

DISPONIBILIDAD Y CONSUMO DE RECURSOS NATURALES PARA LA
SUBSISTENCIA EN SANTA MARÍA DE LA ANTIGUA A TRAVÉS DE
HERRAMIENTAS SIG.

David Tabares Pérez

Propuesta de trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al
título de Especialista en Sistemas de Información Geográficos

Universidad de Manizales Facultad de Ciencias e Ingeniería
Especialización en Sistemas de Información Geográfica.

Tabla de contenido

Resumen	5
Abstract	6
Introducción	7
1. Planteamiento del problema de investigación y su justificación	8
1.1 Descripción del área problemarica	8
1.2 Formulación del problema	9
1.3 Justificación	10
2. Objetivos	11
2.1 Objetivo general	11
2.2 Objetivos específicos	11
3. Antecedentes	12
3.1 Sistemas de Información geográfica y arqueología.....	14
4. Referente teórico y Legal	15
4.1 Ecología de la alimentación humana.	16
4.2 Consumo.....	16
4.3 Áreas de Captación de Recursos.	17
4.4 El análisis del paisaje en arqueología.....	18
4.5 Ruta óptima	18
5. Metodología	18
5.1 Enfoque metodológico	20

5.2 Tipo de estudio	20
5.3 Procedimiento.....	21
5.3.1 Fase 1: Preparación de los datos.....	21
5.3.2 Fase 2: Definición de las zonas de estudio	21
5.3.3 Fase 3: Análisis SIG de los recursos	21
5.2.1 Fase 1.....	22
5.2.2 Fase 2.....	22
5.2.3 Fase 3.....	22
6. Resultados	24
6.1 Análisis del paisaje.....	24
6.2 Análisis del paisaje arqueológico.....	25
6.3 Método de Áreas de Captación de Recursos	27
6.4 Cálculo de Ruta Óptima	28
6.5 Distribución de los yacimientos.....	32
7. Discusión	34
7.1 Área de Captación de Recursos a las zonas definidas como solares coloniales en Santa María de La Antigua por medio de la herramienta de SIG.....	35
7.2 Caracterizar las zonas de extracción de recursos mediante el análisis del paisaje implementando modelos de elevación terrestre.....	36
7.3 Aplicar el cálculo de la ruta optima teniendo en cuenta la zona de influencia de la ciudad y las zonas de extracción de recursos.....	37
8. Conclusiones	38

9. Referencias bibliográficas	40
-------------------------------------	----

Tabla de Ilustraciones

Mapa 1. Zona de estudio.....	13
Mapa 3. Modelo Digital de Elevación.....	25
Mapa 4. Mapa de Divisiones agrícolas.....	27
Mapa 5. Cálculo de Ruta Optima para los yacimientos de oro y plata de la zona	29
Mapa 6. Análisis del Vecino más cercano para los yacimientos de oro.....	34
Mapa 7. Mapa de pendientes inferiores al 25%.....	36

Resumen

Santa María de La Antigua Del Darien fue una ciudad española fundada en 1510 en la región del golfo de Urabá, hoy en día es uno de los seis parques arqueológicos que existen en Colombia. Ahora bien, el objetivo principal de este estudio fue analizar la disponibilidad y el consumo de recursos naturales para la subsistencia de los habitantes de Santa María de la Antigua mediante el uso de herramientas SIG. El proyecto se dividió en tres fases: la preparación de los datos, la delimitación de las zonas de estudio y el análisis SIG de los recursos; en esta se obtuvieron datos sobre la topografía, hidrografía y solares coloniales en la zona de estudio. En la segunda fase, se definieron las zonas de estudio y se recopiló información espacial relacionada con la topografía, la hidrografía, el uso del suelo y las áreas de extracción de minerales y cultivos. En la tercera fase se aplicó el análisis SIG para caracterizar las zonas de extracción de recursos, calcular el Área de Captación de Recursos para cada fuente de agua identificada y determinar las rutas óptimas para el transporte de los recursos.

Los resultados del proyecto permitieron una mejor comprensión de la distribución y accesibilidad de los recursos naturales en la zona de estudio y su relación con la actividad económica y la subsistencia de los habitantes. Se identificaron zonas de extracción de recursos minerales en áreas montañosas y con pendientes pronunciadas, que contenían depósitos de oro de placer. Además, se determinó que la actividad agrícola es fundamental para el consumo de recursos en la zona de estudio y que las zonas cultivadas se encuentran principalmente en áreas con pendientes menos pronunciadas. La disponibilidad de recursos hídricos tuvo un papel crucial en el desarrollo económico y la subsistencia de los habitantes, siendo el acceso a estas fuentes de agua un factor determinante para la ubicación y distribución de las actividades económicas en la zona.

Abstract

Santa María de La Antigua del Darien was a Spanish city founded in 1510 in the region of the Gulf of Uraba, and today it is one of the six archaeological parks in Colombia. The main objective of this study was to analyze the availability and consumption of natural resources for the subsistence of the inhabitants of Santa María de la Antigua through the use of GIS tools. The project was divided into three phases: data preparation, delimitation of study areas, and GIS analysis of resources. In the first phase, data was obtained on the topography, hydrography, and colonial lots in the study area. In the second phase, study areas were defined, and spatial information related to topography, hydrography, land use, and areas of mineral and crop extraction were collected. Finally, in the third phase, GIS analysis was applied to characterize resource extraction zones, calculate the Resource Catchment Area for each identified water source, and determine optimal routes for resource transport.

The results of the project allowed for a better understanding of the distribution and accessibility of natural resources in the study area and their relationship with economic activity and the subsistence of the inhabitants. Mineral extraction zones were identified in mountainous areas with steep slopes containing placer gold deposits. Additionally, it was determined that agricultural activity is fundamental to resource consumption in the study area and that cultivated areas are mainly located in areas with less steep slopes. The availability of water resources played a crucial role in the economic development and subsistence of the inhabitants, with access to these water sources being a determining factor in the location and distribution of economic activities in the area.

Introducción

En la actualidad, la arqueología ha implementado distintos métodos y técnicas interdisciplinarios que combina diversas herramientas y métodos de diferentes áreas del conocimiento con el fin de responder a preguntas sobre el pasado humano. Con este objetivo en mente, el presente proyecto busca contribuir a la investigación arqueológica de Santa María de La Antigua del Darién, un sitio que ha sido objeto de diversos estudios previos, pero que aún presenta desafíos y cuestionamientos en torno a su historia y cultura.

La ciudad de Santa María de La Antigua del Darién es un sitio arqueológico de gran importancia en Colombia debido a su singularidad y relevancia histórica. Se trata del sexto parque arqueológico en Colombia y uno de los primeros asentamientos españoles en el continente americano. Dado que esta ciudad se encuentra en una región con una rica historia conflictiva y desafíos sociales y ambientales actuales, su estudio puede contribuir significativamente a una comprensión más amplia de los procesos históricos y culturales en Colombia.

Este proyecto busca abordar un vacío investigativo significativo al enfocarse en la falta de estudios SIG en la zona y la necesidad de investigar la relación entre la ciudad y su entorno natural durante la época colonial. La novedad radica en que este es el primer estudio SIG que se lleva a cabo en la zona, lo que proporciona información valiosa para la delimitación del parque arqueológico y contribuye a una investigación multidisciplinaria. En este sentido, se espera que los resultados obtenidos no solo permitan una mejor comprensión de los patrones de asentamiento y la subsistencia de los habitantes de la época, sino también una contextualización de las sociedades humanas y sus prácticas culturales en el entorno en el que se desarrollaron. Además, el análisis del paisaje arqueológico se ha identificado como una herramienta crucial para lograr los objetivos del proyecto, permitiendo la identificación y caracterización de zonas de extracción de recursos, zonas de uso agrícola y fuentes de agua cercanas a la ciudad.

La utilización de herramientas SIG en este proyecto permite avanzar en la investigación

arqueológica de Santa María de La Antigua del Darién, al ofrecer una herramienta para analizar de manera espacial los datos e información recopilados. Estas herramientas permiten integrar y analizar datos de distintas fuentes, y de esta forma obtener una visión más completa de los patrones espaciales y temporales de los asentamientos humanos, la explotación de los recursos naturales y las prácticas de consumo en el sitio.

Además, la aplicación de metodologías SIG en la arqueología histórica puede tener un impacto en el desarrollo de nuevas metodologías y herramientas para la investigación arqueológica en general. La integración de herramientas SIG y tecnologías geoespaciales en la investigación arqueológica puede facilitar la recopilación, análisis y visualización de datos, también permite una comprensión más completa y detallada de los procesos sociales y culturales del pasado. En consecuencia, se espera que los resultados obtenidos en este proyecto no solo contribuyan al conocimiento del sitio arqueológico de Santa María de La Antigua del Darién, sino que también puedan ser aplicados en otros sitios arqueológicos en Colombia y en el mundo.

1. Planteamiento del problema de investigación y su justificación

1.1 Descripción del área problemática

Las investigaciones arqueológicas en Santa María de La Antigua del Darién han aportado distintas líneas de evidencia sobre las prácticas cotidianas y las formas de vida de los habitantes de dicho sitio arqueológico, esto se da en una escala temporal que va desde el siglo XII d.C., hasta el periodo de contacto que es el siglo XVI d.C.

Estas investigaciones se centran en entender las formas de organización social y espacial de las comunidades que habitaron dicho espacio en el pasado. Para ello, se analizan los vestigios arqueológicos que evidencian las actividades económicas, políticas, religiosas y

Disponibilidad y consumo de recursos naturales para la subsistencia en santa maría de la antigua a través de herramientas sig.

culturales de estos grupos humanos. No obstante, al consultar los antecedentes, se ha demostrado que no se han realizado estudios arqueológicos enfocados en identificar las zonas de disponibilidad y consumo de recursos implementados para la subsistencia de los habitantes en el periodo de contacto (1510-1524); cabe recalcar que este periodo es esencial porque fue una época en la que dos sociedades distintas convivieron (españoles e indígenas) en el mismo tiempo y espacio. Por lo tanto, se hace necesario investigar cómo se dio la interacción entre estas dos culturas y cómo se adaptaron a las nuevas condiciones ambientales y sociales que se presentaron en el territorio.

Estas investigaciones se centran en entender las formas de organización social y espacial de las comunidades que habitaron dicho espacio en el pasado. No obstante, al consultar los antecedentes, se ha demostrado que no se han realizado estudios arqueológicos enfocados en identificar las zonas de disponibilidad y consumo de recursos implementados para la subsistencia de los habitantes en el periodo de contacto (1510-1524); cabe recalcar que este periodo es esencial porque fue una época en la que dos sociedades distintas convivieron (españoles e indígenas) en el mismo tiempo y espacio.

1.2 Formulación del problema

Para lograr la identificación de estas zonas de acceso y consumo se tienen en cuenta tres aspectos principales, estos aspectos se centran en las líneas de evidencia que permiten construir este problema de investigación.

El primer aspecto hace referencia las evidencias históricas que fueron aportadas por los cronistas, por ejemplo, los documentos escritos por Francisco López de Gómara (1552), el cual hace referencia a los árboles de fruta que se encuentran en el amplio de territorio del Darién.

El segundo aspecto corresponde a las evidencias arqueológicas que se relacionan con el

acceso y consumo de recursos en Santa María. La tercera línea de evidencia está centrada en la distribución y el uso de la tierra, puesto que se sabe que la parcelación del terreno se dio mediante la asignación de solares; asimismo, el tamaño y distribución dependían ampliamente del estatus social del dueño o Vecino, dentro de estas zonas divididas se sabe que los habitantes españoles tenían cultivos dentro de sus parcelas, y que algunos indígenas estaban bajo una estructura social conocida como Naboría, en la que estos trabajaban en dichos solares (Sarcina, 2019). Ahora bien, al tener en cuenta estos tres aspectos principales, se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Con el uso de SIG, es posible determinar cuál era la disponibilidad y consumo de recursos de los habitantes en la ciudad de Santa María de La Antigua?

1.3 Justificación

Investigar el acceso y consumo de recursos es primordial para entender cuáles fueron las zonas de extracción, y a su vez, para comprender el costo económico de la explotación de recursos que tuvo que ser asumido por las sociedades del pasado. Por consiguiente, se espera que con la presente investigación se puedan aportar más evidencias que ayuden a comprender las sociedades del pasado en la ciudad colonial de Santa María.

El presente proyecto se enmarca en lo que se denomina arqueología histórica. Esta es una rama que se encarga de estudiar los sitios arqueológicos que fueron ocupados durante o después de la llegada de los españoles al continente americano. Ese es el caso de Santa María de la Antigua Del Darién, este sitio fue un asentamiento indígena que en 1510 fue invadido y reapropiado por las huestes de Vasco Núñez de Balboa y Martín Fernández de Enciso con el fin de ocuparlo y establecer una “capital” en lo que se conoció como Provincia de Tierra-Firme.

Ahora bien, desde la perspectiva arqueológica no se han realizado investigaciones que

Disponibilidad y consumo de recursos naturales para la subsistencia en santa maría de la antigua a través de herramientas sig.

tengan en cuenta metodologías SIG para responder preguntas centradas en entender el comportamiento del hombre, sus costumbres o prácticas en este sitio arqueológico. Es por esto por lo que en el presente proyecto es pionero en proponer la implementación de una herramienta SIG para entender esas prácticas de consumo y las zonas en las que los habitantes indígenas o españoles accedían a ellos.

Por otro lado, hay una necesidad de ampliar los estudios arqueológicos desde distintas perspectivas, a pesar de que hoy en día es reconocido como un Parque Arqueológico, aún faltan estudios más profundos que permitan entender como era la cotidianidad y los comportamientos humanos en Santa María. También, es necesario indagar cuales son las zonas de extracción de los recursos naturales, dado que hasta la fecha no se han realizado y son importantes para entender el contexto alimenticio y las prácticas de subsistencia en Santa María de La Antigua.

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Identificar la disponibilidad y consumo de recursos naturales para la subsistencia por parte de los habitantes de Santa María de La Antigua del Darién mediante el uso de herramientas SIG.

2.2 Objetivos específicos

- Aplicar el cálculo del Área de Captación de Recursos a las zonas definidas como solares coloniales en Santa María de La Antigua por medio de la herramienta de SIG.
- Caracterizar las zonas de extracción de recursos mediante el análisis del paisaje implementando modelos de elevación terrestre.

- Aplicar el cálculo de la ruta optima teniendo en cuenta la zona de influencia de la ciudad y las zonas de extracción de recursos.

3. Antecedentes

Los estudios arqueológicos en Santa María de La Antigua del Darién han identificado cuatro momentos de ocupación y configuración espacial del sitio. El primer momento se refiere a la ocupación de los grupos prehispánicos desde el siglo XII hasta el siglo XVI d.C. La segunda ocupación se marcó por la llegada de los españoles en 1510 y el contacto entre indígenas y españoles, lo que dio como resultado la construcción y fortificación del primer asentamiento español. La llegada de la armada de Pedro Arias Dávila en 1514 provocó un incremento poblacional y la creación de la ciudad colonial de Santa María de La Antigua del Darién. El cuarto momento se dividió en dos fases, la primera con el colapso de la ciudad y el traslado de sus pobladores hacia otras ciudades y la segunda con la quema del asentamiento en 1524. Los estudios etnohistóricos de carácter regional permiten hacer un acercamiento al sitio arqueológico y a las sociedades locales antes y después de la época de contacto.

Disponibilidad y consumo de recursos naturales para la subsistencia en santa maría de la antigua a través de herramientas sig.



En cuanto a la construcción de la ciudad, el cronista Fernández de Oviedo describe, las casas en Santa María de la Antigua del Darién eran de madera y paja, construidas sobre pilotes de madera o piedra para evitar las inundaciones. Algunas tenían dos pisos y otras tenían balcones o ventanas. Las casas estaban rodeadas de huertas y jardines con árboles frutales y plantas medicinales. Esto para tener en cuenta que en la actualidad no se conservan ninguna de estas viviendas debido a la naturaleza de sus materiales de construcción. Es por eso que las investigaciones arqueológicas se sirven de evidencias como huellas de poste, fogones y zonas identificadas asociadas a la vivienda de las personas en el pasado (Sarcina, 2020).

Arqueológicamente, el primer acercamiento se realizó en 1956 por el Rey Leopoldo III de Bélgica y Reichel-Dolmatoff, que permitió identificar la concentración del material cultural hispánico. Graciliano Arcila (1984) también ejecutó excavaciones y logró identificar aspectos generales de la ciudad colonial. No obstante, en los años 2013-2014, el Instituto Colombiano de Antropología e Historia realizó prospecciones y propuso un modelo de

ocupación en las colinas bajas. La colina número dos, llamada Santuario, es donde se concentra la mayor cantidad de materialidad de tradición indígena, y se han encontrado huellas de poste, áreas de actividad, artefactos líticos y cerámicos. En 2015 se detectaron dos rasgos rectangulares mediante análisis de fotos satelitales que hicieron parte de un solar español. Se hallaron dos casas, una indígena y una posible española, pero solo la primera fue excavada. Se evidencia una secuencia de ocupación que va desde el periodo prehispánico hasta el periodo de contacto en distintos estratos. (Sarcina, 2019, 2020).

En cuanto al acceso a los recursos, se encuentran antecedentes etnohistóricos, en donde el cronista Fernández de Oviedo relata el proceso de extracción de oro, en donde, las fuentes de extracción de oro eran principalmente dos: las minas y los ríos; las minas eran lugares donde los indígenas sabían que había oro en el subsuelo, y lo extraían haciendo hoyos y quemando el metal con leña. Los ríos eran lugares donde el oro se encontraba mezclado con la arena o el cascajo, y se separaba mediante el bateo con unas bateas de madera o metal.

Ahora bien, se sabe según este cronista que dentro de este contexto también existían otras actividades involucradas con el consumo de alimentos o recursos, dado que los españoles en Santa María de la Antigua del Darién comían principalmente maíz, yuca, plátanos y caña de azúcar, que cultivaban en sus sementeras. También comían carne de cerdo, vaca y cabra, que traían de España o de las islas vecinas. Además, se alimentaban de pescado, mariscos, tortugas y caimanes, que obtenían de los ríos y el mar. Esto explica la existencia de solares o divisiones agrícolas en lo que hoy se considera como zona arqueológica protegida, debido a que las zonas de vivienda están estrechamente relacionadas con las zonas de cultivo y los lugares donde se obtienen los recursos básicos para la subsistencia.

3.1 Sistemas de Información geográfica y arqueología.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son herramientas tecnológicas que permiten la integración, el almacenamiento, el análisis y la visualización de datos

Disponibilidad y consumo de recursos naturales para la subsistencia en santa maría de la antigua a través de herramientas sig.

georreferenciados. Su aplicación en la arqueología ha supuesto un avance significativo para el estudio de los vestigios materiales de las sociedades del pasado, ya que facilitan la reconstrucción de los paisajes históricos y la comprensión de las dinámicas sociales y culturales que los configuraron. Los SIG permiten analizar las variables espaciales que influyen en la distribución y la organización de los asentamientos humanos, así como las relaciones entre estos y el entorno natural (Wheatley & Gillings, 2002).

Por otra parte, los SIG han sido utilizados para mapear la ubicación de los diferentes asentamientos, este es el caso de Santa María de la Antigua del Darién y otras ciudades coloniales en las costas del caribe, también ha servido para estudiar las relaciones entre estos y el entorno natural. Según González-Ruibal et al. (2014), el uso de los SIG ha permitido a los arqueólogos “visualizar la topografía y la configuración del terreno, así como la ubicación y el tamaño de los diferentes asentamientos” (p. 58).

Conjuntamente, estas herramientas han permitido crear modelos 3D del paisaje que pueden ser utilizados para simular cómo se desarrolló el asentamiento a lo largo del tiempo (González-Ruibal et al., 2014). De esta manera, los SIG han contribuido a la valoración y difusión del patrimonio arqueológico en múltiples contextos coloniales en donde el hombre se ha tenido que adaptar al paisaje para sobrevivir y llevar a cabo sus prácticas económicas, políticas y sociales.

4. Referente teórico y Legal

El referente legal se basaría en la normatividad vigente en Colombia para la protección y gestión del patrimonio arqueológico, que está conformada por la Ley 397 de 1997 o Ley General de Cultura, el Decreto 833 de 2002 o Reglamento de Arqueología, la Ley 1185 de 2008 o Ley del Patrimonio Cultural Colombiano, el Decreto 763 de 2009 o Reglamento del Patrimonio Cultural Colombiano, y la Resolución 0016 de 2013 o Manual Operativo para la Protección del Patrimonio Arqueológico Mueble e Inmueble. Estas normas

establecen los principios, los objetivos, las competencias, los procedimientos y las sanciones para la conservación, la investigación, la divulgación y el aprovechamiento social del patrimonio arqueológico colombiano. Al mismo tiempo, estas normas reconocen el valor cultural e histórico de los bienes arqueológicos como parte integrante del patrimonio cultural de la nación y como testimonio de las culturas prehispánicas, coloniales y republicanas que habitaron el territorio colombiano.

4.1 Ecología de la alimentación humana.

Dentro de esas líneas de evidencia identificadas en el año 2014, el consumo de alimentos y las preferencias de las personas que habitaron Santa María de La Antigua del Darién, se entienden desde el concepto de ecología de la alimentación humana, esta postura teórica comprende lo relacionado con las necesidades biológicas del ser humano entendidas desde el marco económico, social y cultural (Ulijaszek, 2002). La ecología de la alimentación humana permite ver la alimentación y las prácticas de consumo de forma amplia, sin dejar a un lado la suma de factores que influyen directamente en la selección de recursos, ya que la comida es una preocupación básica para todos los grupos humanos (Messer, 1984).

4.2 Consumo

Para construir y entender los patrones de alimentación de un grupo humano en un contexto determinado, debe haber cierta claridad sobre cuál es la estructura motivacional del consumo (Rozin, 1987), es decir, entender cuáles son las causas sociales, económicas, políticas o que hacen y direccionan el consumo de las personas hacia ciertos alimentos o prácticas de consumo, las cuales generan patrones que se evidencian en el registro arqueológico.

Disponibilidad y consumo de recursos naturales para la subsistencia en santa maría de la antigua a través de herramientas sig.

En ese sentido, los criterios de selección de alimentos y los factores socioculturales determinan en una sociedad cuales son, asimismo, los comportamientos reflejan una forma de vida dentro de una sociedad, Saldarriaga (2015) se acerca a entender como el comportamiento de los grupos españoles fue un indicador de apego cultural básico, aquello implica que los españoles mantuvieran ciertas prácticas que los identificaran como españoles así estuviesen por fuera de España; lo anterior se logró manteniendo patrones de consumo acorde su estatus social y diferenciándose de los grupos no europeos manteniendo discrepancias frente al consumo.

4.3 Áreas de Captación de Recursos.

El análisis de captación de recursos busca comprender la orientación económica y la movilidad de los grupos humanos que ocuparon un determinado espacio y cómo se adaptaron a las condiciones ambientales y a los cambios históricos. El análisis de captación de recursos se apoya en el uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), que son herramientas tecnológicas que permiten la integración, el almacenamiento, el análisis y la visualización de datos georreferenciados. Los SIG facilitan el cálculo de las áreas de captación de recursos mediante el uso de variables como la distancia, el tiempo, el coste o la accesibilidad (Jiménez-Puerto et al., 2016).

Entre los conceptos clave del análisis de captación de recursos se encuentran: el recurso, que es cualquier elemento natural o cultural que puede ser utilizado por los grupos humanos para satisfacer sus necesidades; el territorio explotable, que es el espacio accesible desde un asentamiento en una jornada a pie; el área de captación, que es la superficie del territorio explotable que contiene un determinado recurso; y el índice de captación, que es la relación entre el área de captación y el territorio explotable (Cabello et al., 2016).

4.4 El análisis del paisaje en arqueología

El análisis del paisaje en arqueología busca comprender cómo los grupos humanos se relacionaron con el espacio y cómo lo transformaron con su trabajo y dotándolo de diferentes significados culturales. El análisis del paisaje en arqueología se apoya en el uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), que son herramientas tecnológicas que permiten la integración, el almacenamiento, el análisis y la visualización de datos georreferenciados. Los SIG facilitan la reconstrucción de los paisajes históricos y la comprensión de las variables espaciales que influyen en la distribución y la organización de los asentamientos humanos, así como las relaciones entre estos y el entorno natural (Wheatley & Gillings, 2002).

4.5 Ruta óptima

El cálculo de ruta óptima busca comprender la movilidad y la conectividad de los grupos humanos que ocuparon un determinado espacio y cómo se relacionaron con otros grupos o lugares. El cálculo de ruta óptima se apoya en el uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), que son herramientas tecnológicas que permiten la integración, el almacenamiento, el análisis y la visualización de datos georreferenciados. Los SIG facilitan el cálculo de ruta óptima mediante el uso de algoritmos que minimizan el coste de desplazamiento en función de criterios como la distancia, el tiempo, la pendiente o la accesibilidad (López Romero, 2005).

5. Metodología

La metodología de este proyecto incluyó la recopilación de datos como Modelos de

Disponibilidad y consumo de recursos naturales para la subsistencia en santa maría de la antigua a través de herramientas sig.

Elevación del Terreno, información arqueológica sobre las divisiones agrícolas de la ciudad, capas temáticas que evidenciaron la hidrología y uso del suelo, así como zonas actuales de extracción de minerales. Todo ello con el objetivo de identificar la disponibilidad y consumo de recursos en la ciudad de Santa María de La Antigua en épocas pasadas.

Para lograr este fin, se definieron las zonas de estudio y se calculó el Área de Captación de Recursos mediante el uso de herramientas SIG. Posteriormente, se procedió a caracterizar las zonas de extracción de recursos mediante técnicas de análisis del paisaje, utilizando modelos de elevación terrestre. Además, se calculó la ruta óptima entre los puntos de origen y destino para evaluar la accesibilidad de las distintas zonas de estudio en función de la distancia a la ruta óptima, y se identificaron los puntos donde se concentraron los recursos naturales.

Una vez obtenidos los resultados, se analizaron fuentes históricas para detallar el tipo de recursos que eran consumidos. En resumen, esta metodología permitió obtener un amplio conocimiento sobre los recursos disponibles y su consumo en la ciudad de Santa María de La Antigua en el pasado.

5.1 Enfoque metodológico

El enfoque metodológico que se utilizará para esta investigación es el cuantitativo, ya que, lo que se busca es obtener datos numéricos que permitan analizar la disponibilidad y consumo de recursos de los habitantes de Santa María de La Antigua del Darién.

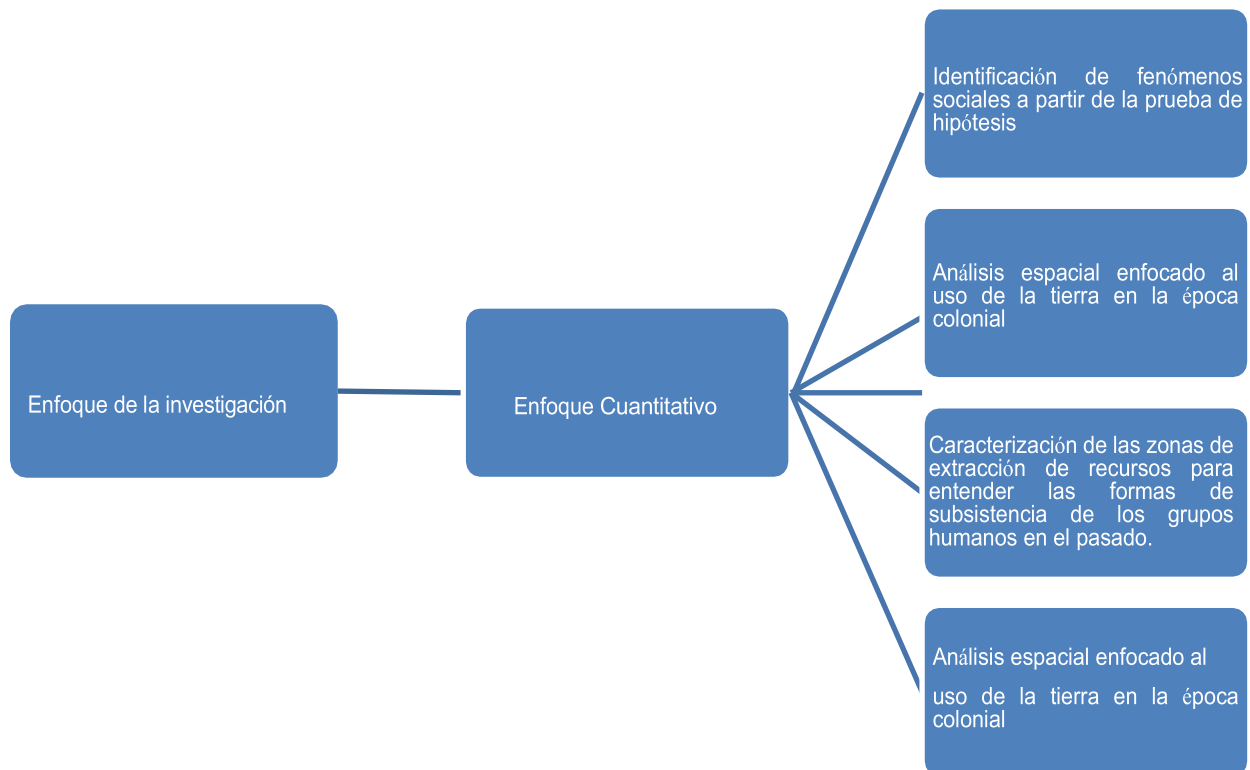


Ilustración 1. Enfoque de la investigación

Fuente: Elaboración propia

5.2 Tipo de estudio

El tipo de estudio que se llevará a cabo es descriptivo, ya que se busca describir la disponibilidad y consumo de recursos de los habitantes de Santa María de La Antigua del Darién en el pasado, a partir de la información recopilada mediante el uso de herramientas SIG. Un estudio descriptivo es aquel que se limita a observar y registrar los fenómenos sin intervenir en ellos ni establecer relaciones causales entre ellos. En arqueología, este tipo de estudio es útil para documentar y clasificar los restos materiales de las sociedades antiguas y para elaborar cronologías y tipologías.

Disponibilidad y consumo de recursos naturales para la subsistencia en santa maría de la antigua a través de herramientas sig.

5.3 Procedimiento

La implementación de esta metodología se hará en tres fases, las cuales consisten en las actividades que se deben desarrollar, estas son:

5.3.1 Fase 1: Preparación de los datos

- a. Obtener los datos sobre la delimitación de los solares coloniales en Santa María de La Antigua, incluyendo su ubicación y su posible tamaño.
- b. Adquirir los datos necesarios sobre la topografía y la hidrografía de la zona de estudio, incluyendo mapas y modelos digitales de elevación.

5.3.2 Fase 2: Definición de las zonas de estudio

- a. Delimitar las zonas de estudio para el análisis de los recursos hídricos, minerales y agrícolas.
- b. Recopilar información espacial relacionada con a la topografía como DEM, capas de uso del suelo, Hidrografía.
- c. Definir las áreas de extracción de minerales y las zonas de cultivo o recursos agrícolas en la zona de estudio mediante el uso del software QGIS.

5.3.3 Fase 3: Análisis SIG de los recursos

- a. Realizar un análisis del paisaje y la topografía de las áreas de extracción de minerales identificadas utilizando modelos de elevación terrestre.
- b. Calcular el Área de Captación de Recursos para cada fuente de agua identificada, teniendo en cuenta los solares coloniales que se encuentran dentro de la cuenca hidrográfica correspondiente.
- c. Identificar las rutas óptimas para el transporte de los recursos (agua, minerales, productos agrícolas) en la zona de estudio.

5.2.1 Fase 1

Se realizaron búsquedas en los antecedentes del sitio con el fin de determinar y establecer las divisiones agrícolas. Esto dio como resultado unos mapas (Mapa 3). en donde se señalan las divisiones agrícolas, posterior a esto se realizó una georreferenciación y vectorización de las divisiones agrícolas.

5.2.2 Fase 2

Se realizó un reconocimiento general de la zona que permitió identificar la zona de influencia principal. Lo que permitió enfocar la búsqueda de información espacial relacionada con a la topografía como DEM, capas de uso del suelo, Hidrografía, esto se realizó mediante la implementación del software QGIS. Por otro lado, esta información se consultó en portales web donde la información es publica, se consultaron portales como el IGAC, terradactile, Earthdata.nasa.gov, IDEAM, ANM. En estos portales se encontraron las principales herramientas que permitieron los posteriores análisis.

5.2.3 Fase 3

Para el mapa de pendientes siguieron los siguientes pasos: primero se debe tener una capa de elevación en formato ráster. Luego, seleccionar la capa y haz clic en "Ráster" en la barra de menú y luego en "Análisis". En la lista de opciones, seleccionar "Elevación" y luego "Análisis de pendientes". Ajustar la resolución y el radio de cálculo según las necesidades y hacer clic en "Ejecutar". Posterior a esto se reclasificó el mapa con el fin de asignar nuevos valores a las categorías existentes en un mapa.

Después se realizó el cálculo de la ruta optima, este fue con el complemento "Least Cost Path" para QGIS es una herramienta que permite calcular la ruta óptima entre dos puntos seleccionados en el mapa, basándose en un ráster de coste. El ráster de coste es una capa que representa el grado de dificultad o impedimento para desplazarse por cada celda del ráster (Olaya, 2010). El coste puede depender de diferentes factores, como la pendiente, la distancia, el tipo de terreno, etc.

Para el cálculo de la ruta optima se implementaron tres capas vectoriales, la primera constó

Disponibilidad y consumo de recursos naturales para la subsistencia en santa maría de la antigua a través de herramientas sig.

de un punto central ubicado en la zona donde están los restos de la ciudad colonial de Santa María de La Antigua. La segunda capa corresponde a los yacimientos de placer de oro y la tercera a los yacimientos de placer de plata.

La idea es que se calcule la distancia que existe entre los yacimientos actuales y la zona donde se ubicó la ciudad colonial, con el fin de establecer cuál fue el gasto en energía y tiempo para acceder a dichos recursos.

Para comenzar, se realiza una reclasificación del ráster de pendientes en 5 categorías, de 0-5, 5-10, 10-15, 15-25 y el número máximo, con el fin de obtener una mayor precisión en el análisis. Luego, se asignan pesos a las diferentes categorías de la capa de vocación del suelo, donde se le da una mayor importancia a la variable de cuerpos de agua. Es importante mencionar que la capa de vocación del suelo fue descargada desde el portal del IGAC.

Una vez establecidos los pesos, se procede a rasterizar la capa de vocación del suelo y a utilizar la calculadora de ráster para crear un nuevo ráster que sea la suma ponderada de la capa de pendientes y la capa de vocación del suelo. En este proceso, se le asigna un peso del 50% a cada capa para lograr un equilibrio en la ponderación.

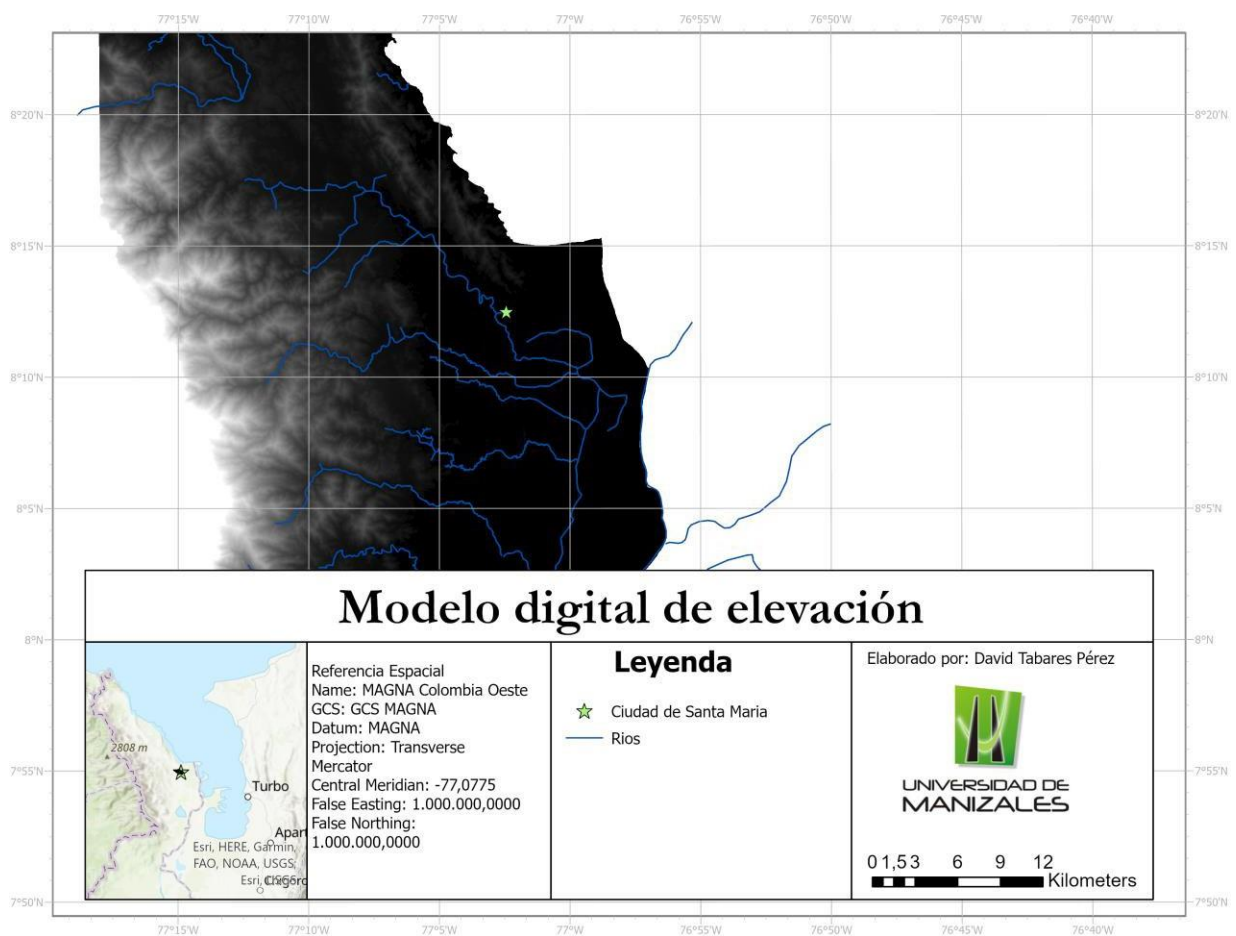
Cabe destacar que el mapa resultante de la reclasificación de pendientes y la asignación de pesos en la capa de vocación del suelo se encuentra referenciado en la tabla de atributos del nuevo ráster resultante de la suma ponderada de ambas capas.

Posterior a esto se ejecuta el complemento “Least Cost Path” para los yacimientos de plata y de oro, con este se establece la ruta optima y se sacan las variables de distancia para cada punto. Cabe recordar que este complemento usa un algoritmo basado en la distancia euclidiana y el costo acumulado para encontrar el camino más eficiente (DGxA, 2019).

6. Resultados

6.1 Análisis del paisaje

El análisis del paisaje se reveló como una herramienta crucial para alcanzar los objetivos del proyecto. Esto se debe a que la utilización del modelo de elevación terrestre permitió identificar y caracterizar las zonas de extracción de recursos. Se observó que estas zonas se ubican principalmente en áreas de ladera y montaña, lo que subraya la importancia de estos ecosistemas para la subsistencia de los habitantes de Santa María de La Antigua del Darién en la época colonial.



Disponibilidad y consumo de recursos naturales para la subsistencia en santa maría de la antigua a través de herramientas sig.

Mapa 2. Modelo Digital de Elevación

La implementación de los modelos de elevación terrestre también permitió identificar las zonas con pendientes pronunciadas. Se encontró que los yacimientos de placer de oro en la actualidad se encuentran en zonas donde las pendientes superan el 20%, lo que podría tener implicaciones en términos de acceso y movilidad. Además, el análisis del paisaje permitió identificar las zonas de uso agrícola y las fuentes de agua cercanas a la ciudad, en donde se encontró que las zonas de uso agrícola son principalmente destinadas a cultivos transitorios y están ubicadas en las áreas de menor pendiente.

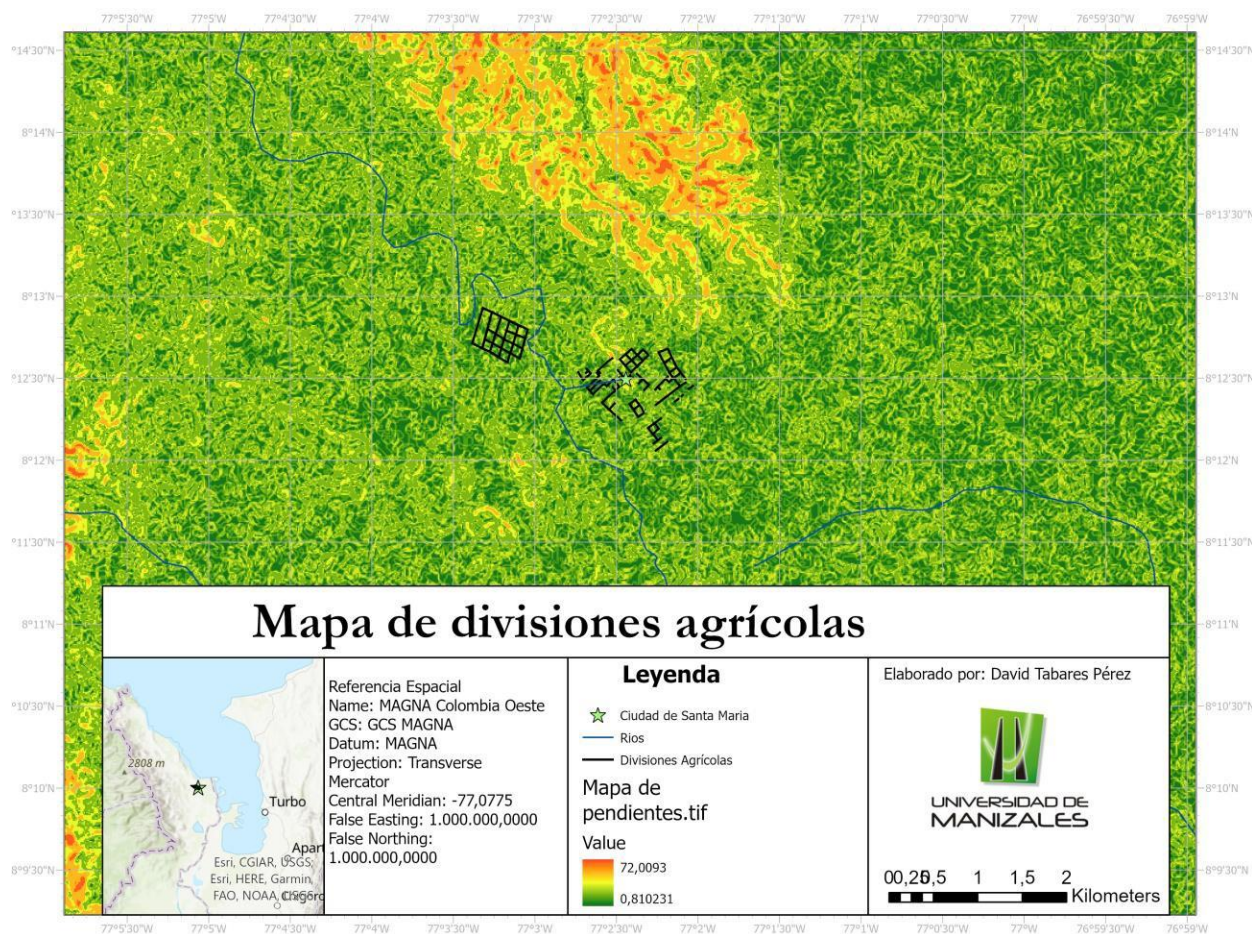
En general, el análisis del paisaje permitió entender la relación entre la ciudad y su entorno natural en la época colonial, lo que es fundamental para la comprensión de los patrones de asentamiento y la subsistencia de los habitantes de la época.

6.2 Análisis del paisaje arqueológico.

El análisis del paisaje es una herramienta fundamental en la investigación arqueológica, ya que permite comprender cómo ha cambiado el entorno natural y cómo las comunidades humanas han interactuado con él a lo largo del tiempo. En este sentido, el análisis del paisaje reciente se enfoca en la reconstrucción de la historia ambiental y social de una región a partir de su transformación durante los últimos siglos. Esta información es de gran utilidad para los arqueólogos, ya que les permite contextualizar las sociedades humanas y sus prácticas culturales en el entorno en el que se desarrollaron.

Para construir un correlato arqueológico que hable de las dinámicas de las personas en el pasado, es necesario entender los patrones que se establecen y la relación con el medioambiente. En este caso de estudio, se observan distintos patrones relacionados con el acceso y el consumo de recursos, los cuales fueron necesarios para la supervivencia de las personas en esta zona.

Se debe tener presente que el paisaje en 1510 en Santa María de la Antigua del Darién debió ser muy diferente al actual, ya que la ciudad se fundó en una zona de colinas cubiertas de bosque tropical húmedo, cerca del río Tanela (antiguo Darién), aprovechando los espacios de una ciudad indígena ya construida. Además, la ciudad estaba rodeada de aldeas indígenas de los grupos Cueva y Careta, que tenían una agricultura basada en el maíz, la yuca y el plátano. Esto también indica que era una zona apta para el cultivo, ya que se encuentran evidencias de canales de riego y en la actualidad es una de las principales actividades económicas del municipio de Unguía.



Disponibilidad y consumo de recursos naturales para la subsistencia en santa maría de la antigua a través de herramientas sig.

Mapa 3. Mapa de Divisiones agrícolas

Entre los recursos que se explotaron en esta zona se encuentran los minerales de oro y plata, que se pueden hallar en depósitos de placer. Estos depósitos son formaciones sedimentarias donde se acumulan minerales pesados por acción del agua o del viento, que los arrastran desde las rocas de origen hasta las zonas de menor pendiente o energía (Minería Space, s.f.). Los depósitos de placer son una fuente importante de oro y otros metales preciosos desde la antigüedad, ya que su extracción es relativamente sencilla mediante el lavado o el bateo (Torres Trejo, 2021). Es posible que estos mismos depósitos se hayan usado en la antigüedad por los habitantes indígenas o por los colonizadores españoles, ya que se han encontrado objetos y monedas de oro y plata en algunos sitios arqueológicos (Agencia Nacional de Minería, 2015), que evidencian el uso y el comercio de estos metales en la región. Cabe recordar que según el Banco de la República (s.f.), Colombia es el país con la historia más larga de producción y explotación de oro en América del Sur, remontándose a tiempos prehispánicos.

6.3 Método de Áreas de Captación de Recursos

El objetivo de este estudio es calcular el área de captación de recursos de la ciudad de Santa María de la Antigua del Darién. Para ello, se utilizó el análisis espacial, que se basa en el uso de sistemas de información geográfica (SIG) y técnicas de análisis espacial para estimar el tamaño y la forma de la zona geográfica que provee de ciertos recursos a una población o a un asentamiento humano.

Estos recursos naturales como las zonas de extracción de minería, la hidrografía y las zonas de cultivo son las variables que se implementaron en este caso. Dicho análisis espacial se realiza a partir de datos como la localización de los asentamientos, la distribución del

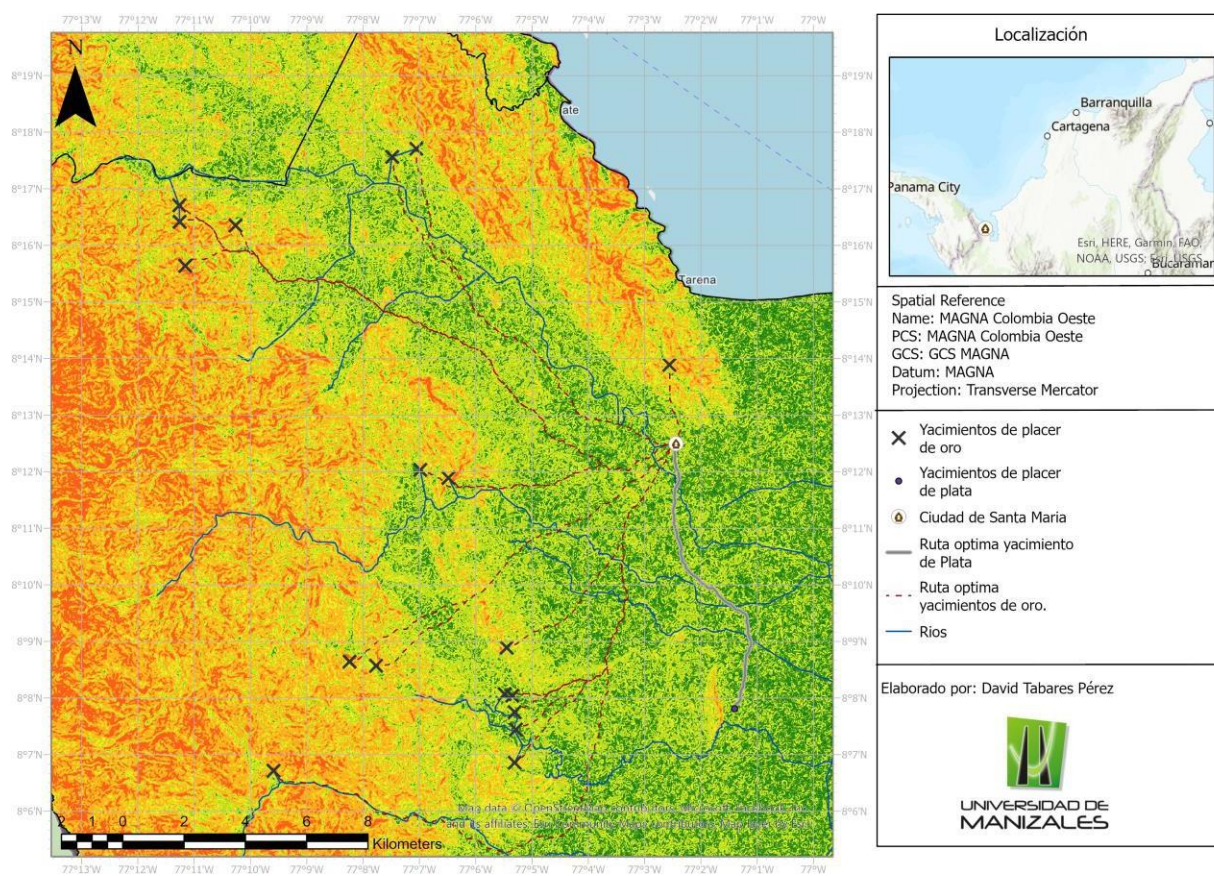
recurso que se quiere analizar, las características del terreno que influyen en el acceso al recurso (por ejemplo, la elevación, la pendiente, la vegetación, etc.) y las vías de comunicación que facilitan o dificultan el acceso al recurso (Jiménez-Puerto et al., 2016).

6.4 Cálculo de Ruta Óptima

El cálculo de ruta óptima es un proceso que consiste en encontrar el camino más corto o eficiente entre dos puntos en una red, teniendo en cuenta el costo de cada segmento. En este caso, el costo es la distancia de un punto central en la ciudad colonial hasta los yacimientos mineros, siendo la topografía y las coberturas vegetales lo que incrementa el grado de dificultad del recorrido.

En este caso se implementó el complemento “Least Cost Path”, el cual permite calcular el camino de menor costo usando un ráster de costo o fricción, que representa el grado de dificultad para atravesar cada celda del ráster (García, 2019). Asimismo, el ráster de costo fue generado a partir de las variables pendiente y la vegetación.

Disponibilidad y consumo de recursos naturales para la subsistencia en santa maría de la antigua a través de herramientas sig.



Mapa 4. Cálculo de Ruta Óptima para los yacimientos de oro y plata de la zona

En este caso, se ha usado la capa de vocación del suelo y el mapa de pendientes como variables para generar el ráster de costo. No obstante, para asignar valores de peso a estas variables se puede usar una fórmula matemática que combine los valores de cada capa según su importancia relativa. Por ejemplo, se puede usar una fórmula como esta:

$$\text{Costo} = (\text{Pendiente} * 0.5) + (\text{Vocación} * 0.5)$$

Donde Pendiente y Vocación son los valores de cada celda en las capas correspondientes, y 0.5 y 0.5 son los pesos asignados a cada variable según su relevancia para el análisis. El criterio de selección de estos se dio porque eran las dos capas implementadas para dicho análisis, dado que, según las características del terreno, es la información más relevante debido a la escala del proyecto. Debido a que, al ser una investigación de carácter arqueológico, las capas de vías y medios de transporte actuales no tienen relevancia.

En cuanto a los resultados del análisis se tiene que dentro de la zona de estudio se registraron 22 yacimientos de placer de oro y solo 1 de plata (Ver tabla 1). El yacimiento 19 se encuentra fuera de la zona de estudio y por ello no fue tenido en cuenta.

Tabla 1. Distancia al punto central de los yacimientos

Yacimientos de oro	Distancia al punto central en metros
1	1.638
2	1.528
3	3.242
4	2.448
5	1.848
6	1.575
7	1.566
8	1.404
9	616
10	2.124
11	2.149
12	1.487
13	1.296
14	3.714
15	2.312
16	3.039
17	2.809
18	3.160

Disponibilidad y consumo de recursos naturales para la subsistencia en santa maría de la antigua a través de herramientas sig.

19	3.132
20	3.242
21	2.448
22	1.528
23	1.638

Fuente: Elaboración propia

Para el yacimiento de plata, el costo máximo es de 1.487 metros. Los principales factores que influyen en el resultado de la ruta óptima fueron las pendientes y las coberturas vegetales, dado que estas variables determinan el grado de dificultad o fricción para desplazarse por el terreno. Las pendientes elevadas implican un mayor esfuerzo y riesgo de accidentes, mientras que las coberturas vegetales densas dificultan la visibilidad y el acceso. Por lo tanto, la ruta óptima buscó minimizar el contacto con estas zonas y aprovechar las áreas más planas y despejadas. Es por esto que, en algunos casos, la ruta óptima se traza paralelo a cuencas hidrográficas, siendo esa la forma más accesible al terreno.

En cuanto a la distancia, se puede interpretar que el costo de desplazamiento puede depender de varios factores, como la pendiente, la vegetación, el suelo, el tipo de red, etc. Estos factores se pueden representar mediante un mapa de fricción o un ráster de costo que asigna un valor de dificultad o resistencia a cada celda del terreno.

La distancia media de las rutas óptimas es 2.112 metros, lo que indica que en promedio los yacimientos de oro están relativamente cerca del punto central. Sin embargo, hay una gran variación en las distancias, desde un mínimo de 616 metros hasta un máximo de 3.714 metros.

El yacimiento más cercano al punto central es el número 9, con una distancia de 616 metros. El yacimiento más lejano es el número 14, con una distancia de 3.714 metros.

Estos valores pueden considerarse como valores atípicos o extremos en la distribución de las distancias.

La mediana de las distancias es 1.848 metros, lo que indica que el 50% de los yacimientos están por debajo de este valor y el otro 50% por encima. La mediana es menos sensible a los valores extremos que la media y puede ser una mejor medida de tendencia central en este caso.

6.5 Distribución de los yacimientos.

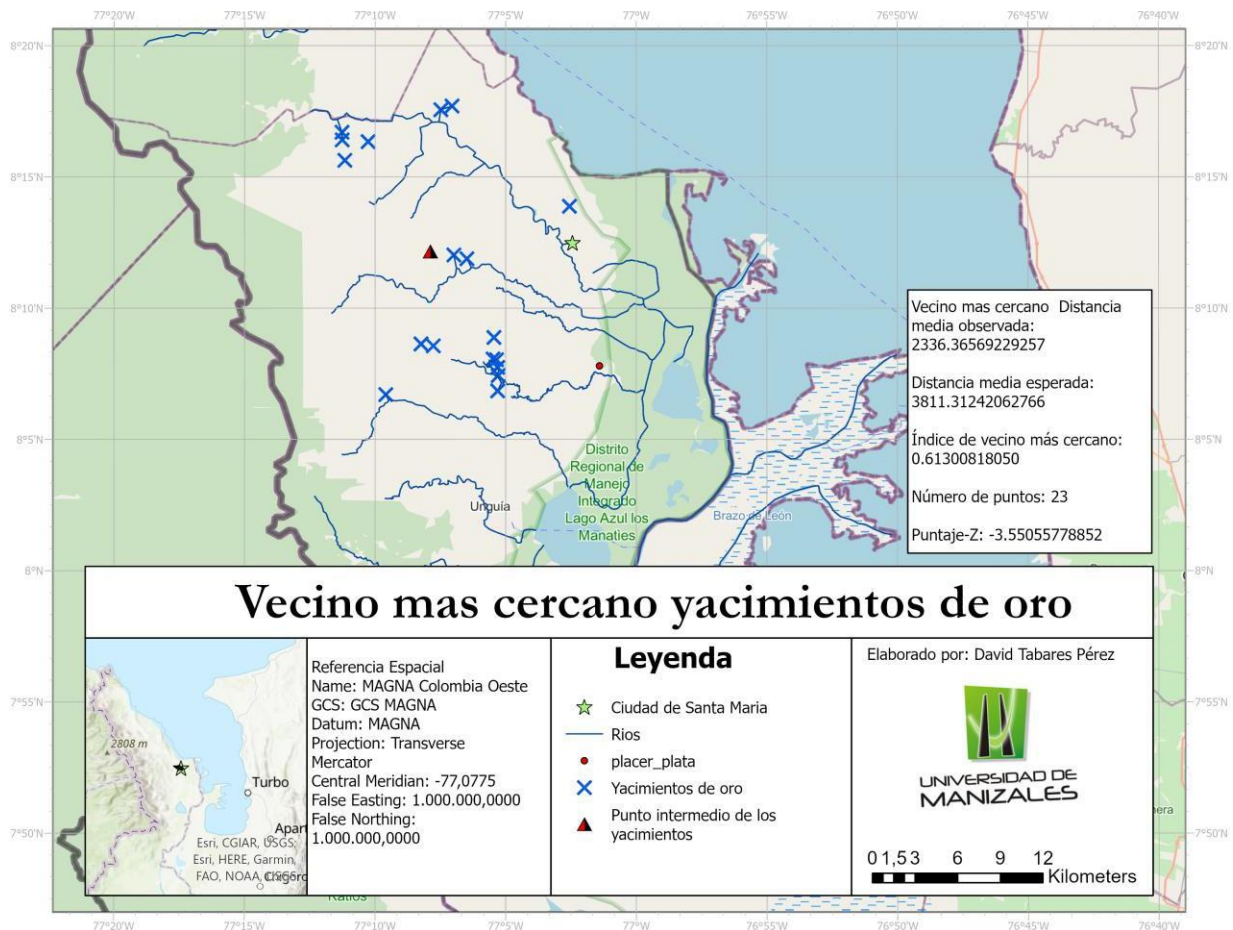
Al obtener los puntos de los yacimientos de placer de oro, fue necesario estudiar su distribución espacial, por esto se aplicó el cálculo de vecino más cercano a dicha capa, arrojando los siguientes resultados: Distancia media observada: 2,336.4 m, Distancia media esperada: 3,811.3 m, Índice de vecino más cercano: 0.613, Número de puntos: 23, Puntaje-Z: -3.6.

Teniendo en cuenta los anteriores valores, se puede decir que la distancia media observada es la distancia promedio desde cada punto (yacimiento de oro) hasta el punto más cercano. En este caso, es 2,336.4 metros. La distancia media esperada es la distancia promedio que habría entre vecinos en una distribución aleatoria de puntos. En este caso, es 3,811.3 metros. El índice de vecino más cercano es la relación entre la distancia media observada y la distancia media esperada. Si el índice es menor que 1, el patrón exhibe un agrupamiento o clustering. Si el índice es mayor que 1, la tendencia es la dispersión o competencia. En este caso, el índice es 0.61300818050, lo que indica un patrón agrupado de los yacimientos de oro. El número de puntos es la cantidad de puntos analizados.

En este estudio, se identificaron un total de 23 yacimientos de oro. Para evaluar la significancia estadística de su distribución espacial, se utilizó la puntuación-Z y el valor p. La hipótesis nula sugiere que los puntos están distribuidos aleatoriamente, mientras que la hipótesis alternativa indica una distribución no aleatoria. Si el valor p es menor que el nivel

Disponibilidad y consumo de recursos naturales para la subsistencia en santa maría de la antigua a través de herramientas sig.

de significancia elegido (por ejemplo, 0.05), se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa. En este caso, se obtuvo una puntuación-Z de -3.6 y un valor p menor a 0.001, lo que indica evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula y afirmar que los yacimientos de oro están agrupados de manera significativa en el área de estudio.



Mapa 5. Análisis del Vecino más cercano para los yacimientos de oro.

7. Discusión

El análisis del paisaje resultó ser una herramienta crucial para lograr los objetivos del proyecto. Gracias a ello, fue posible desarrollar el objetivo general que consiste en identificar la disponibilidad y consumo de recursos por parte de los habitantes de Santa María de La Antigua del Darién. Mediante el uso de modelos digitales de elevación, se logró localizar zonas de extracción de recursos en áreas montañosas. Esto, a su vez, evidenció la importancia de estos ecosistemas para la supervivencia de los habitantes. También se detectaron áreas con pendientes pronunciadas que contenían depósitos de oro de placer, lo que podría tener implicaciones en la accesibilidad y la movilidad.

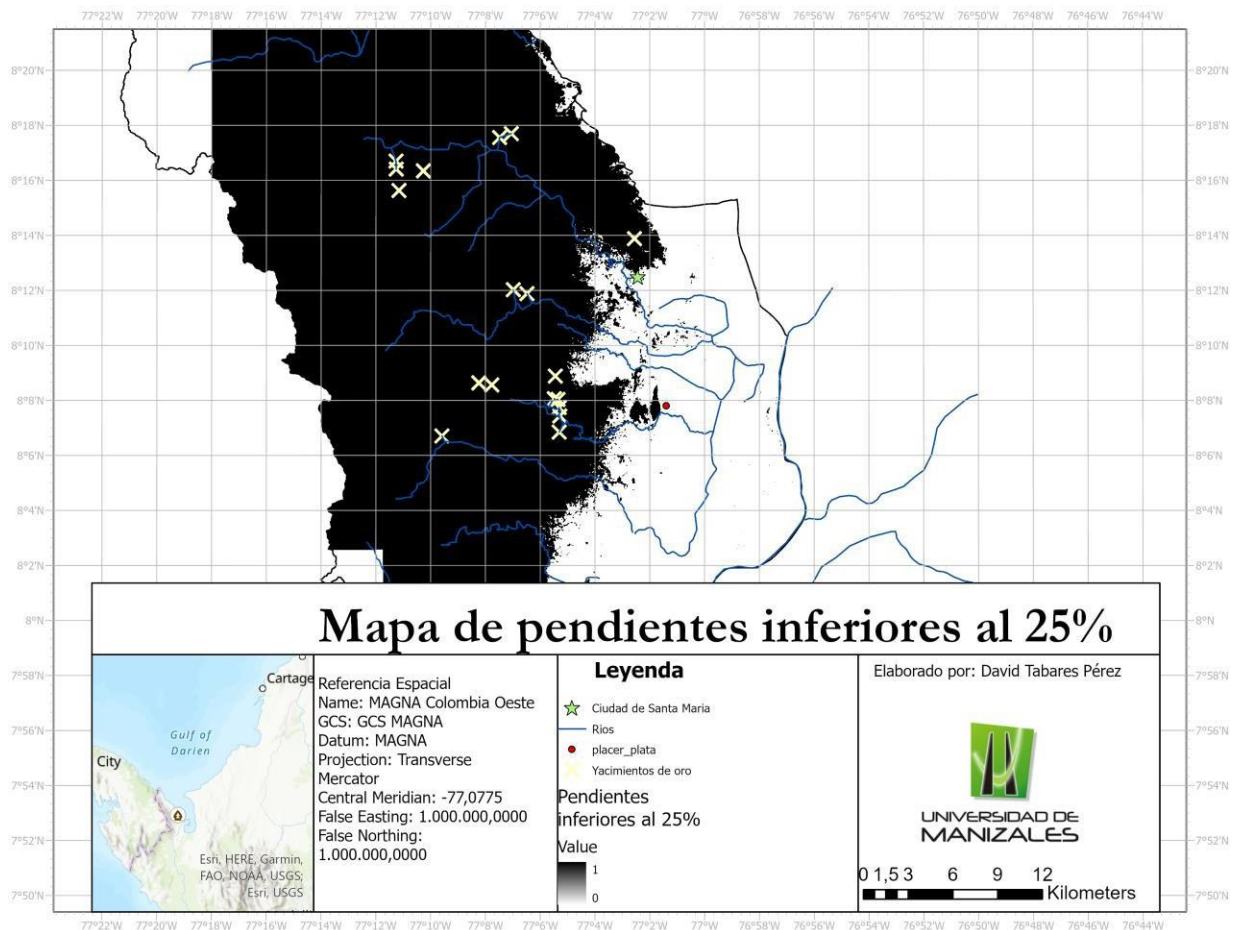
Disponibilidad y consumo de recursos naturales para la subsistencia en santa maría de la antigua a través de herramientas sig.

Se puede afirmar que el consumo de recursos naturales en la zona de estudio está fuertemente ligado a la actividad agrícola. Se ha identificado que las zonas cultivadas se encuentran principalmente en áreas de pendientes menos pronunciadas, donde las condiciones del suelo son óptimas para el desarrollo de cultivos temporales.

La zona cuenta con una gran disponibilidad de recursos hídricos, que han jugado un papel crucial en el desarrollo económico y la subsistencia de los habitantes. El acceso a estas fuentes de agua, como los ríos y quebradas que bordean la ciudad colonial, ha determinado la ubicación y distribución de las actividades económicas en la zona.

7.1 Área de Captación de Recursos a las zonas definidas como solares coloniales en Santa María de La Antigua por medio de la herramienta de SIG.

El método de Áreas de Captación de Recursos tuvo como objetivo calcular el área de captación de recursos de la ciudad de Santa María de la Antigua del Darién, utilizando análisis espacial basado en Sistemas de Información Geográfica (SIG) y técnicas de análisis espacial para estimar el tamaño y la forma del área geográfica que proporciona ciertos recursos a una población o un asentamiento humano. Se tuvieron en cuenta los recursos naturales, como las zonas de extracción minera, la hidrografía y las áreas forestales, y el análisis reveló que el área de captación de recursos de la ciudad dependía del entorno natural circundante. Además, se determinó que la ciudad se ubicaba en una zona de fácil acceso desde el punto de vista geográfico.



Mapa 6. Mapa de pendientes inferiores al 25%

7.2 Caracterizar las zonas de extracción de recursos mediante el análisis del paisaje implementando modelos de elevación terrestre.

El acceso a los yacimientos de oro en la época colonial fue un factor crucial para el desarrollo económico de la región del Darién, por lo que comprender los factores que influyeron en su elección es de gran importancia. Entre estos factores, la proximidad a los asentamientos humanos fue especialmente relevante, ya que implicaba una menor distancia a recorrer para obtener el recurso. Además, la cercanía a las fuentes de agua, como los ríos y quebradas, era fundamental para la extracción del oro, y la presencia de cuencas hidrográficas influyó en el patrón espacial de los yacimientos actuales, que tienden a agruparse en ciertas zonas.

La descripción del cronista Gonzalo Fernández de Oviedo encaja con este patrón, ya que señaló que "en esta provincia del Darién hay muchas minas de oro, y muy ricas, y en muchas partes de ellas", y que los españoles que estaban allí habían extraído mucho oro de las minas y hecho muchos lavaderos en los ríos y arroyos que pasaban por ellas. Esta información es valiosa porque sugiere que los métodos y prácticas de extracción de oro se mantuvieron a lo largo del tiempo, aunque con algunas variaciones según las condiciones ambientales y sociales.

En resumen, el análisis del acceso a los yacimientos de oro en la región del Darién debe considerar la proximidad a los asentamientos humanos, la presencia de fuentes de agua cercanas y el patrón espacial de los yacimientos actuales. La descripción histórica de Gonzalo Fernández de Oviedo proporciona información valiosa sobre las prácticas de minería en la región y su evolución a lo largo del tiempo, lo que nos permite comprender mejor las prácticas de minería y su impacto en la región a lo largo de la historia.

7.3 Aplicar el cálculo de la ruta óptima teniendo en cuenta la zona de influencia de la ciudad y las zonas de extracción de recursos.

La ruta óptima permitió identificar la distribución y localización de los yacimientos de oro y plata en la zona de estudio. Se encontraron 22 yacimientos de oro y solo 1 de plata, con una distancia al punto central que oscila entre 616 y 3.714 metros. El yacimiento número 19 se excluyó del análisis de la ruta óptima por encontrarse fuera de la zona de estudio. Para el yacimiento de plata, el costo máximo de la ruta fue de 1.487 metros.

El análisis de la ruta óptima se realizó mediante un algoritmo que calcula el camino de menor costo desde los destinos hasta los orígenes más cercanos definidos dentro de la superficie de coste acumulativo. El algoritmo se fundamentó en varios factores, destacando las pendientes y las coberturas vegetales. Estas variables condicionan el nivel de dificultad y fricción para desplazarse por el terreno, lo que a su vez incide en el costo y la eficiencia de la ruta. Por lo tanto, la ruta óptima se diseñó para minimizar la fricción y el esfuerzo al

desplazarse por el terreno, evitando las pendientes elevadas y las coberturas vegetales densas.

En este sentido, se constató que en algunos casos la ruta óptima se trazó paralelo a cuencas hidrográficas, ya que esta era la forma más accesible al terreno, reduciendo la fricción y el esfuerzo en el desplazamiento. También se puede afirmar que la ruta óptima que fue diseñada tuvo en cuenta la distribución de los yacimientos de oro y plata, así como las condiciones del terreno, para minimizar la fricción y el esfuerzo en el desplazamiento, logrando un resultado eficiente y efectivo.

Para validar los resultados del análisis de la ruta óptima, se compararon con los datos históricos disponibles y es probable que exista correlación entre las rutas óptimas generadas por el algoritmo y las rutas históricas documentadas por las fuentes primarias y secundarias consultadas. Esto sugiere que el método utilizado es robusto y fiable para modelar el comportamiento espacial de los agentes humanos en relación con los recursos naturales.

8. Conclusiones

En este estudio, se logró cumplir con el objetivo general de identificar la disponibilidad y consumo de recursos para la subsistencia por parte de los habitantes de Santa María de La Antigua del Darién mediante el uso de herramientas SIG. Esto se logró mediante la aplicación del cálculo del Área de Captación de Recursos a las zonas definidas como solares coloniales en Santa María de La Antigua, la caracterización de las zonas de extracción de recursos mediante el análisis del paisaje implementando modelos de elevación terrestre, y la aplicación del cálculo de la ruta óptima teniendo en cuenta la zona de influencia de la ciudad y las zonas de extracción de recursos.

En cuanto a los objetivos específicos, se logró caracterizar las zonas de extracción de recursos mediante el análisis del paisaje implementando modelos de elevación terrestre.

Se identificaron zonas de extracción de recursos minerales áreas montañosas, lo que evidenció la importancia de estos ecosistemas para la supervivencia de los habitantes. Además, se detectaron áreas con pendientes pronunciadas que contenían depósitos de oro de placer, lo que podría tener implicaciones en la accesibilidad y la movilidad. También, con el resultado del cálculo del Área de Captación de Recursos a las zonas definidas como solares coloniales, permitió determinar que el consumo de recursos en la zona de estudio está fuertemente ligado a la actividad agrícola y que las zonas cultivadas se encuentran principalmente en áreas de pendientes menos pronunciadas, donde las condiciones del suelo son óptimas para el desarrollo de cultivos temporales. La disponibilidad de recursos hídricos en la zona tuvo un papel crucial en el desarrollo económico y la subsistencia de los habitantes. El acceso a estas fuentes de agua fue un factor determinante para la ubicación y distribución de las actividades económicas en la zona.

Además, se logró aplicar el cálculo de la ruta óptima teniendo en cuenta la zona de influencia de la ciudad y las zonas de extracción de recursos, lo que permitió identificar la distribución y localización de los yacimientos de oro y plata en la zona de estudio. Se encontraron 22 yacimientos de oro y solo 1 de plata, con una distancia al punto central que oscila entre 616 y 3.714 metros. El algoritmo utilizado para calcular la ruta óptima se basó en factores como las pendientes y las coberturas vegetales, lo que permitió diseñar una ruta que minimizara la fricción y maximizara la eficiencia.

En conclusión, la aplicación del análisis del paisaje y el uso de herramientas como los modelos digitales de elevación y los Sistemas de Información Geográfica (SIG) permitieron comprender mejor la distribución y accesibilidad de los recursos naturales en la zona de estudio y su relación con la actividad económica y la subsistencia de los habitantes. Además, los resultados obtenidos son importantes para la toma de decisiones y la planificación de futuras actividades en la región.

9. Referencias bibliográficas

- [1] Andagoya, P. (1986). *Relación y Documentos. Crónicas de América*. Editorial Historia 16.
- [2] Álvarez, B. C. (2016). La conquista y colonización española de América. *Historia Digital*, 16(28), 103-149.
- [3] Aprile-Gnisset, Jacques. (1991). *La Ciudad Colombiana. Prehispánica, de conquista e indiana*. (1.^a ed ., Vol. 1). Banco Popular Colombia
- [4] Arcila, G. (1986). *Santa María de la Antigua del Darién. La primera ciudad de la América continental y la primera sede episcopal de América*. Presidencia de la República de Colombia, Secretaria de Información y Prensa.
- [5] Bedoya, M. C. y Naranjo, M. E. (1985). Reconocimiento arqueológico en el litoral atlántico: Capurganá. Informe inédito. Fundación de Investigaciones Arqueológicas Nacionales, Banco de la República de Colombia.
- [6] Bernal, M. (2015). Control social en el asentamiento colonial Nuestra Señora Santa María de los Remedios del Cabo de la Vela. *Revista Colombiana de Antropología*, 51 (2), 241- 263. Julio-diciembre 2015. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0486-65252015000200010
- [7] Cabello, L., Morgado, A., & Ramos-Muñoz, J. (2016). Captación y aprovechamiento de recursos líticos de los grupos cazadores-recolectores en la confluencia de los valles del río Guadálteba y Turón. In J. Ramos-Muñoz et al. (coords.), *Materias primas líticas en la Prehistoria: procedencia y distribución* (pp. 81-94). Universidad de Cádiz.
- [8] Calvo, L. M. (2011). Evidencias arqueológicas de algunas ciudades coloniales hispanoamericanas. *BitáCora Arquitectura*, 46 (22), 48-55. Julio-

noviembre 2020. <http://dx.doi.org/10.22201/fa.14058901p.2011.22.25567>

- [9] Cooke, R, G. y Sánchez, L, B. (2004). "Capítulo I: Panamá Prehispánico." En Cooke, R, G. & Sánchez, L, B., *Historia General De Panamá*, (1.a ed., Vol. 1), t.1: Las sociedades originarias y el orden colonial. (pp. 3 - 46). Comité General del Centenario (Panamá). Cozzolino, M., Gallego, J. A., Gentile, V., & Sarcina, A. (2015). Santa Maria de la Antigua del Darién (Colombia), the first Spanish city in Tierra Firme: a systematic archaeological and geophysical prospection. *Revista Colombiana de Antropología*, 53(1), 140–145. <https://doi.org/10.22380/2539472x.11>
- [10] Conyers, L. B. (2016). *Radar de penetración terrestre para geoarqueología*. John Wiley & Sons.
- [11] Criado-Boado, F., Bonilla Rodríguez, A., Cerqueiro Landín, D., Díaz Vázquez, M., González Deagan, K. A. & Cruxent, J. M. (2002). *Archaeology at La Isabela America's First European*
- [12] Elías. (1998). *Apuntes Sobre El Concepto de Lo Cotidiano*. Editorial Norma S.A
- [13] Escobar, A. (2014). Instituciones y trabajo indígena en Hispanoamérica. *Revista Mundos del Trabajo* , 6 (12), 27-53. <https://doi.org/10.5007/1984-9222.2014v6n12p27>
- [14] Fernández de Oviedo y Valdés, Gonzalo (1851-1855) *Historia general y natural de las Indias, islas y tierra firme del mar Océano*. 4 t. (1535) Imprenta de la Real Academia de la Historia. Madrid. 1950 *Sumario de la natural Historia de las Indias*. México: Fondo de Cultura Económica.
- [15] Foucault, M. (1969). *La arqueología del saber*. Editorial Siglo XXI.
- [16] Fowler, W. R., (2011). *Ciudad Vieja: Excavaciones, arquitectura y paisaje cultural de la primera villa de San Salvador*. Editorial Universitaria UES.

- [17] Fowler, W. R., & Zavaleta Lemus, E. (2016). El pensamiento de Pierre Bourdieu: Apuntes para una mirada arqueológica. *Revista De Museología "Kóot"*, 1(4), 117–136. <https://doi.org/10.5377/koot.v0i4.2253>
- [18] Funari, P. P. A., Hall, M., & Jones, S. (2013). *Historical archaeology: back from the edge*. Editorial Routledge.
- [19] Gallego, L.A. (2015). *Arqueología Histórica y Arqueometría para el Estudio de la Cerámica Colonial en Fundaciones de Terra Firme*. [Tesis de doctorado, Universidad de Barcelona]. Editorial Siglo XVI. Archivo digital <http://hdl.handle.net/2445/122248>
- [20] García, A. N. G. (2011). Hacia una arqueología del paisaje en Colombia: reflexiones necesarias. *Boletín de Antropología*, 25(42), 231-254
- [21] González-Ruibal, A., Sánchez-Elipse, M., Uribe Agudelo, M., & Sarcina, A. (2014). Santa María de La Antigua: The First Spanish City in Mainland America. *Journal of Field Archaeology*, 39(1), 54-69. <https://doi.org/10.1179/0093469013Z.00000000075>
- [22] Henrickson, E.F. and M.A. McDonald (1983). Forma y función de la cerámica: una búsqueda etnográfica y una aplicación arqueológica. *American Anthropologist* 85: 630-643.
- [23] Hodder, I (1977) Estudios espaciales en arqueología. *Progreso en Geografía Humana* 1(1), 33-64
- [24] Hodder, I. (1982) *Símbolos en acción: estudios etnoarqueológicos de la cultura material*. Editorial Cambridge University Press.
- [25] Instituto Colombiano de Antropología e Historia, ICANH. (2014). *Santa María de la Antigua del Darién, plan especial de manejo y protección Unguía-Chocó*. Ministerio de Cultura.
- [26] Jiménez-Puerto, J., Orozco Köhler, T., & Diez Castillo, A. (2016). Áreas de captación de recursos con gvSIG: yacimientos de la Edad de Bronce. In J.

Huerta et al. (eds.), XVIII Congreso Nacional de Tecnologías de la Información Geográfica (pp. 1-8). Universidad Politécnica de Valencia.

[27] Lefebvre, H., & Nicholson-Smith, D. (1992). La producción del espacio (1.a ed., Vol. 142). Wiley-Blackwell.

Madueño Galán, J. M. (2013). Darién, Vasco Núñez de Balboa y el descubrimiento del Mar del Sur. Instituto de Historia y Cultura Naval.

[28] Manzanilla, L. (2013) La vida doméstica donde y como vivía la gente. *Arqueología Mexicana* 21(121), 58-65.

https://www.researchgate.net/publication/318927871_Manzanilla_2013_La_vida_domestica_Arqueologia_Mexicana_no_121

[29] Martín, J. G., Espinosa, J. M., & Sarcina, A. (2015). ¿El primer puerto español en Tierra Firme? *Arqueología en Bahía La Gloria, Colombia. Arqueología Iberoamericana*, (28), 62-69.

[30] Mena. C, (1998). Sevilla y las flotas de Indias: la gran armada de Castilla del Oro (pp. 1513-1514). Universidad de Sevilla, Secretariado de Publicaciones.

[31] Mena.C, (2011). El oro del Darién. Entradas y cabalgadas en la conquista de Tierra Firme (pp. 1509– 1526). (1ª ed). Fundación pública Andaluza Centro de Estudios Andaluces.

[32] Méndez, M., Infante Roura, F., & Vaquero Lastres, J. (1991). El área Bocelo-Furelos. Entre los tiempos paleolíticos y medievales (Campañas de 1987, 1988 y 1989).(1ª ed). Xunta de Galicia.

[33] Orser, C. E. (2000). Introducción a la arqueología histórica. [Traducido al español de Andrés Zarankin]. Asociación Amigos del Instituto Nacional de Antropología.

[34] Orser, C. E. (2002). *Encyclopedia of Historical Archaeology*. Editorial Routledge

- [35] Paynter, R. (1989). La arqueología de la igualdad y la desigualdad. *Revisión anual de antropología*, 18 (1), 369-399 <https://doi.org/10.1146/annurev.an.18.100189.002101> Pedraza Marín, D., (2015) El concepto de prestigio en sociedades cazadoras recolectoras: Una aproximación etnoarqueológica. [Trabajo de grado Universidad Autónoma de Barcelona]. Archivo digital <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/378023/dpm1de1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [36] Pluckhahn, TJ (2010). Arqueología del hogar en el sureste de los Estados Unidos: historia, tendencias y desafíos. *Revista de investigación arqueológica*, 18(4), 331-385.
- [37] Olaya, V. (2010). Least cost path analysis in GIS: A comparison of methods. In *Proceedings of the 18th SIGSPATIAL International Conference on Advances in Geographic Information Systems* (pp. 5-12).
- [38] Rice, P. (1982) Producción de alfarería, clasificación de alfarería y papel de los análisis fisicoquímicos. *Cerámica arqueológica* (págs. 47-56)
- [39] Rivera, J., (2014). En Plan Especial de Manejo y Protección Santa María de la Antigua del Darién, Inédito. ICANH y Ministerio de Cultura de Colombia.
- [40] Rodríguez, M. P. (2011). Los patrones de asentamiento: una herramienta metodológica para la reconstrucción del pasado. *Boletín Antropológico*, 29(82), 116-131.
- [41] Ruano. (2017). Jornadas de Jóvenes Investigadores en Arqueología. Asociación Jóvenes Investigadores en Arqueología “Excavemos”.
- [42] Ruiz-Tagle, J. (2016). La segregación y la integración en la sociología urbana: revisión de enfoques y aproximaciones críticas para las políticas públicas. *Revista INVI*, 31(87), 9-57.

- [43] Salamanca-Heyman, M. F. (2009). The urban archaeology of early Spanish Caribbean ports of call: The unfortunate story of Nombre de Dios. [Tesis de doctorado Universidad de Los Andes, Colombia]. Archivo digital
- [44] Salge Ferro, M. (2007). Festejos muiscas en El Infiernito, Valle de Leyva-la consolidación del poder social . Bogotá-Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias Sociales, Departamento de Antropología, CESO-Ediciones Uniandes.
- [45] Santos Vecino, G., (1982). “Segunda campaña de investigaciones arqueológicas y prehistóricas en la región del golfo de Urabá”. Cuadernos de Antropología 2, 1-81.
- [46] Sarcina, A. (2017). Santa María de la Antigua del Darién, la primera ciudad española en Tierra Firme: una prospección arqueológica sistemática. *Revista Colombiana de Antropología*, 53(1), 269-300.
- [47] Sarcina. (2020). De la gloria al olvido: estudio arqueológico de la primera ciudad española en la Tierra Firme de América: Santa María de la Antigua del Darién. [Tesis de doctorado. Leiden University]. Archivo digital
- [48] Sarcina. A. (2018). Santa María de la Antigua y Darién. Las dos caras de la primera ciudad europea en tierra firme. *Revista Indiana*, 5(2). <http://dx.doi.org/10.18441/ind.v35i2.243-269>
- [49] Sarcina. A. (2019). Santa María de la Antigua del Darién: the Aftermath of Colonial Settlement. In *Material Encounters and Indigenous Transformations in the Early Colonial Americas*. En Hofman, C. & Keehnen, F., *Material Encounters and Indigenous Transformations in the Early Colonial Americas* (pp. 175-196). Editorial Brill
- [50] Schimmel & Carreras. (2010). *Lvcentvm. METODOLOGÍA PARA LA PROSPECCIÓN GEOFÍSICA EN ARQUEOLOGÍA: APUNTES A PARTIR DE LOS TRABAJOS DE IESSO, CAN TACÓ, MOLINS NOUS Y EL GOLERÓ*, Repositorio

- [51] Institucional de la Universidad de Alicante, 1 (29), 9-23.
<http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/19038>
- [52] Serrano Sanz, M. (1913). Preliminares del Gobierno de Pedrarias Dávila en Castilla del Oro. Orígenes de la dominación española en América. Estudios históricos.
- [53] Solano, F. (1991) Cedulaario de tierras. Compilación. Legislación agraria colonial (1497-1820). Editorial Universidad nacional autónoma de México.
- [54] Talen, E. (2005). New urbanism and American planning: the conflict of cultures. Editorial Routledge.
- [55] Tejeira Davis, E. (1996). Pedrarias Dávila y sus fundaciones en Tierra Firme, 1513-1522. Nuevos datos sobre los inicios del urbanismo hispánico en América. Anales del Instituto de Investigaciones Estéticas, (69).
- [56] Troncoso, A. (2001). Espacio y poder. Boletín de la Sociedad chilena de arqueología, 32, 10-23.
- [57] http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/121988/TroncosoRN_002_2001.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [58]
- [59] Uribe, M. (2006). Acerca de complejidad, desigualdad social y el complejo cultural Pica- Tarapacá en los Andes Centro-Sur (1000-1450 DC). Estudios atacameños, (31), 91-114.
- [60] Verlinden, C., Mertens, J., & Reichel-Dolmatoff, G. (1958). Santa María la Antigua del Darien première" Ville" coloniale de la Terre Ferme américaine Expédition du Roi Léopold de Belgique (Janvier-février 1956). Revista de Historia de América, (45), 1-48.
- [61] Vallejo, P. (2010) Leyes de Burgos de 1512. Recuperado el 19 de junio de 2015 de

<http://ddfv.ufv.es/bitstream/handle/10641/586/Leyes%20de%20Burgos%20de%201512.pdf?sequence=1>

[62] Vignolo, P. (2008). Santa María la Antigua del Darién: ¿De lugar del olvido a lugar de la memoria?. Academia.edu http://www.academia.edu/573545/_Santa_Mar%C3%ADa_de_la_Antigua_del_Dari%C3%A9n_De_lugar_del_olvido_a_lugar_de_la_memoria_

[63] Weiler & Vera. (1998). La civilización de los padres y otros ensayos. Editorial Norma S.A

[64] Wilk & Rathje. (1986). The American Behavioral Scientist. Household Archaeology. 25

[65] (6) 617-639.

[66] https://www.researchgate.net/publication/247749766_Household_Archaeology

[67] Wheatley, D., & Gillings, M. (2002). Spatial technology and archaeology: The archaeological applications of GIS. Taylor & Francis.