desde las etapas iniciales del procesamiento.
2. Se recomienda promover la automatización progresiva de los procesos de geoprocésamiento que actualmente se ejecutan de manera manual, integrando herramientas que permitan reducir tareas repetitivas, optimizar los tiempos de procesamiento y mejorar la eficiencia operativa en el manejo de grandes volúmenes de información geoespacial.
3. Se recomienda continuar con el desarrollo y actualización del complemento, incorporando nuevas funciones de validación y control de atributos espaciales y alfanuméricos que permitan fortalecer la consistencia de los datos cartográficos y garantizar la confiabilidad de la información utilizada en los procesos de análisis y toma de decisiones.

VIII. REFERENCIAS

- Ariza-López, F. J., & Rodríguez-Avi, J. (2021). Calidad en bases de datos geográficas y la importancia de la consistencia lógica. *Revista Cartográfica*, 102, 45-68. <https://doi.org/10.35424/rcarto.i102.912>
- Bosque Sendra, J. (2018). *Sistemas de Información Geográfica y localización óptima de actividades*. Editorial Gredos.
- García-López, M. (2021). Automatización de geoprocursos mediante programación nativa de escritorio: Optimización y desarrollo de componentes GIS. *Revista de las Tecnologías de la Información Geográfica*, 23(1), 114-129.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2024). *Manual de Procedimientos Técnicos para la Actualización Cartográfica y Consistencia Vectorial Urbana y Rural*. INEI.
- Olaya, V. (2020). *Sistemas de Información Geográfica*. Víctor Olaya. <https://volaya.github.io/libro-sig/>
- Ramírez, L. M. (2022). *Desarrollo de complementos Add-in en entornos desktop para la automatización de controles topográficos masivos* (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

IX. ANEXOS

Anexo 1: Interfaz principal del complemento



Anexo 2: Diagrama del flujo general del procesamiento del complemento

