



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ANÁLISIS DE CAMBIO DE USO DEL SUELO EN EL GEOSITIO SALINAS - IMBABURA Y ESTRATEGIAS DE ORDENAMIENTO TURÍSTICO

**TRABAJO DE TITULACIÓN PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO
EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

AUTOR:

SANTIAGO ESTEBAN GUERRERO QUELAL

DIRECTOR:

ING. PAÚL ARIAS, MSc

IBARRA, 2021



**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES**

**CERTIFICACIÓN TRIBUNAL TUTOR TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Ibarra, 07 Enero del 2021

Para los fines consiguientes, una vez revisado el documento en formato digital el trabajo de titulación: **“ANÁLISIS DE CAMBIO DE USO DEL SUELO EN EL GEOSITIO SALINAS - IMBABURA Y ESTRATEGIAS DE ORDENAMIENTO TURÍSTICO”** de autoría del señor SANTIAGO ESTEBAN GUERRERO QUELAL estudiante de la Carrera de **INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES** el tribunal tutor **CERTIFICAMOS** que el autor ha procedido a incorporar en su trabajo de titulación las observaciones y sugerencias realizadas por este tribunal.

Atentamente,

TRIBUNAL TUTOR

FIRMA

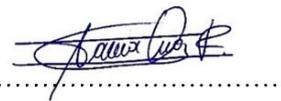
MSc. Paúl Arias
DIRECTOR TRABAJO TITULACIÓN


.....

MSc. Oscar Rosales
MIEMBRO TRIBUNAL TUTOR TRABAJO DE TITULACIÓN


.....

MSc. Tania Oña
MIEMBRO TRIBUNAL TUTOR TRABAJO DE TRITULACIÓN


.....

Misión Institucional:

Contribuir al desarrollo educativo, científico, tecnológico, socioeconómico y cultural de la región norte del país. Formar profesionales críticos, humanistas y éticos comprometidos con el cambio social.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	DE	0401880646	
APELLIDOS Y NOMBRES:	Y	Guerrero Quelal Santiago Esteban	
DIRECCIÓN:		El Ángel, Cantón Espejo, Provincia del Carchi	
EMAIL:		seguerreroq@utn.edu.ec	
TELÉFONO FIJO:		TELÉFONO MÓVIL:	0999743259

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	ANÁLISIS DE CAMBIO DE USO DEL SUELO EN EL GEOSITIO SALINAS - IMBABURA Y ESTRATEGIAS DE ORDENAMIENTO TURÍSTICO
AUTOR:	Guerrero Quelal Santiago Esteban
FECHA:	07 Enero 2021
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero en Recursos Naturales Renovables
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Paúl Arias, MSc.

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 07 días del mes de Enero de 2021

EL AUTOR:

Santiago Guerrero



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES**

CERTIFICACIÓN

Ing. Paúl Arias, MSc., director del trabajo de titulación desarrollado por el señor estudiante Santiago Esteban Guerrero Quelal

CERTIFICA

Que, el proyecto de tesis titulado “ANÁLISIS DE CAMBIO DE USO DEL SUELO EN EL GEOSITIO SALINAS - IMBABURA Y ESTRATEGIAS DE ORDENAMIENTO TURÍSTICO”, ha sido realizado en su totalidad por el señor estudiante Santiago Esteban Guerrero Quelal, bajo mi dirección, para la obtención del título de Ingeniero en Recursos Naturales Renovables. Luego de ser revisada, considerando que se encuentra concluido y cumple con las exigencias y requisitos académicos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Carrera de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables, autoriza su presentación y defensa para que pueda ser juzgado por el tribunal correspondiente

Ing. Paúl Arias, MSc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Misión Institucional:

Contribuir al desarrollo educativo, científico, tecnológico, socioeconómico y cultural de la región norte del país. Formar profesionales críticos, humanistas y éticos comprometidos con el cambio social.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por ser mi guía en este camino y darme la fortaleza para superar todas las dificultades y culminar esta etapa importante de mi vida, agradezco a mis padres por la confianza y su apoyo incondicional, sin ustedes este logro no sería posible

A la Universidad Técnica del Norte por haberme brindado la oportunidad de realizar mis estudios superiores, a todos los docentes que impartieron sus clases en la carrera de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables, que con esfuerzo y dedicación infundieron los mejores conocimientos para la contribución en mi formación profesional

Al director del trabajo de titulación Ing. Paúl Arias y asesores Ing. Oscar Rosales e Ing. Tania Oña, por sus grandes enseñanzas en el transcurso de la carrera, por compartir sus conocimientos en la parte final de la misma y por su valioso aporte en el desarrollo de la presente investigación

Santiago Guerrero

DEDICATORIA

A mis padres, por ser parte fundamental de mi vida, por sus consejos para ser mejor persona e inculcarme valores y por el apoyo constante que me han brindado en cada etapa de mi vida, a mí ahijado Santy por motivarme siempre a seguir adelante, a toda mi familia por confiar en mí para alcanzar este logro, para todos ustedes va dedicado este trabajo de investigación

Santiago Guerrero

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO	Páginas
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1 Revisión de Antecedentes o Estado del Arte.....	1
1.2 Problema de la Investigación y Justificación	5
1.3 Objetivos.....	6
1.3.1 Objetivo General	6
1.3.2 Objetivos Específicos	6
1.4 Preguntas Directrices.....	6
CAPÍTULO II	7
REVISIÓN DE LITERATURA	7
2.1 Marco Teórico Referencial.....	7
2.1.1 Geoparques	7
2.1.2 Geositios	8
2.1.3 Uso de Suelo	9
2.1.4 Cambio de Uso de Suelo y Conflictos	11
2.1.5 Sistemas de Información Geográfica (SIG) en el Cambio de Uso de Suelo	14
2.1.6 Clasificación Supervisada.....	15
2.1.7 Ordenamiento Territorial como Estrategia de Planificación	15
2.1.8 Planificación Turística.....	16
2.2 Marco legal	17
2.2.1 La Constitución del Ecuador	17
2.2.2 Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización, COOTAD	18
2.2.3 Código Orgánico Ambiental.....	18
2.2.4 Plan Nacional “Toda una Vida” 2017 – 2021.....	19
CAPÍTULO III	20
METODOLOGÍA	20
3.1 Descripción del Área de Estudio.....	20

3.2 Métodos	23
3.2.1. Determinar el Cambio y Uso de Suelo en el año 1993, 2000 y 2015 en el geosítio Salinas	24
3.2.2. Identificar los Conflictos del Cambio de Uso de Suelo para el año 1993, 2000 y 2015 en el geosítio Salinas	28
3.2.3. Estrategias para el Ordenamiento Turístico.....	34
CAPÍTULO IV	39
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
4.1 Análisis del Cambio y Uso de Suelo en el año 1993, 2000 y 2015 en el geosítio Salinas	39
4.1.1 Usos de Suelo para los años 1993, 2000 y 2015	39
4.1.2 Validación de la Clasificación Supervisada de la imagen del 2015	42
4.1.3 Dinámica global del Cambio de Uso de Suelo en el periodo 1993 a 2015 ..	43
4.2 Identificación de los Conflictos de Uso de Suelo en los años 1993, 2000 y 2015 en el geosítio Salinas	45
4.2.1 Conflictos de Uso de Suelo para los años 1993, 2000 y 2015.....	46
4.2.2 Dinámica global del Conflicto de Uso de Suelo en el periodo 1993-2015 ..	48
4.3 Estrategias de Ordenamiento Turístico	50
4.3.1 Turismo Comunitario como Estrategia de Desarrollo del geosítio.....	56
4.3.2 Creación de una Ruta Turística denominada “Ruta de la Sal”	58
4.3.3 Prácticas de uso y Gestión Sostenible del suelo	61
CAPÍTULO V	63
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	63
5.1. Conclusiones.....	63
5.2. Recomendaciones.....	64
REFERENCIAS.....	65
ANEXOS	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Parámetros de evaluación de un geositio	9
Tabla 2. Usos de suelo	10
Tabla 3. Coordenadas de los puntos extremos del área de estudio	21
Tabla 4. Puntos del cuadrante georreferenciado del área de estudio	24
Tabla 5. Valores de Índice Kappa.....	26
Tabla 6. Matriz de tabulación de datos	27
Tabla 7. Capacidad de uso de suelo	29
Tabla 8. Aptitud de uso de suelo de acuerdo con las clases agrológicas	30
Tabla 9. Categorías de conflicto de uso de suelo.....	32
Tabla 10. Matriz de decisión de conflictos.....	33
Tabla 11. Categorías de ordenamiento territorial según el COA	36
Tabla 12. Materiales y equipos.....	38
Tabla 13. Matriz de contingencia para validar la clasificación supervisada	43
Tabla 14. Indicadores de cambio de uso de suelo periodo 1993 a 2015	45
Tabla 15. Características de los atractivos turísticos	50
Tabla 16. Categorías de ordenamiento de acuerdo con el COA.....	54
Tabla 17. Características para definir estrategias de ordenamiento turístico	55
Tabla 18. Turismo comunitario como estrategia de desarrollo del geositio	57
Tabla 19. Ruta turística para los atractivos turísticos públicos	59
Tabla 20. Prácticas de uso y gestión sostenible del suelo	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del área de estudio	20
Figura 2. Mapa geológico	22
Figura 3. Mapa geomorfológico	23
Figura 4. Recorte de las imágenes con el área de estudio	24
Figura 5. Mapa de pendientes.....	29
Figura 6. Mapa de uso potencial.....	31
Figura 7. Mapa de ecosistemas según la clasificación de Holdridge	35
Figura 8. Mapa de categorías de ordenamiento territorial	37
Figura 9. Uso de suelo en el año 1993	39
Figura 10. Uso de suelo en el año 2000	40
Figura 11. Uso de suelo en el año 2015	41
Figura 12. Dinámica del cambio de uso de suelo en el periodo 1993-2015	44
Figura 13. Mapa de conflictos del año 1993	46
Figura 14. Mapa de conflictos del año 2000	47
Figura 15. Mapas de conflictos de uso de suelo del año 2015	48
Figura 16. Dinámica del conflicto de uso de suelo 1993-2015	49
Figura 17. Mapa de los atractivos turísticos en el geosítio Salinas	53
Figura 18. Ruta turística y sendero interpretativo	60

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES
RENOVABLES

ANÁLISIS DE CAMBIO DE USO DEL SUELO EN EL GEOSITIO
SALINAS - IMBABURA Y ESTRATEGIAS DE ORDENAMIENTO
TURÍSTICO

Trabajo de Titulación

Nombre del Estudiante: Santiago Esteban Guerrero Quelal

RESUMEN

Las áreas naturales protegidas abarcan la conservación de sitios con patrimonio geológico. El 17 de abril de 2019 se declaró a Imbabura como el primer Geoparque del Ecuador con 56 geositios. Uno de estos, el geositio Salinas presenta cambio de uso de suelo causado por el incremento de la producción agrícola y la incompatibilidad de las actividades con la aptitud del territorio. Por tal motivo, la presente investigación tiene como objetivo analizar el cambio de uso de suelo en el geositio Salinas en el periodo de 1993 a 2015 con el fin de plantear estrategias de ordenamiento turístico. Para ello, se aplicó el método de clasificación supervisada utilizando fotografías aéreas, posteriormente su validación a través del índice de kappa, finalmente la dinámica del cambio de uso de suelo fue evaluada mediante la matriz de transición. Para los conflictos de uso de suelo se utilizó las clases agrológicas y el uso actual. Los resultados indicaron la disminución del bosque seco del 12,9%, el aumento de actividades agrícolas y ganaderas con el 40,6%. Los conflictos de uso de suelo mostraron el aumento de la sobreutilización con el 39,1% y el uso adecuado disminuyó en 15,2%. Las categorías de ordenamiento territorial según la legislación ecuatoriana indicaron restauración con el 98,6% y ecosistemas frágiles con el 1,4%. Las estrategias para el ordenamiento turístico son: turismo comunitario para el desarrollo del geositio, ruta con sendero interpretativo en los atractivos turísticos más representativos y prácticas de manejo sustentable del suelo con el fin de mitigar los problemas ocasionados en el suelo.

Palabras claves: Geoparque, geositio, ordenamiento territorial, ecoturismo

ABSTRACT

Protected natural areas include the conservation of geological heritage sites. Imbabura was declared the first Geopark in Ecuador with 56 geosites on April 17, 2019. The Salinas geosite shows changes in land use caused by the increase in agricultural production and the incompatibility of activities with the suitability of the territory. For this reason, the present research aims to analyze the change in land use in the Salinas geosite in the period from 1993 to 2015 in order to propose tourism management strategies. For this, the supervised classification method was applied using aerial photographs, subsequently its validation through the kappa index, finally the dynamics of the change in land use was evaluated through the transition matrix. Agrological classes and current use were used for land use conflicts. The results indicated a decrease in the dry forest of 12.9%, an increase in agricultural and livestock activities with 40.6%. Land use conflicts showed an increase in overuse with 39.1% and proper use decreased by 15.2%. The categories of land use planning according to Ecuadorian Legislation indicated restoration with 98.6% and fragile ecosystems with 1.4%. The strategies for tourism management are community tourism for the development of the geosite, route with an interpretive trail in the most representative tourist attractions, and sustainable soil management practices in order to mitigate the problems caused in the soil.

Keywords: Geopark, geosite, land use planning, ecotourism

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Revisión de Antecedentes o Estado del Arte

Las áreas naturales protegidas son establecidas con el fin de salvaguardar los recursos naturales y culturales también es considerada como la estrategia más efectiva para mitigar los efectos producidos por el cambio de uso de suelo y cobertura vegetal así como la deforestación, a pesar de su validez legal, estas áreas no están exentas del aumento de la frontera agropecuaria la cual produce alteraciones en la cobertura vegetal (Sahagún y Reyes, 2018). El cambio de uso de suelo representa una amenaza al disminuir la efectividad de las áreas protegidas para la conservación de la biodiversidad debido a que produce disminución de servicios ecosistémicos, alteración en los procesos ecológicos, fragmentación y pérdida de hábitats naturales (Piquer, Kuemmerle, Alcaraz, Zurita y Cabello, 2012).

El establecimiento de áreas naturales protegidas es esencial para prevenir la pérdida de hábitats y especies, generalmente causado por la expansión e intensificación de las actividades humanas para satisfacer sus necesidades, se considera al cambio de uso de suelo como el principal conductor de pérdida de hábitats. En el estudio de Piquer et al., (2012) realizado en la provincia de Almería, en España, forma parte de la Red de espacios protegidos de Andalucía con 19 sitios y la red Europea Natura con 6 sitios. Como resultados obtuvieron una alta dinámica de cambio de uso de suelo principalmente en las áreas costeras con un incremento de las zonas urbanas, mayor intensificación de la agricultura, produciéndose un aislamiento de la misma. Los autores también consideran que se debe aplicar una planificación para evitar la pérdida de hábitats y degradación del suelo.

El cambio de uso de suelo provoca grandes transformaciones en los ecosistemas debido al aprovechamiento sin control de los bosques, los cuales se están modificando a pesar de pertenecer a categorías de manejo de áreas protegidas que establecen las actividades permitidas y restricciones en las mismas. En el estudio

de caso del bosque protegido Mirafior Moropotente en Nicaragua en el cual, evaluaron el cambio de uso de suelo en el periodo 1993, 2000 y 2011 mediante imágenes Landsat y obtuvieron como resultado la disminución del 28,17% del bosque nativo con un aumento del 22,42% de las áreas destinadas a la agricultura especialmente de café, ganadería y el incremento de la población en las zonas cercanas al área protegida (Ruiz, Savé y Herrera, 2013).

Por otra parte, en el estudio de Yüksek y Kurdoğlu (2010) sobre los efectos de cambio de uso de suelo el Parque Nacional de Karagol en la provincia de Artvin en Turquía. Esta área protegida se encuentra afectada por el cambio de uso de suelo causado principalmente por las excesivas actividades recreacionales de turismo ocasionando compactación del suelo y alteraciones en las propiedades del suelo en los diferentes usos de suelo de esta área protegida. La conversión empieza con bosque natural a pastizal y finalmente a zonas sin cobertura vegetal, por la falta de un plan de manejo del área protegida.

En el estudio realizado en el parque Nacional Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla en México sobre la evaluación de cambio de uso de suelo causada por la deforestación y las actividades turísticas y de recreación han llevado a este lugar a tener problemas administrativos que conllevan a un mal manejo del área protegida y de degradación ambiental. A través del uso de imágenes satelitales de los años 1994 y 2007 obtuvieron como resultado la pérdida de la cobertura forestal del 12% que es remplazada por zonas agrícolas, ganaderas y asentamientos poblacionales dedicados al turismo, como estrategias los autores plantean establecer políticas para un plan de manejo sostenible del territorio (Chico, Trinidad y Montoya, 2015).

En el Ecuador, la Reserva Ecológica El Ángel forma parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, en el estudio de Cuasquer y Sangurima (2019) sobre el análisis de la cobertura vegetal y uso de suelo en el periodo 1990 – 2017, es causado principalmente por las actividades antrópicas en perjuicio de las fuentes hídricas, flora y fauna del ecosistema. Para el análisis utilizaron imágenes satelitales Landsat dando como resultado la pérdida del páramo arbustivo y herbáceo con 271,7 has,

2.015,7 has respectivamente y con un aumento de las áreas intervenidas de 1.575,7 has para el periodo evaluado. Los autores plantean como estrategias un plan de educación ambiental, plan de reforestación de las áreas intervenidas.

En las áreas naturales protegidas se desarrolla el turismo ecológico considerado como una actividad con beneficios para las comunidades locales, promotores turísticos y la conservación de la biodiversidad. Además utiliza las potencialidades del territorio para su desarrollo, a su vez debe ser sustentable para no afectar a los recursos naturales, servicios ecosistémicos y su meta es garantizar una responsabilidad ambiental y social con los atractivos naturales visitados (Rodríguez, Lindberg, Garzón, Corral, Drumm, Cazar y Falconi, 2008).

En el estudio de Terán y Ruiz (2019) mencionan a las áreas protegidas como una estrategia de conservación de la biodiversidad, aprovechamiento sustentable de los recursos naturales mediante el ecoturismo. Esta actividad es una forma de generar recursos económicos que representa el 32% del total de ingresos del sector turístico en Ecuador. Además en una encuesta realizada obtuvieron como resultado que el 68% de los turistas extranjeros prefieren visitar áreas naturales protegidas principalmente el parque Nacional Galápagos. Por otra parte, el geoturismo es definido como una actividad recreativa donde las principales atracciones son la geología y geomorfología complementadas con la identidad cultural y el patrimonio natural de un sitio en particular. El geoturismo es una herramienta para la divulgación de la historia de nuestro planeta y una forma de dar a conocer sitios poco conocidos y valorados (Carrión, Herrera, Briones y Sánchez, 2018).

Las áreas naturales protegidas también abarcan la conservación de sitios con patrimonio geológico, de esta manera la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) designa la categoría de Geoparque Mundial en el año 1999. Estas áreas naturales tampoco están exentas de los cambios de uso de suelo. En el estudio de Halim et al., (2018) sobre el análisis del uso de suelo para la conservación del parque geoforestal Kilim dentro del Geoparque Mundial de la UNESCO Langkawi en Malasia, en el cual se desarrolla la actividad

turística trae consigo problemas ambientales como la erosión del suelo en las orillas del río Kilim perjudicando al ecosistema del mangle. Para el análisis utilizaron la teledetección con los métodos de clasificación supervisada y no supervisada de la imagen satelital con el fin de analizar el uso actual del suelo, determinaron cinco categorías para el mapa final y finalmente generar las estrategias de conservación del lugar.

En la actualidad existen 147 Geoparques Mundiales reconocidos por la UNESCO esta institución internacional define como Geoparque a un territorio que presenta un patrimonio geológico notable complementándose con el patrimonio natural y cultural. Esta connotación se enmarca dentro de los 4600 millones de años del planeta Tierra, de allí su importancia para valorar y reconocer los patrimonios geológicos en toda la diversidad de territorios (Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura, 2017). El 17 de abril de 2019, la UNESCO, “designó a Imbabura como uno de los Geoparques Mundiales, considerando la notable diversidad geológica que posee, digna de admiración, de ser conservada, aprovechada estudiada e investigada científicamente” (Prefectura de Imbabura, 2019). De esta manera se convierte en el primer Geoparque del Ecuador. Dentro del Geoparque Imbabura se distinguen 56 geositos localizados en 5 de los 6 cantones de la provincia (se exceptúa Antonio Ante), en este sentido el geosito Salinas del cantón Ibarra es considerado de tipo valle al igual que Chota.

Los geositos son elementos de un Geoparque destinados a la conservación tomando en cuenta su vulnerabilidad. “Los geositos pueden poseer valores agregados de tipo ecológico, geomorfológico, arqueológico, histórico, cultural, e indistintamente pueden ser sujetos a medidas de conservación” (Sánchez y Simbaña, 2018). La conservación de un geosito consiste en concientizar a la población sobre la importancia del lugar tomando en cuenta las actividades humanas.

1.2 Problema de la Investigación y Justificación

En la actualidad los bosques secos se encuentran muy intervenidos debido a que se ubican en zonas habitadas al considerarles como un aporte económico para la agricultura y ganadería, de allí su interés por seguir incorporando más y más tierra en desmedro de los espacios forestales. En los últimos años, las coberturas vegetales especialmente la vegetación arbustiva han sido intervenidas con el propósito de obtener superficies aptas para la agricultura, considerada una actividad antrópica que al no ser manejada adecuadamente produce degradación del suelo (Ponce, 2017).

El geosítio Salinas dentro del Geoparque Imbabura, presenta cambio de uso de suelo causado por el incremento de la producción agrícola principalmente por el cultivo de caña de azúcar. Los procesos de cambio de uso del suelo se definen como la forma en la cual las coberturas superficiales de la tierra son utilizadas por el hombre para satisfacer sus necesidades generando impactos ambientales haciendo del manejo de suelo algo insostenible. El cambio de uso de suelo forma parte de los principales problemas de la humanidad ya que se relaciona con la pérdida de la biodiversidad (Mindá, 2015). También existen diversos factores que influyen en el cambio de uso de suelo los cuales son: ambientales, demográficos, económicos, y socioculturales, que provocan alteraciones en los ecosistemas y el paisaje (Bocco, Mendoza y Masera, 2001).

El cambio de uso de suelo es uno de los procesos de transformación y afectación ambiental que tiene el geosítio Salinas, además, la erosión y degradación del suelo son causados por las actividades antrópicas realizadas por la población y son incompatibles con la aptitud del territorio (Cevallos, Ayala, Mafla y Vallejos, 2015). Por tal razón, considerando la importancia que tiene el geosítio Salinas en el ámbito ambiental, económico y social, al ser parte del Geoparque Imbabura, la investigación contribuye con información para la toma de decisiones de manejo de suelo, estrategias para mitigar el conflicto de uso de suelo, además identificar y organizar las actividades humanas en favor del ordenamiento turístico.

El propósito de esta investigación es proponer estrategias de ordenamiento turístico sobre la base del cambio de uso de suelo y conflictos en el geositio Salinas, enfocándose en el objetivo 3 del Plan Nacional Toda una vida 2017 – 2021 el cual establece garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones. Por lo tanto, la investigación contribuye al cumplimiento de metas concebidas dentro de herramientas de planificación territorial.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

-Evaluar el cambio de uso de suelo en el geositio Salinas con el fin de plantear estrategias de ordenamiento turístico.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Analizar el cambio y uso de suelo en los años 1993, 2000 y 2015 en el geositio Salinas
- Identificar los conflictos de uso de suelo en los años 1993, 2000 y 2015 en el geositio Salinas
- Proponer estrategias para el ordenamiento turístico

1.4 Preguntas Directrices

¿Cómo el cambio de uso del suelo ha afectado la estructura territorial en el geositio Salinas?

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Marco Teórico Referencial

En este capítulo se abordan temas importantes como: geoparques en el mundo y América Latina, características de un geositio, cambio de uso de suelo y conflictos, ordenamiento territorial y planificación turística, tomando en cuenta la búsqueda bibliográfica en artículos científicos y tesis.

2.1.1 Geoparques

A partir de la década de los años 90s se empezó a considerar al patrimonio geológico para la conservación como respuesta a la necesidad de gestionar la diversidad del planeta. Por esta razón, a partir del año 1999 la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura integra la categoría de geoparque para la conservación de los recursos geológicos, naturales y culturales en el mundo. La UNESCO define a un Geoparque como un territorio con una serie de sitios con patrimonio geológico destacable, estos lugares tienen un valor particular para la educación, desarrollo socioeconómico y la cultura (Schwarz, Coronato y Acevedo, 2013).

Los Geoparques cuentan con riqueza ecológica, arqueológica, histórica y cultural destinada a la conservación teniendo como objetivo el uso y gestión de los recursos geológicos con valor científico, cultural y turístico. Los Geoparques involucran la participación activa de los grupos comunitarios, promotores del turismo local, pueblos indígenas y comunidad en general como también las autoridades locales, regionales en el área. Luego de ser designado como Geoparque Mundial la UNESCO realizará evaluaciones cada 4 años para la revalidación de la categoría (Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura, 2017).

Por otra parte, el desarrollo sostenible está presente en un Geoparque a través del geoturismo, definido como la forma de turismo basado en fortalecer la identidad de un territorio tomando en cuenta los recursos naturales, cultura, paisaje y bienestar de las poblaciones (Sánchez y Simbaña, 2018). El uso de los recursos geológicos como fuente de desarrollo sustentable está en aumento debido al incremento de geoparques mundiales desde la conformación de la red mundial de geoparques en 2004, los países europeos y asiáticos cuentan con la mayoría de geoparques en el mundo.

Sin embargo, en América Latina al poseer gran riqueza geológica no se ha quedado atrás ya que cuenta actualmente con el geoparque de Araripe en Brasil, Grutas del palacio en Uruguay, Comarca Minera en México, Mixteca Alta en México, Colca y volcanes de Andagua en Perú, Kutralkura en Chile y finalmente el geoparque Imbabura el primero del Ecuador. Para ser seleccionado como geoparque mundial la UNESCO establece los siguientes criterios: 1) el tamaño y el entorno, 2) gestión y participación social, 3) desarrollo económico, 4) educación, 5) protección y conservación, 6) contribución a la red mundial de geoparques (Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura, 2010).

2.1.2 Geositios

Geositio es definido como un lugar que presenta elementos de geodiversidad con importancia estética y un valor educacional desde el punto de vista científico, histórico, cultural, turístico, estos geositios son los elementos destinados a la conservación a través de la concientización de las personas sobre la importancia del lugar, también es importante realizar actividades de vigilancia y monitoreo. Con el fin de seleccionar geositios se lleva a cabo visitas in situ por expertos en la geología con criterio científico y apoyo de mapas geológicos de la zona, también se evalúa la parte turística como la accesibilidad de los visitantes. Para evaluar un geositio como tal, se utilizan los criterios intrínsecos del lugar (tabla 1), criterios relacionados con el uso potencial y los criterios relacionados con las necesidades de protección (Martínez, 2010).

Tabla 1. Parámetros de evaluación de un geositio

Criterios intrínsecos del geositio	<ol style="list-style-type: none">1. Abundancia regional2. Grado de conocimiento científico3. Lugar tipo4. Extensión superficial5. Diversidad de elementos geológicos6. Asociación con elementos culturales7. Asociación con elementos naturales8. Estado de conservación8. Vulnerabilidad a los procesos naturales9. Estético
Criterios relacionados con el uso potencial del lugar	<ol style="list-style-type: none">1. Posibilidad de realizar actividades2. Condiciones de observación3. Posibilidad de recolección de objetos4. Accesibilidad5. Accesibilidad estacional6. Proximidad a centro poblado7. Número de habitantes de la comuna8. Condiciones socioeconómicas9. Uso actual10. Peligro volcánico
Criterios relacionados con las necesidades de protección del geositio	<ol style="list-style-type: none">1. Amenazas actuales o potenciales2. Situación legal actual3. Interés por la extracción minera4. Régimen de propiedad5. Fragilidad

Fuente: (Martínez, 2010)

2.1.3 Uso de Suelo

El recurso suelo es considerado como la capa superficial de la corteza terrestre, por lo tanto, es imprescindible para que exista vida en el planeta. Sin embargo, existen presiones que se generan en este recurso por una mala gestión del mismo causando problemas para abastecer de alimentos a la población a nivel mundial, es importante darle un uso adecuado al suelo (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2016).

Por otro lado, el uso de suelo se define como la superficie ocupada de territorio tomando en cuenta las clases agrológicas presentes; para el Ecuador existen los siguientes tipos de uso de suelo a nivel rural: “cultivos permanentes, cultivos transitorios, barbecho, descanso, pastos cultivados, pastos naturales, montes,

bosques, paramos, entre otros” (Chaves et al., 2012, p.6). En este sentido, al hacer intervención humana en la naturaleza se produce alteraciones en el uso del suelo con repercusiones sociales, económicas y ambientales, también cuando se realiza modificaciones en un paisaje natural se altera un servicio ambiental y por ende cambia la función del ecosistema (Medellin, 2002).

El uso actual del suelo se define como las actividades agropecuarias que se realizan en el presente, producto de la interacción del ser humano con su entorno, para Vargas (1992), el mal uso trae como consecuencia la pérdida de la fertilidad del suelo, subutilización de tierras agrícolas, erosión del suelo, entre otros. También considera al ordenamiento territorial como una forma de corregir estos problemas para garantizar el desarrollo sostenible y la conservación de los recursos naturales en las zonas donde existan problemas.

Los estudios de uso actual del suelo forman parte de las investigaciones ambientales, siendo parte fundamental para realizar zonificación ambiental y procesos de ordenamiento territorial, consistiendo en identificar, delimitar y representar cartográficamente la distribución espacial de las principales actividades productivas de la población rural. A través de la elaboración de un mapa de uso actual se logra conocer las actividades productivas sin la necesidad de recorrer toda la zona y servirá como punto de partida para la ejecución de proyectos de planificación del territorio (Gobierno Regional Tacna, 2009).

Los tipos de uso de suelo son las formas en las que el territorio es utilizado por las personas para satisfacer sus necesidades, los principales se describen en la tabla 2:

Tabla 2. Usos de suelo

TIPO DE USO DE SUELO	CARACTERÍSTICAS GENERALES
Uso agrícola	La agricultura es una actividad económica que ocupa grandes superficies de terreno, pero debido al crecimiento urbano va perdiendo cobertura, el realizar actividades agrícolas en suelos aptos para la conservación conlleva a degradar el suelo, esta actividad agrícola requiere la planificación territorial para realizarla en suelos con potencial agrícola (Rosero, 2016)

Cobertura vegetal natural	La cobertura vegetal puede ser definida como el espacio de la superficie ocupado por la vegetación, siendo muy diversa en todo el planeta. El cambio de cobertura vegetal es uno de los factores que causan la extinción de especies a nivel mundial, por lo tanto, la deforestación es uno de los indicadores del deterioro ambiental, provocando así la degradación física y química del suelo (Galeana et al., 2009)
Pastos / zonas ganaderas	La ganadería es uno de los principales sustentos económicos de las poblaciones rurales, al ser el sustento de muchas familias se convierte en una prioridad realizarla. Esta actividad se ha ido expandiendo, abarcando zonas con potencial forestal y agrícola dando como resultado consecuencias a nivel económico, ambiental y social (Salas y Valenzuela, 2011)
Uso Urbano	Las zonas urbanas se definen como el grupo de personas que ocupan un espacio de territorio en el cual realizan sus actividades productivas, delimitado por criterios administrativos por ejemplo al pertenecer a un municipio y disponer de todos los servicios básicos (Rosero, 2017). Los asentamientos humanos corresponden al factor determinante en la forma de distribución del territorio, tomando en cuenta el acceso a los servicios y recursos que poseen las comunidades (Cevallos et al., 2015)
Uso Turístico	El suelo turístico es considerado como la superficie de terreno rural y urbano con potencial para implementar los servicios turísticos con el aprovechamiento de los recursos naturales para generar servicios como: excursiones, caminatas, actividades relacionadas con el ecoturismo y agroturismo convirtiéndose así en un instrumento de bienestar para los usuarios.

2.1.4 Cambio de Uso de Suelo y Conflictos

La constante demanda por bienes y servicios ambientales ha generado que exista una mayor presión sobre los recursos naturales, el suelo es uno de los afectados por los procesos cambios y transformaciones en la cobertura vegetal, como resultado de las actividades agropecuarias (Cuevas, Garrido y Perez, 2010). Las necesidades de la población conllevan a que se produzca el cambio de uso de suelo, para Muñoz, Gonzáles, Valenzuela y Velásquez (2011), las poblaciones necesitan disponer de materias primas para subsistir y cubrir sus necesidades básicas, provocando que se consuma mayor extensión de territorio, a tal punto de provocar la degradación irreversible del suelo para actividades de agricultura y ganadería.

Las actividades que el ser humano realiza y su relación con el ambiente traen consigo efectos a largo plazo produciendo daños a los ecosistemas, provocando cambios de uso de suelo, por lo tanto, se debe considerar que el incremento de las zonas urbanas en los países en vías de desarrollo genera dificultades en cuanto a la

provisión de bienes y servicios ambientales (Pineda, 2011). Los cambios de uso de suelo brindan información sobre las actividades humanas en el territorio y su afectación al ecosistema, teniendo en cuenta los factores de clima, tecnología y actividades socioeconómicas, sin embargo Vaidya, Bhardwaj y Sahil (2017) mencionan que los cambios en el uso de suelo son el resultado del cambio climático.

Para Bocco et al., (2001), la deforestación genera impactos ambientales en los cuales el suelo es afectado con la degradación, intensificación del uso del terreno, pérdida de la diversidad de especies, cambios en el clima, afectando a las poblaciones humanas y contribuyendo al cambio climático. Para comprender el impacto que ocasiona el cambio de uso de suelo es necesario estudiar el factor socio ambiental, ya que es la población siempre la que afecta los ecosistemas sumado a una mala planificación territorial, las poblaciones se ven en la necesidad de extraer los recursos forestales y provocar el cambio de uso de suelo.

Para Camacho, Pérez, Bravo y Sánchez (2015), para evaluar el cambio de uso de suelo se utiliza la información cartográfica que permite identificar las áreas más propensas a la afectación del uso de suelo, las cuales pueden estar cubiertas con vegetación herbácea, arbustiva o forestal. Después de la segunda guerra mundial se ha utilizado fotografías aéreas para detectar los cambios de la cobertura a través de mapas mediante la información generada por la percepción remota (Pineda, 2011).

Las metodologías usadas para el cambio de uso de suelo se clasifican según las técnicas utilizadas en: 1) álgebra de mapas, la cual consiste en operaciones matemáticas para analizar y manipular datos espaciales, 2) transformación, que consiste en el cambio de las unidades espaciales utilizando reglas aritméticas y geométricas para mejorar la discriminación de los aspectos geográficos, 3) Post clasificación, se refiere al agrupamiento de las zonas geográficas de acuerdo a características comunes para simplificar el mapa final, 4) Modelación, se refiere a manipular las características espaciales de los fenómenos geográficos mediante modelos lineales y no lineales (Jiménez, González, Escalona, Valdéz y Aguirre, 2011).

También existe una clasificación de los métodos de acuerdo con la temporalidad de la información: 1) bitemporal, en el cual se emplean imágenes de dos fechas y su análisis es cualitativo y cuantitativo, 2) multitemporal, se realiza con imágenes de tres o más periodos de tiempo y 3) predicciones a futuro, que consiste en técnicas de probabilidades de cambio, también incluye el análisis de Márkov y análisis multicriterio. Finalmente existe una clasificación según el tipo de dato empleado que se dividen en continuos y numéricos. Los datos continuos incluyen la estandarización de los números digitales mediante calibración radiométrica, a su vez los datos consisten en el uso de mapas temáticos obtenidos a partir de la clasificación supervisada mientras que la clasificación no supervisada es un método exploratorio (Jiménez et al., 2011).

Por otra parte, los conflictos de uso de suelo son fenómenos negativos que pueden suceder en cualquier parte del mundo causado generalmente por el crecimiento de la población y la expansión urbana. Para Vargas (1992), el excesivo crecimiento poblacional, más las actividades antrópicas provocan pérdida de los recursos naturales, considerando lo anterior, el suelo es afectado cuando existen diferencias entre el uso actual y el uso potencial del suelo.

Los conflictos de uso de suelo afectan a las áreas protegidas cuando las actividades humanas no están en concordancia con la legislación y la categoría de manejo. En México en el Parque Nacional Sierra Nevada se evidencia al realizar la actividad agrícola no sustentable generándose conflictos de incompatibilidad absoluta con tendencia a la expansión en desmedro de los ecosistemas de bosques y paramos presentes en la zona. Determinar los conflictos de uso de suelo representa un indicador significativo del estado que se encuentran las áreas protegidas permitiéndose conocer la efectividad de los planes de manejo de las mismas (Bonilla, Rangel, Aldana y Velásquez, 2014).

En el Ecuador el 72% de la superficie del país no cuenta con intervención antrópica principalmente en la región amazónica manteniendo su cobertura vegetal original, también forman parte los glaciares, vegetación arbustiva y relictos de bosques

naturales, a su vez el área con conflicto representa el 28% en sus distintas categorías como subutilización, sobreutilización baja, sobreutilización media y sobreutilización alta. La planificación territorial está vinculada con la evaluación de conflictos de uso de suelo para implementar políticas públicas para el manejo adecuado del recurso suelo y la toma de decisiones por las autoridades locales y nacionales (SENPLADES, 2011).

Según Sánchez (2016), afirma que existen conflictos de uso de suelo cuando no se aprovecha las potencialidades del territorio causando consecuencias negativas en el aspecto ambiental, económico y social. Además, Cevallos et al., (2015), menciona que el deterioro de los suelos es causado por las actividades productivas de las comunidades lo cual lleva a los productores a buscar otros territorios para cumplir su actividad económica dándose de esta forma, el remplazando la cobertura vegetal de los bosques por los cultivos generándose los conflictos de uso de suelo.

2.1.5 Sistemas de Información Geográfica (SIG) en el Cambio de Uso de Suelo

Los SIG son herramientas necesarias para determinar los cambios de uso de suelo; actualmente estos estudios se realizan a través de imágenes satelitales de alta resolución sin necesidad de recorrer toda el área de estudio, las imágenes Landsat están disponibles por la NASA de los Estados Unidos. Esta organización dispone de imágenes de casi toda la superficie terrestre, con lo cual facilita a los investigadores ambientales el análisis en grandes áreas territoriales (Pineda, 2011). Para evaluar el cambio de uso de suelo existen diversos softwares como:

Interfaz ArcMap de ArcGIS: este software comercial que permite representar, crear, visualizar y gestionar la información geográfica, permitiendo analizar datos para obtener información con nuevas bases de datos (Cure, 2012).

2.1.6 Clasificación Supervisada

En la actualidad uno de los métodos más eficaces para cuantificar una imagen satelital es la clasificación supervisada, este método consiste en el reconocimiento previo del área de estudio para determinar las áreas de entrenamiento, las cuales representan las categorías de uso de suelo. El propósito de estas áreas es entrenar al ordenador en la identificación de los píxeles de cada clase mediante la creación de firmas espectrales. El sistema de clasificación requiere de algoritmos para asignar los píxeles de la imagen con las clases definidas, en este método el analista interpreta y selecciona las clases para generar firmas espectrales (Ponce, 2017; Franco y Rodríguez, 2005).

2.1.7 Ordenamiento Territorial como Estrategia de Planificación

El ordenamiento territorial es la identificación, organización y regulación de las actividades del territorio a largo plazo tomando en cuenta el desarrollo sustentable y las potencialidades del territorio con el fin de alcanzar el modelo deseado. Para realizar esto se utiliza los SIGs para representar la información del sistema territorial; el cual es una construcción social formada por las actividades que realiza la población en el medio físico, los canales de relación, marco legal con lo cual se pretende dar equilibrio al sistema (Cruz, 2014). El ordenamiento territorial permite planificar el modelo de territorio deseado en base a los conflictos de uso de suelo y el diagnóstico del territorio con la realización de propuestas.

Los planes de ordenamiento territorial constituyen una herramienta en la planificación que desarrollan los Gobiernos Autónomos Descentralizados Provinciales, Cantonales y Parroquiales. Su objetivo es garantizar la gestión del territorio, priorizar las necesidades de la población, conservación de los recursos naturales, disminución de la pobreza, implementar proyectos de desarrollo económico y social, gestión de desastres naturales, generar estrategias de adaptación y mitigación del cambio climático (Secretaría Técnica Planifica Ecuador, 2019).

Además, las áreas naturales protegidas abastecen de agua potable a las ciudades. Sin embargo presentan desafíos para una adecuada planificación territorial como: el incremento de la población que demanda de más recursos naturales especialmente el agua, falta de control en las políticas para establecer límites de uso de los recursos naturales, cambios de uso de suelo, deforestación, degradación de los ecosistemas y desastres naturales. En estos casos el ordenamiento territorial contribuye a prevenir los conflictos socioambientales causados por la ocupación de ecosistemas frágiles, manejar adecuadamente los recursos naturales para garantizar los servicios ecosistémicos a la población, orientar a las autoridades locales para la construcción de obras que no afecten al patrimonio natural, entre otros (Paredes, 2018).

2.1.8 Planificación Turística

La planificación turística del espacio natural hace referencia al tipo de uso del atractivo natural, actividades y clases de turismo dentro del territorio. Existen tres métodos de planificación turística: atractivos naturales de uso intensivo, atractivos naturales de uso restringido y atractivos naturales de uso intermedio. Estos métodos toman en cuenta las restricciones y las actividades programadas para determinar los problemas y las soluciones para una adecuada planificación (Boullón, 2006).

Los atractivos naturales de uso intensivo son zonas que reciben un gran número de turistas como: lagos cercanos a centros poblados, playas, áreas verdes, en los cuales se supera la capacidad de carga, la alta concentración de personas provoca cambios en el paisaje natural para dar paso al incremento de infraestructura como hoteles, departamentos, restaurantes que dominan gran cantidad de territorio. La destrucción del paisaje natural es irreversible de tal manera que lo único que se puede hacer es controlar el crecimiento de las construcciones, controlar la polución y contaminación ambiental, organizar el sistema de recolección de desechos (Boullón, 2006).

Los atractivos naturales de uso restringido se encuentran aislados debido a la dificultad para acceder a estos, tienen poco interés turístico, visitas de turistas reducidas. Sin embargo, cuentan con infraestructura para recibir y alojar a los visitantes, estos atractivos requieren la participación de la población local para lograr el desarrollo turístico. Por último los atractivos naturales de uso intermedio se refieren a territorios que forman partes de áreas naturales protegidas destinadas a la conservación de la biodiversidad y ecoturismo (Boullón, 2006).

2.2 Marco legal

2.2.1 La Constitución del Ecuador

La presente investigación se relaciona con la normativa vigente respetando la jerarquía de las leyes; en este sentido, la Constitución del Ecuador 2008, menciona en el Capítulo VII los derechos de la naturaleza, artículos 71, 72 y 73, que refieren su importancia dentro de la regulación de los ciclos vitales. También el Estado es el encargado de garantizar la prestación de bienes y servicios ambientales para los habitantes, y que las comunidades son sus principales beneficiarios.

Por otro lado, los artículos 409 y 410 mencionan a la capa fértil del suelo, considerándola de interés público para su conservación. Además, el Estado brindará apoyo a los agricultores para evitar el monocultivo que es una mala práctica agrícola por lo tanto el Estado intervendrá con proyectos de recuperación en áreas degradadas.

También se menciona en los artículos 262, 263, 264 y 267 las competencias para los gobiernos regionales, provinciales, cantonales, parroquiales para la elaboración de sus respectivos planes de ordenamiento territorial de manera articulada entre todos los niveles jerárquicos. En el artículo 404 se hace referencia a la conservación del patrimonio natural se enmarcará bajo principios establecidos en la constitución y se ejecutaran bajo el plan de ordenamiento territorial.

2.2.2 Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización, COOTAD

El COOTAD, menciona en sus artículos 54 y 55 que los Gobiernos Autónomos Descentralizados, GAD, municipales tienen las competencias sobre la planificación, ordenamiento territorial, regular el uso de suelo urbano y rural respetando la diversidad, multiculturalidad y plurinacionalidad en sus respectivas jurisdicciones.

En los artículos 494 y 497 se refieren a la participación ciudadana en la ejecución de proyectos en relación con el uso del suelo, que sean parte de los planes de ordenamiento territorial. También se indica que el objetivo de realizar el ordenamiento territorial es para controlar las intervenciones en el territorio y se garantice el desarrollo sustentable.

2.2.3 Código Orgánico Ambiental

El Código Orgánico Ambiental, menciona en el artículo 94 la prohibición de realizar actividades agropecuarias en las áreas protegidas con recursos forestales, ecosistemas frágiles que son establecidas en los planes de ordenamiento territorial. Los artículos 57 y 59 hacen mención de las áreas protegidas y la regulación de sus actividades, señalando que el uso de los recursos naturales y la actividad turística serán permitidos cuando conste en el plan de ordenamiento territorial.

También en el artículo 105 se refiere a las categorías de ordenamiento territorial con el propósito de realizar una adecuada planificación y conservación del patrimonio natural.

2.2.4 Plan Nacional “Toda una Vida” 2017 – 2021

El Plan Nacional “Toda una Vida” 2017-2021 permite tener una visión integral para mejorar la calidad de vida de las personas, el cual está estructurado por tres ejes principales. Dentro de esta estructura el objetivo 3 se relaciona con este trabajo de investigación, ya que este objetivo garantiza los derechos de la naturaleza y promueve la conservación, protección, y el uso sostenible de los ecosistemas y los recursos naturales.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Descripción del Área de Estudio

La presente investigación se realizó en el geositio Salinas perteneciente al cantón Ibarra, Provincia Imbabura, como se observa en la figura 1:

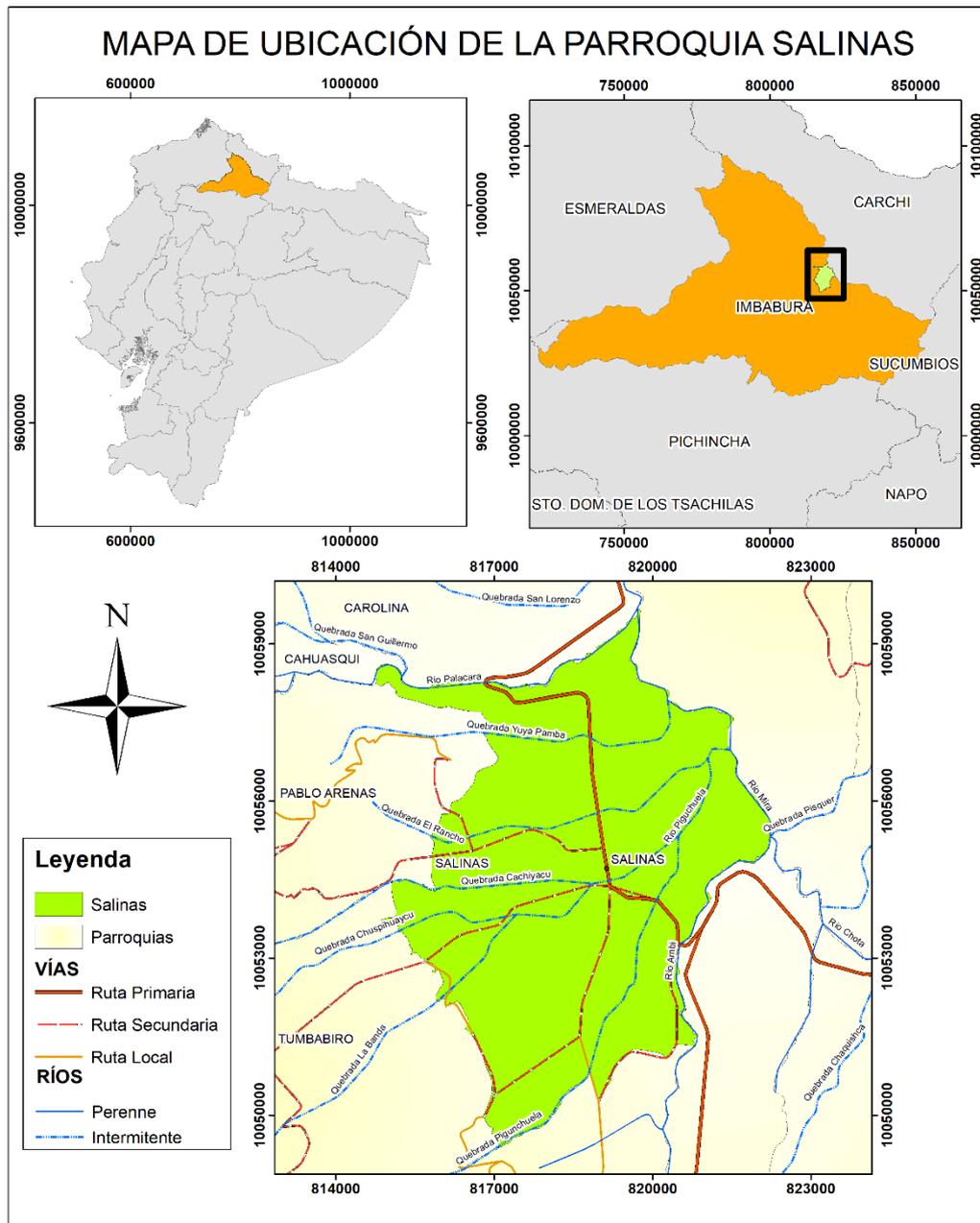


Figura 1. Ubicación del área de estudio

Salinas es considerado geosítio bajo la denominación de valle, debido a su vegetación la parroquia Salinas pertenece a la zona bioclimática de Valle establecida por el Ministerio del Ambiente. Por lo tanto se considera a toda la parroquia como geosítio Salinas. A continuación, se indica los puntos extremos del área de estudio tabla 3:

Tabla 3. Coordenadas de los puntos extremos del área de estudio

Punto	Coordenada X	Coordenada Y	Altitud (msnm)	Proyección	Datum	Zona
NORTE	819707	10059679	1410	UTM	WGS 1984	17 S
SUR	817094	10049440	1514	UTM	WGS 1984	17 S
ESTE	822249	10055565	1782	UTM	WGS 1984	17 S
OESTE	814752	10058251	1753	UTM	WGS 1984	17 S

El geosítio Salinas se encuentra en el Geoparque Imbabura, en la provincia del mismo nombre, cuenta con una superficie de 40,025 km², se ubica en un rango altitudinal de 1400 a 2850 msnm, localizándose a 25,5 km de la ciudad de Ibarra, considerándose durante la época colonial uno de los sitios con más producción de sal. La parroquia de Salinas fue fundada el 25 de junio de 1884 con el nombre de Santa Catalina de Salinas y cuenta con 1935 habitantes según el registro del Gobierno Parroquial (Cevallos et al., 2015).

El clima de la parroquia de Salinas según la clasificación climática de Pourrot, en la parte baja se encuentra con un clima ecuatorial mesotérmico seco que va desde los 18 a 24 °C y con una precipitación de 500 mm anuales, encontrándose la zona poblada este tipo de clima. También en la parte central se encuentra el clima ecuatorial mesotérmico semi húmedo con una temperatura promedio de 12 a 20 °C y la precipitación de 1000 mm anuales. Por otra parte, los ecosistemas presentes en la parroquia son: monte espinoso montano bajo, monte espinoso premontano, matorral desértico montano bajo y bosque seco montano bajo (Cevallos et al., 2015).

Según los datos poblacionales del VII censo de población y VI de vivienda realizado en el año 2010 indican que la parroquia de Salinas cuenta 1741 habitantes, distribuidos con el 50,95% hombres y 49,05% mujeres, la auto identificación étnica de la población está conformada por 57,91% como afroecuatoriano seguido por 37,51% como mestizo, entre las actividades económicas domina el sector primario (agricultura y ganadería) mientras que los sectores secundarios y terciarios tienen menor relevancia. La mayor concentración poblacional se encuentra en su cabecera parroquial la cual está dividida en 5 barrios: San Miguel, San Martín, Central, La Floresta y la Esperanza también cuenta con el caserío El Consejo (Cevallos et al., 2015).

El uso de suelo en Salinas está distribuido en: agrícola, pecuario, áreas erosionadas, siendo dominante los cultivos de ciclo corto, cultivos bajo invernadero, cultivos en áreas en proceso de erosión, pastos cultivados y naturales. En cuanto al turismo la parroquia tiene potencialidad debido a su riqueza cultural, paisajística y su clima privilegiado que ofrece diversas alternativas para esta actividad (Cevallos et al., 2015). Respecto a la geología existe gran dominancia del tipo de roca ceniza y lapilli con el 98,15%, ocupando casi todo el territorio (figura 2).

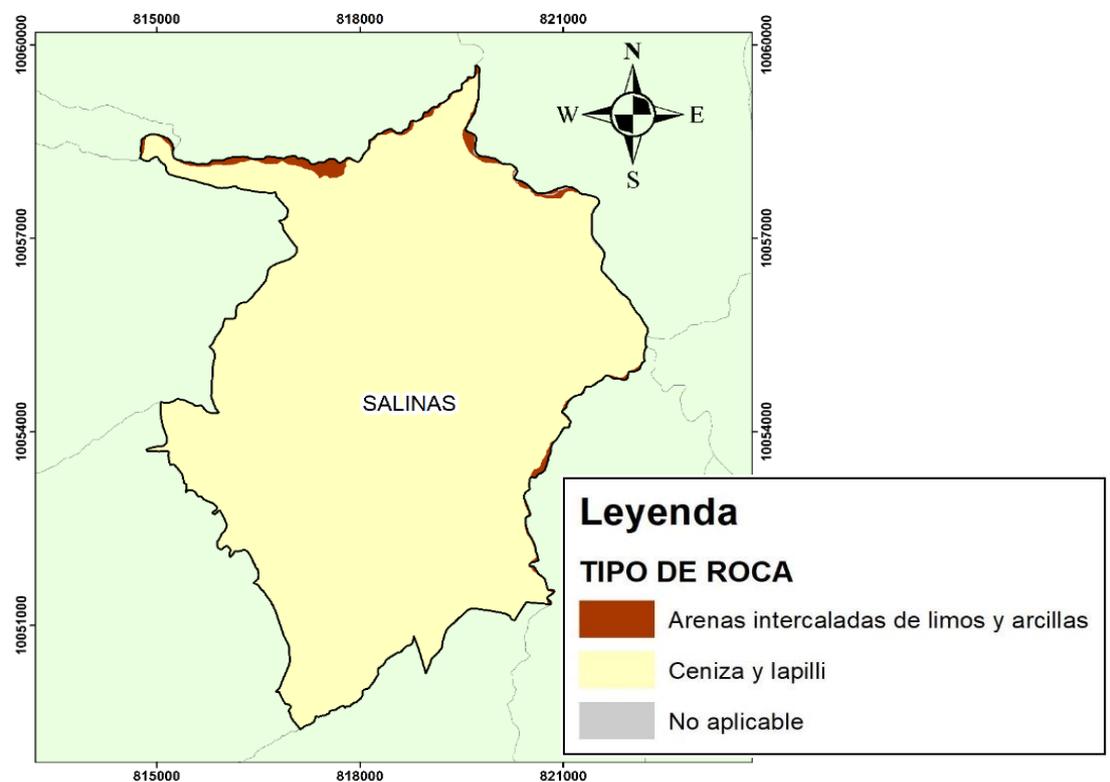


Figura 2. Geología del geosítio Salinas

Además, para la geomorfología del lugar, se destaca que existe el 48,46% con la geoforma de llanura de depósitos volcánicos seguido de relieve volcánico colinado con el 43,83% (ver figura 3).

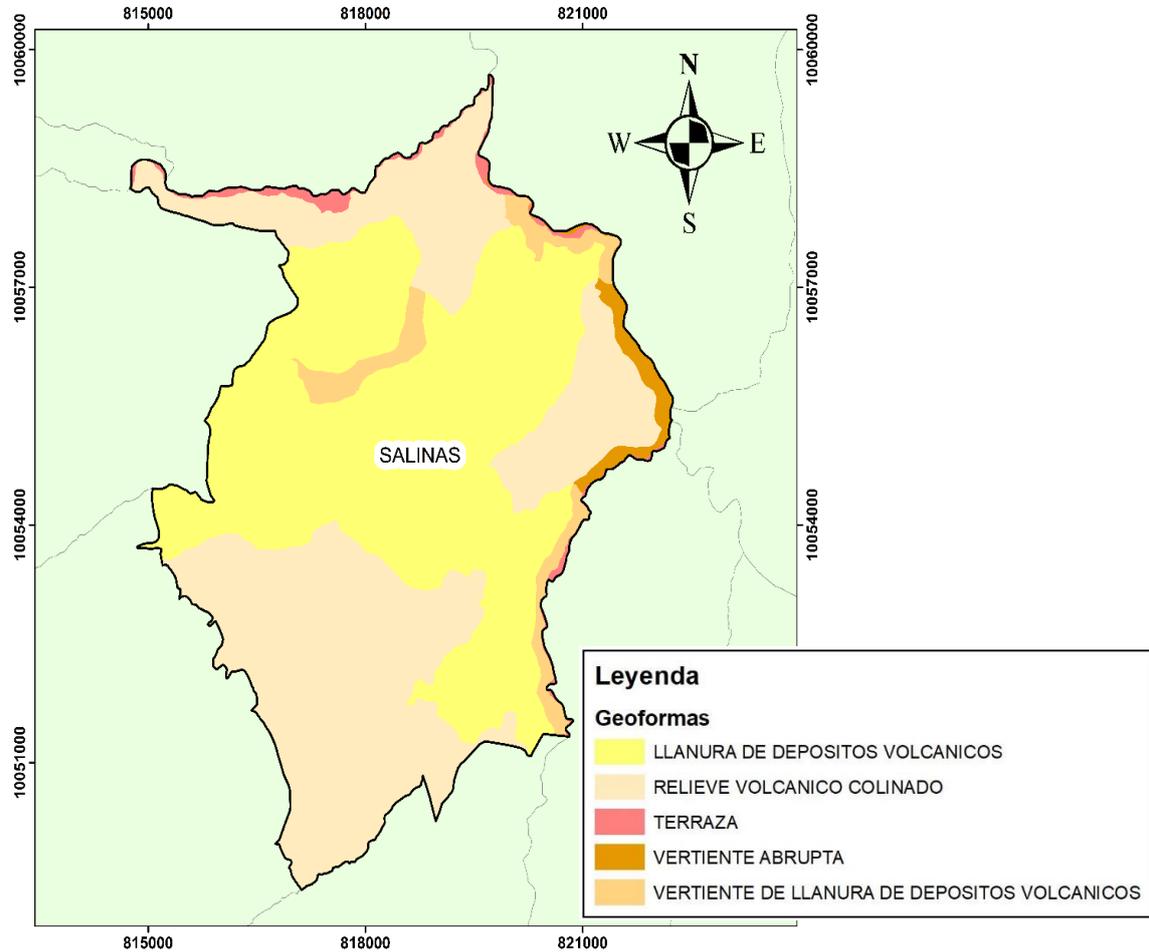


Figura 3. Geomorfología del geosítio Salinas

3.2 Métodos

Se estableció la metodología para esta investigación tomando en cuenta varias tesis y artículos científicos relacionados con el cambio de uso de suelo en áreas protegidas y ecosistemas similares al geosítio Salinas.

3.2.1. Determinar el Cambio y Uso de Suelo en el año 1993, 2000 y 2015 en el geosítio Salinas

Para el primer objetivo se adquirió fotografías aéreas pancromáticas de resolución espacial de 1,0 metros en formato tiff para los años 1993 y 2000 en el Instituto Geográfico Militar (IGM) y una imagen satelital spot de resolución espacial de 1.5 metros para el año 2015 en la Prefectura de Imbabura. Para lo cual se tomó en cuenta un cuadrante georreferenciado del área de estudio con las coordenadas UTM realizado en ArcMap, como lo indica la tabla 4.

Tabla 4. Puntos del cuadrante georreferenciado del área de estudio

Puntos	Coordenada X	Coordenada Y	Proyección	Datum	Zona
1 Norte	813724	10059986	UTM	WGS 1984	17S
2 Sur	813724	10048873	UTM	WGS 1984	17S
3 Este	822773	10059985	UTM	WGS 1984	17S
4 Oeste	822773	10048873	UTM	WGS 1984	17S

Con las ortofotografías e imagen satelital obtenidas se procedió a realizar la georreferenciación de estas y el respectivo recorte con el archivo vectorial del área de estudio (figura 4).

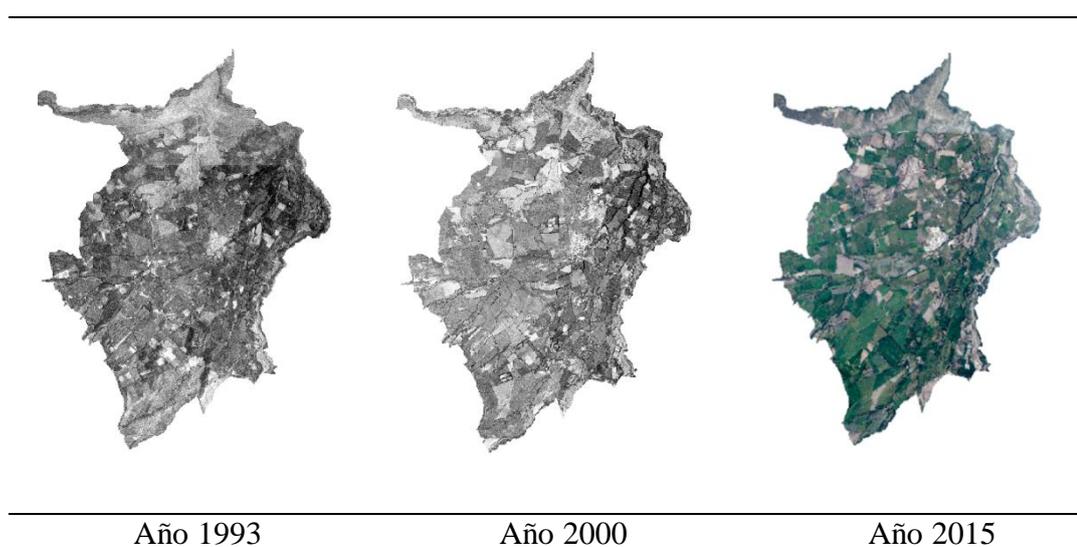


Figura 4. Recorte de las imágenes con el área de estudio en diferentes años

Con el propósito de tener una caracterización válida del territorio se utilizó la clasificación supervisada considerado uno de los métodos más eficaces para cuantificar una imagen satelital. Para esta investigación se siguió la metodología de Chuvieco (1990), que consiste en el reconocimiento del área de estudio mediante visitas de campo para definir las áreas piloto que sean representativas, a su vez estas representan las categorías de uso de suelo y cobertura vegetal. En el geositio Salinas se identificaron las siguientes: área sin cobertura vegetal, barbecho, bosque seco, cultivos, pastizales, vegetación arbustiva y zona urbana. Además se procedió a georreferenciar al menos 50 puntos GPS en forma aleatoria para cada categoría siguiendo la metodología propuesta por Congalton (1988), con el fin de crear firmas espectrales con la opción create signatures en el software ArcMap.

Para la clasificación supervisada se utilizó el algoritmo de máxima verosimilitud, el cual considera los parámetros de clasificación para etiquetar cada uno de los pixeles en base a clases definidas, el proceso se lo realizó en el software ArcMap de la cual se generaron tres mapas con 7 categorías de uso de suelo (Camacho et al., 2015). El trabajo de campo y la utilización de imágenes de alta resolución permitieron localizar con más exactitud las categorías de uso de suelo tomando en cuenta las áreas de entrenamiento.

Para validar la clasificación supervisada se tomó puntos de control considerando el tamaño de la población como área total, el nivel de confianza del 90% y un margen de error del 10% (Franco, Regil y Ordóñez, 2016). Por lo tanto, se utilizaron 68 puntos de control, con los puntos georreferenciados en campo se procedió aplicar la matriz de confusión o coherencia, esta es bidimensional, significa que en las columnas indica los valores calculados por el usuario mientras que en las filas indica los valores que predice el software (Vaidya et al., 2017).

Para la clase 1 (área sin cobertura vegetal) se obtuvo valores de 9 por el usuario y 9 por la predicción, para la clase 2 (barbecho) se obtuvo el valor de 10 por el usuario y 4 por la predicción, para la clase 3 (bosque seco) se obtuvo el valor de 10 por el usuario y 9 por la predicción, para la clase 4 (cultivos) se obtuvo el valor de 10 por

el usuario y 11 por la precisión, para la clase 5 (pastizales) se obtuvo el valor de 10 para el usuario y 15 por la predicción, para la clase 6 (vegetación arbustiva) se obtuvo el valor de 9 por el usuario y 9 por la predicción y para la clase 7 (zona urbana) se obtuvo un valor de 10 por el usuario y 11 por la predicción. Esta matriz permite evaluar la precisión en la identificación de las clases de uso de suelo y los errores de asignación (Franco et al., 2016), obteniéndose resultados parciales.

Por lo tanto se aplicó el índice de Kappa (tabla 5) que permite determinar qué tan cerca está la realidad con los datos obtenidos en campo, para lo cual se utilizó los puntos de control para la imagen del año 2015. El índice de kappa puede variar entre 0 a 1, siendo 1 el valor más exacto de concordancia, se utilizó la siguiente tabla de rangos:

Tabla 5. Valores de Índice Kappa

Rango	Concordancia
0	Pobre
0.01 – 0.20	Leve
0.21 – 0.40	Aceptable
0.41 – 0.60	Moderada
0.61 – 0.80	Casi considerable
0.81 – 1.00	Casi Perfecta

Fuente: (Landis y Koch, 1977)

Para la elaboración de la cartografía digital del uso de suelo actual se utilizó los datos de la clasificación en formato ráster que posteriormente fueron transformados a formato vectorial usando la interfaz de ArcMap del programa ArcGIS versión 10.4 (Ponce, 2017). Para determinar las diversas unidades ambientales, las cuales tendrán como unidad de medida la hectárea (ha), y se representan en un mapa de uso actual del suelo, así estas se clasifican en:

- Área sin cobertura vegetal
- Barbecho
- Bosque Seco
- Cultivos
- Pastizales

- Vegetación Arbustiva
- Zona urbana

Para el análisis del cambio de uso de suelo en el geosítio Salinas se utilizó la matriz de transición de uso de suelo, que consiste en una tabulación cruzada del tiempo 1 y tiempo 2, las diagonales (P11, P22, P33 y P44) representan a las zonas que no sufrieron cambios es decir las zonas estables denominadas persistencias, a su vez los elementos ubicados fuera de la diagonal representan las transiciones ocurridas en el periodo de tiempo. La tabulación cruzada nos permite obtener las ganancias de cada categoría restando la sumatoria total del tiempo 2 con el valor de cada cobertura y las pérdidas restando la sumatoria total del tiempo 1 con el valor de cada cobertura, (Pontius, Shusas y McEachern, 2004; Simbangala, Campos y Arriaga, 2015). Para esto se realizó un intersect de los archivos vectoriales de los años 1993 y 2015 (tabla 6).

Tabla 6. Matriz de tabulación de datos

	Tiempo 2				Total	Perdidas
	Categoría	Categoría	Categoría	Categoría	tiempo	
	1	2	3	4	1	
Tiempo 1						
Categoría 1	P11	P12	P13	P14	P1+	P1+ -P11
Categoría 2	P21	P22	P23	P24	P2+	P2+ -P22
Categoría 3	P31	P32	P33	P34	P3+	P3+ -P33
Categoría 4	P41	P42	P43	P44	P4+	P4+ -P44
Total	P+1	P+2	P+3	P+4		
tiempo 2						
Ganancias	P+1 -P11	P+2 -P22	P+3 -P33	P+4 -P44		

Fuente: (Pineda et al., 2009)

Adicionalmente para llegar a un análisis más completo del cambio de uso de suelo y conocer los procesos potenciales que llevan al cambio de cobertura se añade la siguiente información. Para un análisis general se parte con el cambio neto absoluto es igual a la diferencia de los valores absolutos de las pérdidas y ganancias, aunque este dato puede subestimar el cambio verdadero, razón por la cual se toma en cuenta

el intercambio definido como el cambio de ubicación entre un periodo de tiempo y es igual al doble producto del valor mínimo de las pérdidas. Finalmente, el cambio total es igual a la suma de las ganancias y pérdidas de las categorías de uso de suelo (Plata, Gómez y Sendra, 2009; López y Plata, 2009).

3.2.2. Identificar los Conflictos de Uso de Suelo para el año 1993, 2000 y 2015 en el geositio Salinas

Para determinar la capacidad de uso de suelo se utilizó la información base disponible en el Sistema Nacional de Información, (SNI), referente a la textura del suelo, salinidad, drenaje y fertilidad del suelo en formato shapefile. Para posteriormente combinar con la información de las pendientes del territorio, esto se obtuvo a través de un archivo SRTM de la provincia de Imbabura de resolución espacial 30 m. Los valores de las pendientes de terreno se los reclasificó de acuerdo con (tabla 5), utilizando la herramienta slope en el software ArcMap, (Union de Estudios Ambientales Rio Guarín, 2018).

De esta manera se determinó que el 42,92% del territorio cuenta con pendiente de tipo ligeramente ondulado, el 28,35% presenta pendientes planas, seguido de pendientes de tipo ondulado con el 16,30%. Las pendientes de relieve montañoso con el 6,91%, las pendientes de tipo muy montañoso representan el 3,34%, finalmente las pendientes de tipo escarpado representan el 2,18% del territorio (figura 5).

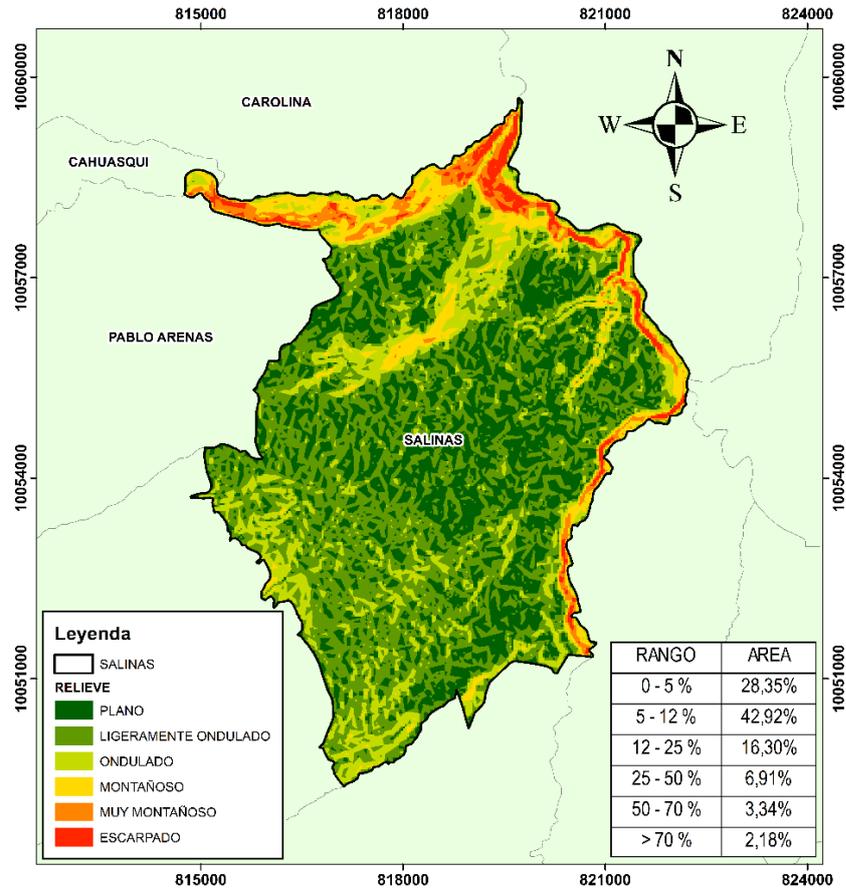


Figura 5. Mapa de pendientes

La capacidad de uso de suelo está determinada por las clases agrológicas, el cual es un método diseñado por el departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). Es la metodología más usada en el mundo para diversos estudios, consiste en una evaluación de distintos parámetros que determinan la productividad o limitaciones de uso, se distinguen 8 clases agrológicas (tabla 7). En la presente investigación no se obtuvo capa de uso de suelo para las clases agrológicas I y II (Antón, 2010).

Tabla 7. Capacidad de uso de suelo

Clase Agrológica	Pendiente %	Profundidad	Fertilidad	Drenaje	Salinidad
I	0 – 2	Muy profundo	Muy buena	Bueno	Nula

II	2 – 5	Profundo a moderado	Buena	Bueno a corregible	Nula a ligera
III	5 – 9	Profundo a moderado	Buena a moderada	Moderado a Imperfecto	Nula a moderada
IV	9 – 20	Profundo a delgado	Moderada a baja	Imperfecto	Nula a severa
V	Menor a 5	Moderado a delgado	Baja	Imperfecto a muy pobre	Nula a severa
VI	5 – 30	Profundo a delgado	Variable	Bueno a muy pobre	Nula a severa
VII	30 – 60	Profundo a delgado	Variable	Bueno a muy pobre	Nula a severa
VIII	60 o más	Moderado a delgado	-	-	Nula a severa

Fuente: (Servicio Agrícola y Ganadero Chile, 2011)

Para determinar el uso potencial del suelo con base en clases agrológicas se utilizó la siguiente tabla:

Tabla 8. Aptitud de uso de suelo de acuerdo con las clases agrológicas

Clases de capacidad de uso de suelo	Aptitud de uso preferente
I	Suelo con potencial agrícola
II	
III	Suelo con potencial agrícola con limitaciones
IV	
V	Suelo con potencial ganadero forestal
VI	
VII	

Fuente: (Caicedo y Verdugo, 2019)

Respecto a la capacidad de uso de suelo, la clase VI ocupa la mayor extensión del territorio representando el 32,44%, seguida por la clase V con el 21,75%, en menor proporción se encuentra la clase VII con el 15,09%. Además, con poca diferencia se encuentran las clases IV y III con 13,22% y 12,33 % respectivamente y finalmente la clase VIII con un porcentaje de 5,07%, (figura 6).

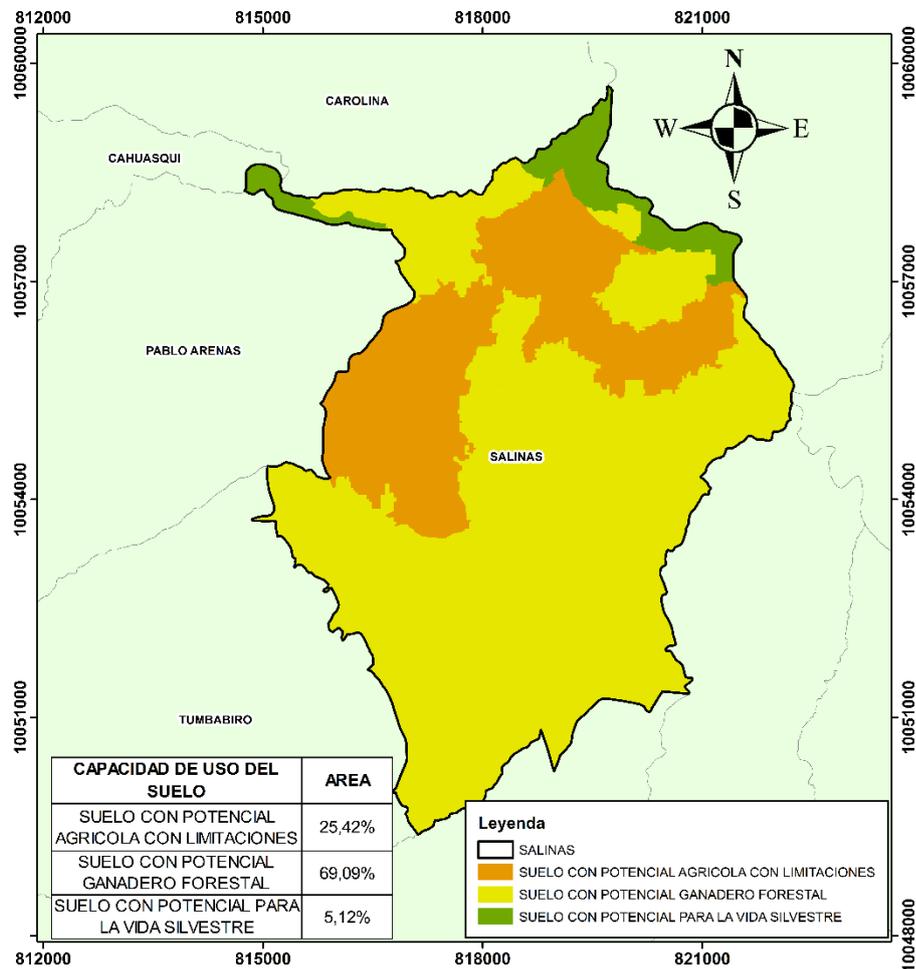


Figura 6. Mapa de uso potencial

Para establecer los conflictos de uso de suelo se utilizó la metodología de SENPLADES (2011) que consiste en utilizar la información del mapa de capacidad de uso de suelos con sus respectivas clases agrológicas también se utilizó la

clasificación de conflictos de uso de suelo que relaciona tres categorías como se indica en la tabla 9:

Tabla 9. Categorías de conflicto de uso de suelo

CATEGORÍA DE CONFLICTO	DESCRIPCIÓN
Uso Adecuado o sin conflicto	Se produce cuando el uso actual está acorde con la aptitud de uso de suelo, sin que exista deterioro ambiental para el desarrollo normal de las actividades dentro del territorio garantizando la sustentabilidad de los recursos
Conflicto por subutilización	Se produce cuando el uso actual corresponde a su potencialidad natural debido a que desarrolla actividades en un nivel inferior de la capacidad de uso de suelo. En estas áreas el uso actual es menos intenso en comparación con la mayor capacidad productiva de las tierras.
Conflicto por sobreutilización	Baja: cuando el uso actual está cercano al uso principal, provocando una degradación mínima del suelo Media: sucede cuando el uso actual se encuentra por encima, en dos niveles de la aptitud, causando degradación media y bajos rendimientos productivos Alta: sucede cuando el uso actual supera en tres o más niveles a la aptitud del suelo, causando alta degradación y baja productividad.

Fuente: (Sánchez, 2016).

Para calificar los conflictos de uso de suelo se realizó mediante una matriz bidimensional de decisión, (SENPLADES, 2011). Se evaluó de acuerdo a la compatibilidad o discrepancia de la capacidad de uso y el uso actual, también toma en cuenta los grados de intensidad, recuperación de tierras y necesidades de conservación:

Tabla 10. Matriz de decisión de conflictos

CLASES DE USO DE SUELO Y COBETURA VEGETAL	CLASES DE CAPACIDAD DE USO DE SUELO							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VII
Sin cobertura vegetal	A	A	A	A	O1	O2	O3	O3
Cultivos semipermanentes (barbecho)	A	A	A	A	A	O1	O2	O3
Cultivos anuales	A	A	A	O1	O1	O2	O3	O3
Bosque Nativo	A	A	A	A	A	A	A	A
Vegetación Arbustiva	S	S	S	S	S	S	A	A
Pasto Cultivado	S	S	S	A	A	O2	O3	O3
Área Poblada	S	S	S	S	A	A	A	A

Fuente: (SENPLADES, 2011); (Sánchez, 2016).

Donde:

A = Sin conflicto o uso adecuado

S= Subutilización

O1= Sobreutilización baja

O2= Sobreutilización media

O3= Sobreutilización alta

Para la elaboración del mapa de conflicto de uso de suelo en el geosítio Salinas, se utilizó el software ArcMap. Posteriormente se realizó la comparación de las superficies en los años de estudio mediante una tabla de transición de conflicto de uso de suelo en la que se compara las ganancias y pérdidas de cada categoría.

3.2.3. Estrategias para el Ordenamiento Turístico

Para la realización de las estrategias de ordenamiento turístico en el geositio Salinas se aplicó la metodología (PER) Presión – Estado – Respuesta, la cual es usada para resolver los problemas en el ámbito ambiental, económico y social. El modelo PER se encarga de organizar la información de manera simple mediante la evaluación de las actividades humanas y la presión que ejercen en el ambiente y los recursos naturales afectando al desarrollo sostenible. Para finalmente aplicar acciones para reducir los impactos al ambiente y fomentar el ecoturismo en el territorio (Vázquez y García, 2018). El método (PER) consta de las siguientes partes:

- Presión: se describen las presiones que ejerce el ser humano en el ambiente a través de actividades productivas las cuales afectan principalmente al suelo. Por tal motivo en esta investigación se identificó los atractivos turísticos que presenten conflictos de uso de suelo por subutilización y sobreutilización que afectan al recurso suelo y representen un gran potencial para el ecoturismo mediante visitas a campo (Pandia, 2015).
- Estado: hace referencia a las condiciones que se encuentra el ambiente como consecuencia de las presiones ejercidas y también al deterioro del mismo, afectando a la salud humana y el bienestar de la sociedad. En la presente investigación para conocer el estado, se generó cartografía temática adicional referente a la clasificación de ecosistemas de Holdridge, para lo cual se utilizó la información de isoyetas e isotermas disponible en el Sistema Nacional de Información (SNI).

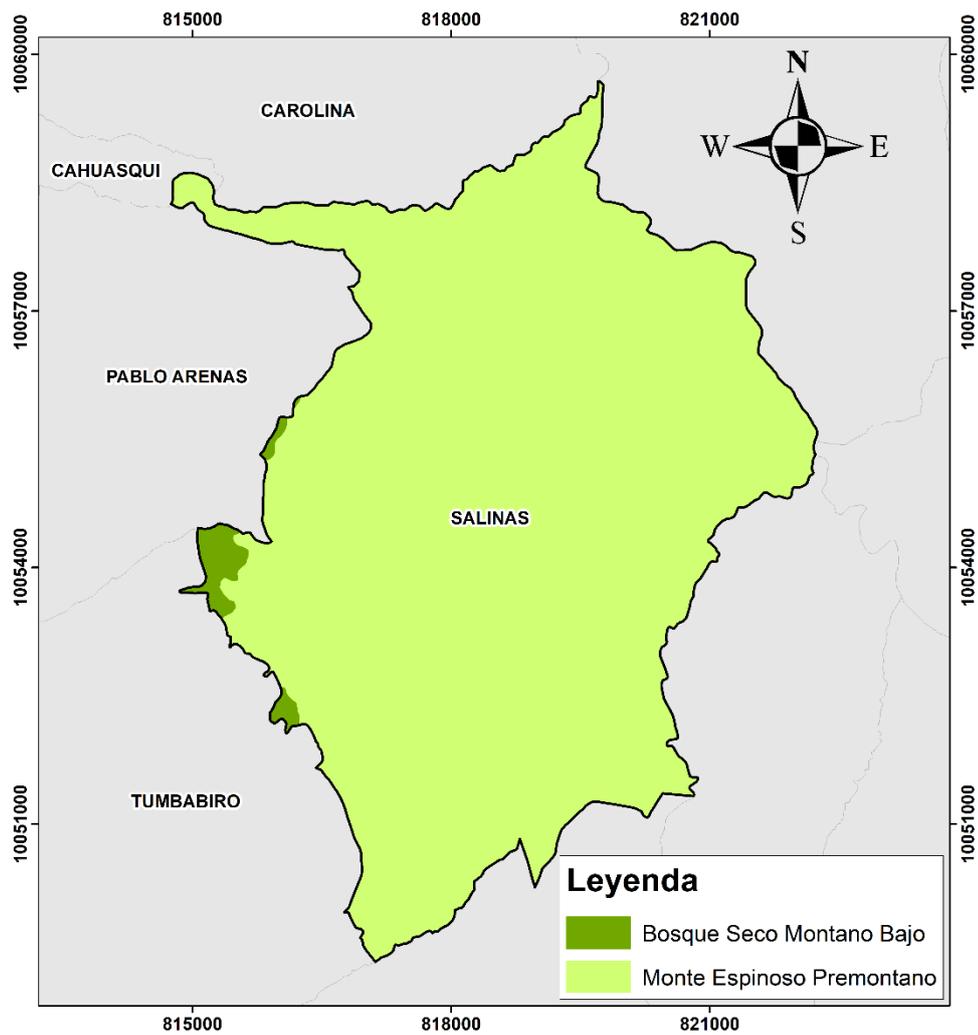


Figura 7. Mapa de ecosistemas según la clasificación (Holdridge, 1987)

Según la clasificación de Holdridge, los ecosistemas presentes en el geosito Salinas son: monte espinoso premontano con el 98,6% y el bosque seco montano bajo con el 1,4%. Para obtener las categorías de ordenamiento territorial se utilizó la clasificación de ecosistemas según Holdridge como unidades base para evaluar según la legislación Ecuatoriana a través del artículo 105 del Código Orgánico del Ambiente que establece lo siguiente (tabla 11).

Tabla 11. Categorías de ordenamiento territorial según el COA

LEY	CATEGORÍA	UNIDAD BASE
Código Orgánico del Ambiente	Categorías de representación directa	Sistema Nacional de Áreas Protegidas, Bosques y vegetación Protectores y áreas especiales para la conservación de la biodiversidad
	Categorías de ecosistemas frágiles	Páramos, Humedales, Bosques Nublados, Bosques Secos, Bosques Húmedos
	Categorías de Ordenación	Los bosques destinados a la conservación, producción forestal sostenible y restauración

Fuente: (Código Orgánico del Ambiente, 2018)

Las categorías de ordenamiento indican gran dominancia de restauración con el 98.6% y dentro de la categoría de ecosistemas frágiles se encuentra el bosque seco con 6,6% (figura 8).

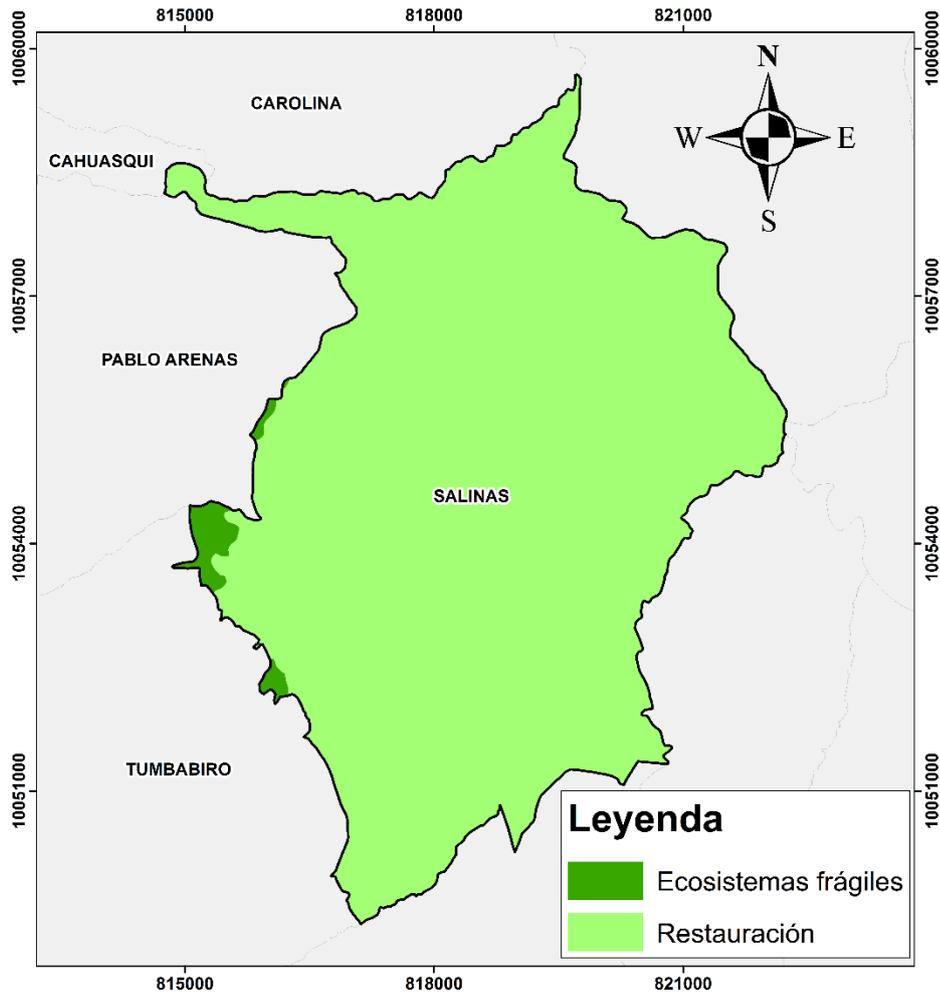


Figura 8. Mapa de categorías de ordenamiento territorial

Respuesta: para finalizar la investigación, se elaboró las estrategias de ordenamiento turístico, para lo cual, se realizó un análisis multicriterio con la siguiente información: atractivo turístico, conflicto de uso de suelo y categoría de ordenamiento. La primera estrategia es turismo comunitario como una alternativa económica que remplace a la agricultura intensiva del lugar. Para la segunda estrategia se consideró los atractivos turísticos sin conflicto de uso de suelo y que sean más representativos del lugar para desarrollar una ruta turística con un sendero interpretativo que involucre el conocimiento geológico del lugar. Finalmente, la tercera estrategia son los atractivos turísticos con conflictos de uso de suelo para la propuesta de manejo y gestión sostenible del suelo con el fin de reducir el conflicto y la degradación.

3.3 Materiales y equipos

A continuación, se describen los materiales, equipos y software utilizados en la investigación (tabla 12).

Tabla 12. Materiales y equipos

Materiales	Equipos	Software
Imagen satelital Spot del año 2015 de resolución 1,5 metros	Navegador GPS	ArcGIS 10.4
Fotografía aérea del año 2000 de resolución 1,0 metros	Computador portátil	Microsoft Excel
Fotografía aérea del año 1993 de resolución 1,0 metros	Cámara fotográfica	
Cartografía referente a la textura del suelo obtenida del SNI	Vehículo	

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Análisis del Cambio y Uso de Suelo en el año 1993, 2000 y 2015 en el geositio Salinas

Los resultados demuestran el cambio de uso de suelo y disminución de la cobertura vegetal ocurridos en un periodo de 22 años a través de la teledetección.

4.1.1 Usos de Suelo para los años 1993, 2000 y 2015

Para el año de 1993, la superficie que predomina es los cultivos, con una extensión de 1866 hectáreas que equivalen al 46,6% del total, seguida de la vegetación arbustiva que ocupa 656,8 hectáreas representando el 16,4%. Mientras que la zona urbana ocupa la menor cantidad de territorio abarcando 25,5 hectáreas equivalentes al 0.6% (figura 9).

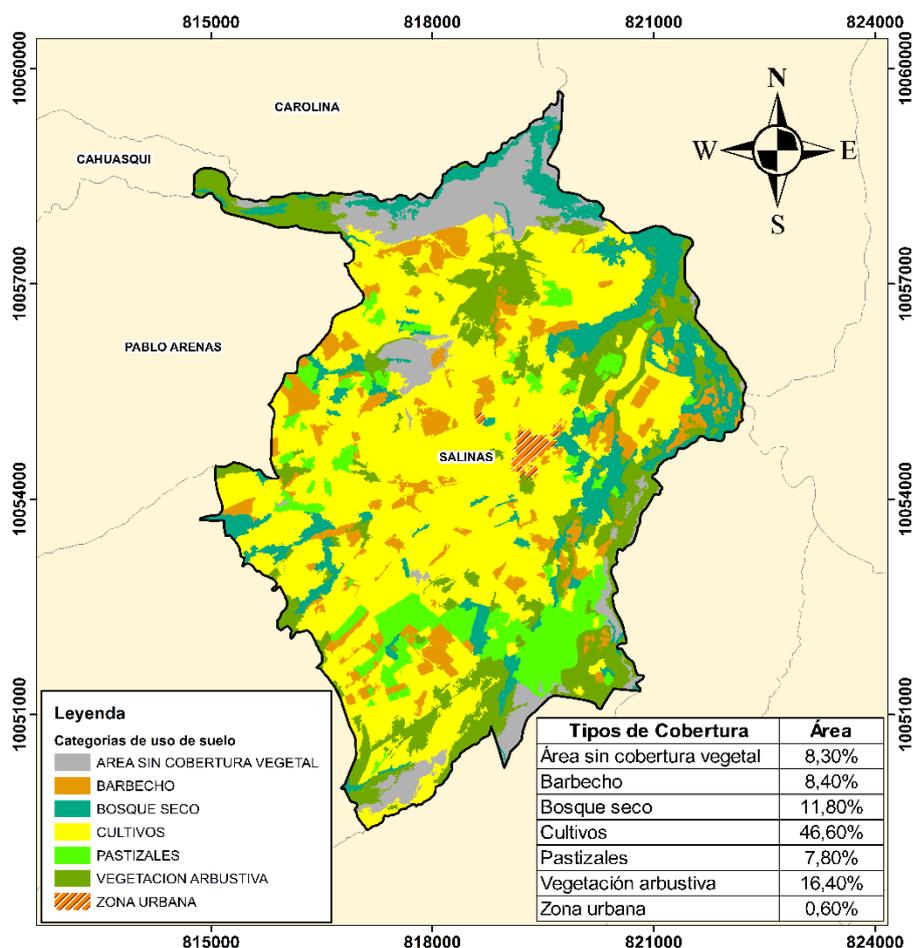


Figura 9. Uso de suelo en el año 1993

Para el año de 2000, la superficie que predomina es los cultivos, con una extensión de 1946,7 hectáreas que equivalen al 48,6% del total produciéndose un aumento de esta cobertura con respecto al año 1993, seguida de barbecho 535,1 hectáreas con un 13,4% respectivamente. Mientras que la zona urbana ocupa la menor cantidad de territorio abarcando 33,3 hectáreas equivalentes al 0.8% (figura 10).

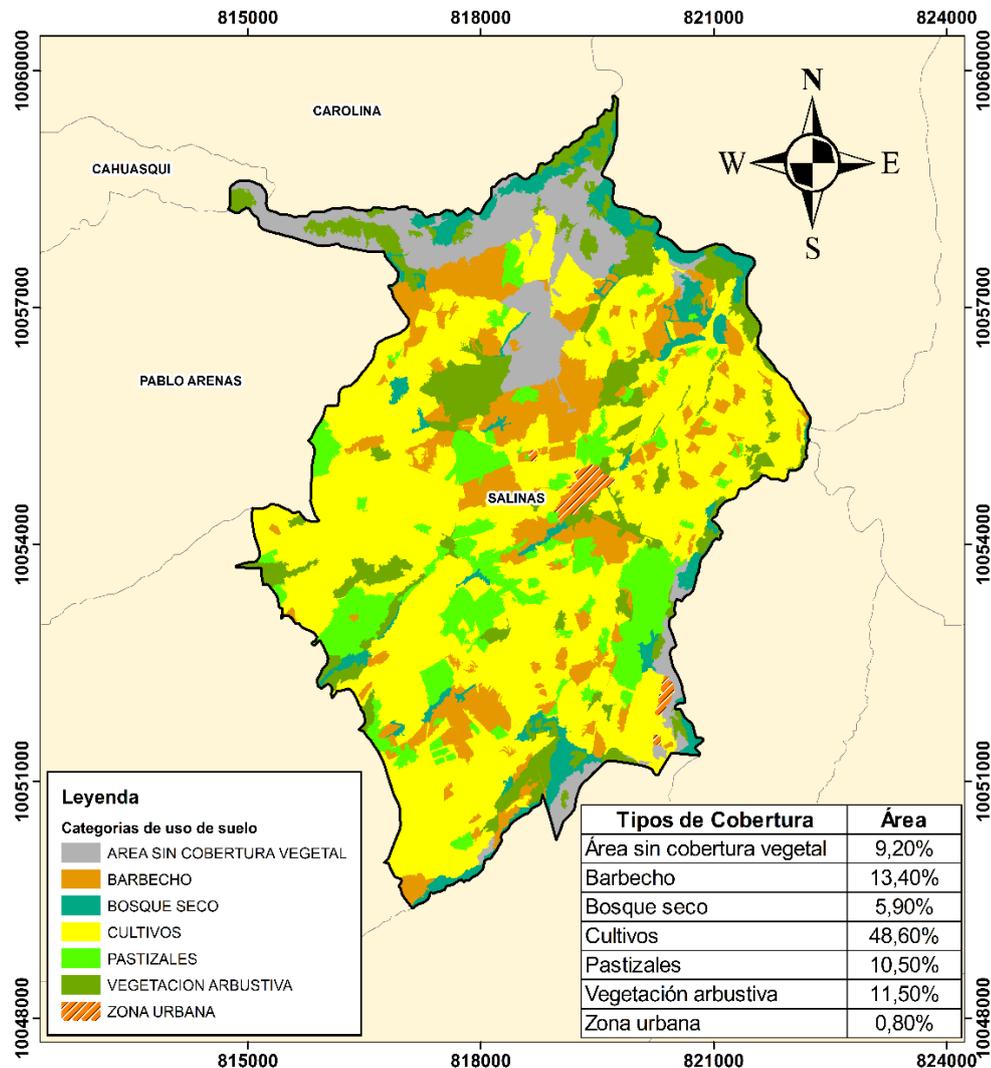


Figura 10. Uso de suelo en el año 2000

Finalmente para el año de 2015, la superficie que predomina es los cultivos, con una extensión de 2048,4 hectáreas que equivalen al 51,2 % del total produciéndose un aumento de esta cobertura con respecto al año 1993 y 2000, seguida de los pastizales con 672,9 hectáreas lo que equivale a 16,8 % de la superficie total dando a entender una evidente producción ganadera en la zona. Mientras que la zona

urbana ocupa la menor cantidad de territorio abarcando 47,8 hectáreas equivalentes al 1,2%, (figura 11).

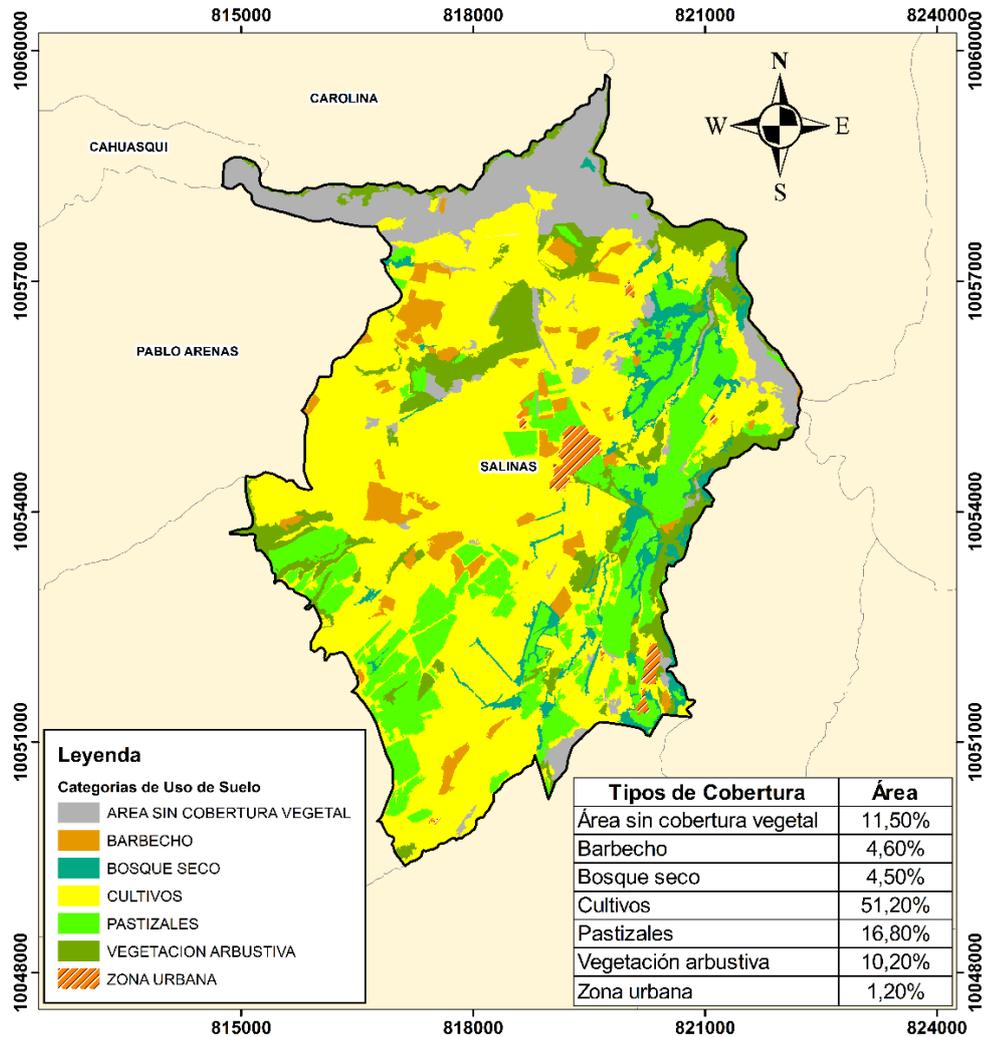


Figura 11. Uso de suelo en el año 2015

En el periodo entre 1993 a 2015 existe un incremento del área sin cobertura vegetal del 6,7%, también se obtuvo un aumento de las zonas urbanas del 0,6% debido a la construcción de viviendas en las fincas agrícolas y ganaderas, a su vez, el bosque seco posee una disminución del 12,9% como consecuencia del aumento de los cultivos especialmente de caña de azúcar. Con resultados similares en el estudio de Halim et al., (2018) al hacer un mapeo en el geositio Kilim perteneciente al Geoparque Langwaki en Malasia, determinaron que existe una disminución del ecosistema del manglar y aumento de las zonas urbanas causado principalmente por

actividades de agricultura, pesca, turismo y recreación. Por lo tanto, se concluye que las actividades antrópicas que a su vez permiten un desarrollo económico a la población son causantes de la disminución de los bosques nativos que afectan a los ecosistemas.

La disminución de la vegetación arbustiva entre 1993 a 2015 en el geosítio Salinas es del 11,5% como consecuencia del aumento de los cultivos con el 26,5% y pastizales con el 14,1%. En el estudio de Ponce (2017) realizado en el Valle del Chota, un lugar cercano al geosítio Salinas que cuenta con condiciones similares del clima, ecosistema, fauna y flora, obtuvieron resultados similares al realizar el análisis multitemporal de la cobertura vegetal en un periodo comprendido entre 1991 a 2016, la disminución de la vegetación arbustiva fue de 995,6 hectáreas y un incremento de los cultivos y frutales de 2.051,13 hectáreas para el periodo evaluado. Los resultados indican que las necesidades económicas y aumento de la población en los dos lugares conllevan a buscar espacios para desarrollar actividades agrícolas y ganaderas dando como resultado la disminución de la cobertura vegetal nativa.

4.1.2 Validación de la Clasificación Supervisada de la imagen del 2015

El valor del índice de kappa es de 0.88 y una precisión general del 89,7%, de esta manera se puede apreciar una alta relación entre los valores obtenidos en campo en el año 2019 con los datos de la clasificación supervisada de la imagen spot del año 2015, por lo tanto, la clasificación supervisada es altamente significativa (tabla 13).

Tabla 13. Matriz de contingencia para validar la clasificación supervisada

		SOFTWARE ARCGIS 10.4								
		Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase 4	Clase 5	Clase 6	Clase 7	Sumatoria	Precisión de la predicción
USUARIO	Clase 1	9	0	0	0	0	0	0	9	100%
	Clase 2	0	4	0	0	0	0	0	4	100%
	Clase 3	0	0	9	0	0	0	0	9	100%
	Clase 4	0	0	1	10	0	0	0	11	90,9%
	Clase 5	0	5	0	0	10	0	0	15	66,67%
	Clase 6	0	0	0	0	0	9	0	9	100%
	Clase 7	0	1	0	0	0	0	10	11	90.9%
Sumatoria		9	10	10	10	10	9	10	68	
Precisión del usuario		100%	40%	90%	100%	100%	100%	100%		

En donde:

Clase 1 = Área sin cobertura vegetal

Clase 2 = Barbecho

Clase 3 = Bosque seco

Clase 4 = Cultivos

Clase 5 = Pastizales

Clase 6 = Vegetación arbustiva

Clase 7 = Zona Urbana

4.1.3 Dinámica global del Cambio de Uso de Suelo en el periodo de 1993 a 2015

Para el periodo 1993-2015 el 45,5% de la superficie mantuvo la misma cobertura y el 55,5% presentó cambios en la cobertura. En términos de ganancias, los cultivos han aumentado su cobertura registrándose un aumento de 21,6%, el bosque seco presentó un aumento de 0.1% en todo el territorio y una pérdida del 13%, a su vez la cobertura que presentó menor aumento es la zona urbana con 0,3%, mientras que los cultivos presentaron mayor pérdida con 14,6% y la zona urbana no presentó pérdida en el periodo analizado. Por otro lado, el 6,2% de vegetación arbustiva pasaron a ser cultivos como consecuencia del incremento de la agricultura en el

sector, (ver anexo 1) y (figura 12). En la siguiente gráfica se indican las ganancias y pérdidas (en has) obtenidas para cada cobertura de uso de suelo:

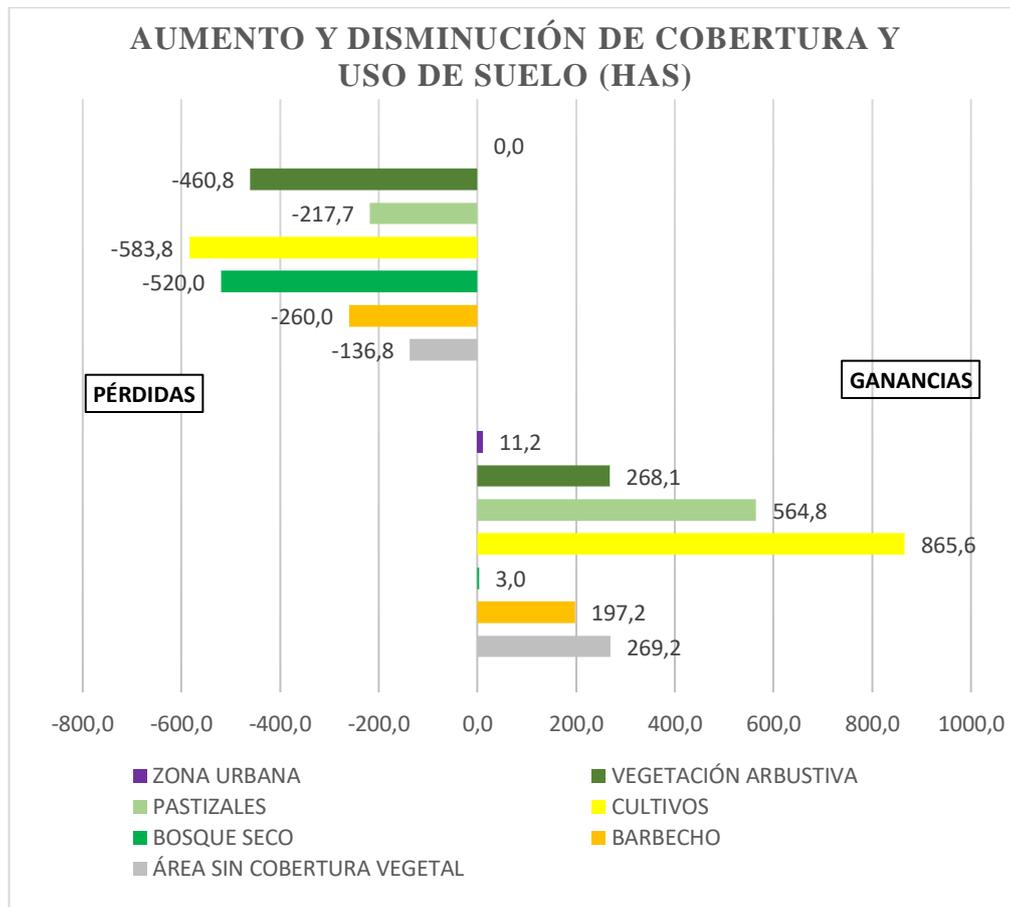


Figura 12. Dinámica del cambio de uso de suelo en el periodo 1993-2015

En términos de cambio neto, el bosque seco presentó el valor más alto de 12,3% debido a su mínima ganancia de cobertura, mientras que la zona urbana tiene el valor más bajo de 0,3% debido a su poca ganancia de cobertura (tabla 14). Al realizar un análisis de la estimación del cambio en el geositio Salinas a partir del cambio neto se obtuvo que la superficie que presentó modificaciones es del 19,2 % lo cual está muy por debajo del cambio total real que es del 54,4%. En el estudio de Simbangala et al., (2015) realizado en la región Costa Maya, Quintana Roo en México, obtuvieron resultados diferentes con aproximadamente el 7,5% de la superficie que experimentó cambios en el paisaje, mostrando una alta persistencia de las coberturas de cuerpos de agua y vegetación natural debido que se encuentran

en áreas protegidas. Es de vital importancia las áreas protegidas con sus estrategias para mitigar este problema.

Además, los cultivos son la cobertura con mayor intercambio, a su vez la zona urbana no presentó intercambios debido a que no tuvo pérdida de cobertura por lo tanto el cambio neto es igual al cambio total. También las coberturas con mayor cambio total son: cultivos, vegetación arbustiva y pastizales mientras que la zona urbana tuvo menor cambio debido a su reducido incremento en el periodo evaluado. En la investigación de López y Plata (2009) realizado en la zona metropolitana de la ciudad de México, obtuvieron resultados similares en cuanto al cambio total que es superior al cambio neto, dando a entender que el intercambio de la cobertura determina la variación espacial al interrelacionarse las coberturas entre sí, con el fin de determinar un análisis pormenorizado del cambio de uso de suelo.

Tabla 14. Indicadores de cambio de uso de suelo periodo 1993 a 2015

CAMBIO DE USO DE SUELO (Has)					
	Ganancia	Pérdida	Cambio Total	Intercambio	Cambio Neto
Área sin cobertura vegetal	269,17	136,82	405,98	273,63	132,35
Barbecho	197,25	259,96	457,20	394,49	62,71
Bosque Seco	3,03	520,04	523,06	6,05	517,01
Cultivos	865,59	583,76	1449,35	1167,52	281,83
Pastizales	564,79	217,75	782,54	435,49	347,04
Vegetación Arbustiva	268,07	460,75	728,83	536,15	192,68
Zona Urbana	11,18	0,00	11,18	0,00	11,18
	2179,07	2179,07	2179,07	1406,67	772,40

4.2 Identificación de los Conflictos de Uso de Suelo en los años 1993, 2000 y 2015 en el geositio Salinas

Los resultados muestran los conflictos de uso de suelo en un periodo de 22 años a través del análisis de uso actual y capacidad de uso de suelo.

4.2.1 Conflictos de Uso de Suelo para los años 1993, 2000 y 2015

Para el año 1993 se determinó que el uso adecuado del suelo es del 34% equivalente a 1362,4 hectáreas, la subutilización del suelo tiene una extensión de 513,3 hectáreas con un porcentaje de 12,8%, el conflicto por sobreutilización baja representa el 20,9% equivalente a 836,4 hectáreas. Por otra parte el conflicto por sobreutilización media cuenta con 931,0 hectáreas representando el 23,3%. Finalmente el conflicto por sobreutilización alta está presente con 359,4 hectáreas con el porcentaje más bajo que es de 9,0 %, (figura 13).

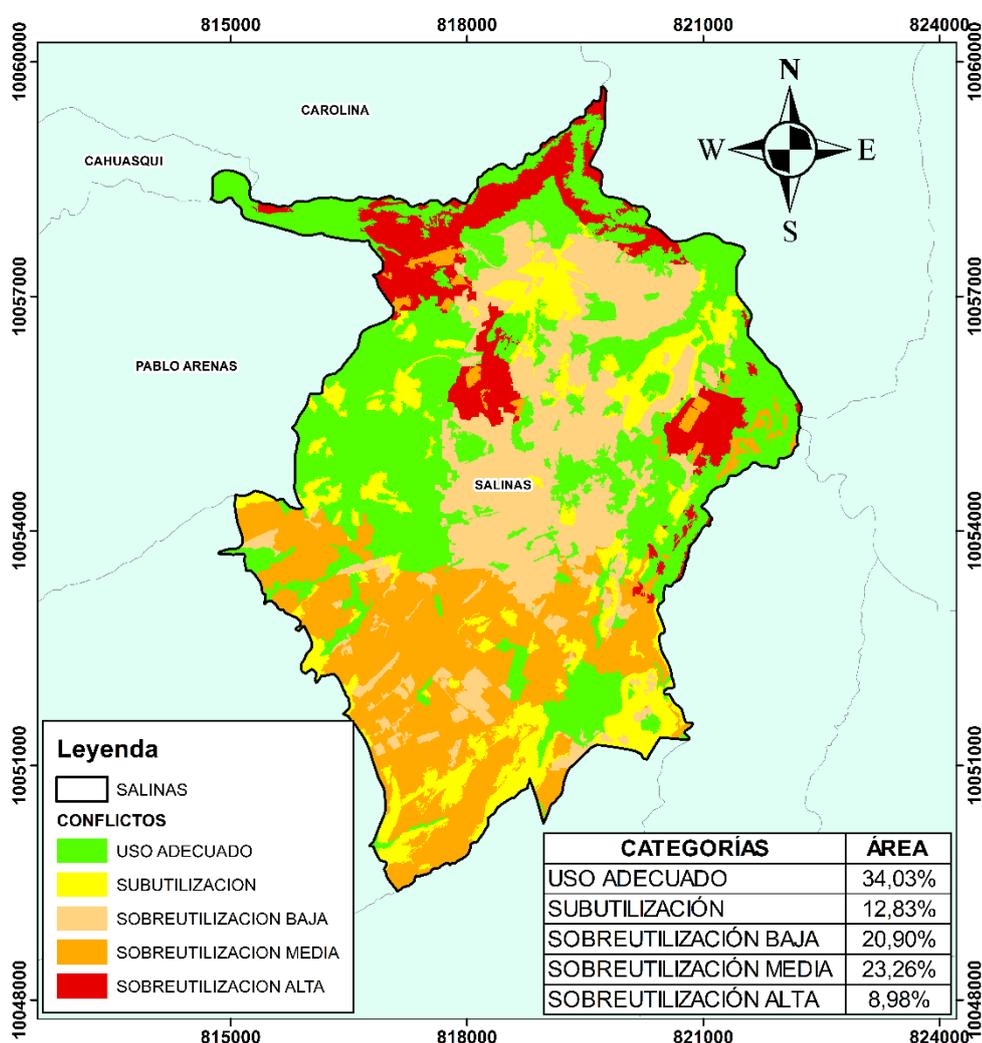


Figura 13. Mapa de conflictos del año 1993

Para el año 2000 el uso adecuado del suelo es del 35,1% equivalente a 1405,9 hectáreas, la subutilización tiene una extensión de 314,6 hectáreas con un

porcentaje de 7,9% el más bajo para este año, el conflicto por sobreutilización baja representa el 19,4% de la superficie equivalente a 774,7 hectáreas. Además el conflicto por sobreutilización media cuenta con 1076 hectáreas representando el 26,9 % de la superficie total. Por último el conflicto por sobreutilización alta está presente con 431,3 hectáreas y el 10,8% del total (figura 14).

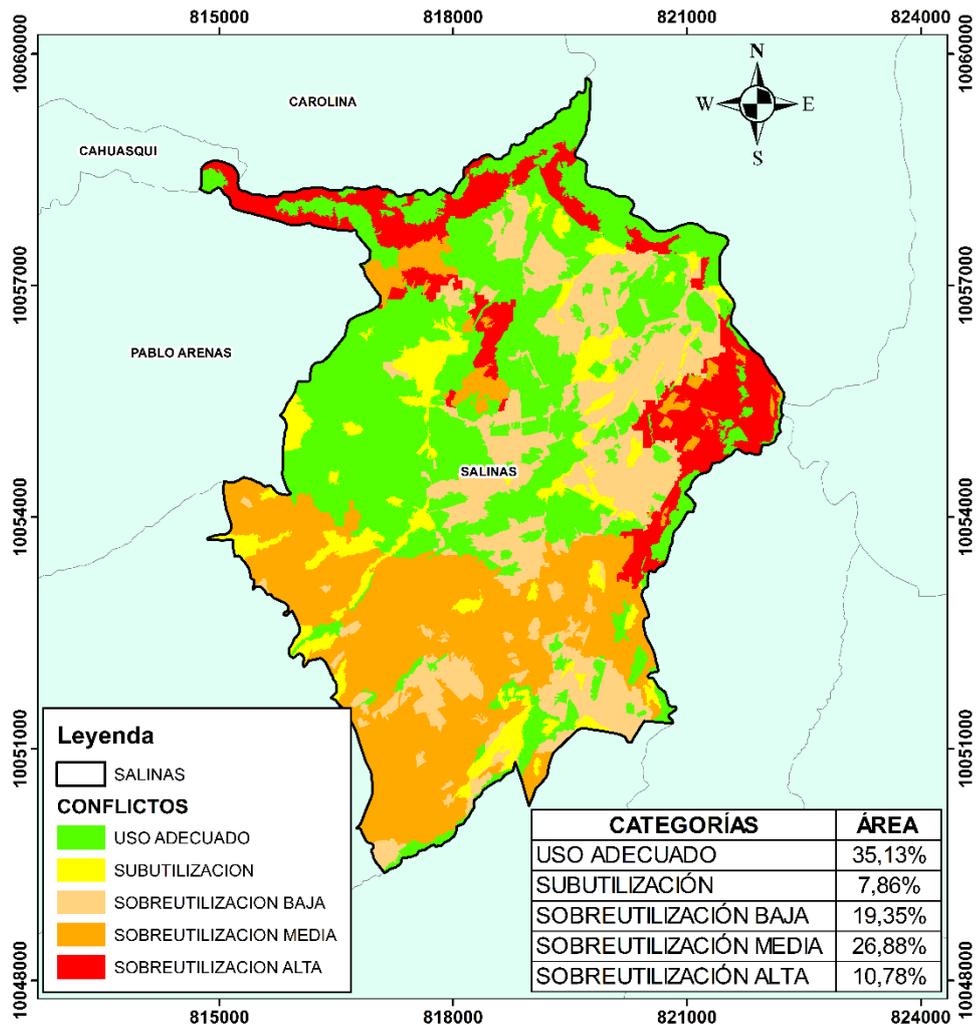


Figura 14. Mapa de conflictos del año 2000

Finalmente para el año 2015, el uso adecuado del suelo es del 30,6 % equivalente a 1225,8 hectáreas, la subutilización del suelo tiene una extensión de 245,6 hectáreas con un porcentaje de 6,1 % siendo el más bajo para este año, el conflicto por sobreutilización baja representa el 21,3% de la superficie equivalente a 851,9 hectáreas. También el conflicto por sobreutilización media cuenta con 1088,6

hectáreas representando el 27,2 % de la superficie total. Finalmente el conflicto por sobreutilización alta está presente con 590,7 hectáreas y el 14,8% del total (figura 15).

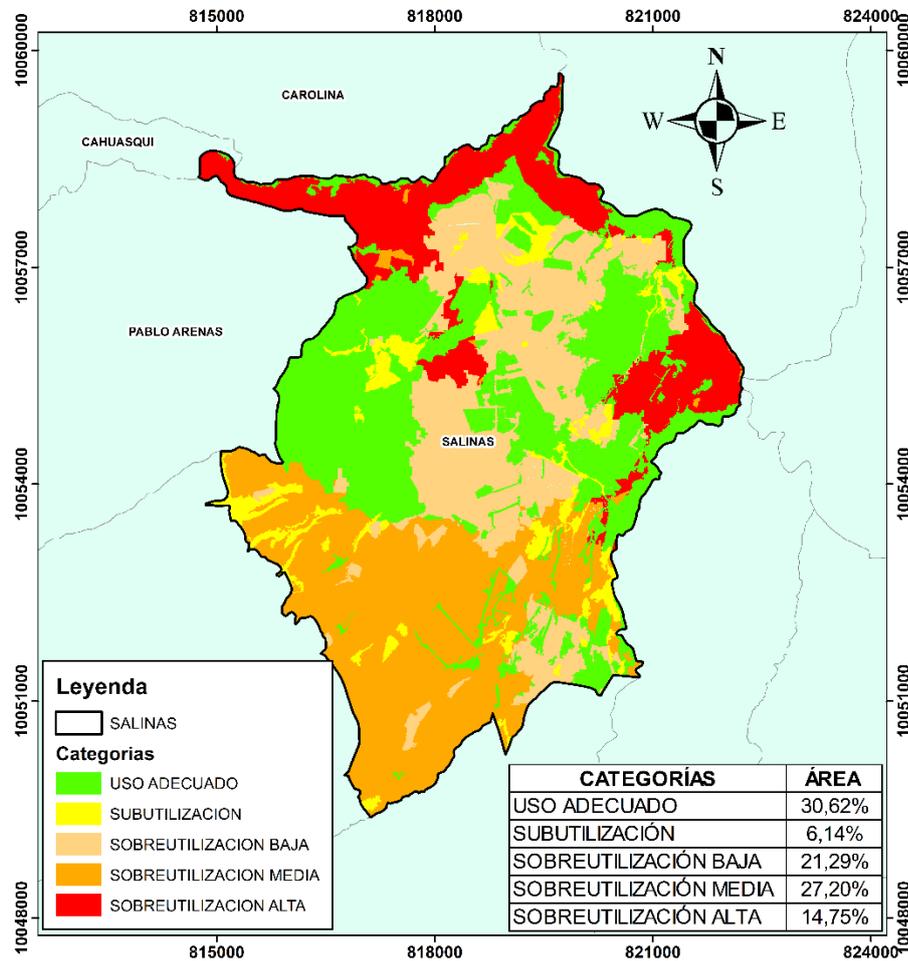


Figura 15. Mapas de conflictos de uso de suelo del año 2015

4.2.2 Dinámica global del Conflicto de Uso de Suelo en el periodo 1993-2015

Para el periodo 1993-2015, el 40,87% de la superficie se mantiene en la misma categoría de conflicto de uso de suelo y el 59,13% presenta cambios debido a una compatibilidad entre el uso potencial y las actividades que se están realizando, (anexo 2). En términos de ganancias la categoría de conflicto que tiene mayor aumento es la sobreutilización (alta, media y baja) con el 39,3%, seguida del uso adecuado o sin conflicto con 11,1% y finalmente la categoría de subutilización con el 8,5%. Además, la categoría que presenta mayor pérdida es el uso adecuado con

el 15,2%, seguido por la sobreutilización (alta, media y baja) con el 14,5% y finalmente la categoría la subutilización con el 11,4% (figura 16).

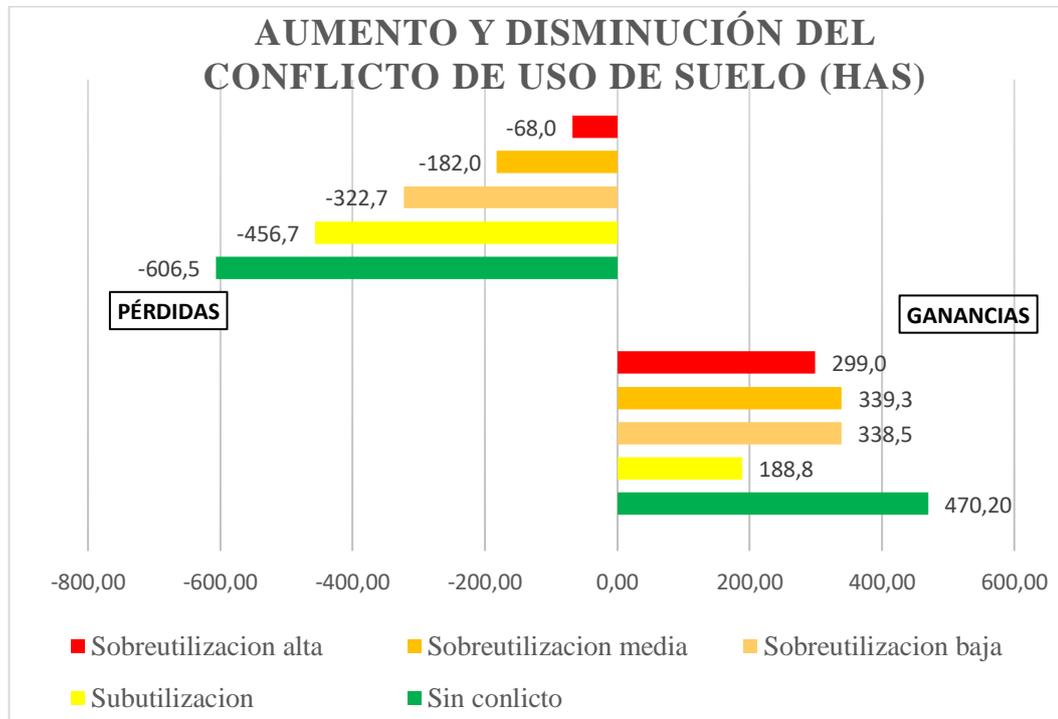


Figura 16. Dinámica del conflicto de uso de suelo 1993-2015

La determinación de los conflictos de uso de suelo es un indicador del estado de conservación de las áreas naturales protegidas. En el estudio de Bonilla et al., (2014) realizado en el Parque Nacional Sierra Nevada determinaron las zonas de conflicto de uso de suelo principalmente con el uso agrícola no permitido de acuerdo a la zonificación ambiental. También consideran el conflicto de uso de suelo al incumplimiento de la normativa vigente en cuanto a la conservación de los recursos naturales especialmente en la zona de amortiguamiento con la modernización de la agricultura causando alteraciones en la vegetación nativa.

En el estudio de Cartaya y Mantuano (2018) realizado en el Refugio de vida silvestre marino costero Pacoche, obtuvieron resultados diferentes con la sobreutilización del 6%, el uso adecuado con el 3%. La subutilización del 91% es causada por la presencia de actividades agroforestales y silvopastoriles que no causan mayor perturbación antrópica al suelo. La intervención humana y el

desplazamiento de las actividades agropecuarias hacia las áreas naturales protegidas conllevan a no utilizar el suelo de acuerdo a su vocación y generar conflictos de uso de suelo a pesar de pertenecer a categorías de manejo.

Salas y Valenzuela (2011) en su estudio realizado en la microcuenca Pachindo en Colombia, obtuvieron resultados diferentes con la mayoría del territorio con uso adecuado equivalente al 62,1%, la subutilización con el 0,7% y la sobreutilización con 37,2%. El uso adecuado se produce al implementar medidas de control en los ecosistemas de la parte alta donde el uso potencial es para la vida silvestre. La sobreutilización del suelo está en la parte media y baja al utilizar zonas aptas para la conservación como pastizales y cultivos. Por lo tanto, se concluye que implementar actividades productivas sin conocer la capacidad de uso de suelo constituye las causas de deterioro de los recursos naturales especialmente el suelo por la erosión.

4.3. Estrategias de Ordenamiento Turístico

Para el desarrollo de estrategias de ordenamiento turístico se aplicó el método PER, en presión, adicionalmente a los conflictos de uso de suelo, se identificó 12 atractivos turísticos, de los cuales 6 presentan conflicto de uso de suelo, además los considerados para el ecoturismo. Se destaca la presencia mayoritaria de haciendas agrícolas y ganaderas, en el geosítio se encontraron los siguientes atractivos (tabla 15).

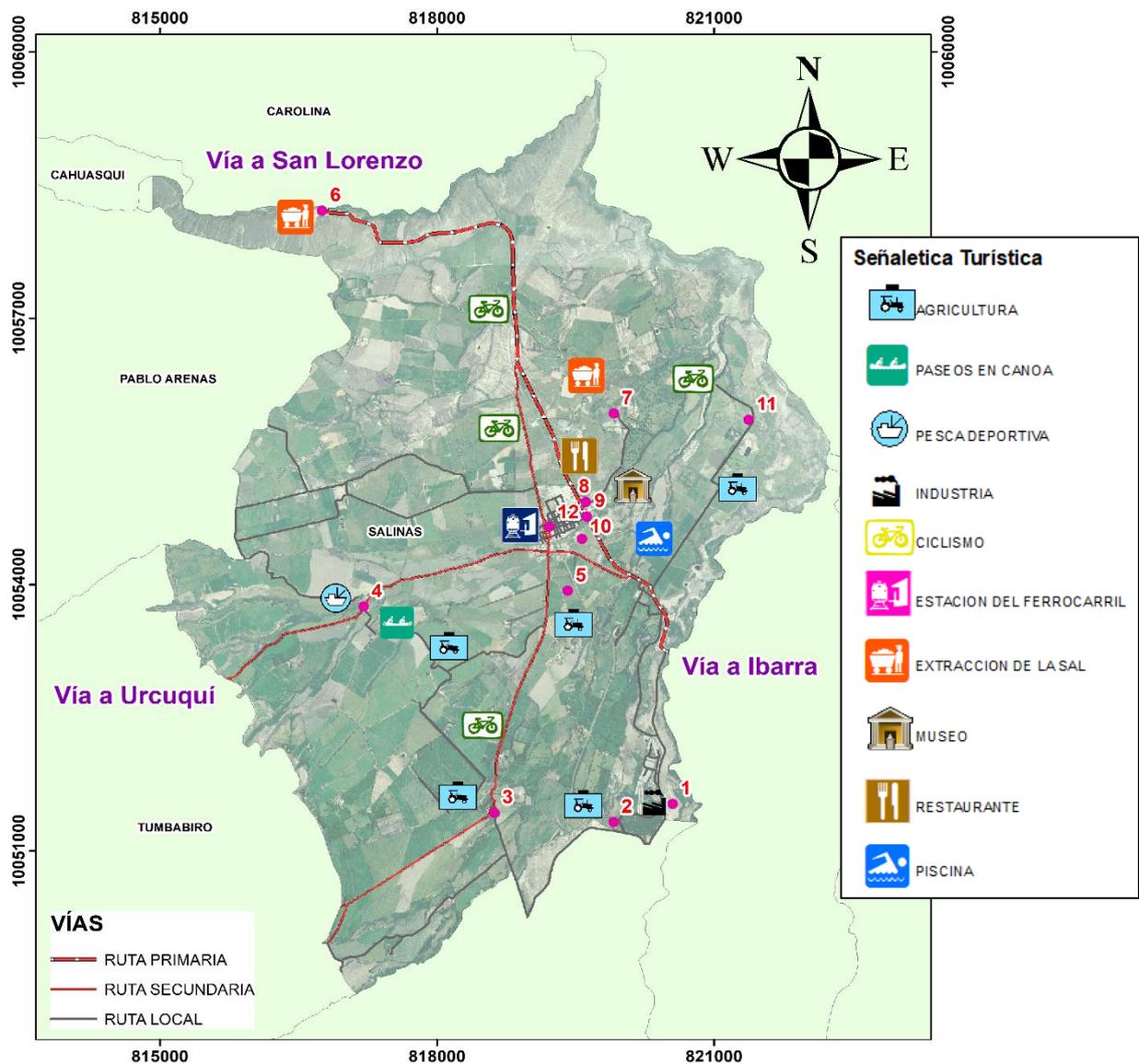
Tabla 15. Características de los atractivos turísticos

NOMBRE	CARACTERÍSTICAS	FOTOGRAFÍA
Fábrica Mastercubox	<p>Ubicación coordenadas UTM X: 820440 Y: 10051466</p> <p>Tipo: Privada</p> <p>Actividades: procesamiento de alfalfa para elaboración de harina</p>	

Rancho el Pedregal	<p>Ubicación coordenadas UTM X: 819931 Y: 10051353 Tipo: Privada Actividades: cultivos de caña de azúcar y alfalfa.</p>	
Hacienda Santa Lucila	<p>Ubicación coordenadas UTM X: 818607 Y: 10051478 Tipo: Privada Actividades: cultivos de caña de azúcar y ganadería equina</p>	
Complejo turístico Campo Alegre	<p>Ubicación coordenadas UTM X: 817209 Y: 10053739 Tipo: Público Actividades: pesca deportiva, cabalgatas, canchas deportivas caminatas, paseos en canoas.</p>	
Hacienda El Caracol	<p>Ubicación coordenadas UTM X: 819323 Y: 10054370 Tipo: Privada Actividades: cultivo de caña de azúcar</p>	
Mina Palacara	<p>Ubicación coordenadas UTM X: 816767 Y: 10058214 Tipo: Publica Actividades: explotación del material pétreo</p>	
Tolas de sal	<p>Ubicación coordenadas UTM X: 820011 Y: 10055691 Tipo: Pública Actividades: extracción artesanal de la sal, existe dificultades en el acceso</p>	
Centro étnico Palenque	<p>Ubicación coordenadas UTM X: 819619 Y: 10054804 Tipo: Pública Actividades: servicios de gastronomía tradicional con los productos tradicionales como frejol, yuca.</p>	

Museo de sitio artesanal Palenque	<p>Ubicación coordenadas UTM X: 819625 Y: 10054802 Tipo: Público Actividades: presentación del proceso artesanal de obtención de la sal durante la época colonial</p>	
Bombodromo Palenque	<p>Ubicación coordenadas UTM X: 819714 Y: 10054631 Tipo: Pública Actividades: es un espacio de recreación cuenta con: sauna, turco, hidromasaje, piscina, tobogán, recorrido en botes, senderos ecoturísticos</p>	
Hacienda Puerta del sol	<p>Ubicación coordenadas UTM X: 821394 Y: 10055820 Tipo: Privada Actividades: cultivo de caña de azúcar y maíz, presencia de pastizales para ganadería</p>	
Estación del ferrocarril	<p>Ubicación coordenadas UTM X: 819209 Y: 10054648 Tipo: Pública Actividades: atractivo considerado patrimonio cultural por su arquitectura y funcionamiento de la empresa del Ferrocarril en el tramo Quito – Ibarra – San Lorenzo</p>	

Adicionalmente, se elaboró el mapa de los atractivos turísticos identificados en el área de estudio con su respectiva ubicación y señalética que indica las actividades que se pueden desarrollar en los lugares (figura 17).



Leyenda	
ATRATIVOS TURÍSTICOS	
● 1. Fabrica Mastercubox	● 7. Tolas de Sal
● 2. Rancho Pedregal	● 8. Centro etnico gastronomico palenque
● 3. Hacienda Santa Lucila	● 9. Museo de sitio artesanal palenque
● 4. Complejo turistico Campo Alegre	● 10. Bombodromo Palenque
● 5. Hacienda El Caracol	● 11. Hacienda Puerta del Sol
● 6. Mina Palacara	● 12. Estacion del ferrocarril

Figura 17. Mapa de los atractivos turísticos en el geosítio Salinas

Para el diseño de estrategias se generó las categorías de ordenamiento territorial según el Código Orgánico del Ambiente, determinándose las siguientes categorías (tabla 16).

Tabla 16. Categorías de ordenamiento de acuerdo con el COA.

CATEGORÍA	UNIDAD BASE	ÁREA (has)	PORCENTAJE
Categoría de Ecosistemas frágiles	Bosque seco	56,3	1,4 %
Categorías de Ordenación	Restauración	3.946,2	98.6%

Existe gran dominancia de la categoría de restauración debido a pertenecer al ecosistema monte espinoso premontano según la clasificación de ecosistemas de Holdridge. Al existir categorías de restauración implica realizar actividades turísticas de bajo impacto ambiental con el fin de no afectar al ecosistema y de manejo sustentable del suelo.

A partir de los resultados obtenidos se procede a elaborar las estrategias de ordenamiento turístico para el geosítio Salinas con el fin de reducir el conflicto de uso de suelo y promover una cultura de conservación del patrimonio natural, geológico y cultural a través de actividades sustentables como el ecoturismo. Las estrategias están encaminadas a favorecer a la población con la generación de ingresos económicos y dar valor agregado al geosítio a través del ecoturismo.

Tabla 17. Características para definir estrategias de ordenamiento turístico

LUGARES TURÍSTICOS	CONFLICTOS	CATEGORÍA DE ORDENAMIENTO	ESTRATEGIA
Estación del Ferrocarril	Sin conflicto	Restauración	Ruta turística
Bombodromo Palenque	Sin conflicto	Restauración	Ruta turística
Centro Étnico Gastronómico Palenque	Sin conflicto	Restauración	Ruta turística
Museo de Sitio Artesanal de la Sal	Sin conflicto	Restauración	Ruta turística y sendero interpretativo
Tolas de Sal	Sobreutilización baja	Restauración	Prácticas de uso y gestión sostenible del suelo y sendero interpretativo
Rancho El Pedregal	Sobreutilización baja	Restauración	Prácticas de uso y gestión sostenible del suelo
Hacienda Santa Lucila	Sobreutilización media	Restauración	Prácticas de uso y gestión sostenible del suelo
Hacienda El Caracol	Sobreutilización baja	Restauración	Prácticas de uso y gestión sostenible del suelo
Hacienda Puerta del sol	Sobreutilización alta	Restauración	Prácticas de uso y gestión sostenible del suelo
Mina Palacara	Sobreutilización media	Restauración	Prácticas de uso y gestión sostenible del suelo

4.3.1 Turismo Comunitario como Estrategia de desarrollo del geositio

El turismo comunitario es una estrategia de desarrollo que permite la participación de la comunidad mediante un manejo adecuado del patrimonio natural y cultural. Esta actividad contribuye en mejorar las condiciones de vida de la población con el ingreso de recursos económicos y constituye una alternativa para la agricultura intensiva con la generación de nuevos empleos.

Objetivo General de la estrategia de turismo comunitario

-Desarrollar actividades de turismo comunitario en el geositio Salinas que garanticen el crecimiento económico para la población y la conservación de los recursos naturales.

Objetivos Específicos de la estrategia de turismo comunitario

- Elaborar planes de promoción de los recursos turísticos
- Diseñar nuevos productos turísticos de la comunidad

Meta

Establecer nuevos productos turísticos en el geositio Salinas para la difusión de los atractivos turísticos del lugar.

Tabla 18. Turismo comunitario como estrategia de desarrollo del geositio

Objetivos Específicos	Actividades	Alcance	Responsables
Elaborar planes de promoción de los recursos turísticos	<ul style="list-style-type: none"> -Establecimiento de alianzas con instituciones encargadas de la parte turística. -Evaluación de la calidad de los servicios turísticos existentes -Realización de capacitaciones en servicios turísticos al personal inmerso en la actividad turística -Desarrollo de los planes de promoción turística 	<p>Dar a conocer los nuevos productos turísticos del geositio en favor de la conservación de los recursos naturales</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Ministerio de Turismo -Gobierno Parroquial de Salinas -Prefectura de Imbabura
Diseñar nuevos productos turísticos de la comunidad	<ul style="list-style-type: none"> -Análisis de la oferta local -Diseño del producto enfocado a nuevas rutas turísticas y senderos interpretativos -Difusión de los nuevos productos turísticos 		

4.3.2 Creación de una Ruta Turística denominada “Ruta de la Sal”

La ruta turística comprende un recorrido que se destaca por sus atractivos turísticos con características naturales, culturales y geológicas destacables. En ese sentido, es necesario implementar una ruta turística para los atractivos más representativos y un sendero interpretativo definido como una infraestructura que facilita al visitante el aprendizaje y recreación, generando impactos mínimos en el ambiente con el fin de fortalecer el conocimiento acerca de los recursos que tiene el geositio.

Objetivo General de la estrategia de ruta turística

-Implementar una ruta turística en los atractivos turísticos más representativos con el fin de potencializar el conocimiento acerca del Geoparque

Objetivos Específicos de la estrategia de ruta turística

- Elaborar la ruta considerando características relevantes de los atractivos turísticos
- Diseñar un sendero interpretativo en el museo de sitio artesanal y tolas de sal

Meta

Fortalecer el turismo en el geositio con una ruta turística que garantice la difusión de los atractivos turísticos y la conservación.

Tabla 19. Ruta turística para los atractivos turísticos públicos

Objetivos Específicos	Actividades	Alcance	Responsables
Elaborar la ruta considerando características relevantes de los atractivos turísticos	<ul style="list-style-type: none"> -Definición de los objetivos de la ruta -Implementación de señalética turística y mejoramiento de las vías de acceso. -Desarrollo del itinerario del recorrido -Elaboración de las temáticas de la ruta, en este caso, las formaciones geomorfológicas y la producción de sal artesanal serán de vital importancia del geositio 	<p>Dar a conocer a los turistas nacionales y extranjeros sobre los atractivos turísticos, su importancia geológica y la producción de sal artesanal</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Ministerio de Turismo -Gobierno Parroquial de Salinas -Prefectura de Imbabura
Diseñar un sendero interpretativo en el museo de sitio artesanal y tolas de sal	<ul style="list-style-type: none"> -Evaluación de la capacidad de carga turística -Implementación de espacios para interpretación ambiental en la zona -Monitoreo y conservación 		

La ruta turística denominada “Ruta de la Sal” comprende un recorrido que empieza en la estación del ferrocarril, posteriormente incluye la visita al Bombodromo Palenque para disfrutar de las actividades de recreación, luego la visita al Centro étnico gastronómico Palenque y el museo de sitio artesanal con el fin de conocer las actividades artesanales en la extracción de la sal. A partir de aquí incluye un sendero interpretativo hacia las tolas de sal que incluye la respectiva señalética del lugar, observación de los cultivos de caña de azúcar, las distintas formas del relieve especialmente la llanura de depósitos volcánicos, y finalmente las tolas de sal en la cuales se extraía la sal. Además se debe incluir explicación sobre los procesos geológicos que dan origen a las minas de sal. A continuación, se indica un mapa de la ruta turística con la respectiva señalética.

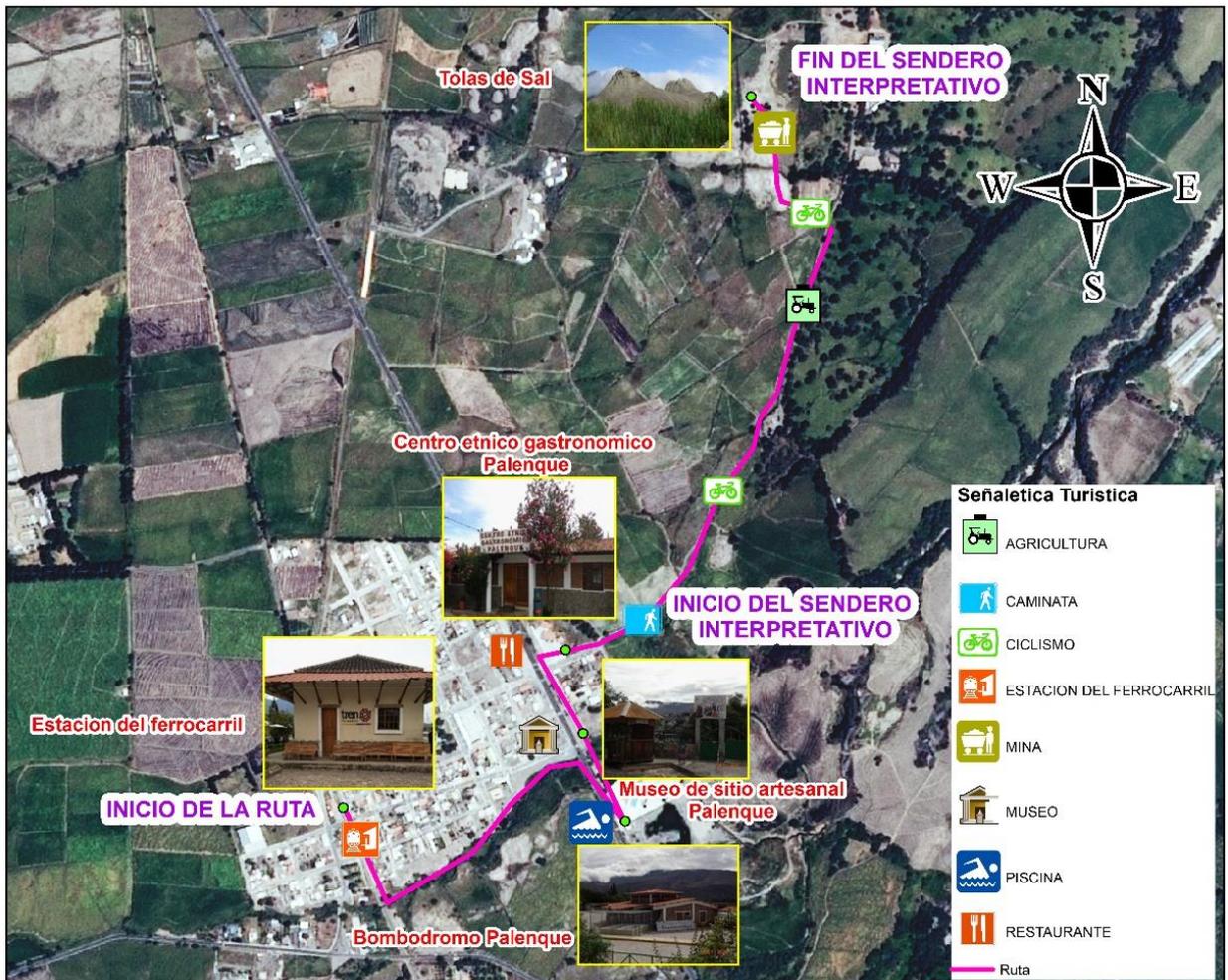


Figura 18. Ruta turística y sendero interpretativo

4.3.3 Prácticas de Uso y Gestión Sostenible del Suelo

El suelo es un recurso natural indispensable para el ser humano, una gestión adecuada es un factor esencial en la agricultura sostenible. Las prácticas de manejo sostenible del suelo son acciones que permiten reducir el impacto ambiental, además implica un cambio en los hábitos de las personas que se dedican a la agricultura y ganadería. Para esta estrategia se tomó en cuenta a los atractivos turísticos con conflicto de uso de suelo para implementar prácticas de manejo sostenible del suelo que permitan realizar actividades productivas en zonas que sean aptas y no causar degradación en el suelo.

Objetivo General de la estrategia de uso y gestión sostenible del suelo

-Promover la gestión y uso sostenible del suelo en el geositio Salinas que garanticen la soberanía alimentaria.

Objetivos Específicos de la estrategia de uso y gestión sostenible del suelo

- Aplicar procesos de capacitación para el manejo sostenible del suelo
- Implementar técnicas de manejo sustentable del suelo

Meta

Recuperar y mejorar el suelo a través de buenas prácticas de uso y gestión sustentable del suelo en las haciendas productivas y en pequeñas parcelas.

Tabla 20. Prácticas de uso y gestión sostenible del suelo

Objetivos Específicos	Actividades	Alcance	Responsables
Impulsar procesos de capacitación para el manejo sostenible del suelo	<ul style="list-style-type: none"> - Fortalecimiento de las capacidades y conocimientos de los sectores productivos para el manejo y uso sostenible del suelo -Talleres didácticos sobre técnicas de manejo sostenible del suelo y análisis de conflictos de uso de suelo con el fin de utilizar el suelo de acuerdo a su aptitud. 		-Ministerio de Agricultura y Ganadería
Implementar técnicas de manejo sustentable del suelo	<ul style="list-style-type: none"> -Uso del suelo de acuerdo a su vocación -Labranza mínima, incorporar biofertilizantes, control biológico de plagas en las zonas sin conflicto -Rotación de cultivos y pastoreo para evitar compactación del suelo -Implementación de sistemas agroforestales para la producción de alimentos en zonas de cultivos con aptitud para la conservación de la biodiversidad -Implementación de sistemas agrosilvopastoriles en suelos de uso agrícola con aptitud ganadero forestal 	Con la aplicación de las técnicas de manejo sostenible se espera mejorar la productividad de los suelos de acuerdo a su aptitud	<ul style="list-style-type: none"> -Ministerio de Ambiente y Agua -Gobierno Parroquial de Salinas -Prefectura de Imbabura

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

El geosítio Salinas presenta cambio de uso de suelo en el periodo entre 1993 a 2015, de acuerdo al análisis realizado, con la disminución del bosque seco en 12,9% y vegetación arbustiva en 11,5% debido al aumento de actividades antrópicas como agricultura con 26,5%, ganadería con el 14,1%, mientras que el área sin cobertura vegetal aumentó en 6,7%. El principal uso del suelo es para la agricultura como la causa principal para intervenir los relictos de bosque seco y dar un manejo inadecuado al recurso suelo.

De acuerdo al análisis de conflictos de suelo para el periodo entre 1993 a 2015, la categoría de uso adecuado tuvo la mayor pérdida representando el 15,2%, demostrando que, si existe sobreutilización del suelo con un aumento del 39,3%. Además, las clases agrológicas determinan la existencia de conflictos de uso de suelo, en este caso existe mayor superficie con la clase agrológica VI para uso ganadero forestal, el conflicto radica en usar estos suelos para agricultura.

Las estrategias de ordenamiento turístico son: turismo comunitario, ruta turística con sendero interpretativo y prácticas de uso y gestión sostenible del suelo, estas van dirigidas a la población para un manejo integral del suelo de acuerdo a su capacidad de uso, además la ruta turística y sendero interpretativo como actividades de fortalecimiento del geosítio y la estrategia de turismo comunitario como una forma de promoción turística.

El cambio de uso de suelo ha afectado la estructura territorial debido al incremento de actividades productivas, infraestructura urbana, disminución de áreas verdes que permitan desarrollar ecoturismo. Por lo tanto, cambia la dinámica de la población y su planificación territorial para los próximos años.

5.2. Recomendaciones

Realizar investigaciones de proyección de cambio de uso de suelo y cobertura vegetal para un futuro de 20 o 30 años que permitan determinar acciones a tiempo.

Aplicar las estrategias del presente estudio con el fin de aprovechar los recursos disponibles para el fortalecimiento del turismo en el lugar e implementar proyectos de restauración ecológica en las zonas que lo requieran.

Aplicar métodos de control para evitar contaminación del suelo en la actividad agrícola, además monitorear las actividades turísticas para evitar impactos ambientales y contaminación por parte de los turistas.

Realizar estudios en el geositio Salinas que abarquen el componente cultural y geológico con el fin de promover el geositio a nivel nacional.

REFERENCIAS

- Antón, R. (2010). *Metodología de evaluación de la capacidad de uso del suelo de la Provincia de Cabo Delgado (Mozambique) según Clases de Capacidad Agrológica* (tesis de pregrado). Universidad Pública de Navarra.
- Bocco, G., Mendoza, M., y Masera, O. (2001). La dinámica del cambio del uso del suelo en Michoacán. Una propuesta metodológica para el estudio de los procesos de deforestación. *Investigaciones Geográficas*, 44(44), 18–38. <https://doi.org/10.14350/rig.59133>
- Bonilla, C., Rangel, W., Aldana, A., y Velásquez, J. (2014). *Determinación de conflictos de uso en áreas protegidas*. 28, 37–60.
- Boullón, R. (2006). *Planificación del espacio turístico*. Recuperado de http://www.aptae.pe/archivos_up/0107-planificación-del-espacio-turístico-roberto-c-ballon.pdf
- Caicedo, C., y Verdugo, J. (2019). *Diseño de estrategias de gestión de los recursos naturales renovables en la parroquia San Pablo, Imbabura* (tesis de pregrado). Universidad Técnica del Norte.
- Camacho, J., Pérez, J., Pineda, N., Cadena, E., Bravo, L., y Sánchez, M. (2015). Cambios de uso de suelo en una porción de la Zona de Transición Mexicana de montaña. *Madera Bosques*, 21(1), 93–112.
- Carrión, P., Herrera, G., Briones, J., y Sánchez, C. (2018). La Geodiversidad, una componente de desarrollo sostenible. *Journal of Science and Research*, 3(3), 36.
- Cartaya, S., y Mantuano, R. (2018). Identificación de conflictos de uso de tierra. *Revista Geográfica Venezolana*, 59(2), 262–279.
- Cevallos, M., Mafla, T., Ayala, J., y Vallejos, S. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia “Santa Catalina de Salinas”*. <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- Chaves, R., Salazar, D., Orejuela, D., Cuichán, M., Suárez, M., y Villafuerte, W. (2012). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua*. http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2012/InformeEjecutivo.pdf
- Chico Avelino, M., Trinidad Trinidad, A., y Montoya Ayala, R. (2015). Evaluación

del cambio de uso de suelo en el parque nacional “La Marquesa” (1994-2007), aplicando tecnología SIG. *Ciencias Espaciales*, 8(2), 243–258. <https://doi.org/10.5377/ce.v8i2.2080>

Chuvieco, E. (1990). *Fundamentos de teledetección espacial*.

Congalton, R. (1988). A comparison of sampling schemes used in generating error matrices for assessing the accuracy of maps generated from remotely sensed data. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 54(5), 593–600.

Cruz, G. (2014). *Análisis de la capacidad de uso de las tierras y propuesta de ordenamiento territorial del cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena, Ecuador* (tesis de pregrado). Universidad San Francisco de Quito.

Cuasquer, F., y Sangurima, A. (2019). *Análisis multitemporal de la cobertura vegetal y uso de suelo en la Reserva Ecológica El Ángel, periodo 1990-2016, Carchi-Ecuador* (tesis de pregrado). Universidad Técnica del Norte.

Cuevas, M., Garrido, A., Perez, J., y Iura, D. (2010). *Procesos de cambio de uso de suelo y degradación de la vegetación natural*. <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/639/procesos.pdf>

Cure, L. (2012). *Determinación de la influencia del cambio de uso de suelo en la calidad ambiental de la cuenca de río Déleg* (tesis de pregrado) Universidad Politécnica Salesiana.

Franco, R., y Rodríguez, J. (2005). Análisis multitemporal satelital de los bosques del Carare - Opon, mediante imágenes landsat de 1991 Y 2002. *Colombia Forestal*, 9(18), 3. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2005.1.a12>

Franco, S., Regil, H., y Ordóñez, J. (2016). Dinámica de perturbación-recuperación de las zonas forestales en el Parque Nacional Nevado de Toluca. *Madera y Bosques*, 12(1), 17–28. <https://doi.org/10.21829/myb.2006.1211247>

Galeana, J., Corona, N., y Ordoñez, J. (2009). Análisis dimensional de la cobertura vegetal-uso de suelo en la cuenca del río Magdalena. *Ciencia forestal en México*, 34(105), 135–156.

Gobierno Regional Tacna. (2009). *Memoria Descriptiva del mapa de uso actual*.

Halim, A., Ahmad, A., Rahman, A., Amin, M., Khanan, M., Musliman, I., Kadir, W., Jamal, M., Maimunah, D., Wahab, A., Zabidi, M., Suaib, N., y Zain, R.

- (2018). Land use/land cover mapping for conservation of UNESCO Global Geopark using object and pixel-based approaches. *Earth and Environmental Science*, 169(1), 1–10. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/169/1/012075>
- Holdridge, L. (1987). *Ecología basada en zonas de vida*.
- Jiménez, M., González, M., Escalona, M., Valdez, J., y Aguirre, C. (2011). Comparación de métodos espaciales para detectar cambios en el uso de suelo urbano. *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*, 17(3), 389–406. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-40182011000300009&script=sci_arttext
- Landis, J., y Koch, G. (1977). The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. *Source Biometrics*, 33(1), 159–174. <https://doi.org/10.2307/2529310>
- López, V., y Plata, W. (2009). Análisis de los cambios de cobertura de suelo derivados de la expansión urbana de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, 1990-2000. *Investigaciones Geográficas*, 68, 85–101. <https://doi.org/10.14350/rig.18000>
- Martínez, M. (2010). *Identificación, caracterización y cuantificación de geositos para la creación del 1er Geoparque en Chile en torno al Parque Nacional Conguillío* (tesis de pregrado) Universidad de Chile.
- Medellin, P. (2002). Uso de suelo. *Diario de San Luis*.
- Minda, S. (2015). *Evaluación de bienes y servicios ambientales relevantes de los ecosistemas asociados a la línea férrea Ibarra - Salinas* (tesis de pregrado). Universidad Técnica del Norte.
- Muñoz, J., González, J., González, G., Valenzuela, L., y Velásquez, M. (2011). Cambio de uso de suelo en el área natural protegida “Sierra de Lobos”, municipio de León, Guanajuato, Mexico. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, 10, 117–122.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2016). *Estado mundial del recurso del suelo*.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura. (2010). *Directrices y criterios para Parques Nacionales interesados en recibir asistencia de la UNESCO para integrar la Red Mundial de Geoparques GGN*.

- Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura. (2017). *Los Geoparques Mundiales de la UNESCO*.
- Pandia, E. (2015). *Modelo presión , estado , respuesta (P-E-R), para la clasificación de indicadores ambientales y gestión de la calidad del agua*. (tesis de pregrado). Universidad Nacional Mayor San Marcos.
- Paredes-Leguizamon, G. (2018). *Integrando las áreas protegidas al ordenamiento territorial*.
- Pineda, N., Bosque, J., Gómez, M., y Plata, W. (2009). Análisis de cambio del uso del suelo en el Estado de México mediante sistemas de información geográfica y técnicas de regresión multivariantes. Una aproximación a los procesos de deforestación. *Investigaciones Geograficas*, 69(1), 33–52. <https://doi.org/10.14350/rig.18003>
- Pineda, O. (2011). *Análisis de cambio de uso de suelo mediante percepción remota en el municipio de Valle de Santiago* (tesis de pregrado) Centro de Investigación en Geografía y Geomática.
- Piquer, M., Kuemmerle, T., Alcaraz, D., Zurita, R., y Cabello, J. (2012). Future land use effects on the connectivity of protected area networks in southeastern Spain. *Journal for Nature Conservation*, 20(6), 326–336. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2012.07.001>
- Plata, W., Gomez, M., y Sendra, J. (2009). Cambios de uso de suelo y expansión urbana en la comunidad de Madrid (1990-2000). *Revista Electronica de Geografía y Ciencias Sociales*, 13(293).
- Ponce, C. (2017). *Análisis multitemporal de la cobertura vegetal del Valle interandino del Chota e identificación de zonas de restauración ecológica* (tesis de pregrado). Universidad Técnica del Norte.
- Pontius, R., Shusas, E., y McEachern, M. (2004). Detecting important categorical land changes while accounting for persistence. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 101(1), 251–268. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2003.09.008>
- Prefectura de Imbabura. (2019). *Imbabura Geoparque Mundial de la UNESCO*. <http://www.imbabura.gob.ec/index.php/noticias/blog-noticias/27-geoparque/164-oficial-imbabura-declarada-como-geoparque-mundial-de-la-unesco>

- Rodríguez, A., Lindberg, P., Garzon, A., Corral, C., Drumm, S., Cazar, E., y Falconi, E. (2008). *Valoración económica del turismo en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador, Ministerio del Ambiente del Ecuador.*
- Rosero, E. (2016). *Análisis multitemporal de la cobertura vegetal del Bosque Protector Andino Zuleta, en la sierra norte del Ecuador* (tesis de pregrado). Universidad Técnica del Norte.
- Ruiz, V., Savé, R., y Herrera, A. (2013). Multitemporal analysis of land use change in the Terrestrial Protected Landscape Miraflores Moropotente Nicaragua, 1993-2011. *Ecosistemas*, 22(3), 117–123. <https://doi.org/10.7818/ecos.2013.22-3.16>
- Sahagún, F., y Reyes, H. (2018). Impactos por cambio de uso de suelo en las áreas naturales protegidas de la región central de la Sierra Madre Oriental, México. *Ciencia UAT*, 12(2), 6–21.
- Salas, J., y Valenzuela, J. (2011). *Determinación de los conflictos de uso de suelo en la microcuenca Pachindo - Municipio de la Florida - Departamento de Nariño* (tesis de pregrado). Universidad de Nariño.
- Sánchez, J., y Simbaña, T. (2018). Los geoparques y su implantación en América Latina. *Estudios Geográficos*, 79(285), 445–467. <https://doi.org/10.3989/estgeogr.201817>
- Sánchez, D. (2016). Los Conflictos De Uso De Las Tierras En Ecuador. En *SIGTIERRAS, Ministerio de Agricultura.*
- Schwarz, S., Coronato, A., y Acevedo, R. (2013). *Los geoparques y las áreas naturales protegidas fueguinas: Tierra del Fuego como escenario para la geoconservación.*
- Secretaría Técnica Planifica Ecuador. (2019). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) Documento ejecutivo para autoridades provinciales.* <https://www.planificacion.gob.ec/guias-para-la-formulacion-actualizacion-de-los-pdot/>
- SEMPLADES. (2011). *Generación de Geoinformación para la gestión del territorio a nivel nacional 1:25000.*
- Servicio Agrícola y Ganadero Chile. (2011). *PAUTA PARA ESTUDIO DE SUELOS.*

- Simbangala, M., Campos, L., y Arriaga, J. C. (2015). Transiciones sistemáticas de cobertura de suelo en la Región Costa Maya, Quintana Roo, México, 1993-2010. *Perspectiva Geográfica*, 20(1), 103–132. <https://doi.org/10.19053/01233769.4501>
- Terán, C., y Ruiz, C. (2019). *Turismo en Áreas Protegidas: Caso de estudio Ecuador*. 2(1), 21.
- Unión de Estudios Ambientales Rio Guarinó. (2018). Metodología de Pendientes. En *Entrevistas*. <https://doi.org/10.31819/9783964564405-toc>
- Vaidya, P., Bhardwaj, S. K., y Sahil, S. (2017). Regional land Use/Land cover change dynamics and drivers for mid-hills of Solan district (Himachal Pradesh). *Indian Journal of Ecology*, 44(6), 914–918.
- Vargas, G. (1992). Estudio del uso actual y capacidad de uso de la tierra en América Central. *Anuario de Estudios Centroamericanos*, 18(2), 7–23. <https://doi.org/10.2307/25662009>
- Vázquez, R., y García, R. (2018). Indicadores PER y FPEIR para el análisis de la sustentabilidad en el municipio de Cihuatlán, Jalisco, México. *Nóesis. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, 27(53–1), 1–26. <https://doi.org/10.20983/noesis.2018.3.1>
- Yüksek, T., Kurdoğlu, O., y Yüksek, F. (2010). The effects of land use changes and management types on surface soil properties in Kafkasör protected area in Artvin, Turkey. *Land Degradation and Development*, 21(6), 582–590. <https://doi.org/10.1002/ldr.1000>

ANEXOS

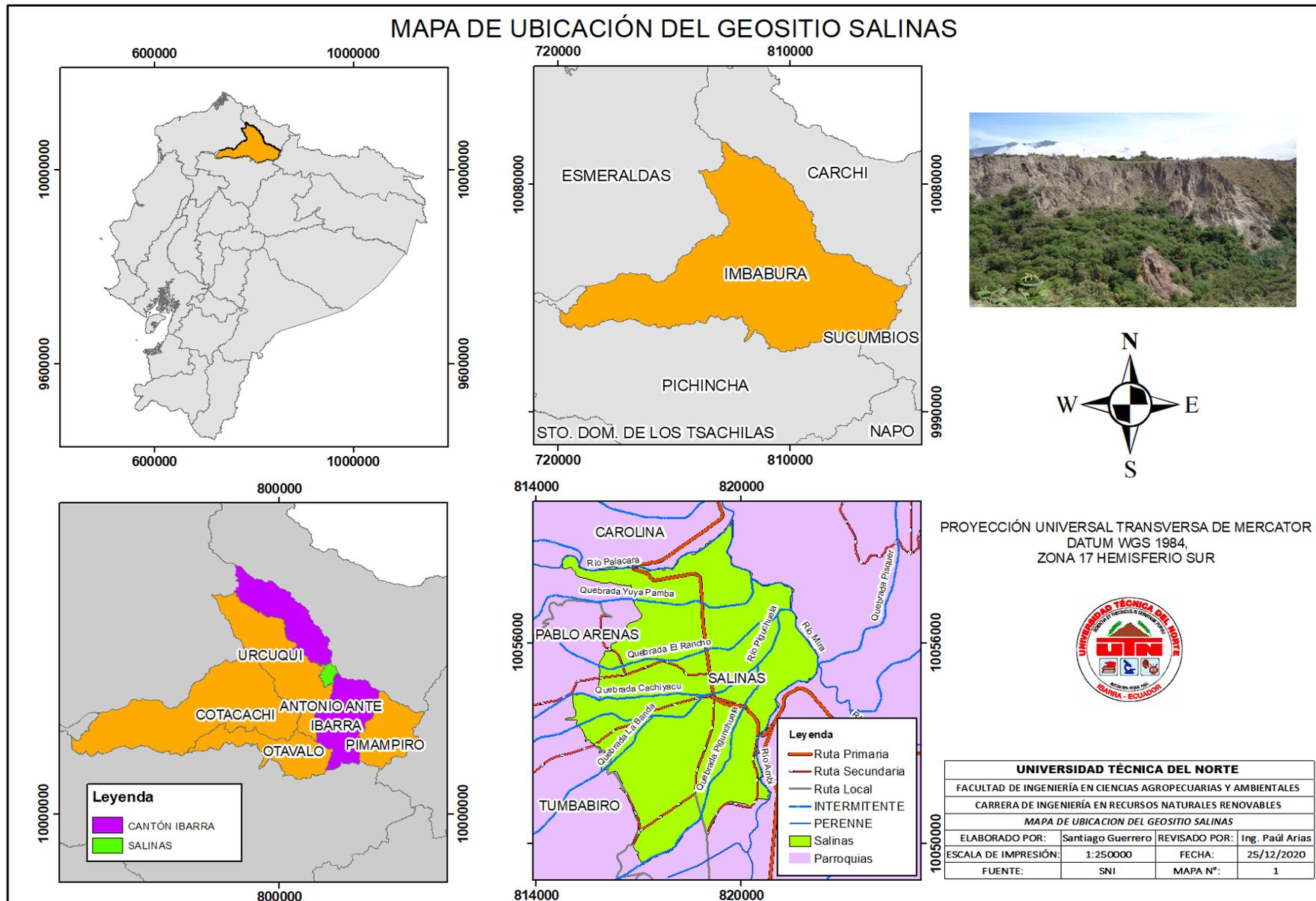
Anexo 1. Matriz de transición del cambio de uso de suelo en el periodo global: 1993-2015

		2015 (Has)							Total 1993	Pérdida
		Área sin cobertura vegetal	Barbecho	Bosque Seco	Cultivos	Pastizales	Vegetación Arbustiva	Zona Urbana		
1993 (Has)	Área sin cobertura vegetal	191,38	3,81	0,00	72,65	13,95	46,40	0,00	328,20	136,82
	Barbecho	3,38	9,33	0,00	186,21	42,40	27,97	0,00	269,28	259,96
	Bosque Seco	128,18	2,98	38,23	165,98	82,29	140,61	0,00	558,27	520,04
	Cultivos	34,74	170,09	0,00	1366,44	325,55	42,20	11,18	1950,20	583,76
	Pastizales	3,38	6,41	3,03	194,05	87,72	10,89	0,00	305,46	217,75
	Vegetación Arbustiva	99,49	13,96	0,00	246,71	100,59	110,29	0,00	571,04	460,75
	Zona Urbana	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20,04	20,04	0,00
	Total 2015	460,55	206,57	41,26	2232,03	652,51	378,36	31,22		
	Ganancia	269,17	197,25	3,03	865,59	564,79	268,07	11,18		

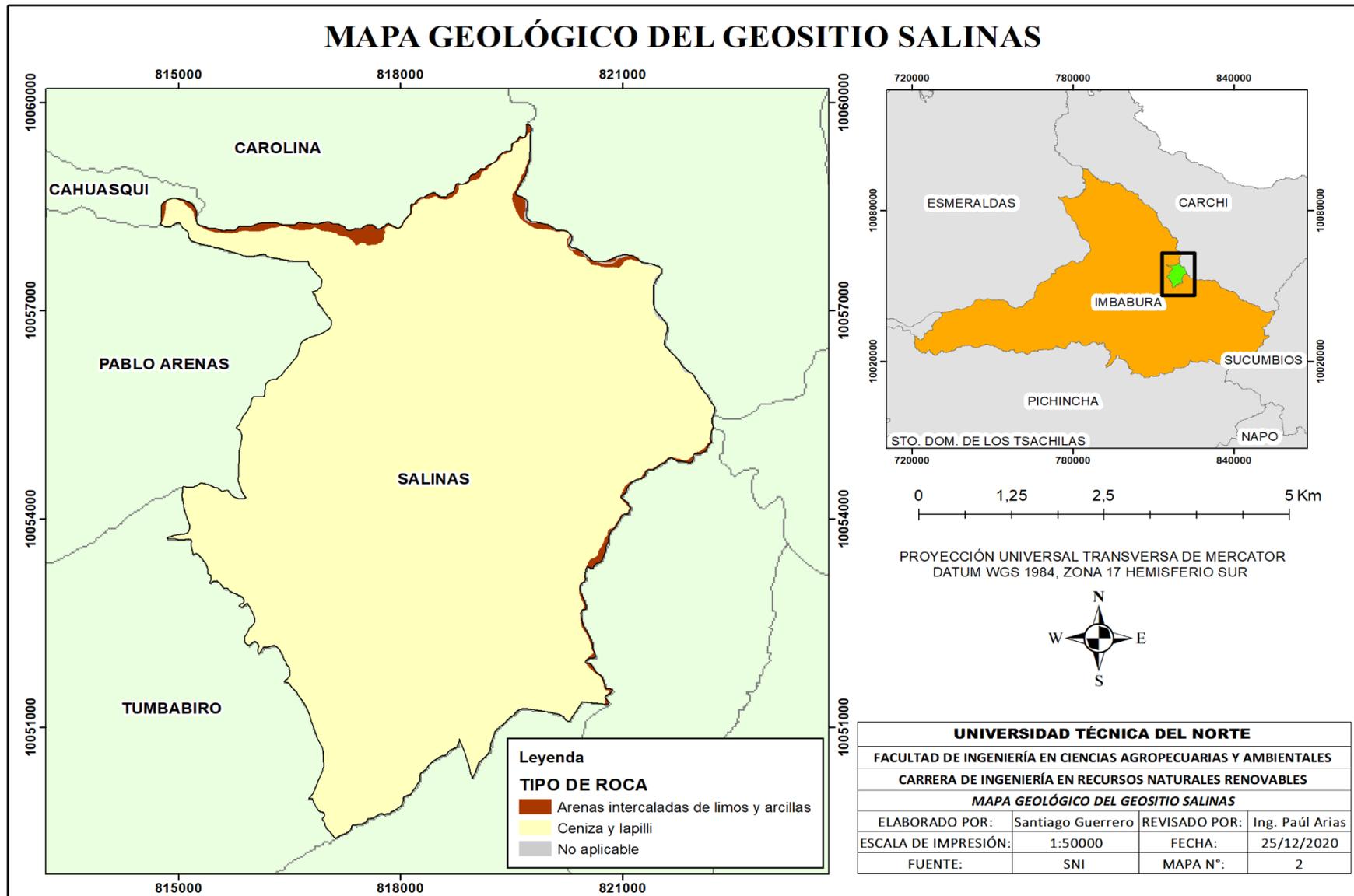
Anexo 2. Matriz de transición del conflicto de uso de suelo en el periodo global: 1993-2015

		2015 (Has)					Total 1993	Pérdida
		Sin conflicto	subutilización	Sobreutilización baja	Sobreutilización media	Sobreutilización alta		
1993 (Has)	Sin conflicto	756,21	81,9946	206,49	65,62	252,36	1362,68	606,47
	subutilización	183,50	56,58	99,63	173,527	0,00	513,24	456,66
	Sobreutilización baja	189,99	43,10	513,272	89,66	0,00	836,02	322,75
	Sobreutilización media	39,25	63,74	32,40	749,938	46,64	931,97	182,03
	Sobreutilización alta	57,45	0,00	0,00	10,50	290,635	358,59	67,95
	Total 2015	1226,41	245,41	851,79	1089,25	589,64		
	Ganancia	470,20	188,83	338,52	339,31	299,00		

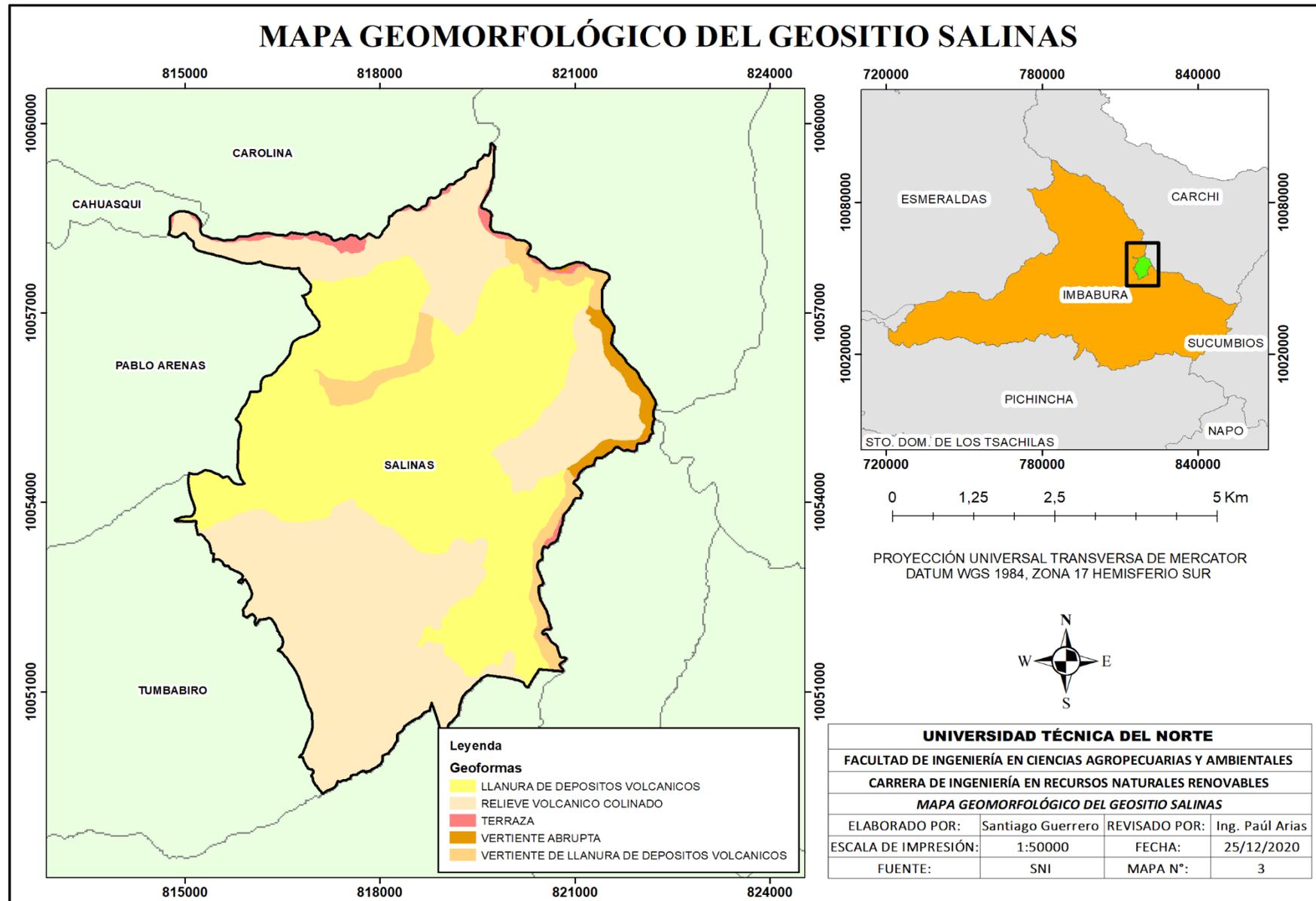
Anexo 3. Mapa de ubicación del área de estudio



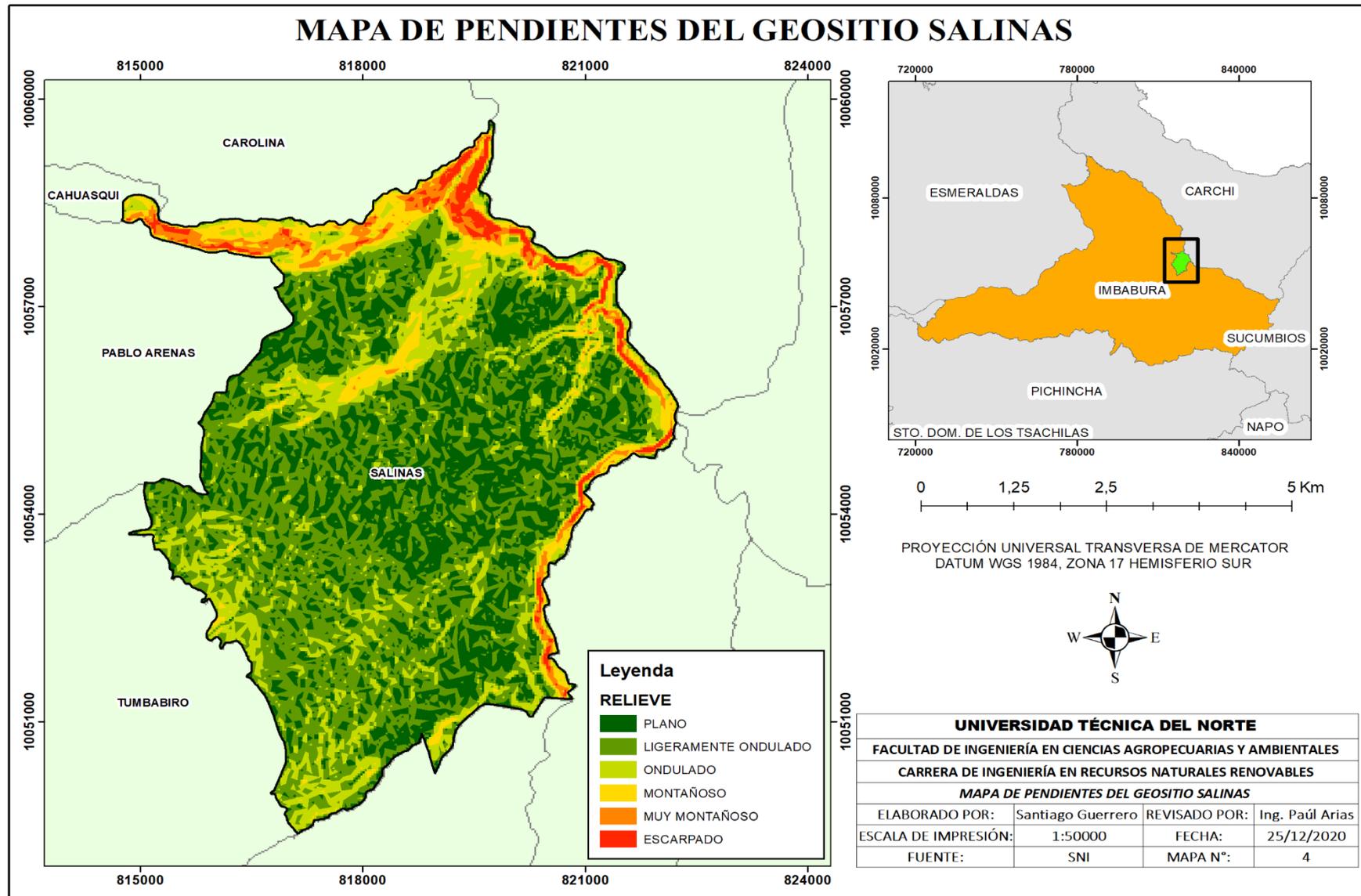
Anexo 4. Mapa geológico



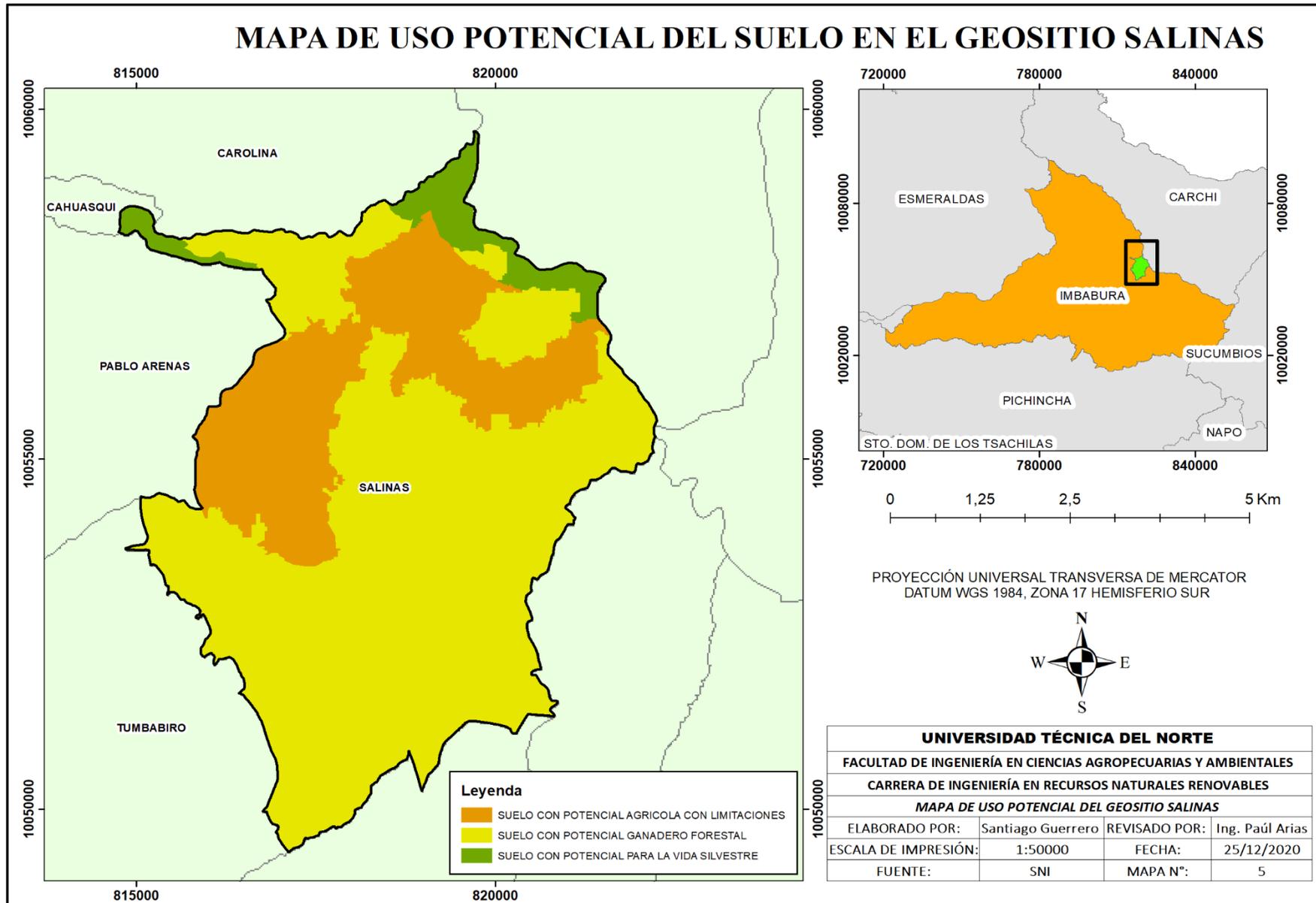
Anexo 5. Mapa Geomorfológico



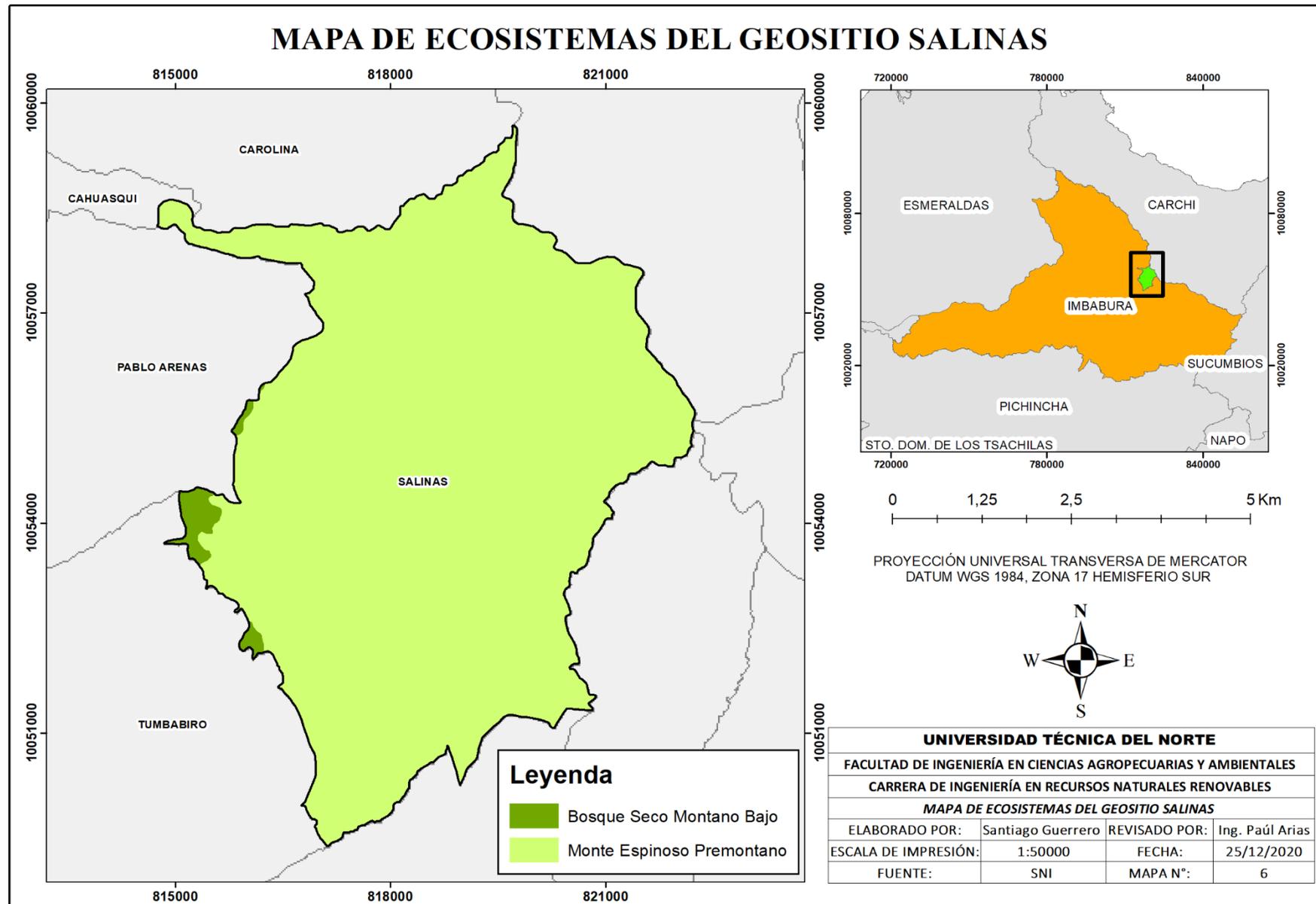
Anexo 6. Mapa de pendientes



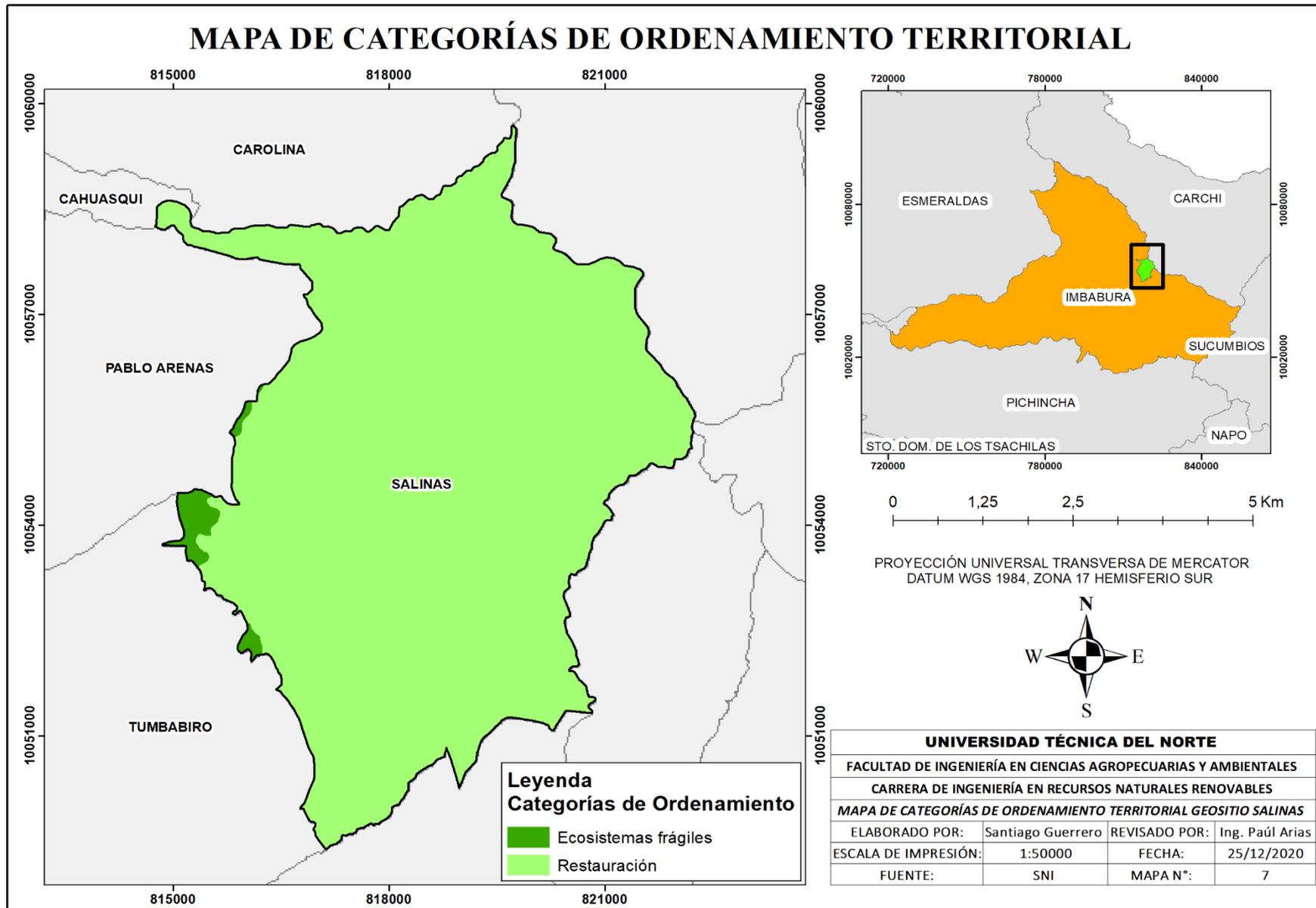
Anexo 7. Mapa de uso potencial del suelo



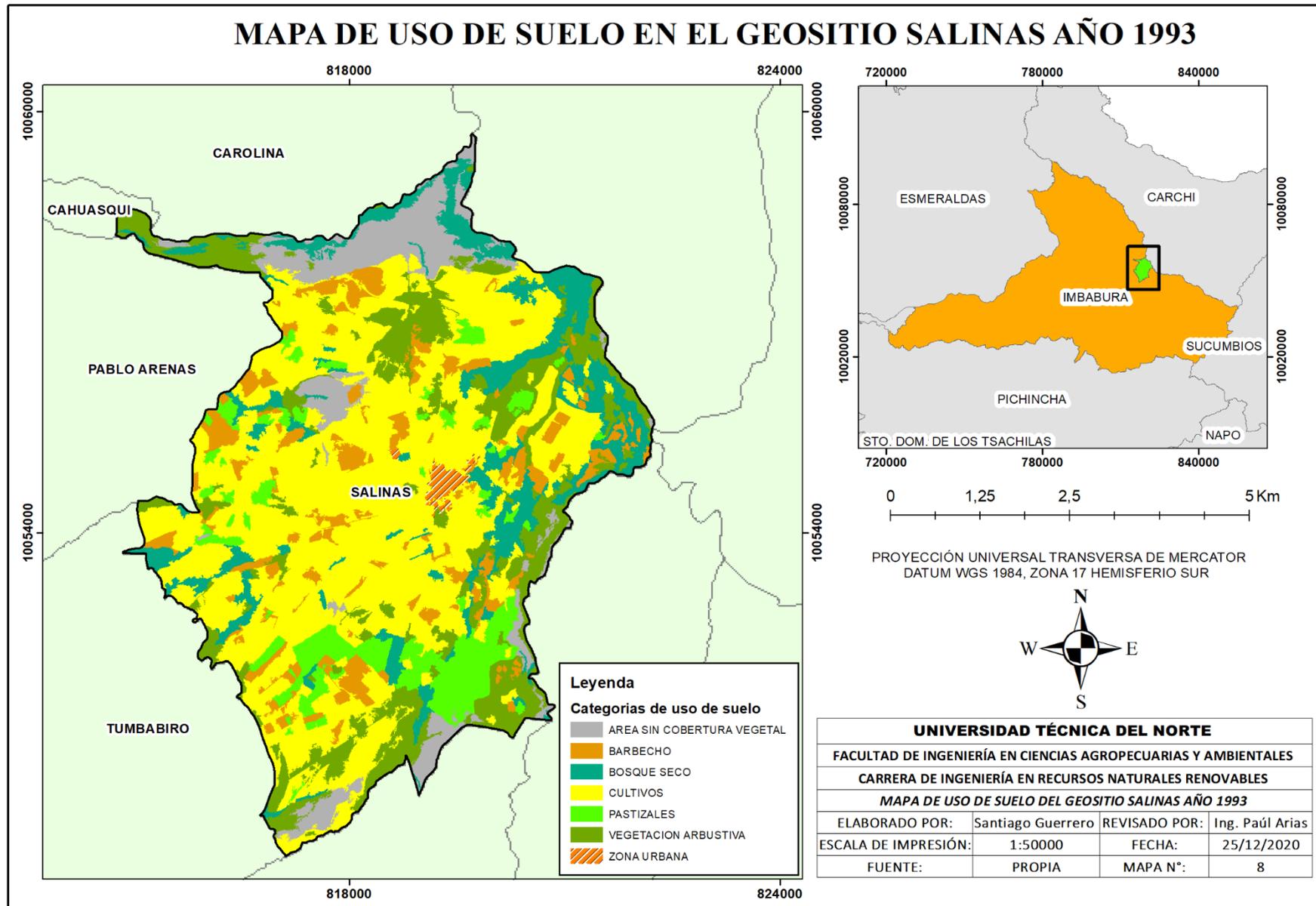
Anexo 8. Mapa de ecosistemas según la clasificación de Holdridge



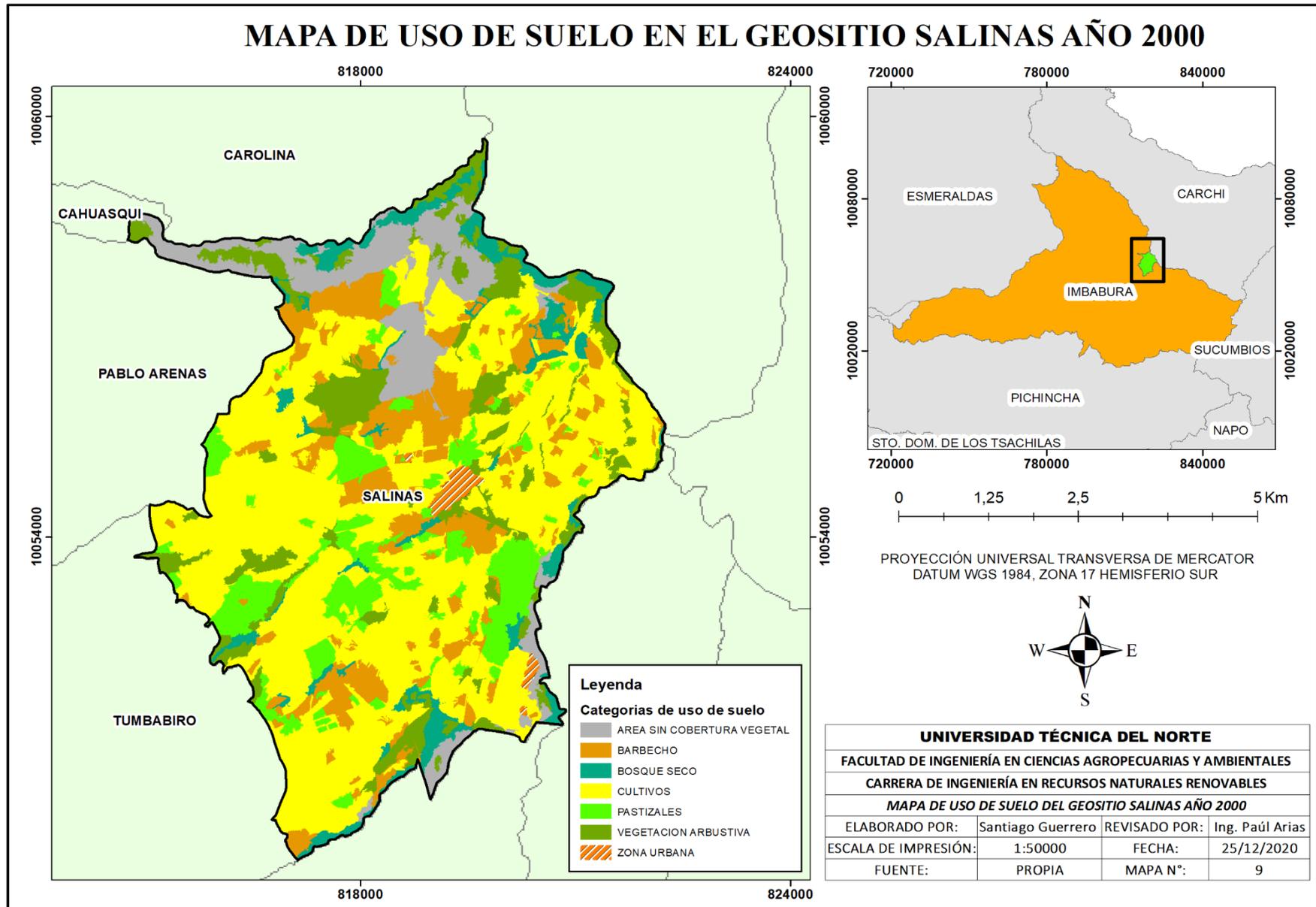
Anexo 9. Mapa de categorías de ordenamiento territorial



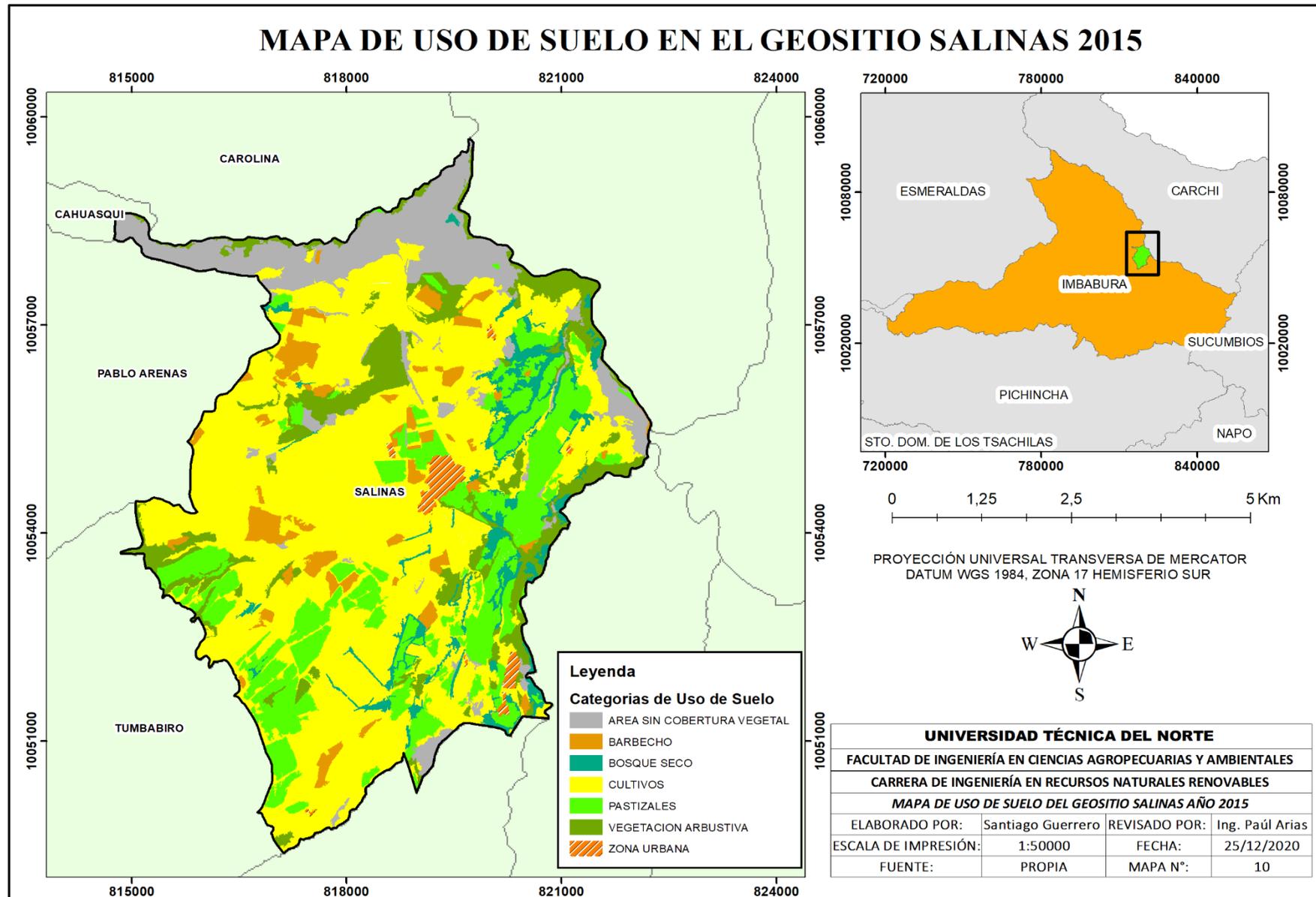
Anexo 10. Mapa de uso de suelo 1993



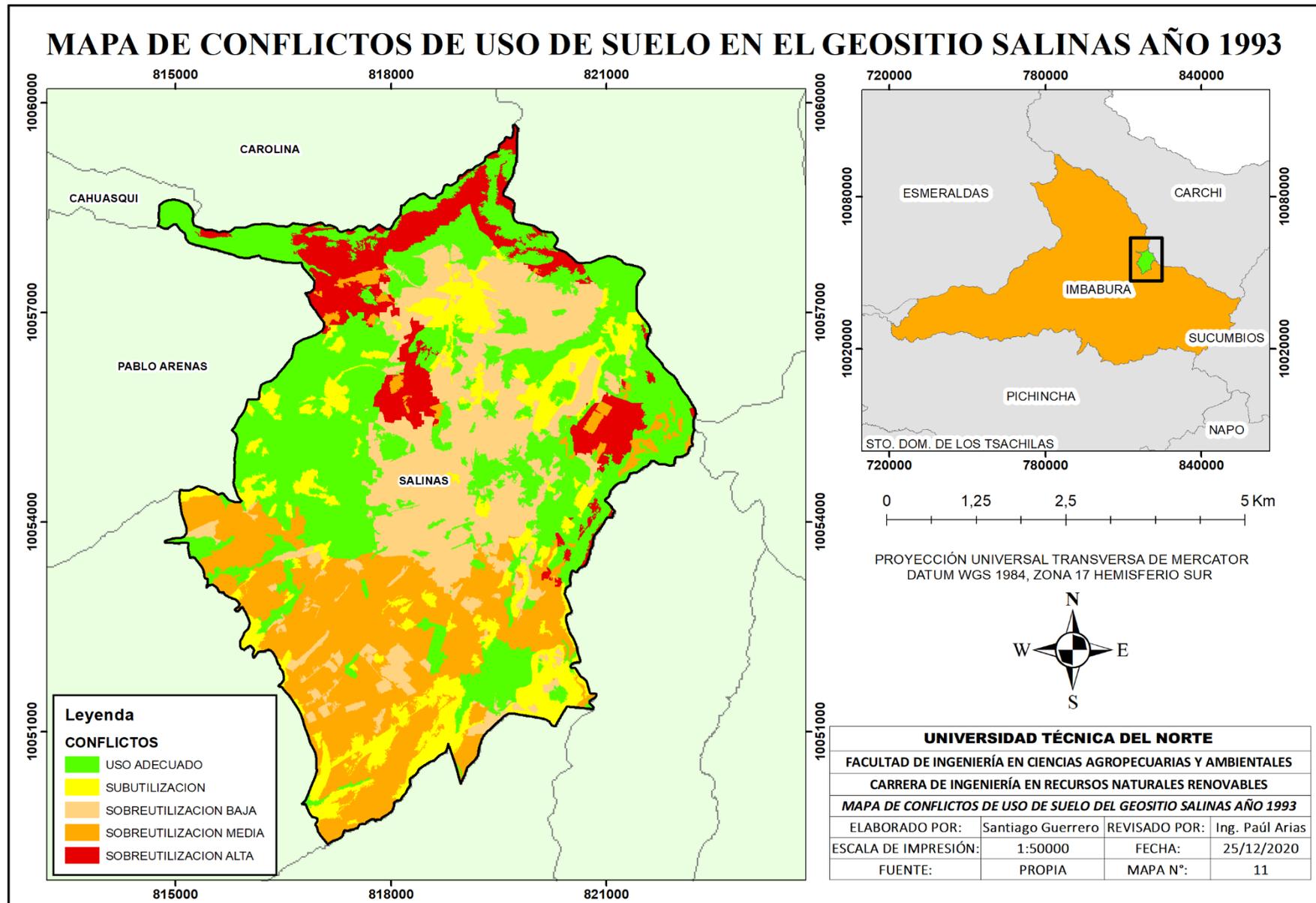
Anexo 11. Mapa de uso de suelo 2000



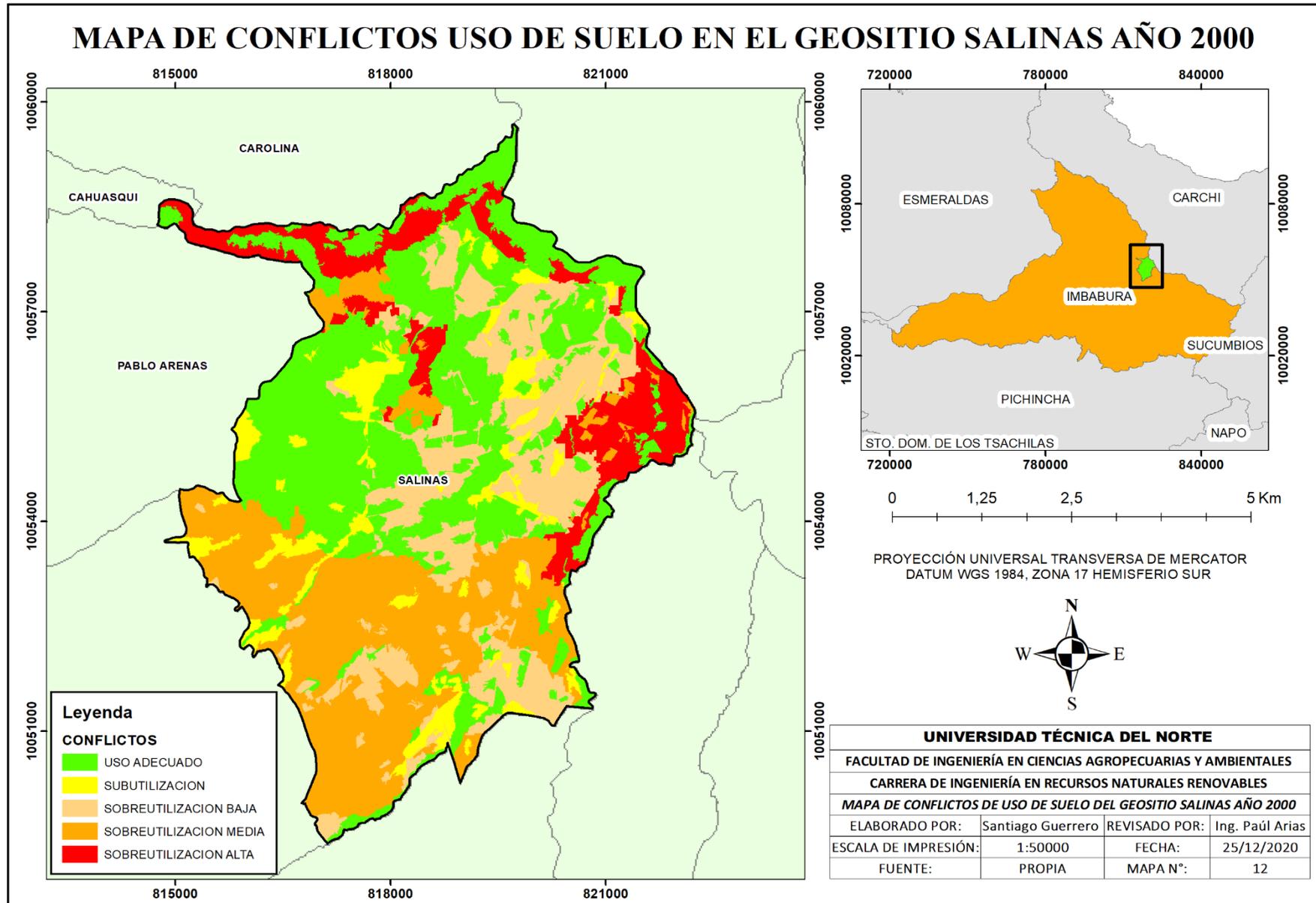
Anexo 12. Mapa de uso de suelo 2015



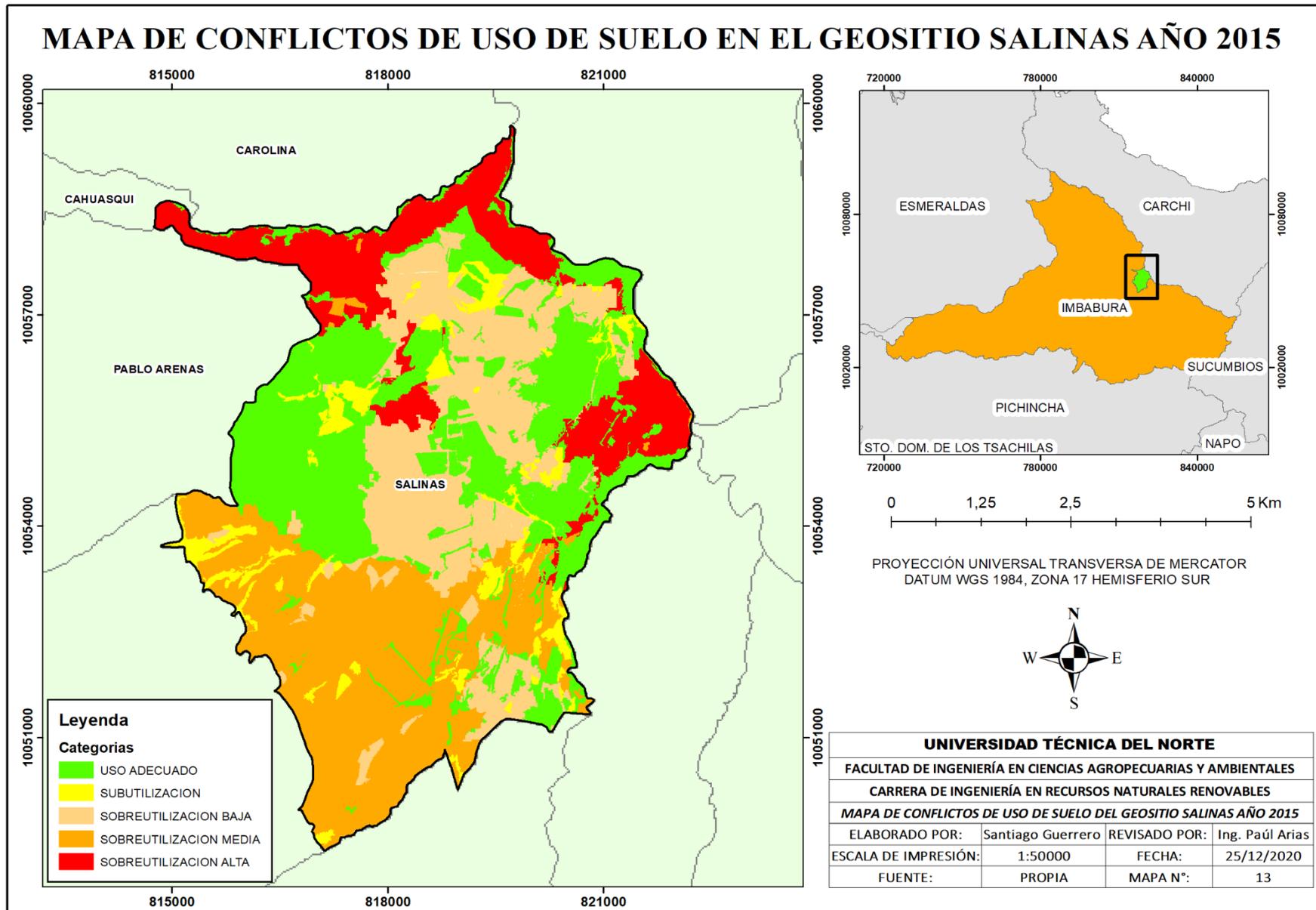
Anexo 13. Mapa de conflictos de uso de suelo 1993



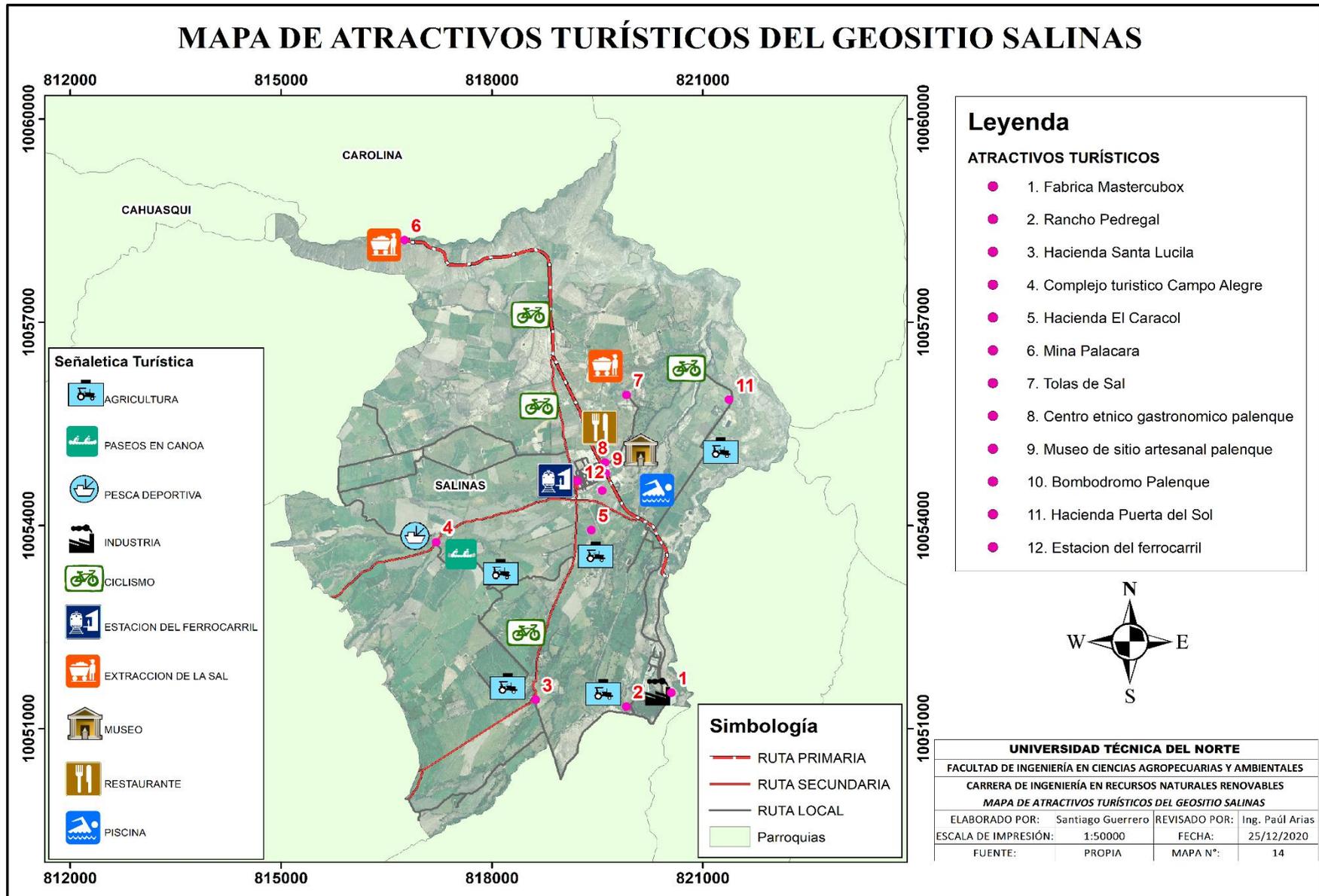
Anexo 14. Mapa de conflictos de uso de suelo 2000



Anexo 15 Mapa de conflictos de uso de suelo 2015

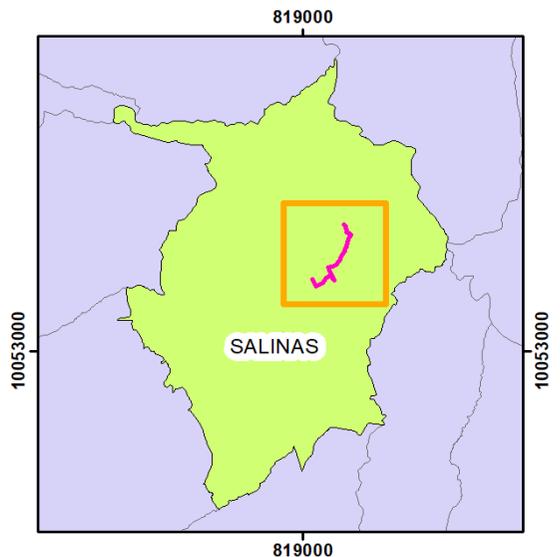
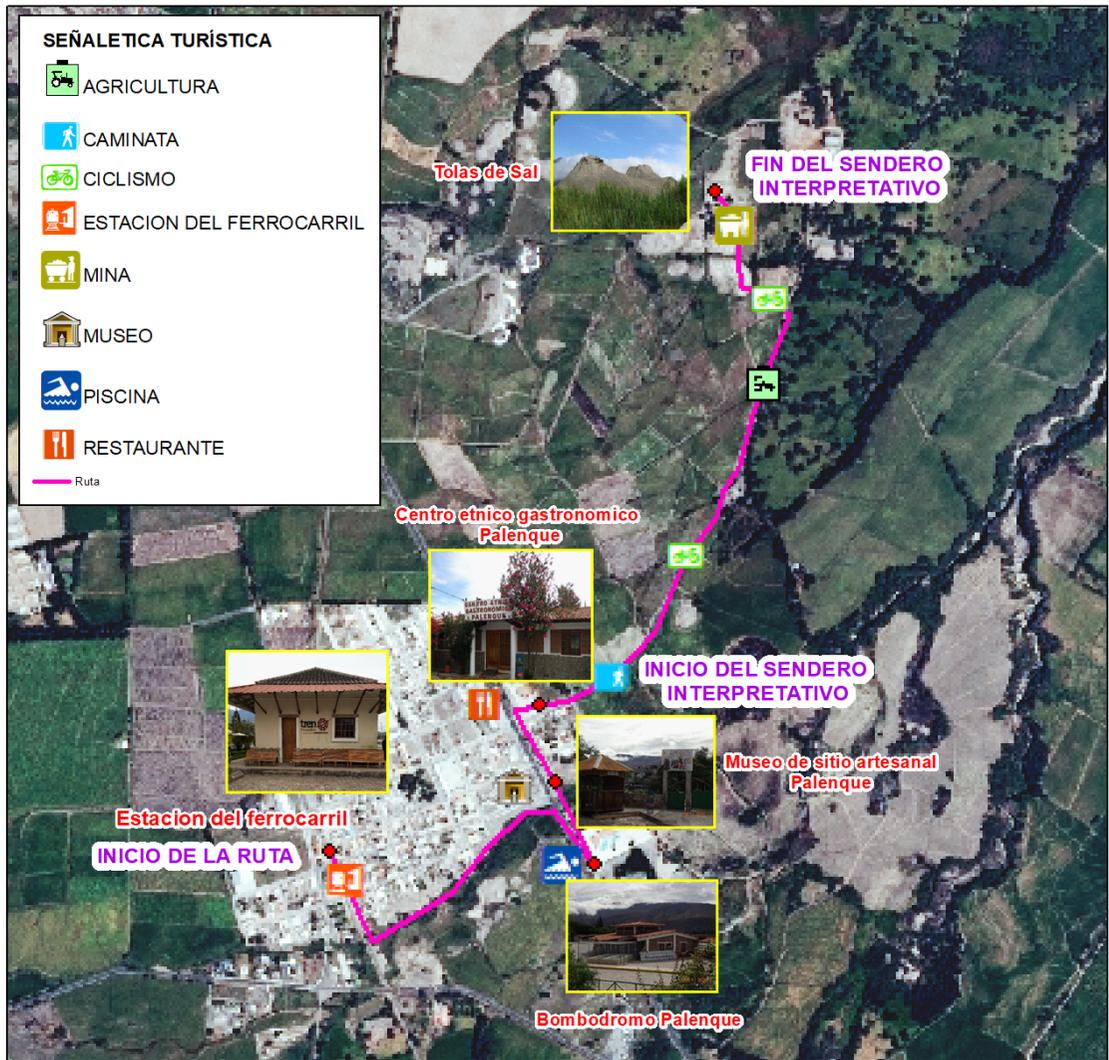


Anexo 16. Mapa de atractivos turísticos

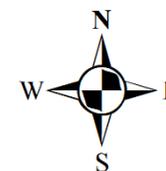


Anexo 17. Mapa de ruta y sendero interpretativo del geositio Salinas

MAPA DE LA RUTA Y SENDERO INTERPRETATIVO DEL GEOSITIO SALINAS



PROYECCIÓN UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
DATUM WGS 1984,
ZONA 17 HEMISFERIO SUR



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE			
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES			
CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES			
MAPA DE LA RUTA Y SENDERO INTERPRETATIVO DEL GEOSITIO SALINAS			
ELABORADO POR:	Santiago Guerrero	REVISADO POR:	Ing. Paúl Arias
ESCALA DE IMPRESIÓN:	1:8000	FECHA:	25/12/2020
FUENTE:	PROPIA	MAPA N°:	15