



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Análisis multicriterio con ArcGIS para la ubicación adecuada de
un relleno sanitario en la provincia de Ascope 2024

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

AUTORES:

Díaz Rojas, Ray Ronaldo (orcid.org/0000-0002-6551-5342)

Zelada Cabellos, Pablo Cesar (orcid.org/0000-0001-5429-0654)

ASESOR:

Dr. Cruz Monzon, Jose Alfredo (orcid.org/0000-0001-9146-7615)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de los Residuos

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

TRUJILLO – PERÚ

2024



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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, CRUZ MONZON JOSE ALFREDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Análisis multicriterio con ArcGIS para la ubicación adecuada de un relleno sanitario en la provincia de Ascope 2024", cuyos autores son DIAZ ROJAS RAY RONALDO, ZELADA CABELLOS PABLO CESAR, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 13.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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

TRUJILLO, 27 de Junio del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
JOSE ALFREDO CRUZ MONZON DNI: 18887838 ORCID: 0000-0001-9146-7615	Firmado electrónicamente por: JACRUZM el 08-07- 2024 08:29:40

Código documento Trilce: TRI - 0778325



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

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, DIAZ ROJAS RAY RONALDO, ZELADA CABELLOS PABLO CESAR estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañanla Tesis titulada: "Análisis multicriterio con ArcGIS para la ubicación adecuada de un relleno sanitario en la provincia de Ascope 2024", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

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

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

Nombres y Apellidos	Firma
PABLO CESAR ZELADA CABELLOS DNI: 74292128 ORCID: 0000-0001-5429-0654	Firmado electrónicamente por: ZELADACPC el 27-06- 2024 13:04:28
RAY RONALDO DIAZ ROJAS DNI: 73339398 ORCID: 0000-0002-6551-5342	Firmado electrónicamente por: RAY el 27-06-2024 13:52:14

Código documento Trilce: TRI - 0778324

Dedicatoria

El presente trabajo de investigación está dedicado a cada una de nuestras familias y amigos, principalmente a nuestros padres quienes han sido un pilar fundamental, para alcanzar este logro, también reconocemos el esfuerzo de cada uno de nosotros que contribuyó a este proyecto, y por último a esos verdaderos amigos con los que compartimos todos estos años juntos.

Díaz Rojas Ray.

A Dios, por permitirnos llegar a este momento tan significativo en nuestras vidas, por los éxitos y los momentos difíciles que nos han enseñado a valorar cada día más a los seres que amamos, A mis padres, por su apoyo y comprensión constante durante toda mi formación académica, gracias por su confianza en mí, sus sabios consejos, y por brindarme las oportunidades y recursos necesarios para alcanzar este logro, y a mi angelita que me cuida desde el cielo, cuyo recuerdo es un motivo más para seguir adelante.

Zelada Cabellos Pablo César.

Agradecimientos

A Dios, por darnos la fortaleza, la sabiduría y la perseverancia necesarias para completar este proyecto. Su guía y bendiciones han sido nuestra fuente constante de inspiración y motivación a lo largo de este camino.

A nuestros padres, quienes han sido nuestro pilar fundamental. Gracias por su amor incondicional, su apoyo constante y por creer en nosotros, sus sacrificios y enseñanzas nos han permitido llegar hasta aquí, y esta tesis es tanto un logro nuestro como suyo. Que Dios los bendiga siempre.

A nuestro asesor el Dr. Cruz Monzón, José Alfredo, por su inestimable orientación, paciencia y conocimientos compartidos. Su compromiso y dedicación fueron esenciales para la realización de esta investigación. Sus valiosos comentarios y sugerencias nos guiaron y ayudaron a superar los desafíos encontrados en el camino.

A todos, gracias por ser parte de este logro. Su apoyo y confianza en nosotros han sido fundamentales para alcanzar esta meta.

Índice de contenidos

Carátula	i
Declaratoria de Autenticidad del Asesor.....	ii
Declaratoria de Originalidad de los Autores	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimientos	v
Índice de contenidos	vi
Índice de tablas	vii
Índice de figuras	viii
Resumen.....	ix
Abstract	x
I. INTRODUCCIÓN.....	11
II. METODOLOGÍA.....	22
2.1. Tipo, enfoque y diseño de investigación.....	22
2.2. Variables y operacionalización	22
2.3. Población y muestra	23
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	23
2.5. Procedimientos.....	23
2.6. Método de análisis de datos.....	28
2.7.Aspectos éticos	29
III. RESULTADOS	30
IV. DISCUSIÓN	41
V. CONCLUSIONES	44
VI. RECOMENDACIONES	45
REFERENCIAS.....	46
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 01. <i>Fuente, escala y datum</i>	25
Tabla 02. <i>Criterios de Restricciones</i>	26
Tabla 03. <i>Exclusiones para localizaciones de áreas aptas</i>	27
Tabla 04. <i>Ponderación por parámetros del Factor Pendiente</i>	30
Tabla 05. <i>Ponderación por parámetros del Factor Geología</i>	30
Tabla 06. <i>Ponderación por parámetros del Factor Clima</i>	32
Tabla 07. <i>Ponderación por parámetros del Factor Geomorfológico</i>	32
Tabla 08. <i>Ponderación por parámetros del Factor cobertura vegetal</i>	34
Tabla 09. <i>Ponderación por parámetros del Factor suelo</i>	35
Tabla 10. <i>Ponderación por parámetros del Factor CUM</i>	36

Índice de figuras

Figura 1. Etapas del diseño de investigación	24
Figura 02. <i>Ponderación por factores</i>	37
Figura 03. <i>Parámetros establecidos por factores para la ubicación óptima de un relleno sanitario</i>	37
Figura 04. <i>Mapa final ponderaciones integradas</i>	38
Figura 05. <i>Mapa del Análisis multicriterio integrado</i>	39
Figura 06. <i>Clasificación de las áreas óptimas para un relleno sanitario</i>	39
Figura 07. <i>Áreas posibles para la instalación de un relleno sanitario</i>	40
Figura 08. <i>Áreas posibles para la instalación de un relleno sanitario</i>	40

Resumen

El trabajo de investigación surge debido a una problemática relacionada con la ubicación de los rellenos sanitarios, causada por la acumulación de residuos sólidos en vertederos a corto, mediano y largo plazo, lo que resulta en daños irreversibles hacia los ecosistemas. El presente estudio, se desarrolló con la finalidad de localizar sitios idóneos para el emplazamiento de un relleno sanitario utilizando sistemas de información geográfica (SIG) en la provincia de Ascope, ubicada en el departamento de La Libertad. Para ello, la metodología, incluye la aplicación de la normativa DS N° 014-2017-MINAM y la Guía para la identificación de zonas potenciales para infraestructuras de disposición final de residuos sólidos municipales, que proporcionan los criterios necesarios para seleccionar las áreas apropiadas. Además, se utilizará un proceso de exclusión mediante ponderación y superposición de mapas, todo ello mediante el análisis multicriterio con el software ArcGIS PRO 3.0, Los resultados del cálculo mostraron que existen tres áreas posibles para la ubicación óptima de un relleno sanitario, identificándose una única área de 110.65 hectáreas como la más idónea, concluyendo que el análisis multicriterio y la teledetección con el apoyo del GIS, nos ayuda en gran medida a determinar el áreas idóneas para el emplazamiento de un relleno sanitario, ya que ayuda a reducir costos y tiempo.

Palabras clave: Análisis espacial, sistemas de información geográfica (SIG), rellenos sanitarios, áreas potenciales, ArcGIS

Abstract

The research study arises due to a problem related to the location of sanitary landfills, caused by the accumulation of solid waste in dumpsites in the short, medium, and long term, which results in irreversible damage to ecosystems. This study was conducted with the aim of locating suitable sites for the placement of a sanitary landfill using geographic information systems (GIS) in the province of Ascope, located in the department of La Libertad. For this purpose, the methodology includes the application of the DS N° 014-2017-MINAM regulation and the Guide for the identification of potential areas for municipal solid waste disposal infrastructure, which provide the necessary criteria for selecting appropriate areas. Additionally, a process of exclusion through weighting and map overlay will be used, all through multicriteria analysis with ArcGIS PRO 3.0 software. The calculation results showed that there are three possible areas for the optimal location of a sanitary landfill, identifying a single area of 110.65 hectares as the most suitable. It is concluded that multicriteria analysis and remote sensing, supported by GIS, greatly help in determining suitable areas for the placement of a sanitary landfill, as they help reduce costs and time.

Keywords: spatial analysis, geographic information systems (GIS), landfills, potential areas, ArcGIS, landfill, ArcGIS

I. INTRODUCCIÓN

La generación de diversos tipos de residuos ha suscitado numerosas preocupaciones, entre las cuales destaca el impacto ambiental debido al daño irreparable que inflige a los ecosistemas, afectando negativamente los recursos hídricos, la superficie terrestre y la atmósfera. Solo en Europa, la cantidad de desechos generados anualmente supera los 2.5 millones de toneladas, lo que demuestra la gravedad del problema (Carvajal, Teijeiro y García, 2022). El desarrollo industrial y el crecimiento demográfico en las últimas décadas han desencadenado un acelerado incremento en la producción de residuos sólidos. Esta situación pone en riesgo la capacidad de resiliencia de la naturaleza para mantener un equilibrio ambiental, lo que destaca la urgencia de abordar el problema de manera eficiente y oportuna (Iñiguez Martínez, 2021, p.13).

La mayoría de estos desafíos se debe al déficit de gestión e infraestructura para la disposición final de los residuos, ocasionada principalmente por la ausencia de sistemas adecuados de recolección y disposición de los residuos. Esta situación ha causado impactos ambientales negativos a escala global, debido a la ineficacia de los servicios de manejo de desechos y al mal funcionamiento de los vertederos de residuos sólidos. Como consecuencia, se generan diversos problemas ambientales que afectan la salud, la economía, el bienestar y el medio ambiente en la sociedad actual (Uscamayta, 2021, p. 2). Sin embargo, estos problemas ambientales también representan una amenaza para el desarrollo socioeconómico de las comunidades. Una muestra de esto se evidencia en el sector turístico, donde la carencia de una gestión efectiva de los residuos sólidos puede reducir significativamente la afluencia de turistas a destinos que no cuentan con adecuado manejo de sus desechos (De la Cruz, 2022, p. 1). Debido a estos problemas ambientales, se buscan modelos para la implementación de rellenos sanitarios en diversas partes del mundo. Estos modelos tienen como objetivo contrarrestar los problemas ambientales que se generan a diario (Gonzales & Stamm, 2022).

En respuesta a este desafío ambiental, surge la necesidad de emplear tecnologías innovadoras que nos ayuden a identificar los sitios adecuados para la ubicación de vertederos sanitarios. Una de estas tecnologías es el análisis de criterios múltiples utilizando ArcGIS, que resulta extremadamente útil para este fin.

En el Perú, existen múltiples problemas ambientales asociados a una mala selección para rellenos sanitarios. Según el Registro Nacional de Suelos Degradados, se han identificado al menos 1,585 rellenos sanitarios que han sido reportados como suelos degradados debido al incumplimiento de los requisitos técnicos para la disposición final de los residuos. (Defensoría del Pueblo, 2019, p. 11). Por otro lado, la capacidad de soporte para manejar los desechos sólidos en el país es muy limitada, dado que únicamente dispone de 47 vertederos, mientras que se requieren 344, en consecuencia, los municipios deberían impulsar la creación de rellenos sanitarios, considerando que la selección del área debe ser la más adecuada para garantizar que no se ponga en riesgo la salud y el bienestar de la población. (Defensoría del Pueblo, 2019, p. 10).

Por otra parte, la municipalidad distrital de Casa Grande ha estado gestionando los residuos sólidos durante un periodo de 30 años, es importante destacar que, en realidad, se trata de un vertedero a cielo abierto donde se incineran los desechos directamente, causando serias afecciones respiratorias en los residentes cercanos, como la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC). esto, en consecuencia, a las grandes cantidades de compuestos clorados que son liberados, entre ellas: la dioxina, la cual fue declarada como cancerígeno según la (OMS, 2019).

Este vertedero se encuentra en una pequeña comunidad a la orilla derecha del río Chicama. Entre los factores que contribuyen a una gestión deficiente de residuos se incluyen la falta de educación ambiental, prácticas inadecuadas y una gestión ineficiente de los desechos sólidos. Estos factores han resultado en efectos dañinos que afectan tanto la salud como el medio ambiente, abarcando el recurso agua, el suelo y el aire, la situación se agrava aún más debido a la descomposición de la materia orgánica, lo que resulta en la generación de lixiviados, productos tóxicos que generan malos olores, inestabilidad del suelo, propagación de enfermedades y contaminación del agua subterránea que fluye hacia el río Chicama. Por esta razón, el municipio del distrito de Casa Grande debería organizarse con la municipalidad provincial de Ascope con el fin de elaborar un plan de cierre y rehabilitación del botadero de Roma. Frente a esta problemática, se realizan las siguientes preguntas; problema **general**: ¿De qué manera los SIG permiten identificar las zonas idóneas para la instalación de un relleno sanitario en la provincia de Ascope? Además, se

plantean las siguientes interrogantes **específicas**: ¿qué características tienen las áreas aptas para un relleno sanitario con relación al criterio de exclusión y restricción?, ¿qué impacto tiene la aplicación del método AHP a fin de que las áreas cumplan con las características adecuadas para un relleno sanitario? y ¿de qué manera se integrarán las metodologías GIS para proponer la ubicación de una zona apta para un relleno sanitario en la provincia de Ascope?

La justificación teórica del presente estudio se basa en los efectos beneficiosos que resultan de la integración del análisis multicriterio para la gestión apropiada de residuos sólidos. La aplicación de este enfoque, en conjunto con los SIG y el método AHP, permite evaluar múltiples factores simultáneamente. Esto facilita la identificación de las áreas más adecuadas para el tratamiento y disposición final de residuos en la provincia de Ascope, contribuyendo así a una gestión más efectiva de los residuos sólidos, dicho estudio ofrecerá posibles soluciones para enfrentar la carencia de áreas apropiadas destinadas a un vertedero controlado en la provincia de Ascope, esto traerá beneficios tangibles en el bienestar de la población al mejorar significativamente su calidad de vida, al mismo tiempo que se reduce la contaminación y se mitigan los impactos en la salud asociados con el vertedero actual en la región.

Los datos de este estudio relacionados con las evaluaciones multicriterio y los estudios para identificar terrenos óptimos para la ubicación de un relleno sanitario servirán como guía para futuras investigaciones y proyectos. Este proyecto se enfoca en fortalecer supervisión y la preservación del medio ambiente, reduciendo de esta manera los eventuales efectos adversos que puedan surgir sobre la salud y el entorno ambiental. La selección de una zona adecuada y óptima para un relleno sanitario garantizará la minimización de los riesgos ambientales y fomentará una gestión más sostenible de los residuos sólidos.

Según lo mencionado anteriormente, el **objetivo general** formulado para abordar las interrogantes planteadas es: Identificar las zonas idóneas para la instalación de un relleno sanitario en la provincia de Ascope mediante el uso de sistemas de información geográfica y análisis multicriterio con ArcGIS. Y los **objetivos específicos** son: Identificar las características aptas para un relleno sanitario en base a criterios de restricción y exclusión en la provincia de Ascope, establecer las

principales características involucradas para la propuesta del relleno sanitario utilizando la técnica de análisis multicriterio. Por último, proponer la ubicación de una zona apta para un relleno sanitario utilizando la integración del análisis multicriterio y la herramienta ArcGIS en la provincia de Ascope.

Como **hipótesis general** de la investigación se planteó lo siguiente: La aplicación del análisis multicriterio proporciona las características adecuadas y óptimas de las áreas para la instalación de un relleno sanitario en la provincia de Ascope. Asimismo, como hipótesis específicas, el análisis multicriterio proporcionará las áreas aptas para un relleno sanitario con relación al criterio de exclusión y restricción. El análisis multicriterio tendrá un impacto positivo ya que determinará las áreas óptimas que cumplan con las características adecuadas para la instalación de un vertedero. La aplicación del método (AHP) se integra con la metodología GIS, para proponer la ubicación de una zona idónea para un relleno sanitario en la provincia de Ascope.

Para esta investigación, fue necesario la revisión de antecedentes internacionales entre los cuales mencionaremos a Singh, Sardar y Samadder (2022), evaluaron la selección idónea para un relleno sanitario en un área predominante por actividad de minería, utilizando el proceso de jerarquía analítica difuso (AHPD) y un análisis de decisión multicriterio basado en vulnerabilidad DRASTIC en Dhanbad, India, cuyo objetivo fue identificar sitios de vertedero ambiental y económicamente adecuados utilizando un modelo de combinación lineal ponderado basado en procesos de jerarquía analítica difusa dentro de un entorno SIG, dicho estudio fue no experimental, con un diseño transversal descriptivo con un enfoque cuantitativo y con una población total de 132 vertederos también se utilizó el índice de vulnerabilidad del agua subterránea y la distancia de los vertederos a las áreas densamente pobladas para proteger el agua subterránea y reducir el costo del transporte de desechos sólidos que no fueron considerados en los estudios anteriores. Utilizando los métodos informados anteriormente, se encontró que un total de 132 vertederos cumplían con los criterios ambientales en el área de investigación, pero después de aplicar el índice de vulnerabilidad de las aguas subterráneas, el número de sitios ambientalmente adecuados se redujo a 95. Se llegó a la conclusión que el estudio ayudará a los formuladores de políticas y a las autoridades de SWM interesadas a

construir vertederos diseñados en sitios de vertedero ambiental y económicamente adecuados en el terreno de estudio y en otras.

De igual manera, Mohamed et al. (2023, p. 3), utilizó el método de evaluación multicriterio, debido a que enfatizan las técnicas del SIG para poder evaluar la idoneidad del sitio para un relleno sanitario en Hargeisa, Somalilandia, por ello, fueron seleccionados once parámetros significativos: proximidad a zonas urbanas, aguas superficiales, puntos de pozos de aguas subterráneas, sitios sensibles, uso y cobertura del suelo, geología, tipo de suelo, elevación, pendientes, carreteras y separación de los vertederos existentes. Obteniendo como resultados, que el 68,96% no eran aptas, mientras que aproximadamente el 24,36% tenía menos idoneidad, y aproximadamente el 6,68% tenía alta idoneidad para vertederos teniendo en cuenta los criterios. Este estudio nos indica que el método integrado es una herramienta muy prometedora para los planificadores ambientales con respecto a la toma de decisiones para determinar sitios de relleno sanitarios adecuados.

Asimismo, Ali et al (2023, p.4), en su investigación titulada “Identificación y selección de sitios de vertederos adecuados mediante análisis de decisiones multicriterio basados en SIG en el distrito de Peshawar, Pakistán”. Cuyo objetivo fue proporcionar una base científica para localizar sitios de vertederos adecuados que puedan usarse eficientemente para los RSU, en una de las ciudades más urbanizadas en el distrito de Peshawar de Pakistán. Por ello, utilizó varios criterios ambientales, sociales y económicos en un sofisticado análisis de decisión multicriterio dentro del sistema de información geográfica (SIG). Además, como parte metodológica se hicieron comparaciones por pares de criterios clasificados utilizando el proceso de jerarquía analítica (AHP). Así mismo, se aplicó una combinación lineal ponderada (WLC) para generar el vertedero más adecuado para la eliminación de RSU dentro de su área de estudio. Donde, los resultados obtenidos evidenciaron que aproximadamente el 11,4% (14.485,15 ha) y el 16,6% (21.211,95 ha) del área de estudio son muy perfectamente aptas, el 20,8% (26,525,56 ha) son inadecuadas y las áreas restantes son bajas (27,3%; 34.834,84 ha) o moderadamente apto (23,8%; 30.356,84 ha) para la construcción de vertederos. Se concluyó que el uso de los vertederos propuestos siempre sean los más aptos que cumplan con gran parte de estos criterios, para que a futuro estos conlleven a menores consecuencias de riesgos

para la salud pública y degradación ambiental.

Por otra parte, Majid & Mir (2021, p.13), realizaron una investigación con el propósito de identificar posibles ubicaciones para la selección de vertederos en la ciudad de Srinagar, India. Para ello, emplearon herramientas como los SIG y la teledetección, aplicando técnicas de evaluación multicriterio (MCE) y el Proceso Analítico Jerárquico (AHP), esto debido a que la ciudad de Srinagar cuenta con un área de 341 km², la cual está dividida en 61 distritos por la Corporación Municipal de Srinagar (SMC), y tiene una población total de 1.236.829 hab., según el censo de la India, por tal motivo, utilizaron la técnica MCE. Donde, fueron evaluados 10 parámetros, con la finalidad que estos sitios cumplan con las pautas del MoEF y CPCB. Como resultados, se obtuvo que: Se lograron identificar un total de 8 sitios potenciales para vertederos, de los cuales 5 cumplen con los criterios utilizados para evaluar las áreas que están restringidas. Además, cabe mencionar que, sólo 445 ha estuvieron disponibles para el proceso de ubicación de relleno sanitario, por lo que el 98,69% del área de estudio está restringida debido al desarrollo urbano sostenible, concluyendo que los SIG y las técnicas de detección remota son altamente apropiadas en la selección de sitios debido a su capacidad de manejar un gran volumen de datos. Además, nos permite utilizarlos de manera organizada y sistemática, lo cual, hace que estas técnicas sean utilizadas cada vez más para el proceso de ubicación de vertederos. Sin embargo, los avances para este ámbito son limitados, y demuestra la negligencia por parte de las autoridades de la ciudad de Srinagar.

Asimismo, Muhammad, Mohd y Mohammed (2023, p. 5), quienes utilizaron una combinación de métodos de información geográfica y un proceso de AHP, con el fin de determinar áreas idóneas de vertederos adecuados, donde puedan eliminar los residuos sólidos municipales (RSU) en Abha-Khamis, esto debido a que la provincia de Asir tiene 2,3 millones de habitantes y cubre un área de 80.00 km². Para ello, identificó el conjunto requerido de criterios estándares, de los cuales, se recuperó 15 criterios claves que influyen fuertemente para la designación de sitios de vertederos de residuos sólidos para Abha, basándose en el modelo AHP con tres niveles de opciones de decisión, obteniendo como resultados, un total de 20 sitios que varían en tamaño desde 100 a 595 ha están distribuidos a distancias razonables de las ciudades

de Abha-Khamis, lo cual, cumplen con todos los criterios críticos para vertederos adecuados. Finalmente, se concluyó, que el uso de sensores remotos integrados, SIG y el enfoque AHP mejora significativamente la identificación de la idoneidad de tierras para el manejo de RSU.

Asimismo, Tesfaye et al (2023, p. 12), investigaron la selección optimizada del sitio de vertedero para residuos sólidos municipales utilizando SIG y la técnica de análisis de decisiones multicriterio (MCDA), ciudad de Hossana, sur de Etiopía, donde su objetivo fue identificar una opción óptima de gestión de residuos municipales, seleccionando el mejor sitio de vertedero en la ciudad de Hossana utilizando sistemas integrados de datos geográficos (SIG) y métodos de evaluación de decisiones multicriterio (MCDA), la ciudad abarca una superficie de 8945 ha, de las cuales 4585,48 ha han sido planificadas de manera integral. En este estudio se utilizaron enfoques de muestreo estratificado. Había tres sub ciudades como estratos de los seis niveles de la ciudad. Los que fueron muestreados se extrajeron al azar de cada estrato, los tamaños de muestra en cada nivel se calcularon utilizando los porcentajes relativos de cada estrato, como resultado de la evaluación de los residuos sólidos urbanos (RSU), se identificó que el promedio diario de residuos sólidos generados por personas de ingresos altos, medios y bajos en el área de estudio fue de 0.515 kg/persona/día, 0.44 kg/persona/día y 0.387 kg/persona/día, respectivamente, donde dicho resultado mostró que la tendencia de generación de residuos per cápita/día aumenta a medida que aumenta el ingreso mensual debido a que la tasa de consumo ha aumentado en la ciudad. Se concluyó que la metodología SIG y el MCDA, fue crucial para determinar las ubicaciones más adecuadas para un relleno sanitario en la ciudad de Hosanna., donde se descargan residuos sin ningún tipo de tratamiento ni separación.

Finalmente, Nguyen (2022, pp. 4-9), en su investigación, buscaron encontrar las áreas idóneas para la selección de sitios de vertederos en el delta de Mekong, en la provincia de Be Tre, mediante SIG y AHP, en base a nueve criterios: distancia desde el agua superficial; profundidad del nivel freático; distancia desde el área residencial, uso de la tierra, distancia desde las carreteras principales, características geoambientales y geotécnicas, distancia desde sitios históricos, turísticos y distancia de zonas industriales.

En relación con la revisión de antecedentes nacionales para esta investigación, se puede citar el trabajo de Espejo (2018, p.14), quien utilizó SIG para identificar la ubicación más idónea para un vertedero en el distrito de Chachapoyas, en Amazonas, cuyo objetivo de dicha investigación fue determinar el emplazamiento ideal y las técnicas ambientales apropiadas para el vertedero, utilizando el SIG como instrumento de apoyo, además, cabe señalar que dicho estudio tuvo una etapa de campo, donde se realizó la recopilación de datos y determinación de marcas críticas de monitoreo apoyado de un GPS, y en la etapa de oficina se definió las características del manejo de los RSU y criterios de selección de superposición de mapas, planos temáticos y posteriores análisis, evaluación e interpretación. Finalmente, utilizando SIG se elaboraron 4 zonas óptimas en el interior de la zona de análisis, cada una de las cuales tiene sus espacios correspondientes: Zona 1 = 60.43 Gas., Zona 2 = 6.91 Ha., Zona 3 = 3.1 Ha. y Zona 4 = 15.1 Ha. La metodología que se empleó dispuso como etapa de campo en la que se recopilaron datos y determinación de puntos de monitoreo mediante GPS en sitio, y una etapa de oficina en la que se realizó la caracterización del manejo de RSU, indicadores de selección del punto, creación de mapas temáticos, sobreposición de mapas el reconocimiento y luego se realizó la interpretación, A partir de este proceso, se concluyó que la metodología de los SIG, permite realizar un análisis íntegro del área de estudio, determinando la ubicación técnica y ambientalmente viable de acuerdo según el reglamento, como resultado del cual se identificaron cuatro zonas óptimas para la instalación de vertederos.

Por otro lado, Carhuachin y Orbegoso (2022, pp.11-21) llevaron a cabo una evaluación con el fin de identificar la ubicación adecuada para la instalación de un vertedero en la provincia de Cajabamba, utilizando SIG, centrándose específicamente en la provincia de Cajabamba, la cual está compuesta por cuatro distritos: Sitacocha, Condebamba, Cachachi y Cajabamba. para este estudio se establecieron ciertos criterios de restricción y exclusión, entre ellos se incluyen las zonas mineras y la hidrología, donde obtuvo como resultado, de un total de 6900 km², solo el 4% de toda la el área de la provincia de Cajabamba, era altamente adecuada para ubicar un relleno sanitario, asimismo, se identificaron 10 áreas idóneas de las cuales cuatro cumplían con todos los parámetros establecidos. Concluyendo de tal modo que el método AHP y la teledetección con el apoyo del GIS, nos ayuda con gran medida a

determinar el terrenos óptimos y adecuados para un relleno sanitario, ya que ayuda a reducir costos y tiempo.

De manera similar, en su estudio, Miranda (2022) empleó SIG y el sistema de Análisis Multicriterio para determinar la ubicación de un vertedero en la provincia de Huancavelica, con el objetivo de optimizar la identificación de áreas potenciales para su ubicación, por otro lado, el enfoque de este estudio fue exploratorio, ya que busca estudiar una variable nueva en una situación también nueva, además, cabe señalar que se adoptó un enfoque cuantitativo, ya que los datos fueron recolectados y procesados numéricamente en el software Gis, dicho estudio se ejecutó con la recopilación de shapefiles de diversas agencias gubernamentales, que crearán mapas temáticos que serán evaluados utilizando instrumentos y datos geográficos SIG y la metodología de evaluación multicriterio. Finalmente, como parte de los resultados adquiridos de su investigación tenemos, que: encima del 80% del área analizadas que no son aptas para un relleno sanitario, del 20% sobrante, solamente el 0.76% eran de muy baja idoneidad para el sitio, el 2,21 % tuvo una caída muy baja de idoneidad, el 5,24% fue apropiado y el 9,14% fue muy adecuado. Con base en estos resultados, se propusieron cinco sitios cerca de dos aglomeraciones urbanas como posibles sitios de relleno sanitario. Finalmente, se concluye que la metodología SIG y el análisis de criterios múltiples, permitieron determinar las mejores áreas posibles a fin de la realización de un relleno sanitario en la provincia de Huancavelica.

El tema de investigación sobre el análisis multicriterio con ArcGIS para la ubicación adecuada de un relleno sanitario en la provincia de Ascope, incluye los siguientes conceptos:

Los vertederos o rellenos sanitarios son una técnica de orden final de desechos en terrenos que representa un indicio para nuestra fortaleza y salud de nuestra comunidad y la seguridad pública. durante la operación una vez finalizada la actividad, no provoca ningún impacto significativo en el medio ambiente. comparado con un vertedero porque es el lugar donde se derraman los residuos sólidos sin ninguna precaución al no ser compactados ni tapados con tierra todos los días lo que genera gases, filtración de agua y olores desagradables. Hay tres formas de vertido: El primer método es el procedimiento de zanja, el cual consta hacer una zanja extendida donde, se comprimen y tapan los residuos con una capa de tierra, cabe señalar, que: es el

método más óptimo para superficies casi planas en la que el nivel freático no se encuentra cercano a la tierra. El segundo método de rampa o pendiente a veces se emplea en coordinación con los métodos anteriores. El tercer método superficial, es más apropiado para zonas planas o zonas con un declive manipulable en la cual logren producir depresiones. Los desechos se esparcen encima de una pendiente concreta, se compactan para que finalmente sean cubiertos con tierra Mansour (2018).

En la actualidad los desechos sólidos son un problema grave debido a una mala disposición final, además, la carencia de conciencia ambiental entre los residentes, incluyendo la persistencia de costumbres tales como el consumismo y la descartabilidad, representan un desafío significativo para la gestión efectiva de los residuos sólidos generados diariamente en establecimientos como hoteles, parques, zonas recreativas y hospitales. Esta situación podría llevar a una insuficiencia en la capacidad de tratamiento y disposición final de los residuos sólidos en la región. En cuanto al relleno sanitario o botadero, es una alternativa de solución económica y práctica ya que es una técnica para poblaciones rurales y urbanas. Para realizar este proceso se requiere equipo pesado para hacer y cavar zanjas, abrir carreteras, excavar materiales y zanjas y todos los demás trabajos se pueden ejecutar de forma manual. En relación de los botaderos mecánicos para grandes proyectos donde generan cada día toneladas de desechos sólidos en grandes cantidades, por lo regular este modelo de relleno sanitario se tiene que contar con maquinaria y personal capacitado para colocar tierra, compactar y tapar los residuos sólidos, cuyos procesos lo convierten en un requerimiento muy complejo (Ichpas & Sánchez, 2021).

Los SIG son un instrumento indispensable para el estudio de la administración territorial. Asimismo, para el análisis demográfico, la protección ambiental y la planificación urbana. Consta de un grupo de recursos y tiene como objetivo generar nueva información para cada progreso de toma de decisiones. Es un instrumento informático que nos permite visualizar información geográfica, almacenar, editar y analizarla para tomar decisiones y resolver conflictos. En el mundo real, los SIG son clave, debido a que esta herramienta cuenta con la integración organizada de múltiples procesos, datos y análisis. Por esta razón, en últimas décadas, se han logrado grandes avances representativos para la ciencia y los SIG, mediante el

crecimiento de las infraestructuras geoespaciales, tecnologías de posicionamiento, intercambio y recopilación de información, análisis de datos; y a través de la evolución de la ciencia subyacente a la tecnología (Vázquez, 2018).

Métodos de evaluación multicriterio la importancia de esta técnica es de valoración y evaluación de los bienes naturales ya que tiene la cualidad de ser un instrumento de tomar decisiones para su uso y mejora sostenible y en el hecho de que permiten emitir juicios en la selección de estrategias, del manejo y conservación del medio ambiente. La toma de decisiones tiene una especialidad de ejecutar y modificar imágenes y medidas incluso a una magnitud con el fin de realizar comparaciones de los cuales establecer elementos y preferencias que nos dejen agregar los daños a una métrica común de una investigación. Ya que cuenta con diferentes opciones que dejan la toma de determinaciones al momento de examinar dificultades complejas y así poder brindar nuevas soluciones y que tomen en cuenta a un conjunto de individuos. Es primordial disponer la justificación y la interacción de opiniones y así poder asignar las decisiones con una intención específica para poder contribuir a resolver los problemas y ofrecer un arreglo (Berumen, 2017).

La información geográfica multidimensional puede determinar cualquier posición en la superficie terrestre utilizando coordenadas geográficas, pero esto depende en gran medida de una buena resolución. Por otro lado, también se presentan en múltiples formatos digitales, estos se proyectan sobre superficies planas y requieren de un mayor tiempo para poder procesar los datos y analizarlos, para toma de decisiones (Rodríguez y Lloret, 2019).

El geoprocésamiento es una agrupación de operaciones diseñadas para constituir conexiones y la evaluación entre dos o más capas, indistintamente de su naturaleza, y para permitir la ejecución de diferentes tareas. Se trata de herramientas que analizan capas vectoriales de forma sencilla y básica, estos procesos de geoprocésamiento. Las principales herramientas utilizadas en este estudio incluyen esferas de influencia o buffers, que son polígonos formados una a cierta distancia. Este análisis espacial permite visualizar incendios forestales, superficies afectadas por contaminación, áreas de influencia $A_{ii} - A_{id}$, entre otros (Pucha y Cofrep, 2017).

El procedimiento de jerarquía analítica (AHP) creado originalmente por Saaty (1980), es un enfoque integral de toma de decisiones que simplifica la resolución de un problema complejo de múltiples criterios mediante una serie de comparaciones entre ellos. En cada comparación, dos criterios seleccionados se evalúan simultáneamente según la importancia o preferencia que los expertos relacionados con el problema le dan a uno sobre el otro (Pourghasemi, 2019).

La Ley N° 27314, establece las responsabilidades, facultades y derechos que la población en su totalidad debe cumplir para garantizar una gestión eficiente de los desechos sólidos, con el fin de mitigar los impactos negativos en la salud y el medio ambiente, además, prohíbe la disposición final de residuos sólidos en lugares no autorizados, con el propósito de prevenir riesgos medioambientales y salvaguardar el bienestar de los habitantes (Sistema de Información Jurídica del Perú, 2019).

II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo, enfoque y diseño de investigación

La investigación desarrollada fue de tipo aplicada porque permitirá identificar el área idónea para un relleno sanitario, en cuanto a su enfoque, es cuantitativa debido a que se utilizó el análisis multicriterio (AHP), y por su diseño, fue un estudio no experimental, ya que no se manipuló la variable independiente. Además, por su nivel, es transversal descriptivo.

2.2. Variables y operacionalización

El análisis multicriterio realizado con ArcGIS Pro se definió como la variable independiente en el estudio, teniendo como dimensiones los mapas de factores físicos y de restricciones, mientras que las áreas apropiadas para un relleno sanitario se consideraron como la variable dependiente, con su respectiva dimensión de criterios de restricción, cuyos indicadores son: ámbito territorial, climas, geologías, geomorfologías, tipos de suelo, pendientes.

De igual forma, se consideró los criterios de exclusión, cuyos indicadores son: catastro minero, zona hidrológica, fallas geológicas, centros poblados y cobertura vegetal

Por lo cual, se ha desarrollado una tabla de operacionalización de variables presentada en el anexo n°1.

2.3. Población y muestra

La población de estudio abarca toda la extensión de la provincia de Ascope que es de 265.6 Ha., y se localiza en departamento de la Libertad. Es importante destacar que esta provincia constituida por 8 distritos, a saber: Ascope (28 900 ha), Casa Grande (67 400 ha), Chicama (89 700 ha), Chocope (10 100 ha), Magdalena de Cao (15 600 ha), Paiján (8 200 ha) y Rázuri (31 300 ha), para visualizar la extensión territorial de cada distrito, consulte la Figura 9.

En cuanto a la muestra utilizada, se consideró toda la extensión de la provincia de Ascope; la cual abarcó ocho distritos con el propósito de identificar la ubicación óptima para el emplazamiento de un relleno sanitario.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

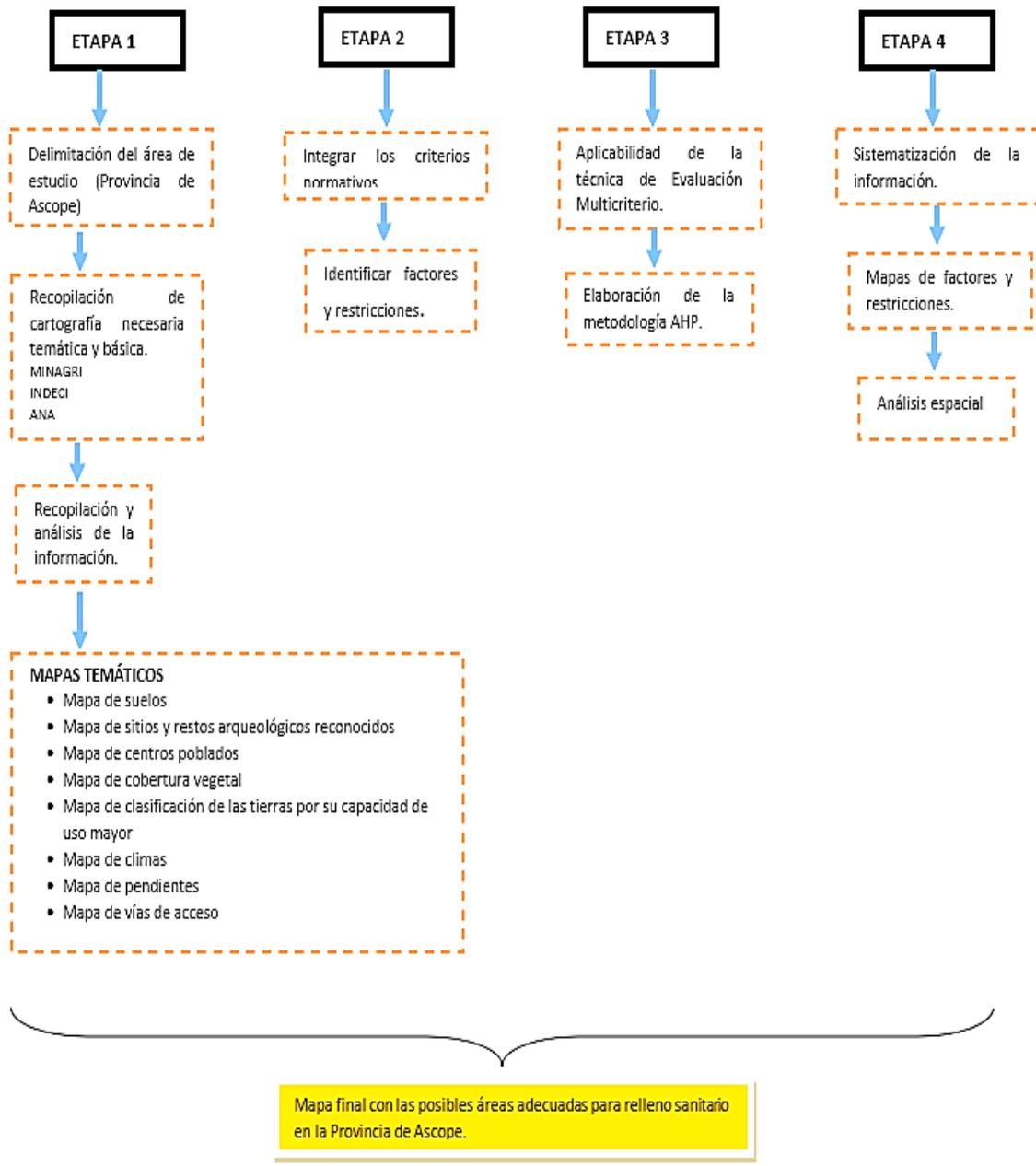
Se utilizó la técnica de observación no experimental a través del análisis de imágenes satelitales con el objetivo de identificar la ubicación óptima para un relleno sanitario en la provincia de Ascope para el año 2024, este enfoque implicó la clasificación y evaluación de diferentes criterios y restricciones relacionados con la idoneidad del sitio.

Por otra parte, se utilizó una ficha de observación como instrumento para recopilar datos y registrar las observaciones del investigador en relación con la situación real, cuyos ítems son: ubicación, inclinación promedio, altitud, coordenadas geográficas, acceso, ascenso, material de cobertura vegetal, fuentes de agua, observaciones, entre otros.

2.5. Procedimientos

En la presente investigación, los pasos se describen de la siguiente manera:

Figura 01. Etapas del diseño de investigación



Fuente: Elaboración propia.

Etapa 1

Acotamiento del área de investigación

Es esencial para la correcta ejecución del plan de estudio de la investigación. Por esta razón, se elaboró un mapa base de la provincia de Ascope para facilitar la superposición de capas temáticas necesarias. La elaboración del mapa base requirió la consideración de factores como lagos, curvas de nivel, ríos, centros poblados y vías de acceso, tal como se ilustra en la Figura 20.

Etapa de recopilación y análisis de datos

Se realizó la selección y el análisis de información relevante obtenida de diversas fuentes tanto públicas, privadas y gubernamentales, en formatos vectoriales y PDF. Además, se realiza una revisión minuciosa de las investigaciones previas relacionadas con el tema de estudio.

Tabla 01. Cartas Nacionales

	Fuente	Escala	Datum
Carta nacional 15-e; 16-e	MINEDU	1:100 000	WGS 84 Zona 17 S
Carta nacional 15-f; 16-f	MINEDU	1:100 000	WGS 84 Zona 17 S

Fuente: Datos adaptados del Ministerio de Educación y el IGN.

Etapa 2

En las Tablas 02 y 03 se muestran las delimitaciones relacionadas con el modelo de restricción y exclusión para la selección de terrenos adecuados destinados al emplazamiento de rellenos sanitarios en la provincia de Ascope, estas delimitaciones se basan en la Guía MINAM, p. 29.

Tabla 02. Criterios de Restricciones

Restricciones	Condiciones	Fuente
Pendientes	Muy empinado a extremadamente empinado	GEOCATMIN
Distancia a centros poblados	>- 500 m	INEI
Distancia a fuentes de aguas superficiales	>- 500m	GEOGPS-PERU
Distancias a aeropuertos	>- 13 000m	MTC
Geología	-	GEOCATMIN
Geomorfología	-	INGEMMET
Distancia a Vías	>-250m – 2000m	MTC
Hidrología	>- 500m	ANA
Suelos	Debido a sus características de impermeabilidad	ONERN MINAM
Climas	>20 °C	SENAMHI
Zona arqueológica	>- 500m	Ministerio de Cultura
Cobertura vegetal	Zonas herbazales o degradadas	MINAM

Fuente: Tabla adaptada de la Guía del MINAM sobre Rellenos Sanitarios Mecanizados

Tabla 03. Exclusiones para localizaciones de áreas aptas

Exclusiones	Fuente
Preservación de patrimonio cultural	MINAGRI
Concesiones mineras	INGEMMET
Zonas de pantano, humedales o recarga de acuíferos	ANA
Cobertura vegetal	MINAM
CUM	MINAM ZEE - ONERN

Fuente: Información adaptada de la Guía del MINAM.

Etapa 3

En la tercera etapa se aplicará el método de valoración multicriterio con la finalidad de asignar las ponderaciones de bajo = valor 1 , medio= valor 2, alto = valor 3 a los factores de elección conforme a las explicación de las particularidades igual que la Guía del MINAM, con el fin de colocar información de las ponderaciones otorgadas al ArcGIS es fundamental formar tablas en Excel para asignar ponderaciones adecuadas con la finalidad de obtener el terreno adecuado para la instalación del relleno sanitario. (Ucamayta, 2021, p. 20).

Este método AHP, en lugar de sostener decisiones correctas, nos ayuda a encontrar las soluciones que mejor se adapten a los objetivos. forma una incógnita de decisiones por medio de las funciones del contexto racional e integral, que simboliza y cuantifica los elementos y los problemas, relacionados también con los objetivos generales, evalúa y busca alternativas de solución. la metodología AHP se apoya en tres principios: primero, estructuras de referencias; segundo, juicios comparativos de

los criterios o alternativas; y tercero, síntesis de las preferencias. Ebrahim, Mohsen, et al. (2022, p. 7).

Etapa 4

Sistematización de la información: es primordial llevar a cabo este avance en el cual la superposición ponderada debido a que es uno de los instrumentos del software ArcGIS, el que permitirá realizar la sobreposición de los indicadores de elección para lograr una nueva información que fue el mapa factores de la provincia de Ascope, por este motivo el resultado obtenido se le superpone al mapa de restricciones con el propósito de generar zonas o buffers de dominio conforme a las instrucciones de la Guía del MINAM, p. 29, la creación de buffers admitió determinar los terrenos debido a que es factible la instalación de un relleno sanitario.

Mapas de factores y restricciones: con el propósito de realizar el mapa de factores y restricciones, es primordial emplear las herramientas de geoprocésamiento de ArcGIS, tal como se muestra en los diagramas, de esta manera el método de la elaboración del mapa de factores es primordial tener en consideración con los requisitos de la Guía del MINAM, p. 33, para establecer el rango con la creación de lugares de influencia que permitieran la delimitación de aquellas áreas que tienen restricciones para su instalación y ubicación del relleno sanitario.

2.6. Método de análisis de datos

El método utilizado en este estudio consistió en el procesamiento de datos espaciales obtenidos de fuentes oficiales, para ello, se utilizó el software ArcGIS Pro 3.0, que permitió procesar cada mapa temático.

Una vez obtenidas las capas con su simbología respectiva, se introdujeron en el programa Excel, el cual facilitó la tabulación y clasificación de datos, posteriormente, se reclasificaron los datos con el apoyo de ArcGIS y mediante el uso de análisis multicriterio.

2.7. Aspectos éticos

La totalidad de los datos presentados investigación son genuinos y producto del esfuerzo propio de los autores, debido a que se llevó a cabo dentro de los estándares éticos del investigador, con el objetivo de garantizar que la información brindada sea veraz y precisa, basándonos en antecedentes nacionales e internacionales de revistas indexadas como Scopus, Science-Direct y Mendeley, entre otras, cuya autoría de las fuentes consultadas se respetó estrictamente, sin realizar cambios o modificaciones de la información obtenida.

Además, la información obtenida fue revisada mediante la plataforma Turnitin con el propósito de evitar cualquier inconveniente relacionado con el plagio.

III. RESULTADOS

Con el fin de cumplir con los objetivos específicos del estudio, se han aplicado criterios de restricción y exclusión. Estos criterios se han subdividido en subcriterios y, mediante el uso del método AHP se les ha asignado una clasificación y una ponderación relativa. Esta metodología permitió una evaluación sistemática y jerarquizada de los diferentes aspectos que deben considerarse para la selección de un sitio adecuado para el relleno sanitario.

Tabla 04. *Ponderación por parámetros del Factor Pendiente*

Descripción	Pendiente (%)	Ponderación
Relieves llanos	0 - 15	3
Relieves inclinados	15 - 25	2
Relieves con inclinación elevada	25 - 55	1
Relieves con inclinación muy elevada	55 - 75	1
Relieves fuertemente empinados a escarpado	> 75	1

Fuente: Elaboración propia en base al Plan de Acondicionamiento Territorial de Ascope.

Tabla 05. *Ponderación por parámetros del Factor Geología*

Unidades litoestratigráficas	Simbología	Ponderación
Fms. Pariatambo	Ti-vII	1
Rocas intrusivas granito	KTi-gd	1
Grupo	Ki-g	1

Goyllarisquizga		
Dep. Aluvial		0
reciente	Qr-al	
Fm.	KTi-ad	1
Laguna (1)	Lag	0
Volc.	J-vo	1
	Km-ich	1
Dep. aluvial (1)	Qh-al	0
Fms. Chocolate		1
chonta	Ji-cho	
Fm.	KTi-di	1
Fm. chimú	Ki-chim	1
Fms. Santa -		1
Carhuaz	Ki-saca	
Montañas		1
estructurales en		
roca sedimentaria	Kti-tgd-sr	
Dep. eólicos	Q-e	0
Fm. Chicama	Js-ch	1
Fm. El milagro	PN-c (0) Eco. frágil	1
Dep. marinos de		0
playa	Q-ma	
Roca intrusiva		1
diorita	KP-di	
Granodiorita	KsP-gd	1
Granito	KP-gr	1
	TsJi-z	1
Dep. eólicos	Q-eo	0

Dep. fluvial	Q-fl	0
Fm. Chicama	Ki-chi	1
Rocas ígneas	P-II	1
Fm. Carhuaz	Ki-ca	1

Fuente: Elaboración propia en base al Sistema de Información Geológico y Catastral Minero.

Tabla 06. *Ponderación por parámetros del Factor Clima*

Tipo de clima	Simbología	Ponderación
Semiárido semicálido con invierno seco	D(ii)B'	3
Semiseco semicálido con invierno seco	C(ii)B'	2
Árido semicálido con deficiencia de lluvias	E(d)B'1	3

Fuente: Elaboración propia basada en la Clasificación del SENAMHI

Tabla 07. *Ponderación por parámetros del Factor Geomorfológico*

Geomorfología	Simbología	Ponderación
Abanico de piedemonte	Ab	1
Campo de dunas	C-d	1
Llanura o planicie inundable	PI-i	1
Mantos de arena	M-a	1

Vertiente o piedemonte aluvio- torrencial	P-at	3
Llanura o planicie aluvial	Pl-al	1
Vertiente o piedemonte coluvio- deluvial	V-cd	3
Montaña en roca intrusiva	RM-ri	3
Colina y lomada en roca intrusiva	RCL-ri	3
Colina en roca intrusiva	RC-ri	3
Montaña en roca volcano- sedimentaria	RC-rvs	2
Montaña en roca volcánica	RM-rv	2
Colina y lomada en roca volcánica	RCL-rv	2
Montaña en roca sedimentaria	RM-rs	3
Colina en roca sedimentaria	RC-rs	3
Colina estructural en roca sedimentaria	RCE-rs	1
Montaña estructural en roca sedimentaria	RME-rs	3
Colina y lomada en roca sedimentaria	RCL-rs	3

Terraza aluvial	T-al	1
Vertiente coluvial de detritos	V-d	1
Vertiente o piedemonte coluvio- deluvial	V-cd	1
Montaña en roca volcano- sedimentaria	RM-rvs	2
Montañas y colinas en roca volcánica	RMC-rv	2
Montañas y colinas en roca volcánica	RC-rv	2
Colina en roca volcano- sedimentaria	RCE-rvs	2
Montañas y colinas estructurales en roca sedimentaria	RMCE-rs	3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 08. Ponderación por parámetros del Factor Cobertura vegetal

Cobertura vegetal	Simbología	Ponderación
Agricultura costera y andina	Agri	2
Bosque seco de colina alta	Bsca	2
bosque seco de montaña	BSM	1
Bosque seco tipo sabana	BSS	1

Cardonal	CAR	2
Desierto costero	DC	3
Lagunas, lagos y cochas	L/CO	1
Matorral arbustivo	MA	2
Río	R	1
Area urbana	U	1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 09. *Ponderación por parámetros del Factor suelo*

Suelo	Simbología	Ponderación
Regosol éutrico - Cambisol éutrico	RGe-CMe	2
Leptosol lítico - Afloramiento lítico	LPq-R	2
Arenosol háplico - Solonchak háplico	ARh-SCh	3
Fluvisol éutrico - Regosol éutrico	FLe-RGe	3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10. Ponderación por parámetros del Factor CUM

Suelo	Simbología	Ponderación
Tierras aptas para cultivo en limpio (intensivarable), Limitación necesidad de riego. Cálidad agrológica alta	A1 (r)	3
Tierras aptas para cultivo en limpio (intensivarable), Limitación suelo-necesidad de riego. Cálidad agrológica alta	A2s (r) - C15 (r)	3
Tierra apta para cultivo permanentel, limitación suelo-necesidad de riego. Cálidad agrológica alta	C1s (r)	2
Tierra apta para pastos, limitación salinidad. Cálidad agrológica baja	P31	1
Tierra de Protección	X	1
Asociación de Protección Cultivo Permanente. Limitación suelo-necesidad de riego. Cálidad agrológica alta	X - C1s (r)	2
Asociación de protección forestal. Limitación clima-pastos temporales. Cálidad agrológica baja	X - P3c (T)	1

Fuente: Elaboración propia

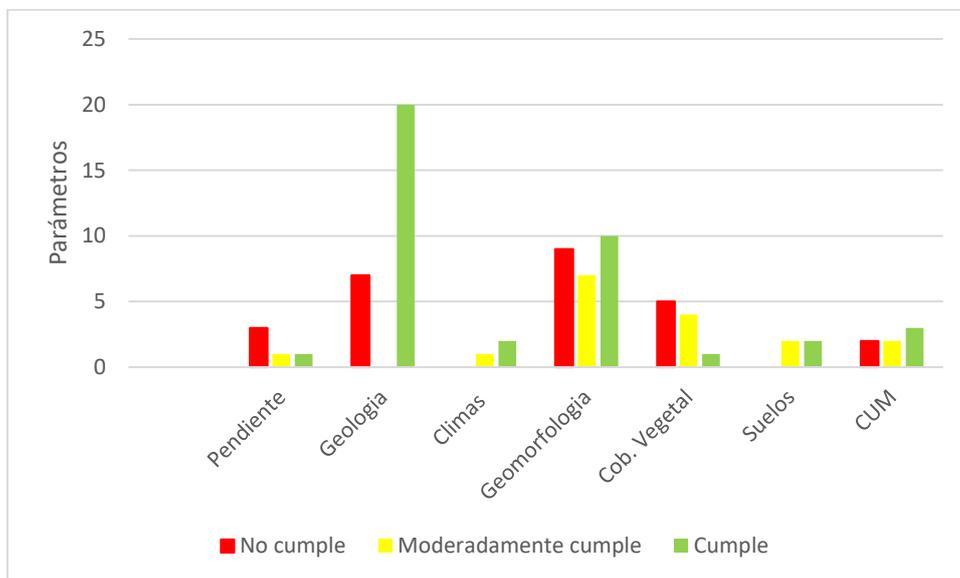


Figura 02. Ponderación por factores

Fuente: Elaboración propia

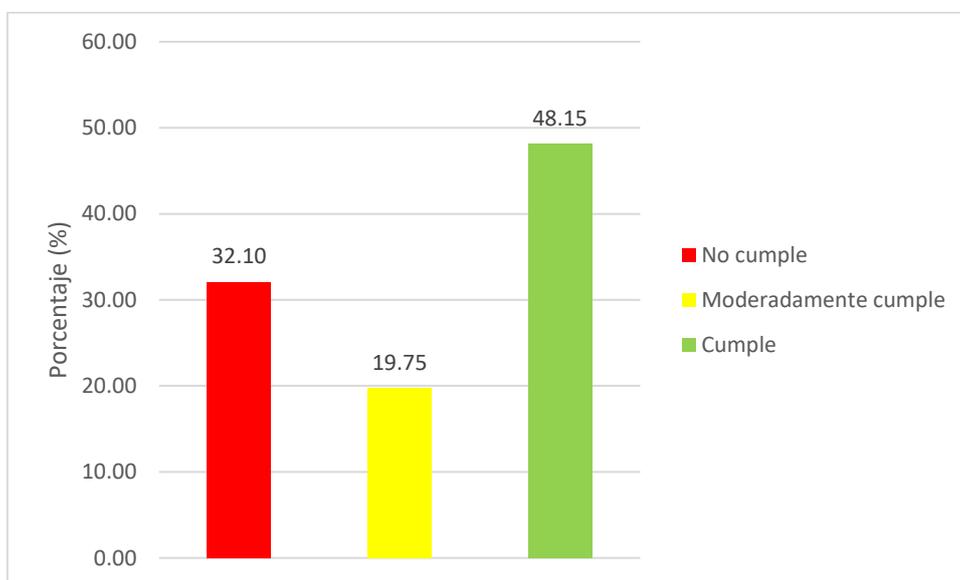


Figura 03. Parámetros establecidos por factores para la ubicación óptima de un relleno sanitario

Fuente: Elaboración propia

Para obtener el mapa final se integró todas las capas temáticas aplicando las restricciones y exclusiones respectivas que se evidenciaron en las tablas anteriores, dando como resultado el siguiente mapa.

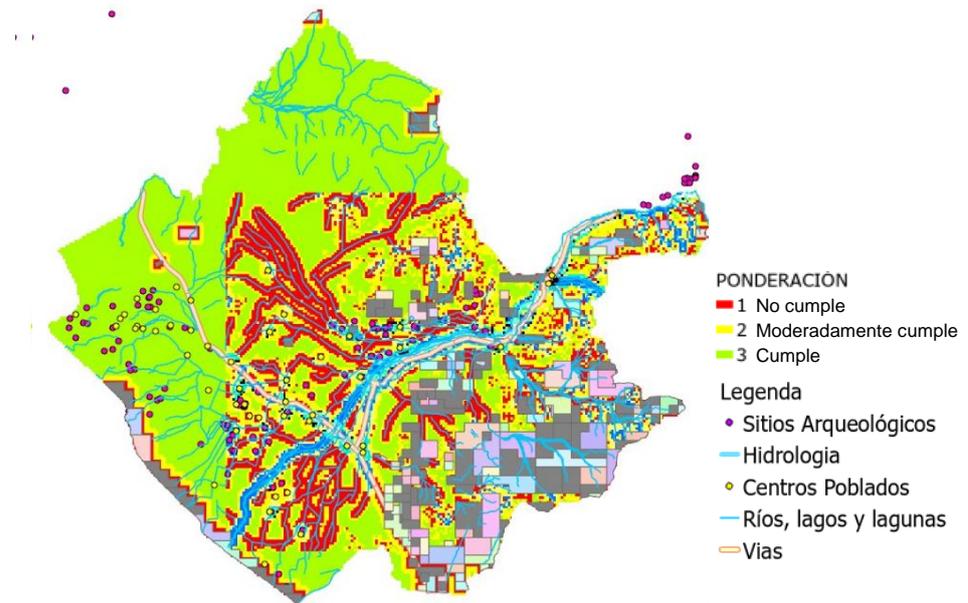


Figura 04. Mapa final ponderaciones integradas

Fuente: Elaboración propia

En la figura 02, se logra visualizar el resultado de todas las restricciones y exclusiones aplicadas que cumplen con todos los criterios establecidos, sin embargo, para determinar el área adecuada se realizó un cálculo adicional que nos permita identificar cuáles son las posibles zonas aptas para establecer un relleno sanitario en base a los parámetros establecidos, obteniendo como resultado 06 posibles áreas potenciales.

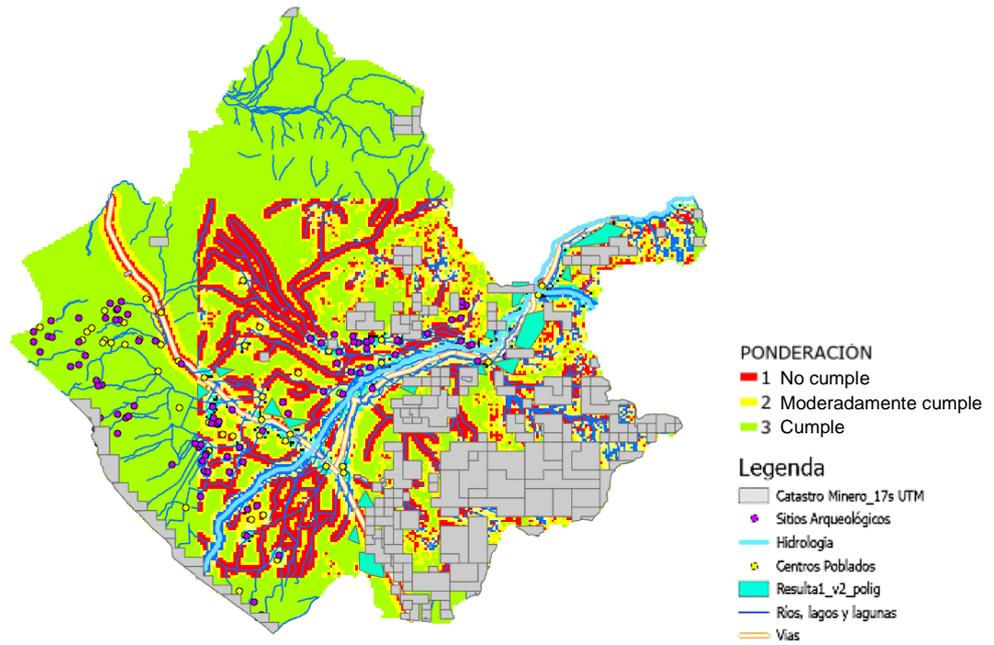


Figura 05. *Mapa del Análisis multicriterio integrado*

Fuente: Elaboración propia

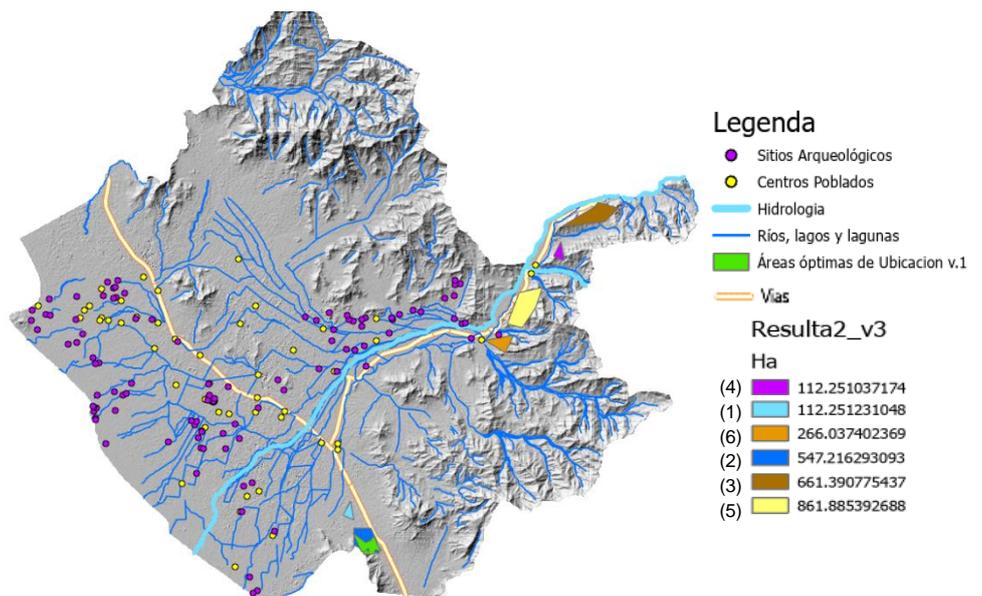


Figura 06. *Clasificación de las áreas óptimas para un relleno sanitario*

Fuente: Elaboración propia

Se identificaron seis lugares con condiciones óptimas para ubicar el relleno sanitario en la provincia de Ascope mediante los Sistema de Información Geográfica, de los cuales se seleccionaron tres posibles áreas.

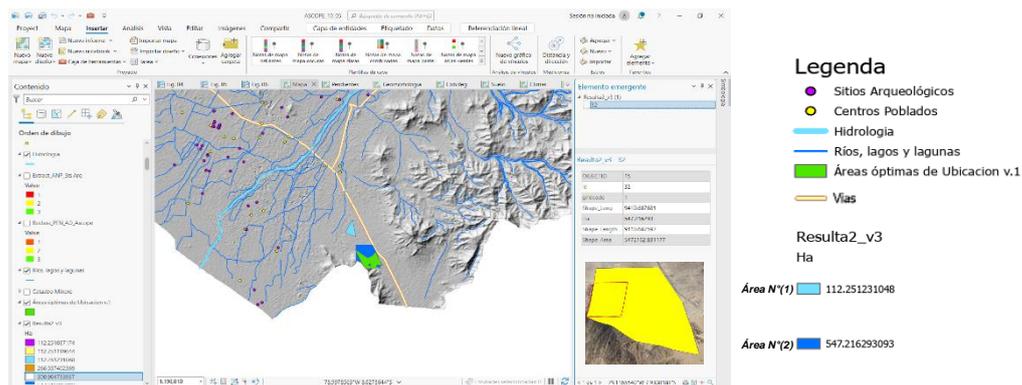


Figura 07. Áreas posibles para la instalación de un relleno sanitario

Fuente: Elaboracion propia

Área N° 01: Se encuentra ubicada en Chicama, con una extensión aproximada de 112 ha, la cual cumple con todos los parámetros estudiados, destacando su proximidad a las vías de acceso como uno de los principales aspectos.

Área N° 02: Situada en Chicama, con una extensión aproximada de 330 hectáreas, de las cuales 110.65 hectáreas cumplen con todos los parámetros estudiados.

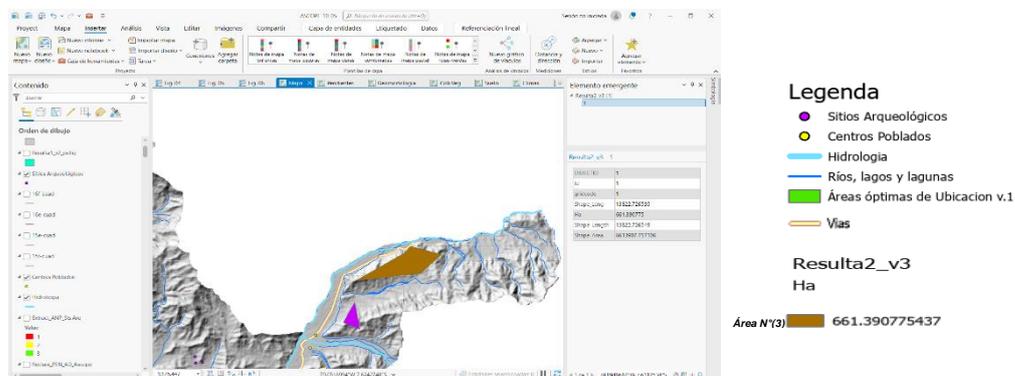


Figura 08. Áreas posibles para la instalación de un relleno sanitario

Fuente: Elaboracion propia

Área N° 03: Ubicada en Cascas, se identificó un área estimada de 661 hectáreas que cumple con todos los parámetros estudiados, destacando su proximidad tanto a las vías de acceso como a la localidad de Ascope.

IV. DISCUSIÓN

En esta investigación, el objetivo principal fue identificar las áreas apropiadas para la instalación de un relleno sanitario en la provincia de Ascope. Para ello, se utilizaron los SIG y análisis multicriterio con ArcGIS. Se generaron mapas para determinar los parámetros de evaluación como pendientes, geología, hidrología, uso del suelo, geomorfología, cobertura vegetal, suelos, distancia a centros poblados, aguas superficiales, lagos y lagunas, concesiones mineras, vías de acceso, sitios arqueológicos y aeropuertos. Con los mapas generados, se realizó un análisis multicriterio para evaluar y seleccionar las zonas más adecuadas para la instalación del relleno sanitario.

Como resultado se logró identificar el área idónea que se encuentra ubicada en el distrito de Chicama con un área correspondiente a “110.65” ha. Que cumplía con gran parte de los criterios establecidos por el MINAM. Según Grandez, 2023 no es recomendable seleccionar ubicaciones con pendientes superiores a 25%, ya que pueden presentarse posibles complicaciones operativas.

En la investigación en base al criterio **pendiente**, consideramos una inclinación de 0 -15% y 15-25% respectivamente y con la finalidad de que sea el sitio idóneo para la instalación del relleno sanitario.

De acuerdo con Becerra (2021), el emplazamiento adecuado para un relleno sanitario debe ser un sustrato geológico compuesto principalmente por rocas como andesita, conglomerados, areniscas, arcillas, gravas, arenas y limos, **Geología**. Estas formaciones geológicas volcánicas se caracterizan por la presencia de tobas, areniscas y calizas. En cuanto a la **cobertura vegetal**, el área debería estar dominada por un pajonal andino con escasa vegetación y afloramientos rocosos. Estas condiciones garantizan una mayor estabilidad y seguridad del relleno sanitario al reducir la permeabilidad y la vulnerabilidad del suelo.

Nguyen (2022) enfatiza la necesidad de preservar las zonas históricas y sus valiosos patrimonios culturales, evitando la instalación de rellenos sanitarios en estas áreas. Para asegurar la protección de los **sitios arqueológicos**, se recomienda establecer una distancia mínima de 500 metros a la redonda. En el presente estudio,

se identificó que la distancia más cercana a un sitio arqueológico fue de al menos 1000 metros, cumpliendo con el criterio de distancia sugerido. Ichpas & Sánchez (2021) indica la importancia de ubicar los vertederos a una distancia mínima de 1000 metros de los centros poblados para proteger la salud y el bienestar de la población. En el desarrollo del mapa temático de **centros poblados**, se estableció una distancia de 2000 metros, lo que cumple con las directrices del MINAM y asegura una adecuada separación entre la población y el relleno sanitario.

Ali (2022) en su investigación, destaca la necesidad de encontrar un balance óptimo en la ubicación de los vertederos en relación con las zonas de acceso. Por un lado, recomienda una distancia mínima de 500 metros para proteger la salud y la seguridad de la población, también nos indica que es importante considerar los aspectos económicos y prácticos asociados con el transporte y la recolección de desechos. Por lo tanto, un relleno alejado de las zonas de acceso, podría generar dificultades económicas y prácticas relacionadas con el transporte y la recolección de desechos, por lo que es fundamental identificar una ubicación que cumpla los requisitos de seguridad como de eficiencia operativa. Por esta razón, con respecto a **Distancia a carreteras**, el área de estudio se localiza a una distancia que oscila entre 500 y 2000 metros de la carretera principal.

Miranda (2022) destaca la importancia de considerar las distancias respecto a cuerpos de agua superficiales, ríos, lagos y lagunas al seleccionar la ubicación de un relleno sanitario, se recomienda una distancia mínima de 1000 metros para minimizar los impactos ambientales sobre las fuentes hídricas. No obstante, en casos donde se considere una distancia menor a 500 metros, es fundamental evaluar detenidamente los posibles efectos sobre el medio ambiente y las fuentes hídricas, ya que existe un mayor riesgo de contaminación y degradación del ecosistema acuático. (Carhuanchin y Orbegoso (2022), **Hidrología**. En definitiva, cuanto mayor sea esta distancia, mejor valorado se considerará el sitio, ya que se minimiza el riesgo de impactos ambientales negativos sobre las fuentes hídricas. En cuanto a nuestra área de investigación, se ha logrado preservar una separación de mil metros con respecto a los cuerpos de agua, lo que representa una ubicación idónea en términos de preservación y cuidado del ecosistema.

Para realizar la investigación, se consideraron varios estudios previos, entre ellos el realizado por Uscamayta (2021), quien identificó 4 áreas con alta potencialidad y 4 áreas con potencialidad media para la instalación de un relleno sanitario, utilizando SIG, donde los criterios de selección del sitio incluyeron aspectos geológicos, geomorfológicos, la clasificación de las tierras según su capacidad de uso mayor, , pendientes, cobertura vegetal, climatología y suelos, los cuales fueron evaluados mediante un análisis multicriterio. La relación en la cual se enfocó su trabajo fue de tipo trivalente, es decir que para la elección de valores utilizo “1” para potencial alto, “2” para potencial medio y 3 para “bajo potencial”. Del mismo modo en el trabajo de investigación se lograron determinar 13 criterios que son aplicables para la instalación de un relleno sanitario en la provincia de cusco, con apoyo de la selección de multicriterio (AHP) y la aplicación de los SIG.

V. CONCLUSIONES

1. Se identificaron 16 características óptimas para elaborar los mapas de restricción y exclusión correspondientes, tales como: distancia a centros poblados, hidrología, geología, aguas superficiales, concesiones mineras, geomorfología, climas, humedales, lagos y lagunas, cobertura vegetal, suelos, cum, vías, aeropuertos, pendientes y sitios arqueológicos.
2. Se utilizó el análisis multicriterio apoyado del programa Excel, para reclasificar los mapas temáticos en cada factor, donde se obtuvo que el 32.10% no cumple, el 19.75% moderadamente cumple, y el 48.15% cumple con las principales características involucradas para proponer una zona idónea para el emplazamiento de un relleno sanitario.
3. Con la integración del análisis multicriterio y proceso de jerarquía analítica, se lograron proponer 3 posibles áreas como alternativa de ubicación de posible relleno sanitario en la provincia de Ascope.
4. En conclusión, se logró identificar que la alternativa 02, con una extensión de 110.65 hectáreas, es la mejor opción, ya que cumple con la mayoría de los parámetros establecidos por el MINAM.

VI. RECOMENDACIONES

- Que la información recopilada de geoservidores gubernamentales, instituciones públicas y privadas mantenga la misma escala y esté actualizada, debido a que homogeneidad en la escala de los datos contribuye a la exactitud de la ubicación, mientras que la actualización de la información garantiza la relevancia y la fiabilidad de los resultados.
- Realizar estudios de campo y visitas a las áreas seleccionadas para comprobar si cumplen con los requisitos necesarios para la edificación de un vertedero sanitario.
- Tener a disposición un equipo diverso de especialistas en diferentes campos, tales como geología, hidrología, geomorfología, pendientes y suelos, asegura una evaluación más completa de las variables de estudio y conduce a obtener resultados más exactos.
- Realizar estudios geotécnicos para analizar la estabilidad y las propiedades mecánicas del suelo, con el fin de evitar posibles problemas de estabilidad en el futuro.
- Analizar los parámetros de la zona de estudio, utilizando el método booleano, ya que este enfoque es más eficaz al evaluar varios criterios en la región de interés.
- Utilizar imágenes satelitales de Landsat 8 para la realización de este estudio, ya que las bandas espectrales de estas imágenes se pueden combinar para generar una imagen compuesta con mayor resolución. Esta característica permite una mejor evaluación de aspectos como la vegetación, geología, geomorfología, pendientes y recursos naturales, contribuyendo al análisis y comprensión de los diferentes factores ambientales presentes en la zona de estudio.

REFERENCIAS

- [1] ALI, Iftikhar, et al. Identification and selection of suitable landfill sites using GIS-based multi-criteria decision analysis in the Peshawar District, Pakistan. Volume 41, Issue 3, Pages 608-619, 2023, ISSN 0734242X. doi: <https://doi.org/10.1177/0734242X221124069>
- [2] ARIAS, FIDIAS. Efectividad y eficiencia de la investigación tecnológica en la universidad. Revista Electrónica de Ciencia y Tecnología del Instituto Universitario de Tecnología de Maracaibo. [en línea]. vol. 3, no 72. 2017. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/320130761>
- [3] BERUMEN, Sergio A, et al. La utilidad de los métodos de decisión multicriterio en un entorno de competitividad creciente. Bogotá. Vol 20. 2017, ISSN: 0120-3592. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=20503404>
- [4] CARVAJAL ROMERO, Héctor; TEIJEIRO ALVAREZ, Mercedes y GARCIA ALVAREZ, María Teresa. Análisis de la gestión de los residuos sólidos urbanos en Europa. *Universidad y Sociedad* [online]. 2022, vol.14, n.1 [citado 2024-04-18], pp.402-415. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202022000100402.
- [5] CARHUANCHIN Y OBEGOSO. Determinación de áreas apropiadas para un relleno sanitario mediante la integración de AHP con GIS en la provincia de Cajabamba. [en línea] 2022. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/109702/Carhuachin_HAL-Orbegoso_AFR-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [6] CHEN Y JIE. Assessing the impact of future urban growth on landscape pattern using cellular automation model: A case study from Xuzhou city, China. p, 4-5. 2017. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3846/16486897.2016.11876260>
- [7] CHEN, Kevin, et al. Show moreGeographic Information System Mapping of Social Risk Factors and Patient Outcomes of Pediatric Glaucoma. Volume 6, Issue 3, Pages 300-307, 2023. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ogla.2022.10.008>

- [8] DASH, PUNYASHLOK, Análisis de revisión de literatura en casos de investigación exploratoria. Pp. 2. 2019. Disponible en: <https://ssrn.com/abstract=3555628> SSRN: 3555628
- [9] DEFENSORÍA DEL PUEBLO. INFORME DEFENSORIAL N°181. Recomendaciones para mejorar la gestión de los residuos sólidos municipales. [en línea]. p. 10 – 111. 2019. Disponible en: <https://www.defensoria.gob.pe/wp-content/uploads/2019/11/INFORMEDEFENSORIAL-181.pdf>
- [10] EBRAHIM, Teshinizi, et al. Chapter 4 Application of analytical hierarchy process (AHP) in landslide susceptibility mapping for Qazvin province, N Iran. Pages 55-95. 2022. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-89861-4.00041-5>
- [11] ESPEJO PINGUS, ANGERS WILLIAM. Localización óptima de un relleno sanitario empleando sistemas de información geográfica en el Distrito de Chachapoyas, Región Amazonas, Tesis (Titulo Ingeniero Ambiental). Chachapoyas: Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, facultad de ingeniería civil y ambiental, 2017. Disponible en: <http://repositorio.unrtm.edu.pe/handle/UNTRM/1295>
- [12] GONZALEZ, Pablo y STAMM, Caroline. Primera generación de rellenos sanitarios en santiago de chile: entre la modernización técnica y los conflictos socioambientales urbanos (1970-2021).Diálogo Andino [online]. 2022, n.67 [citado 2024-04-18], pp.312-325. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0719-26812022000100312>.
- [13] HOWARD, FARES, GHREFAT, GHREFAT. Pollution Assessment for Sustainable Practices in Applied Sciences and Engineering. Chapter 4 - Geographic Information System: Spatial Data Structures, Models, and Case Studies. 2021.Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809582-9.00004-9>. ISBN 9780128095829
- [14] MANSOUR, MONA S.M. Y ABDEL, HUSSEIN I. Solid waste issue: sources, composition, disposal, recycling, and valorization. n.º 1. 2018. Disponible en: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1110062118301375?token=2D81FF9A>

- [15] MAJID, Muheeb y MIR, Bashir Ahmed. Landfill site selection using GIS based multi criteria evaluation technique. A case study of Srinagar city, India. Volume 03, 2021, ISSN 26670100. doi: <https://doi.org/10.1016/j.envc.2021.100031>
- [16] MINISTERIO DEL AMBIENTE (MINAM). Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM. Aprueban Reglamento del Decreto Legislativo N° 1278, Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos. 2017. Disponible en: https://www.minam.gob.pe/wpcontent/uploads/2017/12/ds_014-2017-minam.pdf
- [17] MINISTERIO DEL AMBIENTE (MINAM). Guía / Manual: Guía para el Diseño, Construcción, Operación, Mantenimiento y Monitoreo de Relleno Sanitario Mecanizado. [en línea]. 2011. Disponible en: <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/guia-diseno-construccion-operacion-mantenimiento-cierre-relleno>
- [18] Ministerio del medio ambiente (MINAM). Guía para la Identificación de zonas potenciales para infraestructura de disposición final de residuos sólidos municipales. Lima. 2021. Disponible en: <http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/residuos>
- [19] MIRANDA S. Universidad ESAN. Identificación de zonas en la provincia de Huancavelica para la ubicación de rellenos sanitarios mediante sistemas de información geográfica y el método de Análisis Multicriterio. 2022. Disponible en: https://repositorio.esan.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12640/3182/2022_IGA_22-2_01_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [20] MOHAMED, Nimcan Abdi, et al. Integration of Multicriteria Decision Analysis and GIS for Evaluating the Site Suitability for the Landfill in Hargeisa City and Its Environs, Somaliland. Volume 15, Issue10, 2023, ISSN 20711050. doi: <https://doi.org/10.3390/su15108192>
- [21] MUHAMMAD, Arshad y MOHD, Hassan. Sustainable landfill sites selection using geospatial information and AHP-GDM approach: A case study of Abha-Khamis in Saudi Arabia. Volume 9, Issue 6, 2023, ISSN 24058440. doi: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e16432>

- [22] NGUYEN, Dinh T. et al. GIS-Based Simulation for Landfill Site Selection in Mekong Delta: A Specific Application in Ben Tre Province. Volume 14, Issue 22, 2022, ISSN 20724292. doi: <https://doi.org/10.3390/rs14225704>
- [23] OCHOA, ROSELVA, NAVA, NINOSKA Y FUSIL, DAMARIS. Comprensión epistemológica del tesista sobre investigaciones cuantitativas, cualitativas y mixtas. Orbis: revista de Ciencias Humanas, (en línea). Vol. 15. p, nº 17. 2020, ISSN:1856-1594 . Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7407375>
- [24] OMS. Organización Mundial de la Salud. 2019. Disponible en: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
- [25] ORTEGA, JULIO. Cómo se genera una investigación científica que luego sea motivo de publicación. Journal of the Selva Andina Research Society. vol. 8, N° 2, p. 155-156. 2017, Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=361353711008>
- [26] POURGHASEMI, R., PRADHAN, B., & GOKCEOGLU, C. Application of fuzzy logic and analytical hierarchy process (AHP) to landslide susceptibility mapping at Haraz watershed, Iran. Natural Hazards. p. 1, 5. 2019. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11069-012-0217-2>.
- [27] PUCHA FRANZ COFREP. FUNDAMENTOS de Sig. 1. ° ed. [s.l]: Ediloja Cia. Ltda., 2017. Disponible en: http://siar.minam.gob.pe/puno/sites/default/files/archivos/public/docs/libro_sig.pdf
- [28] RODRIGUEZ, LLORET JESUS Y ROSA OLIVELLA. Introducción a los sistemas de información geográfica y geo telemática. Editorial UOC., 2019. Disponible en: <https://openaccess.uoc.edu/bitstream/10609/53645/1/Introducci%C3%B3n%20a%20los%20sistemas%20de%20informaci%C3%B3n%20geogr%C3%A1fica.pdf>
- [29] SHEPPARD, V.A. Probabilistic and non-probabilistic sampling techniques. An Introduction to Research Methods in Sociology. S.I. Justice Institute of British Columbia. 2019. Disponible en:

<https://pressbooks.bccampus.ca/jibcresearchmethods/chapter/7-3-probabilistic-and-non-probabilistic-sampling-techniques/>

- [30] Sistema Peruano de Información Jurídica. Decreto Legislativo N° 1278. Lima, Perú, 24 de abril de 2019. Disponible en: <https://sinia.minam.gob.pe/normas/ley-general-residuos-solidos>
- [31] TESFAYE, Wanore et al. Optimized landfill site selection for municipal solid waste by integrating GIS and multicriteria decision analysis (MCDA) technique, Hossana town, southern Ethiopia. Volumen 9, Número 11, 2023. doi: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e21257>
- [32] USCAMAYTA, Giuliana. Determinación de áreas aptas para la instalación de rellenos sanitarios mediante los sistemas de información geográfica, apoyado en la técnica de evaluación multicriterio en la provincia del Cusco. [en línea]. 2021. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/61053/Uscamayta_MGV-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [33] VÁZQUEZ RODRÍGUEZ ROMEL. Uso de sistemas de información geográfica libres para la protección del medio ambiente. Caso de estudio: manipulación de mapas ráster con datos climáticos. Revista Universidad y Sociedad. 2018, vol 10, n.º 2. 2018. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218

ANEXOS

Anexo 1. Tabla de operacionalización de variables

Variables de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Escala de medición
<p>Variable dependiente:</p> <p>Las áreas adecuadas para un relleno sanitario</p>	<p>Son las áreas que cumplen con todos los lineamientos para el correcto manejo de los desechos sólidos hacia su disposición final. Los cuales se caracterizan según los criterios establecidos en el reglamento actual de las actividades e información en los planes de la normativa territorial y reglamentos</p>	<p>Las áreas para relleno sanitario se identificaron mediante la técnica de evaluación multicriterio, a la que se integró la metodología AHP. De esta manera se identificaron las zonas aptas para un vertedero en la provincia de Ascope.</p>	Criterio de restricción	Ámbito territorial	Nominal
				Climas	Nominal
				Temperaturas	Nominal
				Geologías	Ordinal
				Geomorfologías	Ordinal
				Tipos de Suelo	Ordinal
			Pendientes	Razón	
			Criterio de exclusión	Catastros mineros	Nominal
				Zona Hidrológica	Razón
				Zona de Falla geológica	Razón
Centro Poblados	Ordinal				
Cobertura vegetal	Razón				

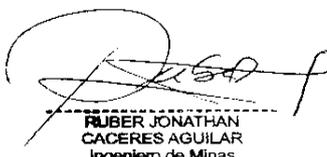
	ambientales. MINAM, (2021 p, 10).				
<p>Variable independiente:</p> <p>El análisis multicriterio con ArcGIS.</p>	<p>Herramienta lo cual facilita la valoración y la evaluación de los bienes naturales ya que tiene la cualidad de ser un instrumento de tomar decisiones para su uso y mejora sostenible. (Chen et al, 2017, p. 4).</p>	<p>Según las especializaciones el tipo de factor se toma en cuenta y se considera una ponderación de uno a tres. Con el fin, de poder determinar de una mejor manera las áreas apropiadas.</p>	<p>Mapa de factores físicos</p>	Mapas climáticos	Bajo = 1, Medio = 2, Alto = 3
				Mapas de cobertura vegetal	Bajo = 1, Medio = 2, Alto = 3
				Mapa de clasificaciones de tierras por sus capacidades de uso.	Bajo = 1, Medio = 2, Alto = 3
				Mapas de pendiente	Bajo = 1, Medio = 2, Alto = 3
				Mapas geológicos	Bajo = 1, Medio = 2, Alto = 3
				Mapas geomorfológicos	Bajo = 1, Medio = 2, Alto = 3
			<p>Mapa de restricciones</p>	Mapas de suelo	Bajo = 1, Medio = 2, Alto = 3
				Mapas de seguridad aeroportuaria	Zonas de dominio mayor a 3000 metros
				Mapas de catastro mineros	Zonas de dominio mayor a 500 metros
				Mapas hidrológicos	Zonas de dominio mayor a 500 metros
				Mapas de falla geológicas	Zonas de dominio mayor a 200 metros
				Mapas de centro Poblados	Zonas de dominio mayor a 1000 metros
Mapas de diversidades biológicas	Zonas de dominio mayor a 500 metros				

Anexo 2. Instrumentos de recolección de datos

 FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS	
Número de ficha:	Fecha:
Autor:	
Objetivo:	
Ubicación:	Coordenadas geográficas:
Altitud:	
Ascenso:	
Inclinación promedio:	
Acceso:	Descripción:
Vegetación existente:	
Material de cobertura:	
Fuentes de agua:	
Otros:	
Observaciones:	
Método de relleno posible a instalar:	Descripción:


 KENNY HEREDIA CONSULTORA E.I.R.L.
 Mag. Kenny Eduardo Heredia García
 TITULAR - GERENTE


 José Lauriano Vásquez Díaz
 ING INDUSTRIAL
 R. CIP. N° 108467


 RUBER JONATHAN
 CACERES AGUILAR
 Ingeniero de Minas
 CIP N° 278992


 DARWIN ALEXANDER
 ROJAS AVALOS
 Ingeniero Ambiental
 CIP N° 309204

ANEXO 3. VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Heredia García, Kenny Eduardo

1.2. Cargo e institución donde labora: Titular Gerente de la Empresa Kenny Heredia Consultora

1.3. Especialidad o línea de investigación: Ingeniero Industrial y Abogado, con maestría en Docencia Universitaria y Doctorado en Administración y experiencia en temas de Gestión Ambiental Municipal.

1.4. Nombre del instrumento de evaluación: Ficha de recolección de datos

1.5. Autores del instrumento: Zelada Cabellos, Pablo César.

Díaz Rojas, Ray Ronaldo.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE			MINIMAMENTE ACEPTABLE					ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											x		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										x			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												x	
4. ORGANIZACION	Existe organización lógica.									x				

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

V. DATOS GENERALES

1.6. Apellidos y Nombres: Vásquez Diaz, José Lauriano

1.1. Cargo e institución donde labora: Servicio de Gestión Ambiental de Trujillo y Universidad Nacional de Trujillo.

1.2. Especialidad o línea de investigación: Ingeniero Agrícola e industrial, con especialidad en Gestión pública, Mecánica de suelos y construcciones.

1.3. Nombre del instrumento de evaluación: Ficha de recolección de datos

1.4. Autores del instrumento: Zelada Cabellos, Pablo César.

Diaz Rojas, Ray Ronaldo.

VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE								MINIMAMENTE ACEPTABLE		ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
11. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											x			
12. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											x			
13. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													x	
14. ORGANIZACION	Existe organización lógica.											x			
15. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos.											x			
16. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis.											x			
17. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos científicos.												x		

XI. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

➤ El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación

89

➤ El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

XII. PROMEDIO DE VALORACIÓN

89%



RUBER JONATHAN
CACERES AGUILAR
Ingeniero de Minas
CIP N° 278892

Trujillo 25 de noviembre del 2023

Anexo 4. Reporte de similitud en software Turnitin

G8-DÍAZ Y ZELADA-Sem 13 (TURNITIN).docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

13%	13%	5%	3%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	6%
2	www.minem.gob.pe Fuente de Internet	1%
3	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
4	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	cdn.www.gob.pe Fuente de Internet	<1%
6	AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - AMBIDES S.A.C.. "DIA del Proyecto Relleno Sanitario Manual y Planta de Aprovechamiento de Residuos Sólidos del Distrito de Hualla, Provincia de Víctor Fajardo, Región Ayacucho- IGA0002266", R.D. N° 163- 2013/DSB/DIGESA/SA, 2022 Publicación	<1%

Anexo 5. Análisis complementario

Tabla 11. *Subcriterios y rangos de ponderación*

Subcriterios	Rangos	Ponderación
<i>Centros poblados</i>	≤ 500 metros*	1
	500 - 1000**	2
	1000 - 2000**	3
	>2000**	3
<i>Hidrología</i>	≤ 500 metros*	1
	500 - 750**	2
	750 - 1000**	3
	>1000**	3
<i>Aguas superficiales</i>	≤ 500 metros*	1
	500 - 750**	2
	750 - 1000**	3
	>1000**	3
<i>Concesiones mineras</i>	≤ 500 metros*	1
	500 - 750**	2
	750 - 1000**	3
	>1000**	3
<i>Humedales, lagos y lagunas</i>	≤ 500 metros*	1
	500 - 750**	2
	750 - 1000**	3
	>1000**	3
<i>Vías</i>	≤ 500 metros*	1
	500 - 1000**	2
	1000 - 2000**	3
	>2000**	3
<i>Aeropuertos</i>	≤ 7 km*	1
	10 km**	2
	>13 km**	3
<i>Pendientes</i>	> 75%	1
	55 - 75%	1

	25 - 55%	1
	15 - 25%	2
	0 - 15%	3
<i>Sitios Arqueológicos</i>	≤500 metros*	1
	500 - 1000**	2
	1000 - 2000**	3
	>2000**	3

Tabla 12. Clasificación Climática, simbología y descripción basados en SENAMHI

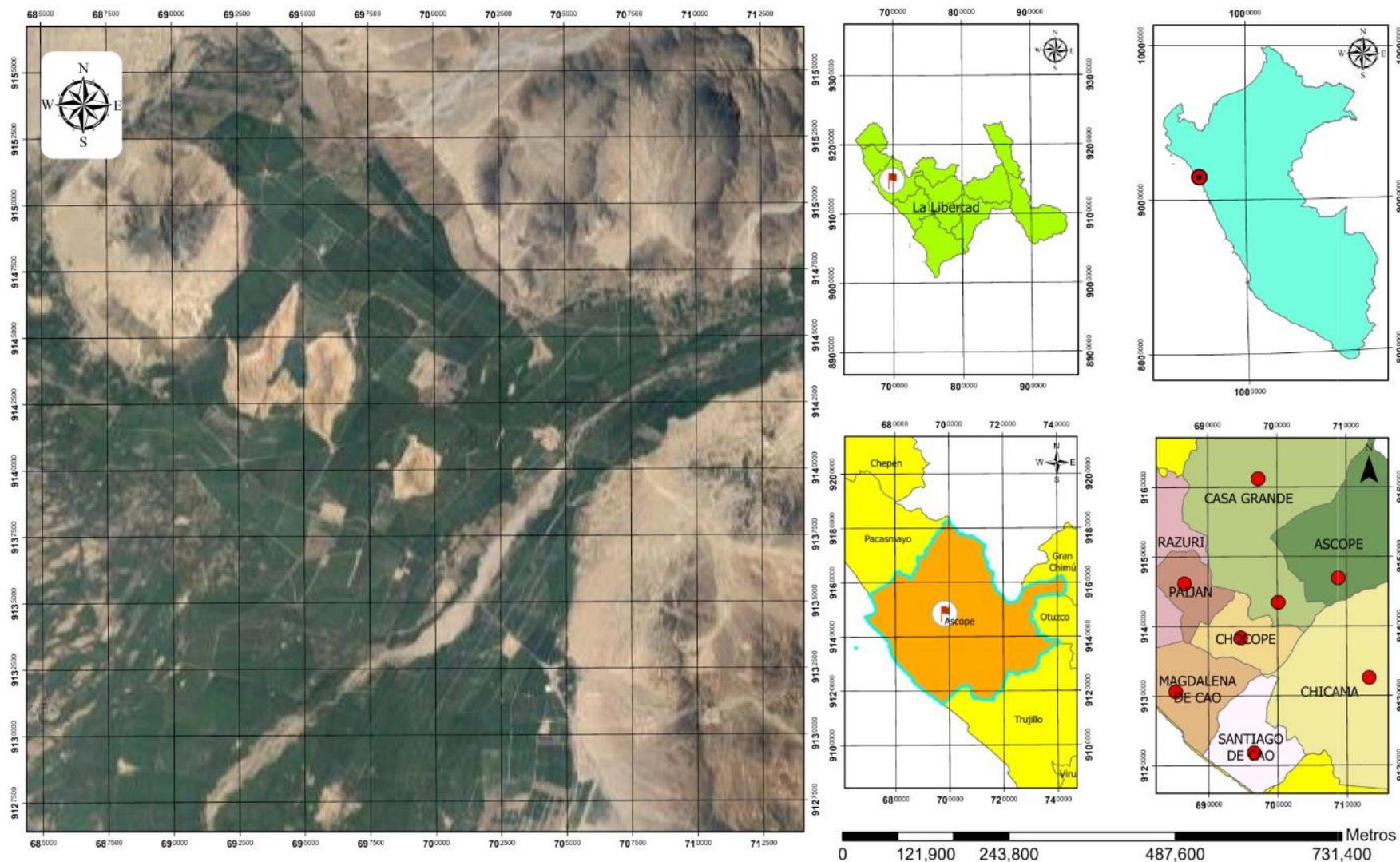
Clasificación Climática		
Parámetros	Simbología	Descripción
<i>Precipitación efectiva</i>	A	Muy lluvioso
	B	Lluvioso
	C	Semiseco
	D	Semiárido
	E	Árido
<i>Distribución de la precipitación en el año</i>	r	Precipitación abundante en todas las estaciones**
	i	Invierno seco
	p	Primavera seca
	v	Verano seco
	o	Otoño seco
	d	Deficiencia de lluvias **
<i>Eficiencia de temperatura</i>	A'	Cálido
	B'1	Semicálido
	B'2	Templado
	B'3	Semifrío
	C'	Frío
	D'	Semifrigido
	E'	Frígido
	F'	Polar
<i>Humedad atmosférica</i>	H1	Muy seco

H2	Seco
H3	Húmedo
H4	Muy húmedo

Fuente: Elaboración propia

Anexo 6. Otras evidencias

Figura 09: Plano de ubicación



	Proyecto de investigación	Plano de ubicación puntos de muestreo	Autores:	Díaz rojas, Ray Ronaldo. Zelada Cabellos, Pablo César.	Sistema de Coordenadas	Escala
	"Análisis multicriterio con ArcGIS para la ubicación adecuada de un relleno sanitario en la provincia de Ascope 2024 "	Abarca toda la extensión de la provincia de Ascope	Ubicación	Toda el área de la provincia de Ascope	Proyección UTM	1:5,700,000
			Distritos	Ascope, Casa Grande, Chicama, Chocope, Magdalena de Cao, Paján, Rázuri, Santiago de Cao	Zona 17 Sur	Fecha
			Provincia	Ascope	Coordenadas WG S-84	22 de Abril, 2024.
			Región	La Libertad		

Figura 10: Pendientes

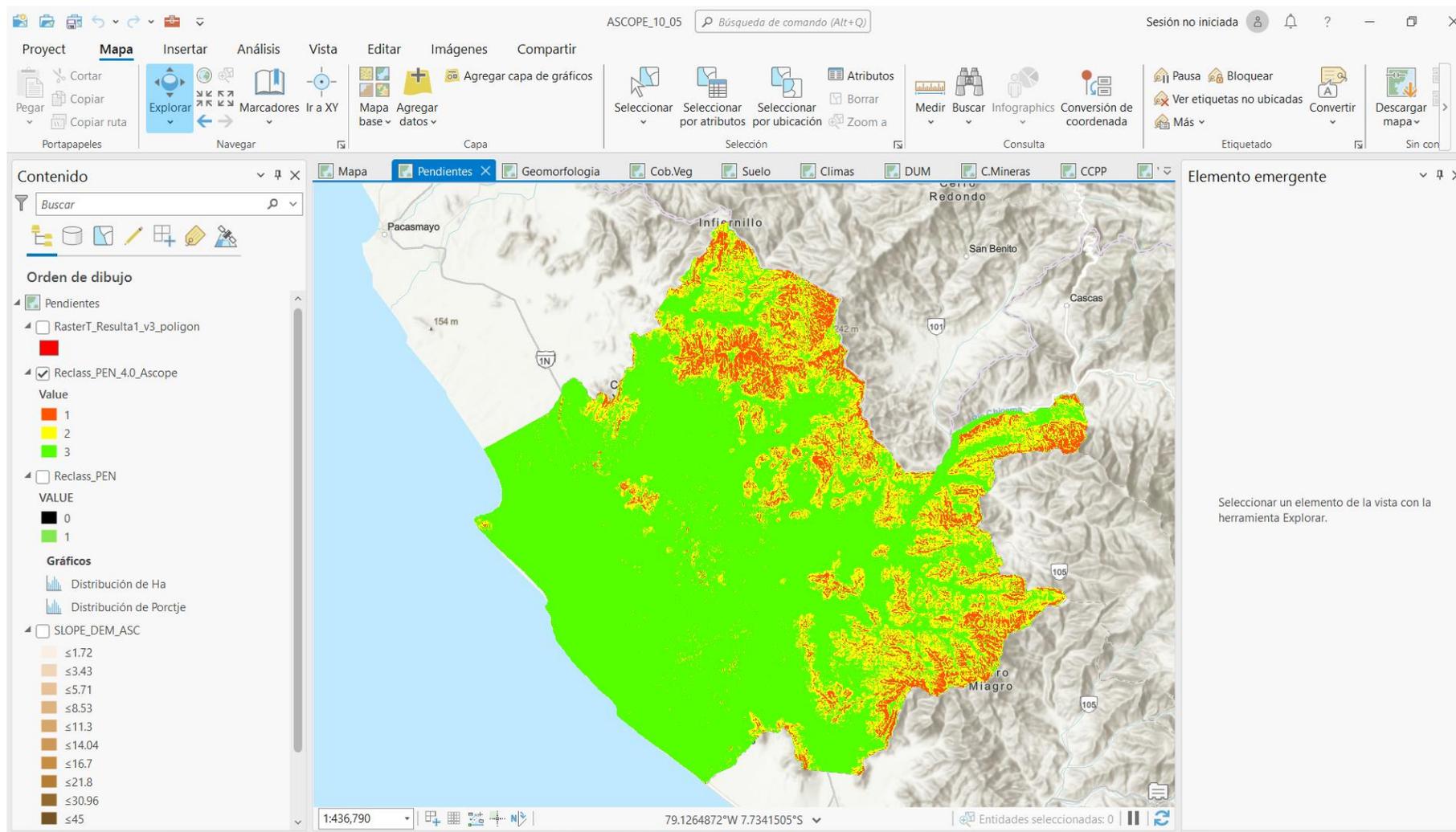


Figura 11: Distancia a centros poblados

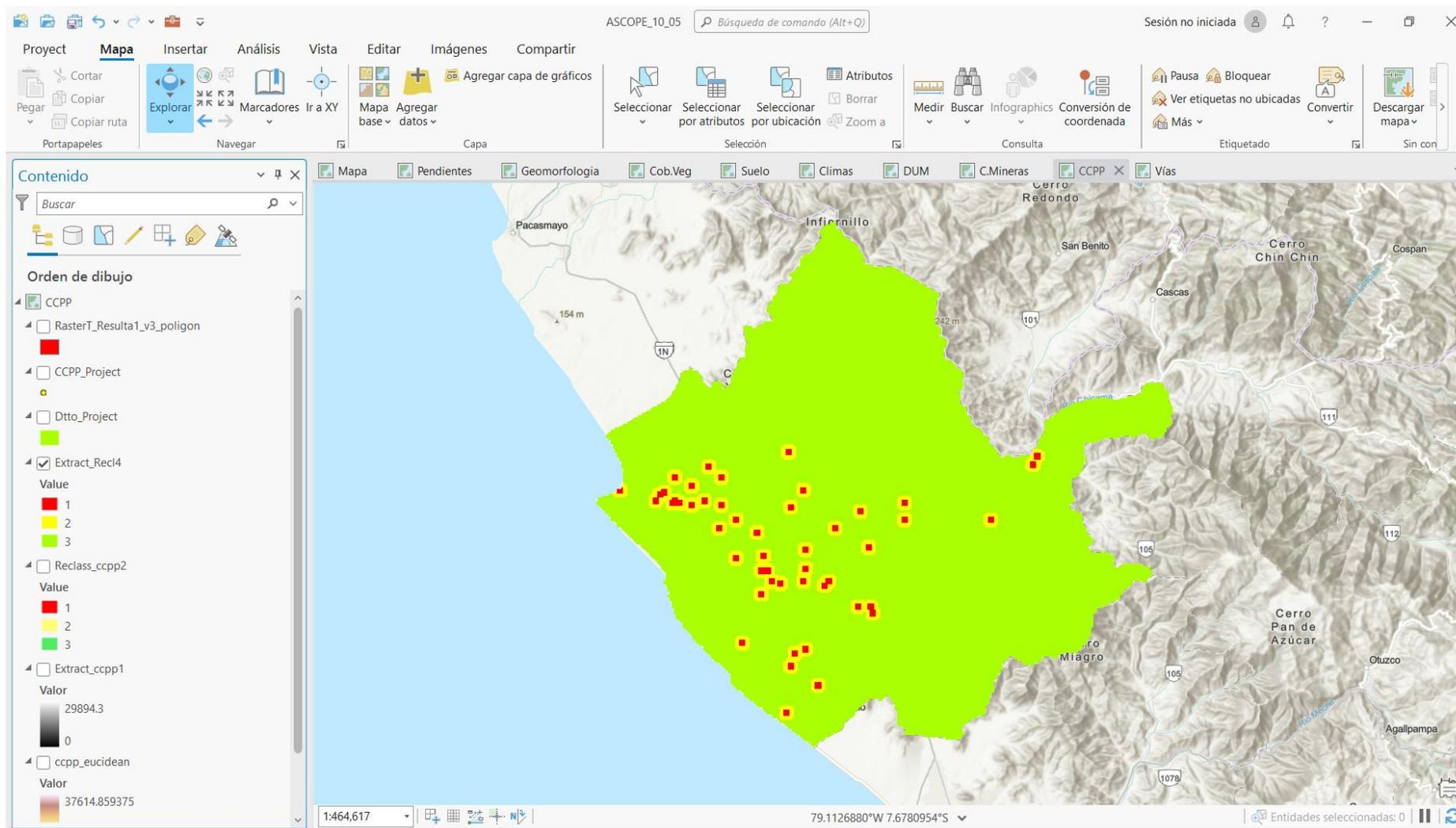


Figura 12: Climas

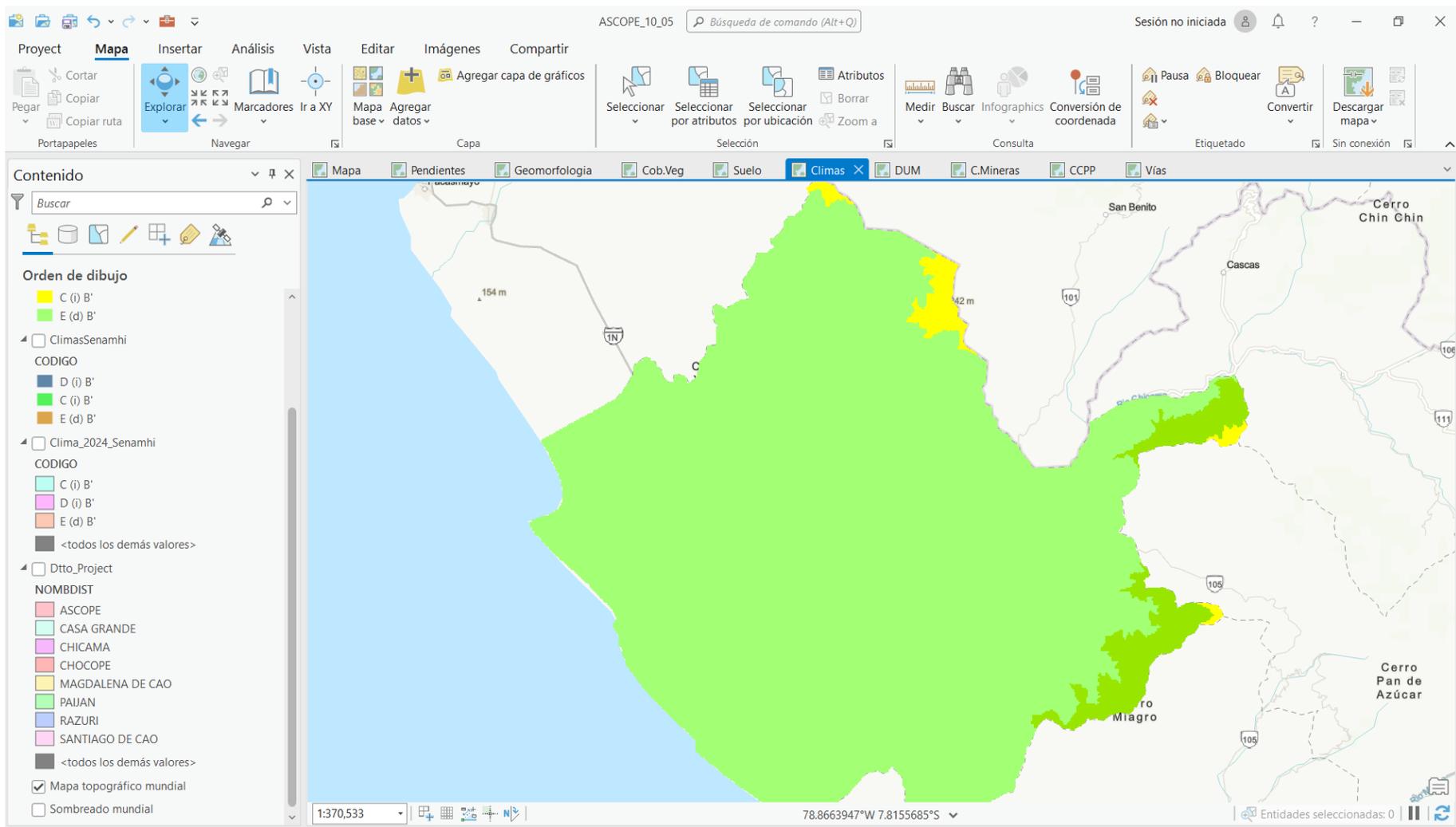


Figura 13: Vías Nacionales



Figura 14: Concesiones mineras

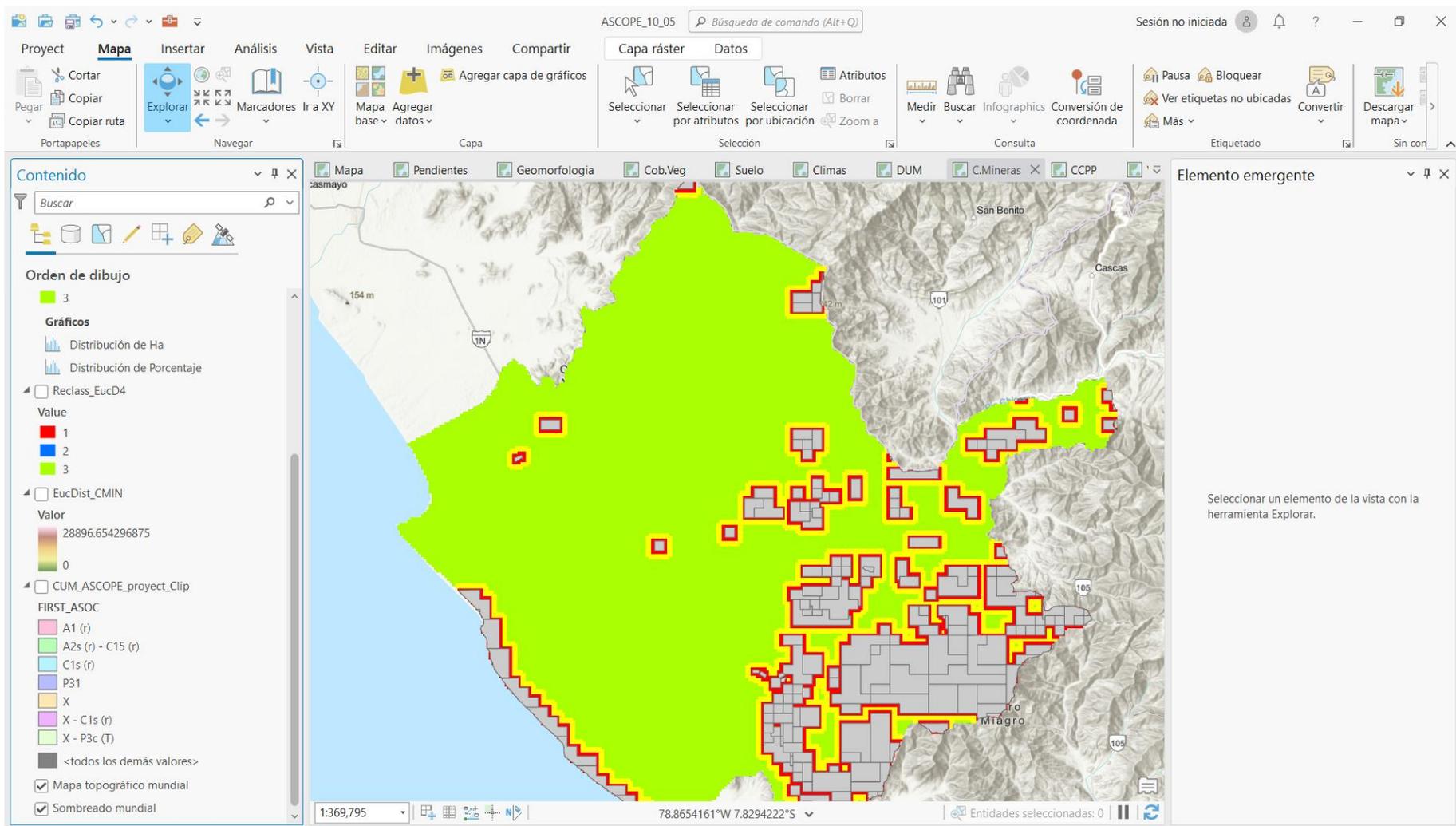


Figura 15: Cobertura vegetal

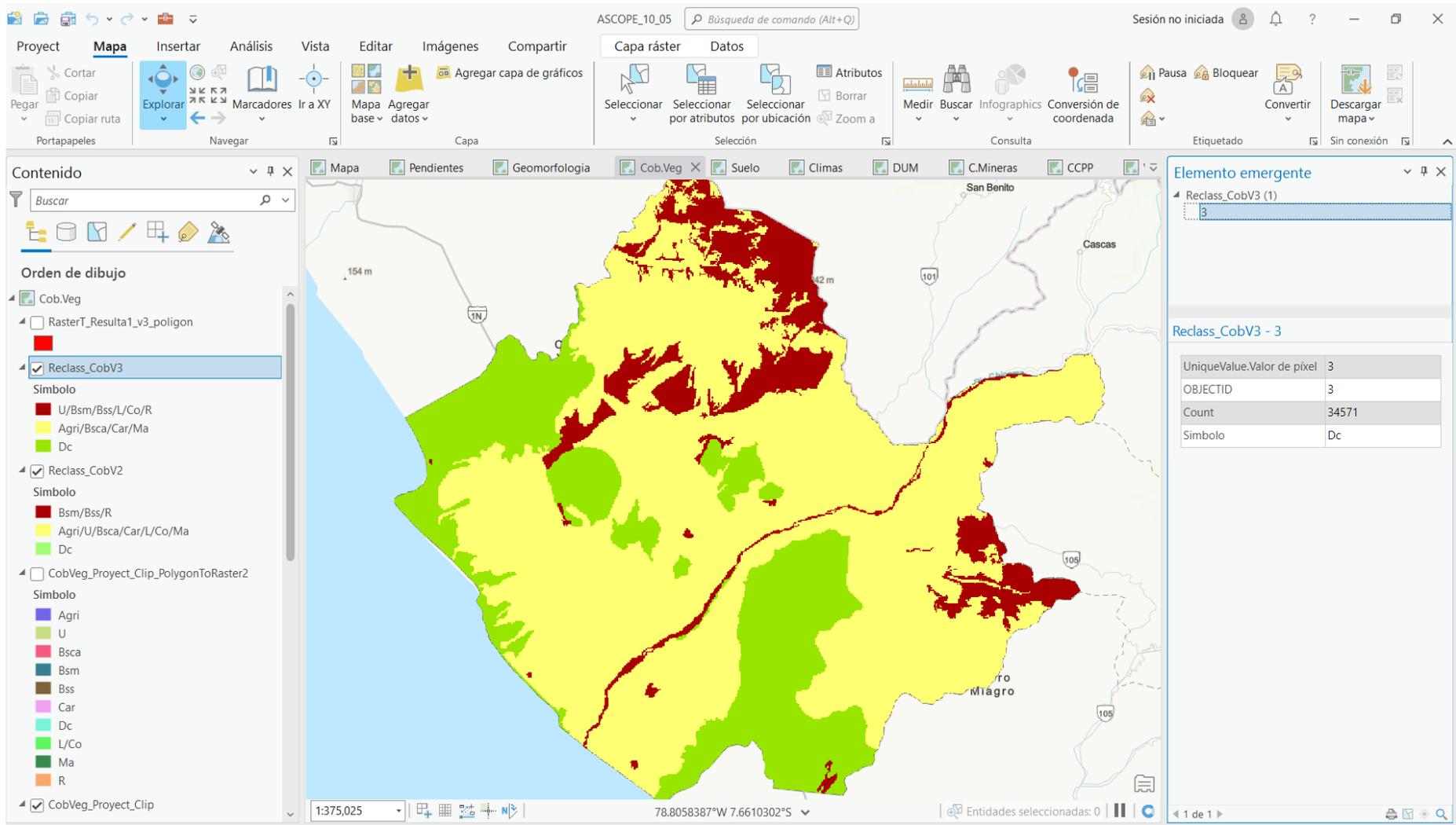


Figura 16: Hidrología

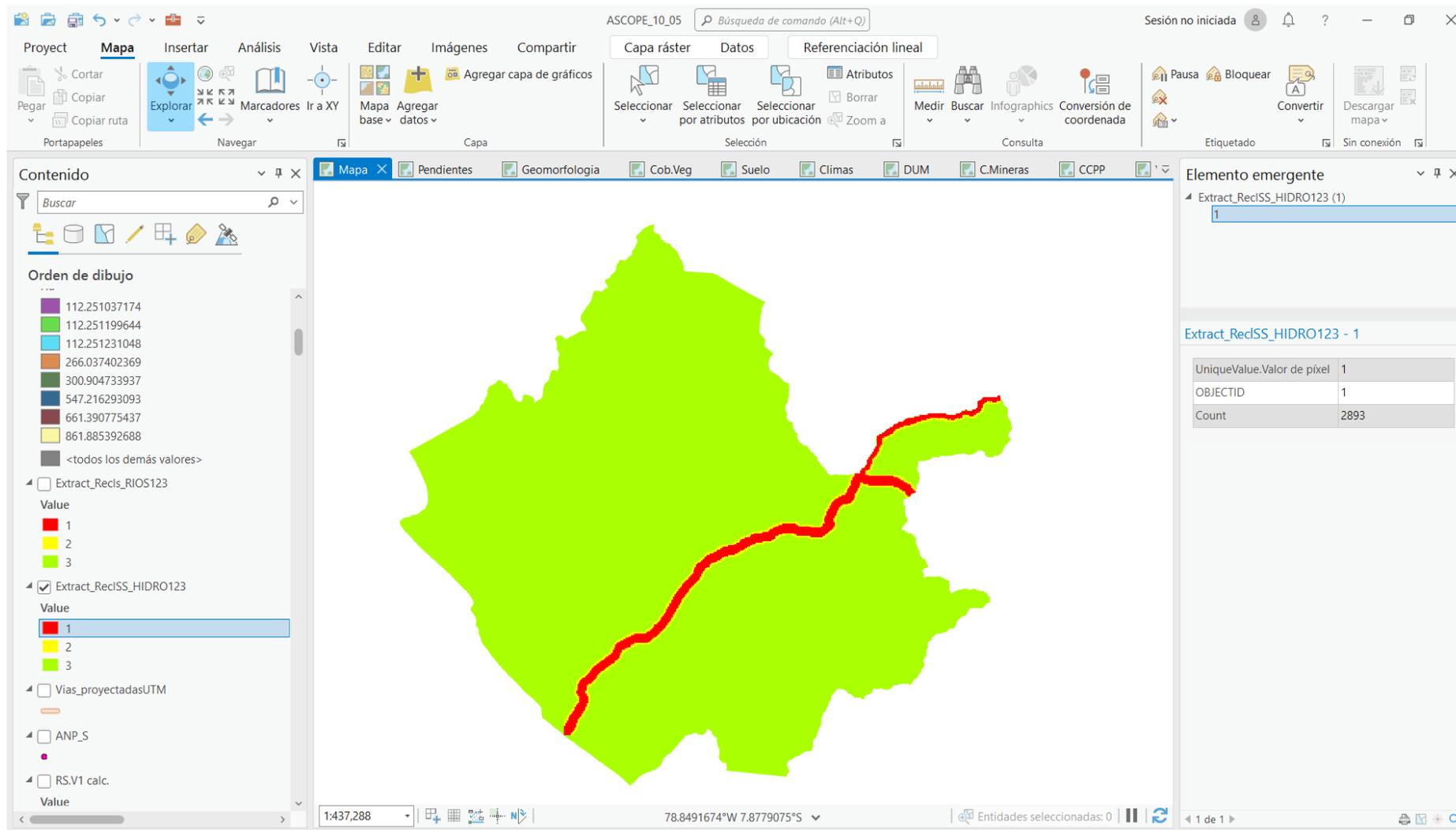


Figura 17: Fuentes de aguas superficiales

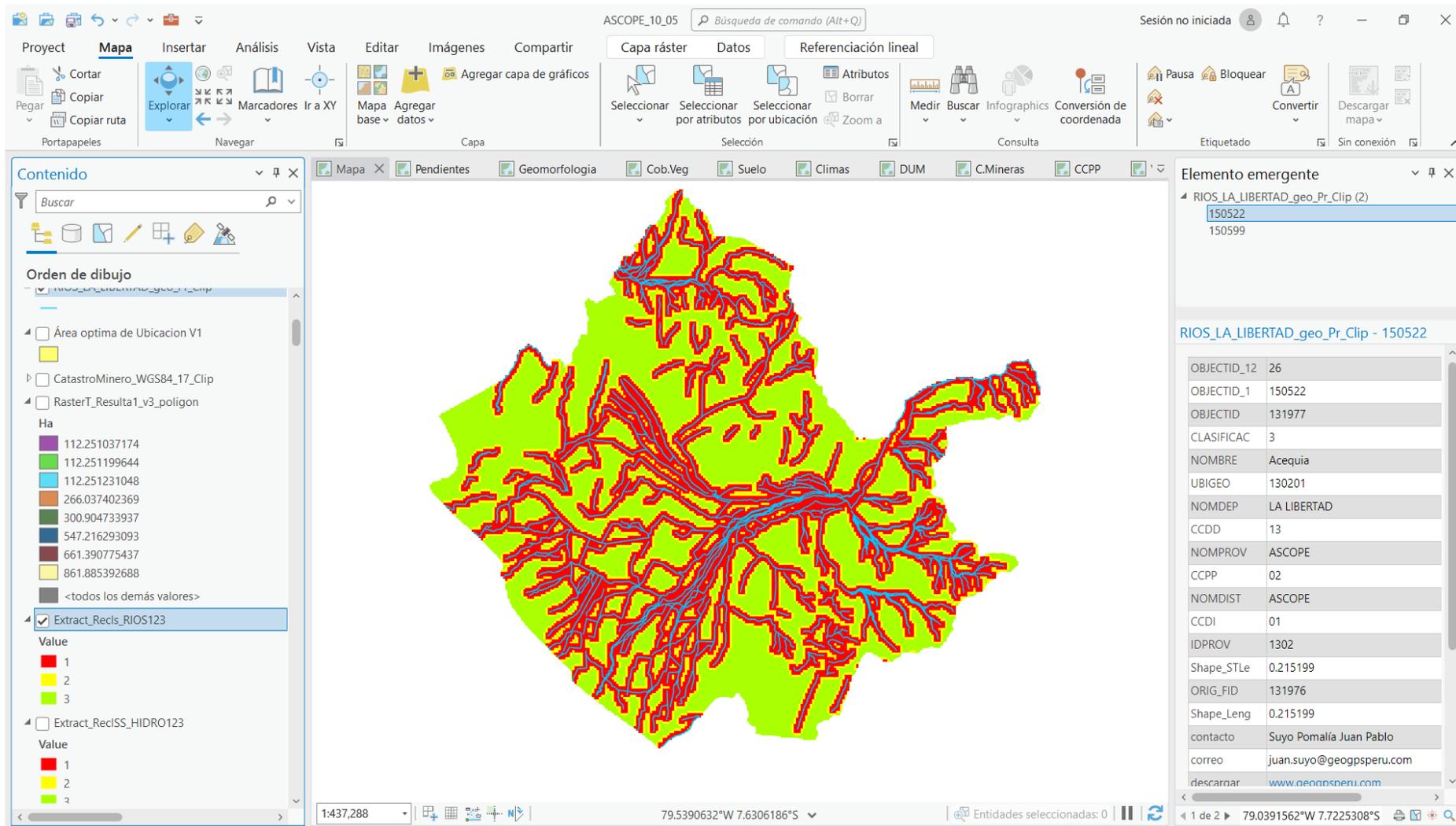


Figura 18: Sitios arqueológicos

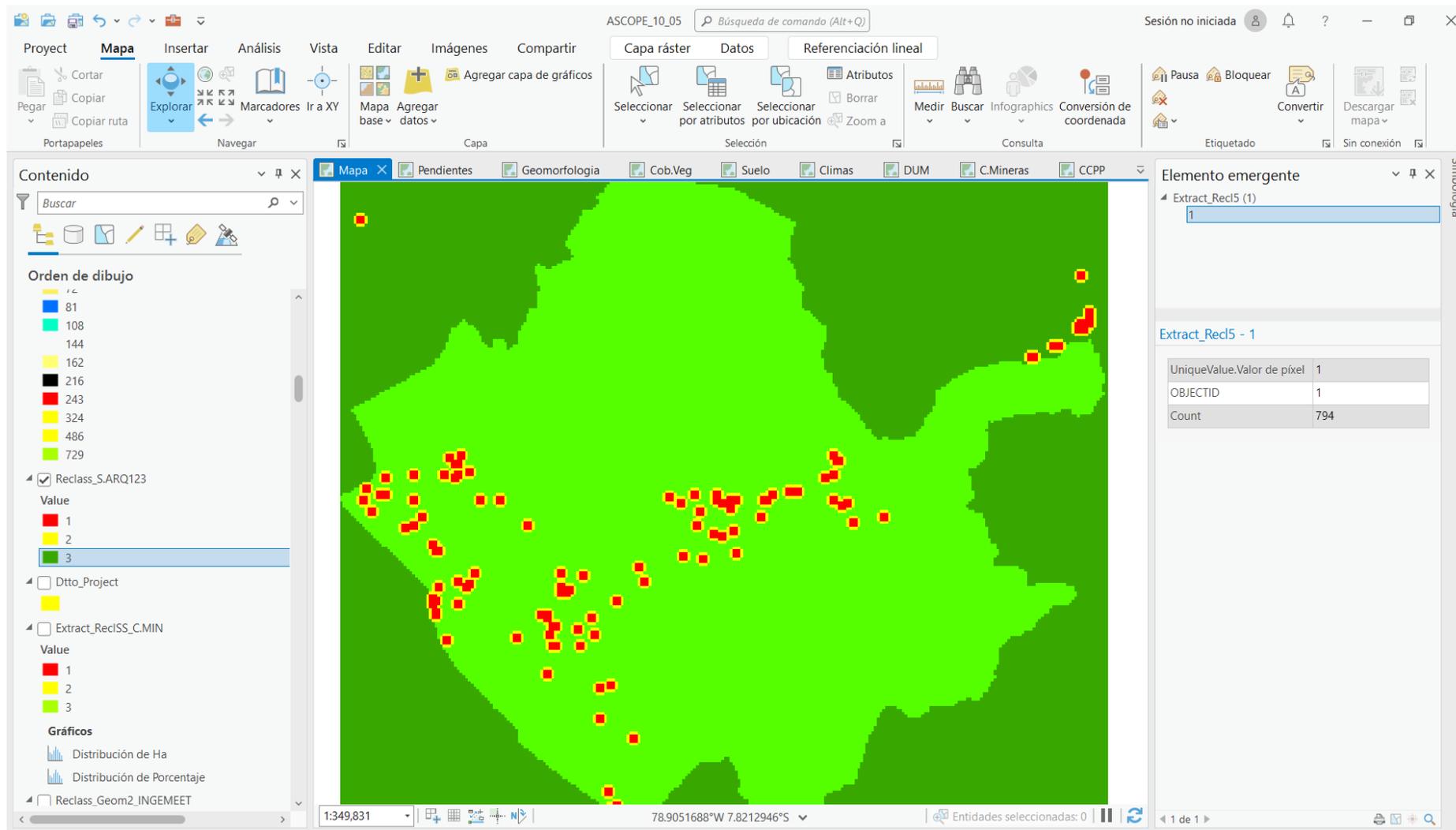


Figura 19: Aeropuertos

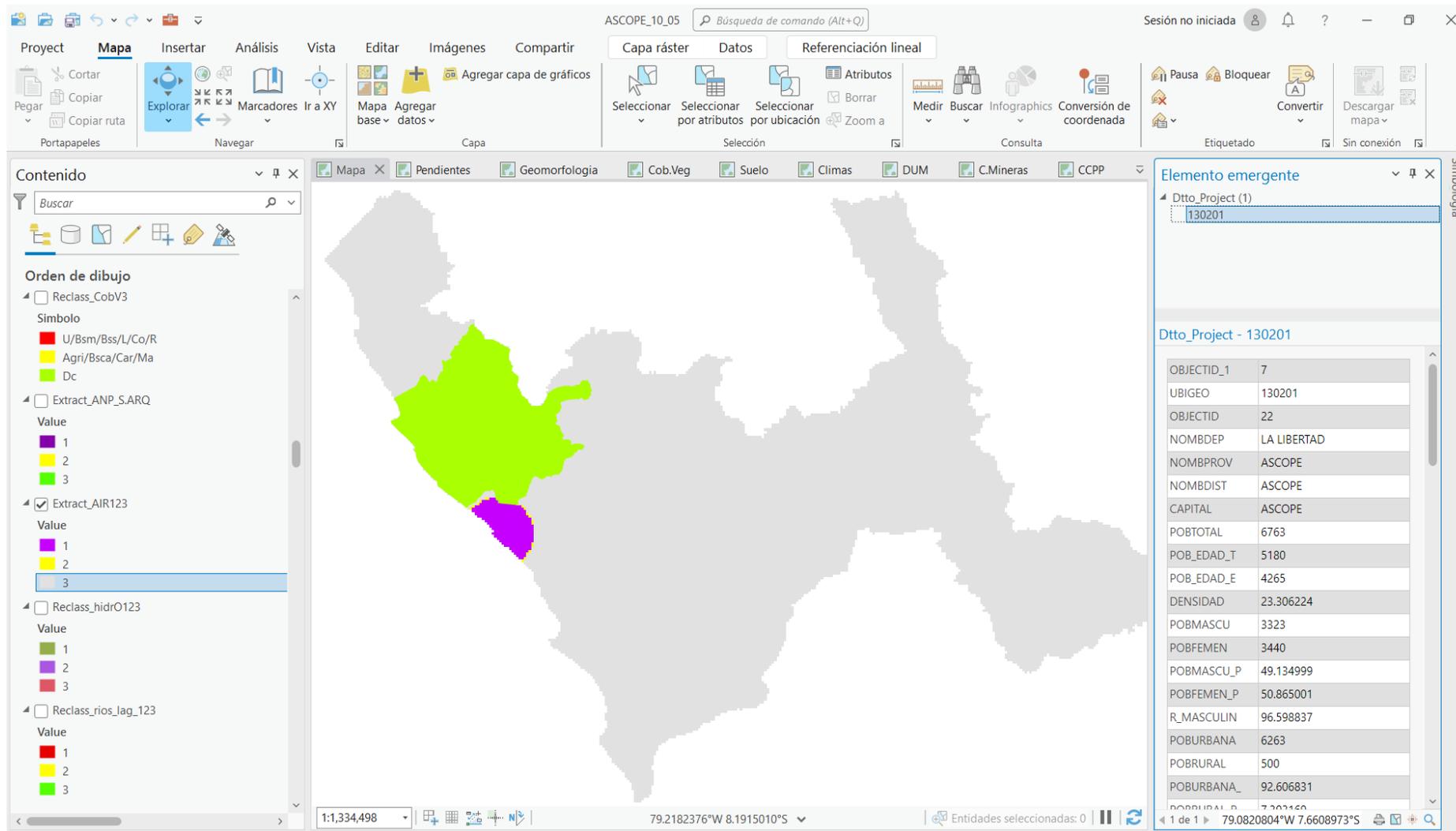


Figura 20: Superposición de mapas

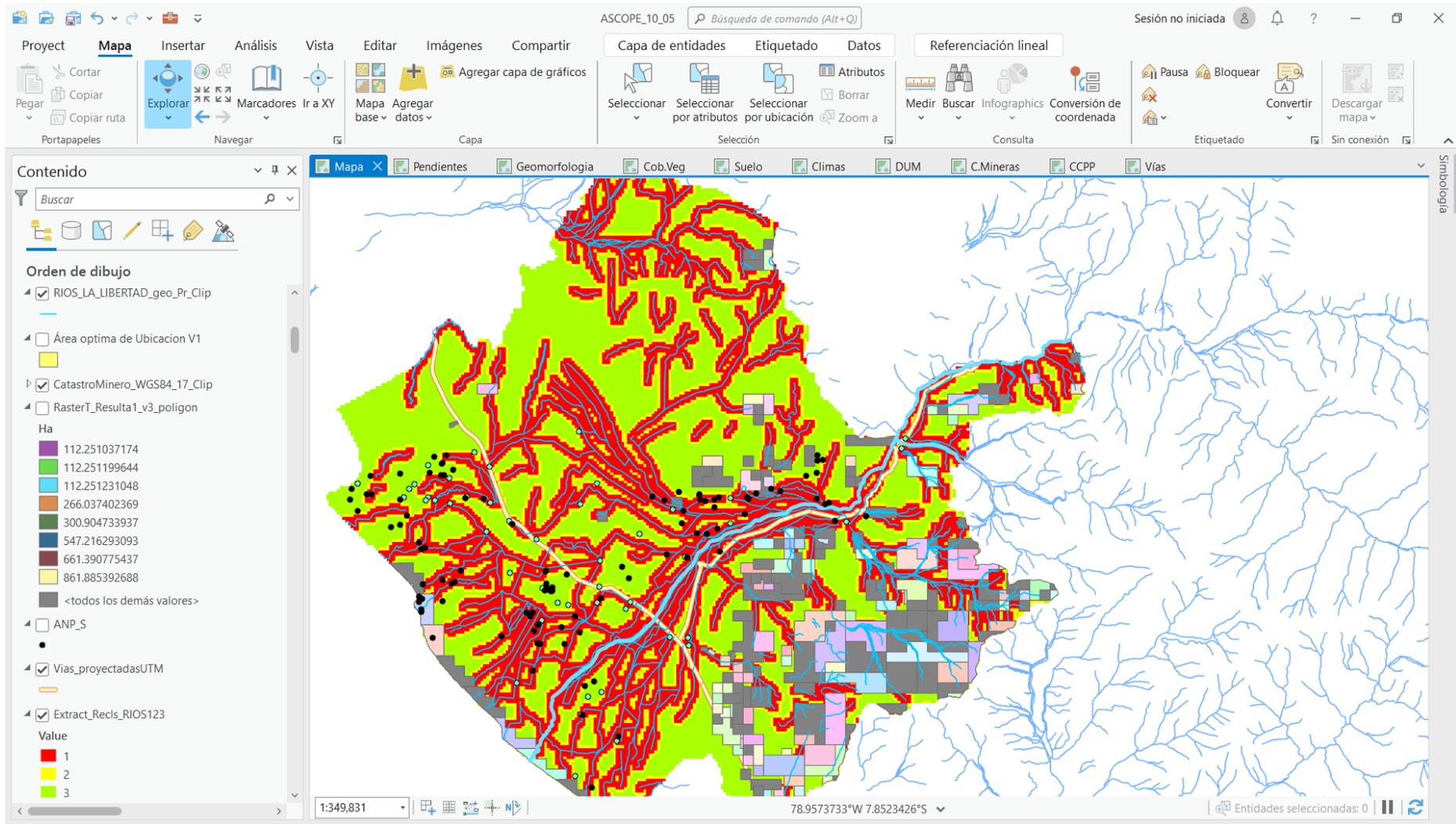


Figura 21: Análisis multicriterio áreas óptimas para un relleno sanitario

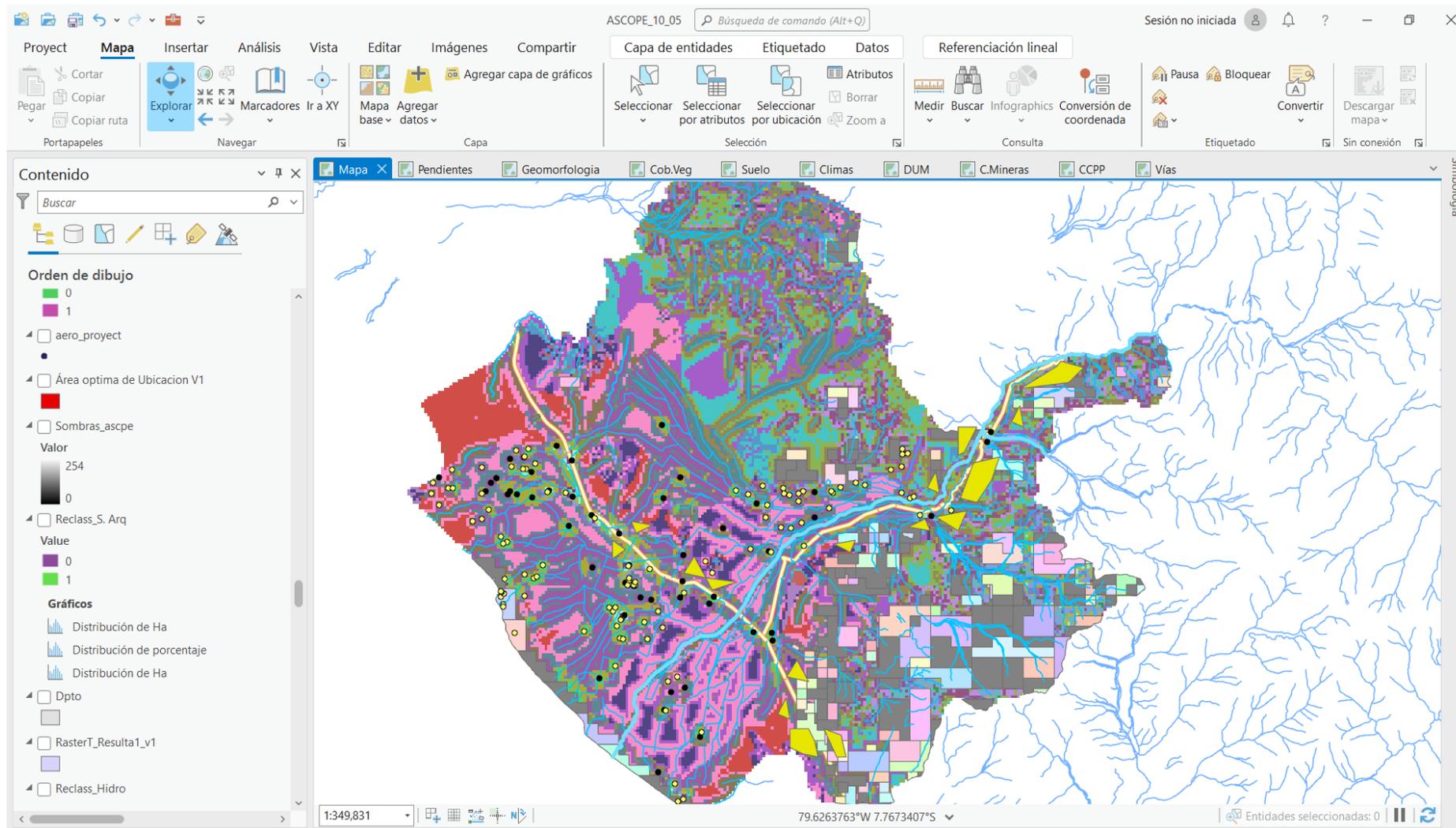


Figura 22: Análisis multicriterio de áreas óptimas para un relleno sanitario

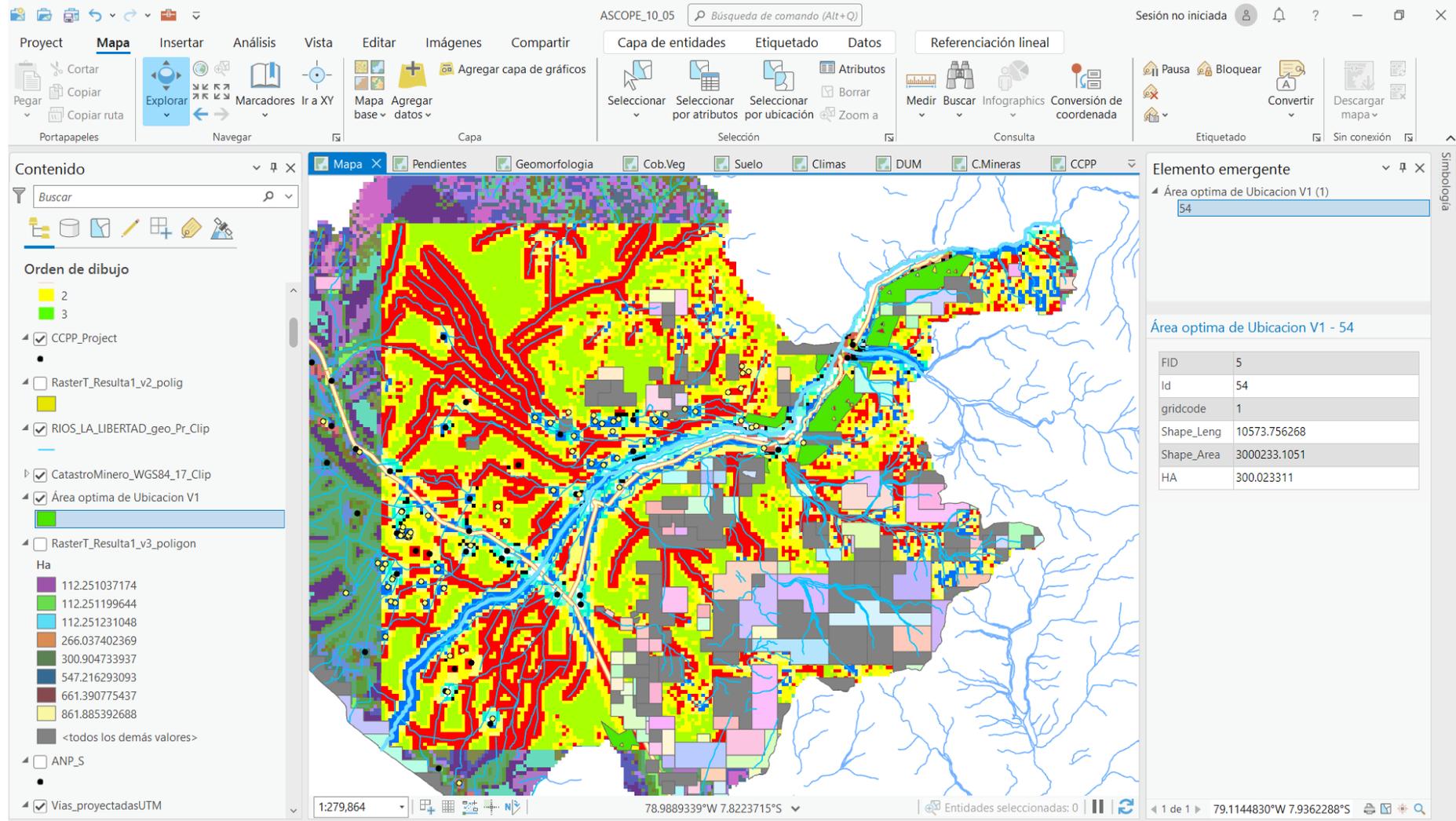


Figura 23: Áreas óptimas para el emplazamiento de un relleno sanitario

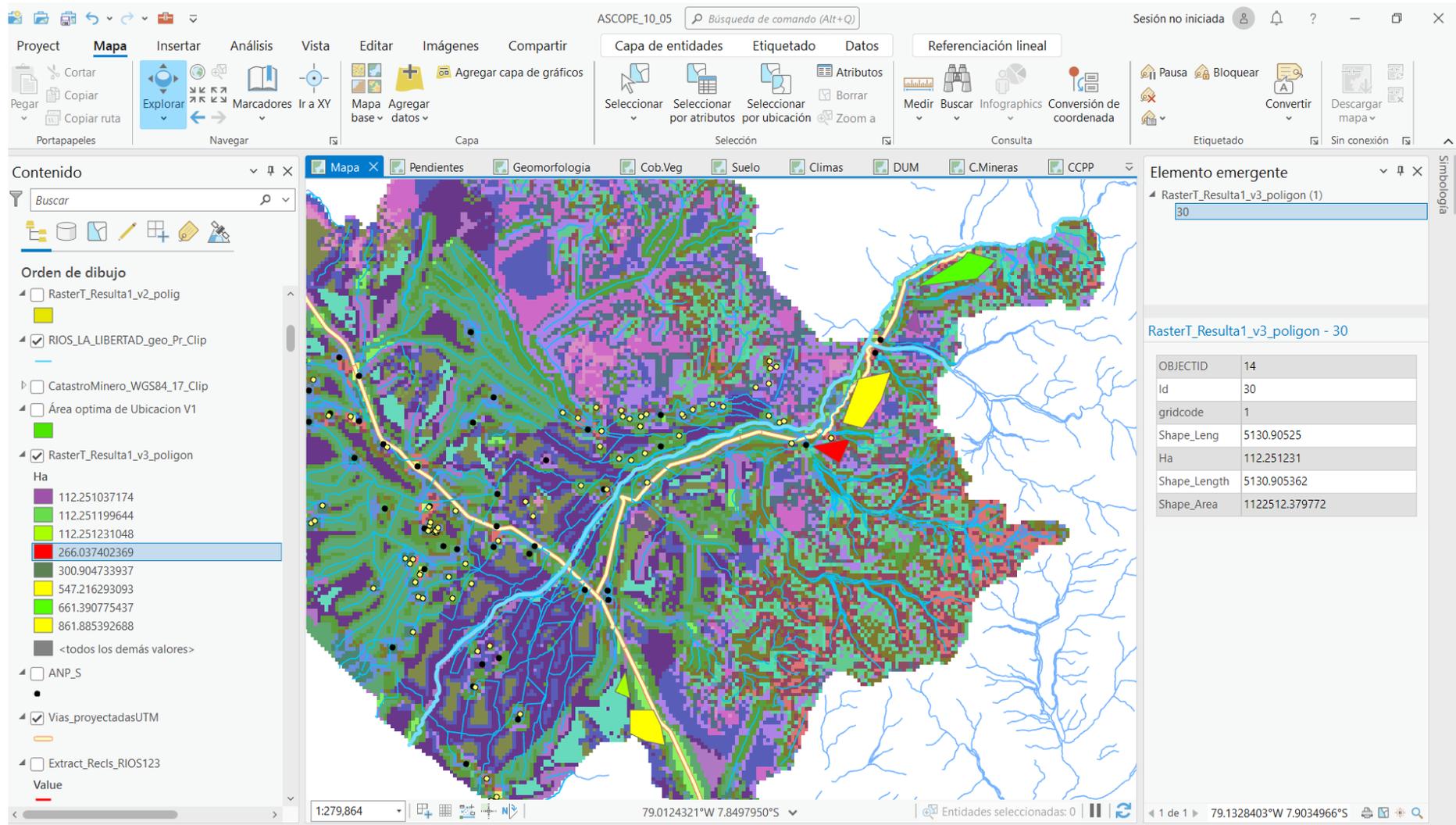


Figura 24: Imágenes satelitales de las áreas óptimas - Google Earth Pro

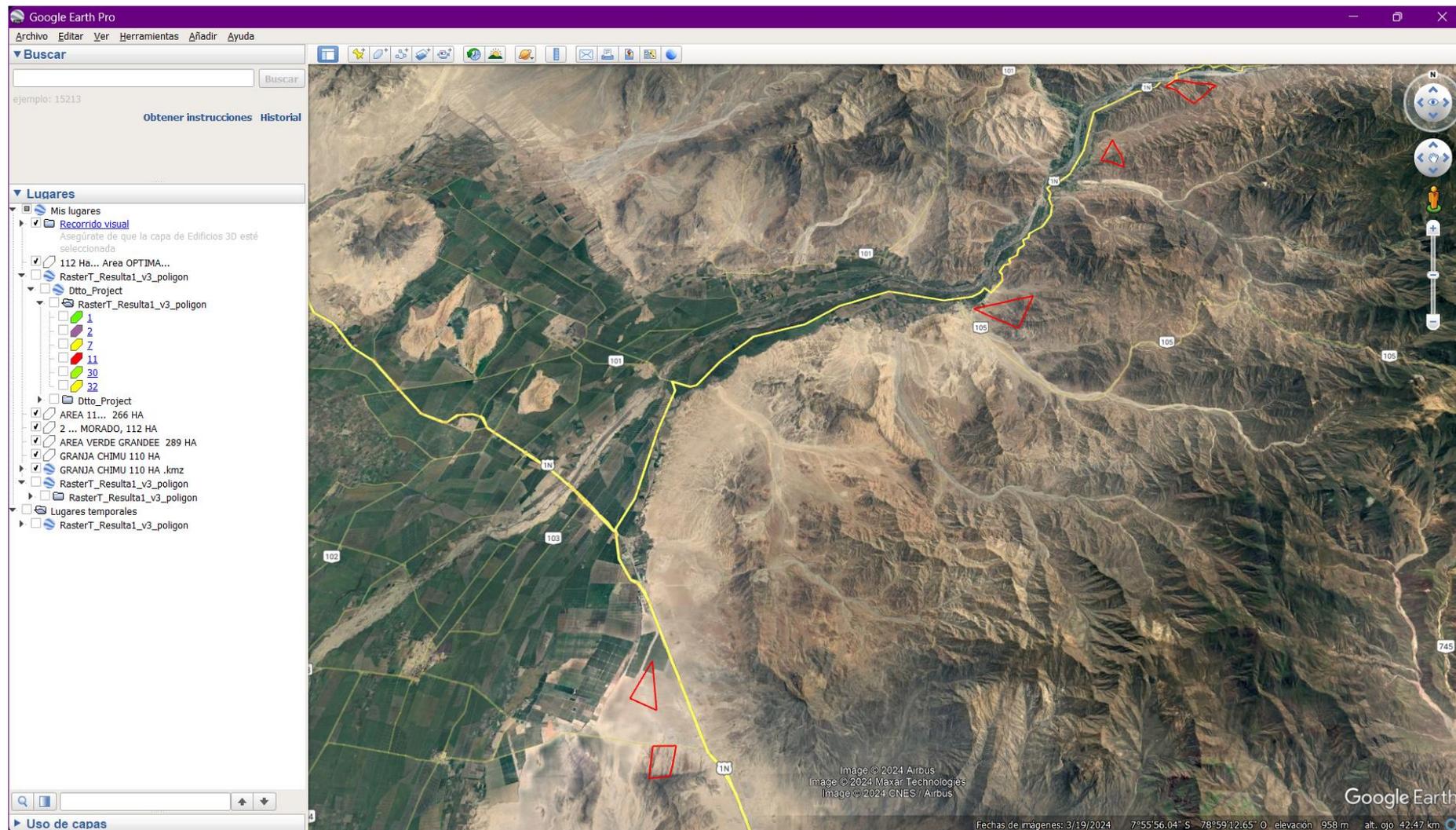


Figura 25: Propuesta para emplazamiento de relleno sanitario - Google Earth Pro

