



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Ciencias Sociales

Escuela Profesional de Geografía

Cambios de cobertura y uso del suelo en el área de influencia de la carretera Iquitos – Nauta, Periodo 1985 – 2022

TESIS

Para optar el Título Profesional de Geógrafo

AUTOR

Jelver Jhonatan JARA CHÁVEZ

ASESOR

Dr. Alberto Enrique GARCÍA RIVERO

Lima, Perú

2023



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

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

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

Referencia bibliográfica

Jara, J. (2023). *Cambios de cobertura y uso del suelo en el área de influencia de la carretera Iquitos – Nauta, Periodo 1985 – 2022*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Sociales, Escuela Profesional de Geografía]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Jelver Jhonatan Jara Chavez
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	74178610
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0003-6509-5549
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Alberto Enrique García Rivero
Tipo de documento de identidad	Carné de extranjería emitido en Perú
Número de documento de identidad	CE / 001471365
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-8344-9529
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Miguel Ernesto Alva Huayaney
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	31654715
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Edwin Natividad Gabriel Campos
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40817384
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Robert Bartolomé Ramos Alonzo
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40905952
Datos de investigación	
Línea de investigación	E.4.1.4. Tecnologías de información geográfica
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento

Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Loreto Provincia: Maynas y Loreto Distritos: Punchana, Iquitos, Belen, San Juan Bautista, Fernando Lores y Nauta Área de influencia de la Carretera Iquitos – Nauta Latitud: -4.224928 Longitud: -73.482559
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2019 - 2023
URL de disciplinas OCDE	Sensores remotos http://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.07.04 Geografía física http://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.05.05





UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)

FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES

VICEDECANATO ACADEMICO

ACTA PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE GEÓGRAFO (A)

En Lima a los veintiséis días del mes de mayo del dos mil veintitrés, reunidos en el Salón de Grados de la Facultad de Ciencias Sociales, bajo la presidencia del Mag. Miguel Ernesto Alva Huayaney y con la asistencia de los miembros del Jurado y de la Vicedecana Académica de la Facultad, se dio inicio a la sustentación de la Tesis presentada por el Bachiller **JELVER JHONATAN JARA CHAVEZ**, para optar el **TÍTULO PROFESIONAL DE GEÓGRAFO (A)** titulada:

“CAMBIOS DE COBERTURA Y USO DEL SUELO EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA CARRETERA IQUITOS – NAUTA, PERÍODO 1985 – 2022”

A continuación, se formularon las preguntas y observaciones por parte de los miembros del Jurado. Luego de absueltas, el Jurado procedió a calificar la exposición de la Tesis obteniendo la nota:

DICISIETE (17)

El Jurado, de conformidad al Reglamento General de Grados y Títulos de la Facultad, acordó otorgar al Bachiller **Jelver Jhonatan Jara Chavez**, el **TÍTULO PROFESIONAL DE GEÓGRAFO(A)** y para dar constancia se extendió la presente Acta y firmaron:

Mag. Miguel Ernesto Alva Huayaney
Presidente

Mag. Edwin Natividad Gabriel Campos
Miembro

Mag. Robert Bartolome Ramos Alonzo
Miembro

Dr. Alberto Enrique García Rivero
Asesor



Firmado digitalmente por CASALINO
SEN Carlota Alicia FAU 20148092282
soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 01.06.2023 09:54:22 -05:00

Dra. Carlota Alicia Casalino Sen
Vicedecana Académica

Informe de Evaluación de Originalidad

1. Facultad: Ciencias Sociales
2. Escuela profesional: Geografía
3. Autoridad académica: Director de la Escuela Profesional de Geografía
4. Apellidos y Nombres de la autoridad académica: Juan Felipe Meléndez de la Cruz
5. Operador del programa informático de similitudes: Juan Felipe Meléndez de la Cruz
6. Documento evaluado (Tesis para Título Profesional de Geografía) ¹
7. Autor del documento (Jelver Jhonatan Jara Chavez) ²
8. Fecha de recepción de documento en la dirección EP/UPG: 24/05/2023
9. Fecha de aplicación del programa informático de similitudes: 24/05/2023
10. Software utilizado
 - Turnitin
11. Configuración del programa detector de similitudes
 - Excluye textos entrecomillados
 - Excluye bibliografía
 - Excluye cadenas menores a 40 palabras
 - Otro criterio (especificar)
12. Porcentaje de similitudes según programa detector de similitudes³: Índice de similitud Nueve (9) %
13. Fuentes originales de las similitudes encontradas ⁴: Publicaciones 8%, Fuentes de Internet 7%, Trabajos del Estudiante 2%
14. Observaciones
15. Calificación de originalidad
 - Documento cumple criterios de originalidad, sin observaciones.
16. Fecha del Informe 14/06/2023



Firmado digitalmente por MELENDEZ
DE LA CRUZ Juan Felipe FAU
20148092282 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 15.06.2023 15:40:33 -05:00

Firma del evaluador



Firmado digitalmente por MELENDEZ
DE LA CRUZ Juan Felipe FAU
20148092282 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 15.06.2023 15:41:00 -05:00

Firma del Director EP/UPG

¹ Tesis para grado o título de pregrado. Tesis para posgrado. Otro (especificar)

² Apellidos y nombres completos.

³ En letras y números

⁴ Indicarlas en orden decreciente y su respectivo porcentaje.

Cambios de cobertura y uso del suelo en el área de influencia de la carretera Iquitos – Nauta, período 1985 – 2022

por Jelver Jhonatan Jara Chavez

Fecha de entrega: 24-may-2023 09:32a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2100875008

Nombre del archivo: TESIS-JELVER_JHONATAN_JARA_CHAVEZ_CORREGIDO.pdf (17.91M)

Total de palabras: 32853

Total de caracteres: 173138

Cambios de cobertura y uso del suelo en el área de influencia de la carretera Iquitos – Nauta, período 1985 – 2022

INFORME DE ORIGINALIDAD

9%

INDICE DE SIMILITUD

7%

FUENTES DE INTERNET

8%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

ENCONTRAR COINCIDENCIAS CON TODAS LAS FUENTES (SOLO SE IMPRIMIRÁ LA FUENTE SELECCIONADA)

1%

★ www.proyectoalgarrobo.org.pe

Fuente de Internet

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 40 words

Excluir bibliografía

Activo

Cambios de cobertura y uso del suelo en el área de influencia de la carretera Iquitos – Nauta, período 1985 – 2022

INFORME DE GRADEMARK

NOTA FINAL

/0

COMENTARIOS GENERALES

Instructor

PÁGINA 1

PÁGINA 2

PÁGINA 3

PÁGINA 4

PÁGINA 5

PÁGINA 6

PÁGINA 7

PÁGINA 8

PÁGINA 9

PÁGINA 10

PÁGINA 11

PÁGINA 12

PÁGINA 13

PÁGINA 14

PÁGINA 15

PÁGINA 16

PÁGINA 17

PÁGINA 18

PÁGINA 19

DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada a mi familia quienes me han dado la oportunidad de poder estudiar la carrera de geografía. Asimismo, fueron quienes me dieron su apoyo económico y emocional para poder afrontar los diversos retos que se presentaron en el transcurso de la vida universitaria y lograr los objetivos planteados. Finalmente, dedicar la presente tesis a mis amigos quienes me brindan su apoyo incondicional en mi desarrollo profesional y personal.

AGRADECIMIENTO

Agradecer especialmente a mi asesor de tesis, el Dr. Alberto Enrique García Rivero, quien ha sido pieza fundamental para concretar la presente investigación a través de su apoyo académico y motivacional.

Agradecer a mi madre Luisa y a mi hermana Heny, quienes me han dado la motivación y la confianza de poder realizar la presente tesis.

A la jefatura de la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana quien me ha brindado la oportunidad de conocer indirectamente la problemática que ocurre en el área de estudio de la presente investigación. Asimismo, agradecer a mis amigos guardaparques y especialistas como Frank Pizango, Neisser Pinedo, José Pizango, Javier Ramírez, Juan Carlos Alvarado, Jeder Pizango, Germán López, Roger Alvarado, entre otros. Así como también a los guardaparques voluntarios como Junior Rodríguez, Luis Arévalo, Miguel López y Arbildo Pinche. Este último, fue de gran apoyo en el muestreo en campo de las coberturas y usos del suelo mediante la movilidad, el conocimiento del área de estudio y la estancia.

A los profesores de la Escuela Profesional de Geografía de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos quienes, a largo de 5 años, me han formado profesionalmente como geógrafo y sobre todo como persona consciente de las diversas problemáticas que ocurren en el territorio.

A mis amigos de la universidad, quienes compartimos experiencias y conocimientos para poder desenvolvemos en lo profesional y personal.

Finalmente, agradecer a usted lector que se ha tomado el tiempo de poder leer la presente investigación para los fines que usted crea conveniente.

TABLA DE CONTENIDOS

1	CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	3
1.1	SITUACIÓN PROBLEMÁTICA	5
1.2	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	7
1.2.1	PREGUNTA GENERAL.....	7
1.2.2	PREGUNTAS ESPECÍFICAS	7
1.3	OBJETIVOS.....	7
1.3.1	OBJETIVO GENERAL.....	7
1.3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
1.4	JUSTIFICACION.....	8
2	CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	9
2.1	ANTECEDENTES.....	9
2.2	BASES TEÓRICAS.....	12
2.2.1	TELEDETECCIÓN	12
2.2.2	PROGRAMA LANDSAT	15
2.2.3	COBERTURA Y USO DEL SUELO.....	18
2.2.4	CARRETERA IQUITOS – NAUTA.....	19
2.3	MARCO CONCEPTUAL.....	19
3	CAPÍTULO III: HIPÓTESIS	21
3.1	HIPÓTESIS.....	21
3.1.1	HIPÓTESIS GENERAL.....	21
3.1.2	HIPÓTESIS ESPECIFICAS (HE).....	21
3.2	VARIABLES	22
3.2.1	VARIABLE INDEPENDIENTE.....	22
3.2.2	VARIABLE DEPENDIENTE	22
4	CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA.....	25
4.1	FASES.....	26
4.1.1	FASE DE GABINETE	26
4.1.2	FASE DE CAMPO	37
4.1.3	FASE DE POSTCAMPO	37
4.2	INSTRUMENTOS Y HERRAMIENTAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS 37	
4.3	TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO DE DATOS.....	38
4.3.1	MATRIZ DE CONFUSIÓN	38

4.3.2	MATRIZ DE TRANSICIÓN.....	40
4.3.3	PRUEBA DE HIPÓTESIS	41
5	CAPÍTULO V: CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	44
5.1	CARACTERÍSTICAS FÍSICO-GEOGRÁFICAS	44
5.1.1	GEOLOGÍA.....	44
5.1.2	GEOMORFOLOGÍA.....	47
5.1.3	CLIMA.....	51
5.1.4	RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIALES.....	55
5.1.5	SUELOS	57
5.1.6	FLORA Y FAUNA.....	60
5.2	CARACTERÍSTICAS SOCIO-ECONÓMICAS.....	62
5.2.1	POBLACIÓN Y DEMOGRAFÍA	62
5.2.2	SERVICIOS BÁSICOS A LA POBLACIÓN.....	66
6	CAPÍTULO VI: RESULTADOS	69
6.1	COBERTURAS Y USOS DE SUELO IDENTIFICADAS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA CARRETERA IQUITOS-NAUTA, EN EL PERIODO DE 1985 A 2022	69
6.1.1	CUS NIVEL I: 1.- ÁREA ARTIFICIALIZADA (AA).....	70
6.1.2	CUS NIVEL I: 2.- AGROPECUARIO (AGRO).....	73
6.1.3	CUS NIVEL I: 3.- BOSQUE (B).....	76
6.1.4	CUS NIVEL I: 4.- CUERPOS DE AGUA (CA).....	78
6.2	MATRIZ DE CONFUSIÓN E ÍNDICE DE KAPPA.....	80
6.2.1	Matriz de Confusión	80
6.2.2	Índice de Kappa	83
6.3	COBERTURA Y USO DEL SUELO DEL NIVEL I.....	84
6.3.1	ESTADO DE LA COBERTURA Y USO DEL SUELO DEL NIVEL I DESDE 1985 HASTA EL 2022	84
6.3.2	EVOLUCION DE LA COBERTURA Y USO DEL SUELO DEL NIVEL I DESDE 1985 HASTA 2022.....	92
6.3.3	CAMBIOS DE LA COBERTURA Y USO DEL SUELO DEL NIVEL I DESDE 1985 HASTA 2022	98
6.3.4	PRUEBA DE HIPOTESIS PARA LA COBERTURA Y USO DEL SUELO DE NIVEL I.....	103
6.4	COBERTURA Y USO DEL SUELO DEL NIVEL II.....	107
6.4.1	ESTADO DE LA COBERTURA Y USO DEL SUELO DEL NIVEL II DESDE 1985 HASTA 2022	107

6.4.2	EVOLUCION DE LA COBERTURA Y USO DEL SUELO DEL NIVEL II DESDE 1985 HASTA 2022	119
6.4.3	CAMBIOS DE LA COBERTURA Y USO DEL SUELO DEL NIVEL II DESDE 1985 HASTA 2022	121
6.4.4	PRUEBA DE HIPOTESIS PARA LA COBERTURA Y USO DEL SUELO DE NIVEL II	130
6.5	ENTREVISTAS Y ENCUESTAS	136
7	CAPÍTULO VII: DISCUSION	146
8	CAPÍTULO VIII: CONCLUSIONES	150
9	CAPÍTULO IX: RECOMENDACIONES	152
10	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	153
11	ANEXOS	159

Índice de Figuras

Figura 1 Tipos de resolución en la teledetección.....	14
Figura 2 Delimitación del Área de influencia de la carretera Iquitos – Nauta propuesta en la Meso-ZEE.....	26
Figura 3 Delimitación del Área de influencia de la carretera Iquitos – Nauta propuesta en la Micro-ZEE.....	27
Figura 4 Mapa 01: Mapa de ubicación y delimitación del área de influencia de la carretera Iquitos – Nauta.....	29
Figura 5 <i>Mapa 02: Mapas de las Imágenes satelitales del área de estudio sin cobertura nubosa del año 1985, 1995, 2009 y 2022.</i>	32
Figura 6 <i>Mapa 03: Mapa de ubicación de los puntos de muestreo</i>	36
Figura 7 <i>Esquema metodológico de la investigación</i>	43
Figura 8 <i>Mapa 04: Mapa Geológico del área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta</i> ...46	
Figura 9 <i>Mapa 05: Mapa Geomorfológico del área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta</i>	50
Figura 10 <i>Gráfico de Temperatura de la ciudad de Iquitos</i>	52
Figura 11 <i>Gráfico de Precipitación de la ciudad de Iquitos</i>	53
Figura 12 <i>Mapa 06: Mapa Climático del área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta</i> .54	
Figura 13 <i>Mapa 07: Mapa Hidrográfico del área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta</i>	56
Figura 14 <i>Mapa 08: Mapa Edafológico del área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta</i>	59
Figura 15 <i>Mapa 09: Mapa de cobertura vegetal del área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta</i>	61
Figura 16 <i>Mapa 10: Mapa de distribución de Centros Poblados por Distritos</i>	63
Figura 17 <i>Mapa 11: Mapa de Densidad Poblacional por Centro Poblado del área de estudio</i>	65
Figura 18 <i>Verificación en campo de las Coberturas y uso del suelo</i>	70
Figura 19 <i>Categoría de Área Urbana (AU), ejemplo 1.</i>	71
Figura 20 <i>Categoría de Área Urbana (AU), ejemplo 2.</i>	71
Figura 21 <i>Categoría de Otras áreas sin vegetación (OSV), ejemplo 1.</i>	72
Figura 22 <i>Categoría de Otras áreas sin vegetación (OSV), ejemplo 2</i>	73
Figura 23 <i>Categoría de Cultivos (C).</i>	74
Figura 24 <i>Categoría de Vegetación Clara (VG), ejemplo 1.</i>	75
Figura 25 <i>Categoría de Vegetación Clara (VG), ejemplo 2.</i>	75
Figura 26 <i>Categoría de Vegetación Clara (VG), ejemplo 3.</i>	76
Figura 27 <i>Categoría de Bosque Primario (BP).</i>	77
Figura 28 <i>Categoría de Bosque Inundable (BI)</i>	78
Figura 29 <i>Categoría de Rio (R)</i>	79
Figura 30 <i>Categoría de Otros cuerpos de agua (OCA).</i>	80
Figura 31 <i>Cobertura y uso del suelo del Nivel I del área de estudio en el año 1985</i>	84
Figura 32 <i>Mapa 12: Mapa de cobertura y uso del suelo del Nivel I en el área de estudio para el año 1985.</i>	85
Figura 33 <i>Cobertura y uso del suelo del Nivel I del área de estudio en el año 1995</i>	86
Figura 34 <i>Mapa 13: Mapa de cobertura y uso del suelo del Nivel I en el área de estudio para el año 1995.</i>	87

Figura 35 Cobertura y uso del suelo del Nivel I del área de estudio en el año 2009.....	88
Figura 36 Mapa 14: Mapa de cobertura y uso del Nivel I en el área de estudio para el año 2009.....	89
Figura 37 Cobertura y uso del suelo del Nivel I del área de estudio en el año 2022.....	90
Figura 38 Mapa 15: Mapa de cobertura y uso del suelo del Nivel I en el área de estudio para el año 2022.....	91
Figura 39 Evolución de la cobertura y uso del suelo del Nivel I del área de estudio desde 1985 hasta el 2022.....	93
Figura 40 Variación de la Cobertura y uso del suelo del Nivel I del tipo: Área Artificializada (AA) en el área de estudio durante el periodo de 1985 hasta el 2022.....	95
Figura 41 Variación de la Cobertura y uso del suelo del Nivel I del tipo: Agropecuario (AGRO) en el área de estudio durante el periodo de 1985 hasta el 2022.....	96
Figura 42 Variación de la Cobertura y uso del suelo del Nivel I del tipo: Bosque (B) en el área de estudio durante el periodo de 1985 hasta el 2022.....	97
Figura 43 Variación de la Cobertura y uso del suelo del Nivel I del tipo: Cuerpo de Agua (CA) en el área de estudio durante el periodo de 1985 hasta el 2022.....	98
Figura 44 Ganancias y pérdidas de la Cobertura y uso del suelo del Nivel I.....	100
Figura 45 Cambios de cobertura y uso del suelo de Nivel I, en el área de estudio, durante el periodo 1985 -2022.....	101
Figura 46 Mapa 16: Mapa de cambios de cobertura y uso del suelo del Nivel I en el área de estudio durante del periodo 1985- 2022.....	102
Figura 47 Diagrama de dispersión y correlación de los cambios de la Cobertura y uso del suelo del Nivel I del tipo: Área Artificializada (AA) en el área de estudio durante el periodo de 1985 hasta el 2022.....	104
Figura 48 Diagrama de dispersión y correlación de los cambios de la Cobertura y uso del suelo del Nivel I del tipo: Agropecuario (AGRO) en el área de estudio durante el periodo de 1985 hasta el 2022.....	105
Figura 49 Diagrama de dispersión y correlación de los cambios de la Cobertura y uso del suelo del Nivel I del tipo: Bosque (B) en el área de estudio durante el periodo de 1985 hasta el 2022.....	105
Figura 50 Diagrama de dispersión y correlación de los cambios de la Cobertura y uso del suelo del Nivel I del tipo: Cuerpos de Agua (CA) en el área de estudio durante el periodo de 1985 hasta el 2022.....	106
Figura 51 Cobertura y uso del suelo del Nivel II del área de estudio en el año 1985.....	108
Figura 52 Mapa 17: Mapa de cobertura y uso del suelo del Nivel II del área de estudio en el Año 1985.....	109
Figura 53 Cobertura y uso del suelo del Nivel II del área de estudio en el año 1995.....	111
Figura 54 Mapa 18: Mapa de cobertura y uso del suelo del Nivel II del área de estudio en el Año 1995.....	112
Figura 55 Cobertura y uso del suelo del Nivel II del área de estudio en el año 2009.....	114
Figura 56 Mapa 19: Mapa de cobertura y uso del suelo del Nivel II del área de estudio en el Año 2009-.....	115
Figura 57 Cobertura y uso del suelo del Nivel II del área de estudio en el año 2022.....	117
Figura 58 Mapa 20: Mapa de cobertura y uso del suelo del Nivel II del área de estudio en el Año 2022-.....	118

Figura 59 Evolución de la cobertura y uso del suelo del Nivel II del área de estudio desde 1985 hasta el 2022	120
Figura 60 Evolución de la cobertura y uso del suelo de Nivel II de Nivel I: Área Artificializada, en el periodo 1985 - 2022	122
Figura 61 Evolución de la cobertura y uso del suelo de Nivel II de Nivel I: Agropecuario, en el periodo 1985 - 2022	123
Figura 62 Evolución de la cobertura y uso del suelo de Nivel II de Nivel I: Bosque, en el periodo 1985 – 2022	125
Figura 63 Evolución de la cobertura y uso del suelo de Nivel II de Nivel I: Cuerpo de Agua, en el periodo 1985 - 2022	126
Figura 64 Ganancias y Pérdidas de la CUS de Nivel II, en el área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta, periodo 1985 - 2022	127
Figura 65 Cambios de cobertura y uso del suelo de Nivel II durante el periodo 1985 -2022.	128
Figura 66 Mapa 21: Mapa de cambios de la cobertura y uso del suelo del Nivel II, periodo de 1985 al 2022.	129
Figura 67 Diagrama de dispersión y correlación de los cambios de la Cobertura y uso del suelo del Nivel II del tipo: Área Urbana (AU) en el área de estudio durante el periodo de 1985 hasta el 2022	132
Figura 68 Diagrama de dispersión y correlación de los cambios de la Cobertura y uso del suelo del Nivel II del tipo: Otras áreas sin vegetación (OASV) durante el periodo de 1985 hasta el 2022.....	133
Figura 69 Diagrama de dispersión y correlación de los cambios de la Cobertura y uso del suelo del Nivel II del tipo: Cultivos (CUL) en el área de estudio durante el periodo de 1985 hasta el 2022	133
Figura 70 Diagrama de dispersión y correlación de los cambios de la Cobertura y uso del suelo del Nivel II del tipo: Vegetación Clara (VEGC) en el área de estudio durante el periodo de 1985 hasta el 2022	134
Figura 71 Diagrama de dispersión y correlación de los cambios de la Cobertura y uso del suelo del Nivel II del tipo: Bosque Primario (BP) en el área de estudio durante el periodo de 1985 hasta el 2022	134
Figura 72 Diagrama de dispersión y correlación de los cambios de la Cobertura y uso del suelo del Nivel II del tipo: Bosque Inundable (BINUN) en el área de estudio durante el periodo de 1985 hasta el 2022	135
Figura 73 Diagrama de dispersión y correlación de los cambios de la Cobertura y uso del suelo del Nivel II del tipo: Río (R) en el área de estudio durante el periodo de 1985 hasta el 2022.....	135
Figura 74 Diagrama de dispersión y correlación de los cambios de la Cobertura y uso del suelo del Nivel II del tipo: Otros cuerpos de agua (OCAG) en el área de estudio durante el periodo de 1985 hasta el 2022.....	136
Figura 75 Realización de entrevistas	137
Figura 76 Historia de la Carretera Iquitos – Nauta.....	138
Figura 77 Vista de la Carretera Iquitos - Nauta.....	138
Figura 78 Vías de penetración perpendiculares a la Carretera Iquitos - Nauta.....	140
Figura 79 Actividades de piscicultura	141
Figura 80 Realización de encuestas.....	143

Figura 81 Realización de entrevistas	161
Figura 82 Realización de encuestas	161

Índice de Tablas

Tabla 1 Satélites del programa Landsat	15
Tabla 2 Características de las bandas del Satélite Landsat 5	17
Tabla 3 Características de las bandas del Satélite Landsat 9	18
Tabla 4 Operacionalización de la variable independiente	22
Tabla 5 Operacionalización de la variable dependiente	23
Tabla 6 Matriz de consistencia	24
Tabla 7 Imágenes Satelitales disponibles obtenidas mediante la programación en GEE.....	31
Tabla 8 Valores de los parámetros del tamaño de muestra.....	34
Tabla 9 Tamaño de muestra para el área de estudio.....	34
Tabla 10 Matriz de Confusión para las Coberturas y uso del suelo en el área de estudio ...	39
Tabla 11 Clasificación del Índice de Kappa	40
Tabla 12 Matriz de Transición para las Coberturas y uso del suelo en el área de estudio ..	41
Tabla 13 Grado de correlación de Pearson.....	42
Tabla 14 Unidades Geológicas dentro del área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta	44
Tabla 15 Unidades geomorfológicas del área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta .	47
Tabla 16 Datos de temperatura media mensual para la ciudad de Iquitos.....	51
Tabla 17 Cuerpos hidrográficos del área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta.....	55
Tabla 18 Tipo de suelos en el área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta	57
Tabla 19 Cobertura Vegetal en el área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta.....	60
Tabla 20 Principales especies de flora y fauna en el área de estudio.	60
Tabla 21 Población por distritos dentro del área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta.	62
Tabla 22 Población por clasificación de los Centros Poblados dentro del área de estudio .	64
Tabla 23 Distribución de la población a nivel de manzanas dentro del área de estudio.....	66
Tabla 24 Distribución de la viviendas y manzanas dentro del área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta.	67
Tabla 25 Acceso a los servicios básicos a nivel de vivienda dentro del área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta.	68
Tabla 26 Coberturas y usos del suelo identificada en el área de estudio.....	69
Tabla 27 Matriz de confusión de la cobertura y uso del suelo Nivel II del área de estudio para el año 2022.....	81
Tabla 28 Cobertura y uso del suelo del Nivel I del área de estudio en el año 1985	84
Tabla 29 Cobertura y uso del suelo del Nivel I del área de estudio en el año 1995	86
Tabla 30 Cobertura y uso del suelo del Nivel I del área de estudio en el año 2009	88
Tabla 31 Cobertura y uso del suelo del Nivel I del área de estudio en el año 2022	90
Tabla 32 Evolución de la cobertura y uso del suelo del Nivel I del área de estudio desde 1985 hasta el 2022	92
Tabla 33 Matriz de transición de la cobertura y uso del suelo del Nivel I en el periodo de 1985 - 2022	99

Tabla 34 <i>Indicadores de la variable independiente y dependiente de la cobertura y uso de los suelos de Nivel I, del área de estudio, en el periodo de 1985 - 2022</i>	103
Tabla 35 <i>Coeficiente de correlación y determinación de la variable independiente y dependiente de la cobertura y uso del suelo de Nivel I, del área de estudio, en el periodo de 1985 - 2022</i>	104
Tabla 36 <i>Cobertura y uso del suelo del Nivel II del área de estudio en el año 1985</i>	108
Tabla 37 <i>Cobertura y uso del suelo del Nivel II del área de estudio en el año 1995</i>	111
Tabla 38 <i>Cobertura y uso del suelo del Nivel II del área de estudio en el año 2009</i>	114
Tabla 39 <i>Cobertura y uso del suelo del Nivel II del área de estudio en el año 2022</i>	117
Tabla 40 <i>Cobertura y uso del suelo del Nivel II del área de estudio en el año 1985, 1995, 2009 y 2022</i>	119
Tabla 41 <i>Matriz de transición de la cobertura y uso del suelo Nivel II del área de estudio, en el periodo de 1985 - 2022</i>	121
Tabla 42 <i>Indicadores de la variable independiente y dependiente de la cobertura y uso de los suelos de Nivel II, del área de estudio, en el periodo de 1985 – 2022.</i>	130
Tabla 43 <i>Coeficiente de correlación y determinación de la variable independiente y dependiente de la cobertura y uso del suelo de Nivel II, del área de estudio, en el periodo de 1985 – 2022</i>	132
Tabla 44 <i>Relación de entrevistados en el área de estudio</i>	136
Tabla 45 <i>Estado de la concesión minera en el área de estudio</i>	142
Tabla 46 <i>Encuestas realizadas en campo</i>	144

LISTA DE ACRÓNIMOS

ANLA: Autoridad Nacional de Licencias Ambientales

CLC: Corine Land Cover

CONAM: Consejo Nacional del Ambiente

CUM: Capacidad de Uso Mayor de suelos

CUS: Cobertura y uso del suelo

ETM+: Enhanced Thematic Mapper Plus

GEE: Google Earth Engine

GORE: Gobierno Regional

GPS: Global Positioning System

IIAP: Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana

INEI: Instituto Nacional de Estadística e Informática

INGEMMET: Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico

INRENA: Instituto Nacional de Recursos Naturales

MINAM: Ministerio del Ambiente

MSS: Multispectral Scanner Sensor

OLI: Operational Land Imager

ONERN: Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales

RAISG: Red Amazónica de Información Socioambiental Georreferenciada

RBV: Return Beam Vidicon

RNAM: Reserva Nacional Allpahuayo Mishana

SENAMHI: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrografía del Perú

SIG: Sistema de Información Geográfica

TIRS: Thermal Infrared Sensor

TM: Thematic Mapper

USGS: United States Geological Survey

UTM: Universal Transversal Mercator

WGS84: Sistema Geodésico Mundial 1984

WRI: World Resources Institute

ZEE: Zonificación Ecológica y Económica

RESUMEN

En ambos márgenes de la carretera Iquitos - Nauta se presentan diversas coberturas y uso del suelo (CUS) como producto de la actividad agropecuaria, piscícola, expansión de áreas urbanas, aprovechamiento maderable, entre otros. Sin embargo, el desarrollo de estas actividades supone cambios en la CUS dentro del área de influencia de la mencionada carretera.

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el impacto que ha ocasionado la construcción y puesta en funcionamiento de la carretera Iquitos-Nauta sobre la cobertura y uso de suelo en su área de influencia, en el periodo de 1985 al 2022. Para ello, la metodología se basó en tres fases: la fase de gabinete, campo y post campo. En la fase de gabinete se recopiló toda información bibliográfica, geoespacial y temática del área de estudio; obteniendo así, mapas preliminares de CUS. Luego, en la fase de campo se realizaron el muestreo, las entrevistas, encuestas y se corrigió el mapa preliminar y, por último, en la fase post campo, se validó y se analizó los resultados obtenidos, en las dos anteriores fases, sobre los cambios de la CUS.

La investigación determinó que desde 1985 hasta el 2022 hubo un aumento en las coberturas y uso del suelo de Área Urbana, Otras áreas sin vegetación, Cultivos, Vegetación Clara y Otros cuerpos de agua. Por el contrario, ocurrió una disminución de las coberturas y uso del suelo de Bosque Primario, Bosque Inundable y Río, en el transcurso de 37 años.

Estos resultados están en correspondencia con diferentes autores e instituciones que plantean que la construcción y puesta en marcha de una nueva carretera en áreas amazónicas originan el fenómeno llamado “espina de pescado”, lo cual se evidencia en el área de influencia de la carretera Iquitos – Nauta.

Palabras claves: Cobertura y uso del Suelo, Carretera Iquitos – Nauta, Teledetección, Random Forest, Google Earth Engine.

ABSTRACT

On both sides of the Iquitos - Nauta highway, there is a variety of land cover and land use (CUS) as a result of agricultural activities, fish farming, expansion of urban areas, and timber exploitation, among others. However, the development of these activities implies changes in the CUS within the area of influence of the highway.

The objective of this research was to evaluate the impact of the construction and operation of the Iquitos-Nauta highway on the land cover and land use in its area of influence from 1985 to 2022. The methodology was based on three phases: the desk, field and post-field phases. In the desk phase, all the bibliographic, geospatial and thematic information of the study area was compiled, thus obtaining preliminary CUS maps. Then, in the field phase, sampling, interviews and surveys were carried out and the preliminary map was corrected, and finally, in the post-field phase, the results obtained in the two previous phases were validated and analysed with regard to changes in CUS.

The research determined that from 1985 to 2022 there was an increase in the land cover and land use of Urban Area, Other areas without vegetation, Crops, Clear Vegetation and Other water bodies. On the contrary, there was a decrease in the land cover and land use of Primary Forest, Flooded Forest and River, over the course of 37 years.

These results are in correspondence with different authors and institutions which state that the construction and implementation of a new road in Amazonian areas causes a phenomenon known as "fishbone", which is evident in the area of influence of the Iquitos - Nauta road.

Keywords: Land Cover and Land Use, Iquitos - Nauta Highway, Remote Sensing, Random Forest, Google Earth Engine.

1 CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

En la actualidad, existen diversas metodologías para el análisis geoespacial y temporal de la variación de la cobertura y uso del suelo (CUS) en una determinada área. A su vez, cada metodología requiere de diversas herramientas e insumos para realizar el respectivo análisis. Por ejemplo, el uso de imágenes satelitales, información temática de diferentes geoservidores, estudios previos, entre otros. Sin embargo, dentro un bosque tropical el estudio se torna un poco dificultoso debido a la presencia de cobertura nubosa, ya que limita el proceso de obtención temática de una determinada área de estudio.

Estas investigaciones son importantes porque caracterizan la dinámica en torno a la CUS que ha ocurrido dentro de un determinado espacio geográfico, donde generalmente la dinámica está influida por factores económicos, políticos, sociales, ambientales, entre otros. Más aún si se trata de un área donde puede existir una mayor biodiversidad de flora y fauna, como es el caso de los bosques tropicales.

François Mas y Flamenco Sandoval (2011) afirman que “a nivel mundial, existen cambios de cobertura y uso del suelo, como los presentados en algunos países de América Latina, puesto que Brasil, Ecuador, El Salvador, Honduras Paraguay y Venezuela; registran pérdidas de bosques, a un ritmo alarmante” (Citado en Rojas. 2017, p. 21).

En el caso peruano, la organización Plant Your Future (2014) menciona que “la Amazonía Peruana es una de las regiones con mayor grado de biodiversidad del mundo, siendo reconocida internacionalmente por su abundancia de animales raros, aves y vida vegetal” (p. 8). Sin embargo, en esta región se han ido incrementando los cambios de cobertura y uso del suelo en una dimensión espacial y temporal.

Dentro de este aspecto, se puede mencionar las construcciones viales dentro de un bosque tropical, la cual supone una red de conexión entre diferentes espacios, donde hay flujos

de personas y mercancías. Sin embargo, estas construcciones y deforestaciones se tornan cíclicas, es decir, mientras se deforesta para la construcción de una carretera, esta construcción trae consigo una nueva deforestación y la creación de nuevas vías, las cuales generalmente son perpendiculares a la red vial inicial.

Un ejemplo muy evidente es la construcción de la carretera Federico Basadre, la cual está ubicada en el departamento de Ucayali. Esta carretera presenta, en ambos lados de la vía, un alto nivel de deforestación, simulando el efecto llamado espina de pescado. En ese sentido, otro ejemplo evidente es la carretera Iquitos - Nauta, la cual presenta una dinámica muy notoria en torno a los cambios de la cobertura y uso del suelo que se desarrollan en ambas márgenes de esta red vial.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, la presente investigación está enfocada en analizar el impacto que ha ocasionado la construcción y la propia existencia de la carretera Iquitos – Nauta sobre los cambios de cobertura y usos del suelo, dentro del ámbito espacial y temporal de la carretera.

El presente trabajo de investigación está estructurado en 6 capítulos, los cuales son:

En el capítulo I está la introducción, donde se detalla de manera concisa la situación problemática, los objetivos y la justificación. Para así, tener un panorama preliminar de la presente investigación.

Luego, en el capítulo II se encuentra el marco teórico, donde se da a conocer las diferentes investigaciones que se realizaron en torno al área de estudio. Así como también, los estudios relacionados a los cambios de cobertura y uso del suelo y definiciones conceptuales. Todo ello servirá como apoyo en las bases teóricas para el análisis, desarrollo y discusión del presente estudio.

En el capítulo III se plantea la hipótesis general y específicas, las variables dependientes e independientes con sus respectivos indicadores para analizar la cobertura y uso del suelo en el área de estudio y la Matriz de Consistencia.

En el capítulo IV del Marco Metodológico se detalla el proceso sistemático para obtener resultados confiables en torno a los cambios de cobertura y uso del suelo, las cuales se dividirán en tres etapas: etapa de gabinete, campo y post campo.

Después, en el capítulo V se desarrolla una caracterización del área de estudio en función a sus características físicas, biológicas, sociales, económicas, entre otras.

Luego, en el capítulo VI se muestran los resultados obtenidos mediante las actividades realizadas en gabinete, campo y post campo.

Posteriormente, en el capítulo VII se realiza la discusión de los resultados obtenidos a través de la metodología planteada.

Por último, en el capítulo VIII se realizan las conclusiones y se plantean las recomendaciones que puedan realizar, en el marco de su competencia las autoridades, la población, entidades público/privadas, ONG y entre otras entidades u organismos que puedan utilizar la presente investigación para fines que crean conveniente.

1.1 SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

Generalmente la intervención antrópica dentro de un bosque tropical tiene un impacto negativo, el cual puede estar motivado por la expansión urbana, usos agropecuarios, aprovechamientos de los recursos, entre otras actividades. Esto se traduce en la transformación de la superficie y el uso que se le da a un espacio intervenido.

La Amazonía peruana es vulnerable a estos procesos de cambios de cobertura y usos del suelo. Según Coronado et al. (2020) “El principal impulsor de la deforestación y

degradación de los bosques amazónicos peruanos es la apertura de nuevas carreteras y los departamentos con extensas áreas de bosques y turberas como Loreto son vulnerables a dichos impactos” (p. 80).

En ese contexto, desde la construcción de la carretera Iquitos-Nauta, se viene desarrollando una dinámica notoria en torno a los cambios de la cobertura y uso del suelo que se presentan en ambos márgenes de la mencionada carretera. “Esta carretera se empezó a construir a inicios de 1970” (Rengifo, 2017, p.15).

En la actualidad se puede evidenciar la deforestación casi perpendicular a la carretera. Según Visión Amazónica (2018) cada vez que se habilita una red vial en la región amazónica se desarrolla un fenómeno, visto desde lo alto, conocido como “espina de pescado”. Este fenómeno se caracteriza por fragmentar la Amazonía a través de la continua deforestación.

En ese sentido, este efecto de “espina de pescado” se ha ido formando en el transcurso del tiempo dentro de la delimitación del área de influencia de la carretera Iquitos – Nauta. Según Gomez y Tamariz (1999) afirman que esta deforestación “es consecuencia en parte de los cambios sociales y políticos que ha sufrido el país en las últimas dos décadas; generando un proceso de colonización espontánea o dirigida con la esperanza de mejorar sus condiciones de vida” (Citado en Sifuentes, 2012, p. 4).

Por lo tanto, es claro que existe una dinámica en torno a los cambios de cobertura y usos de suelo que se han ido desarrollando a lo largo del tiempo desde la construcción de esta carretera; y esto a su vez, ha generado un impacto negativo dentro del bosque tropical. Entonces, desde la construcción de la carretera Iquitos - Nauta cabe reflexionar y cuestionar las siguientes preguntas de investigación.

1.2 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

1.2.1 PREGUNTA GENERAL

¿Cuál ha sido el impacto que ha ocasionado la construcción y puesta en funcionamiento de la carretera Iquitos - Nauta sobre la cobertura y uso de suelo, en su área de influencia, en el periodo de 1985 al 2022?

1.2.2 PREGUNTAS ESPECÍFICAS

¿Cuáles son los tipos de coberturas y usos de suelos que han estado presentes en el área de influencia de la carretera Iquitos – Nauta, en el periodo de 1985 hasta el 2022?

¿Cómo ha variado el área ocupada por las diferentes coberturas y usos de suelos en el área de influencia de la carretera Iquitos – Nauta, en el periodo de 1985 hasta el 2022?

¿Cuáles han sido los factores y condiciones que han contribuido a los cambios de cobertura y uso del suelo que se han dado en el área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta, en el periodo de 1985 hasta el 2022?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el impacto que ha ocasionado la construcción y puesta en funcionamiento de la carretera Iquitos-Nauta sobre la cobertura y uso de suelo, en su área de influencia, en el periodo de 1985 al 2022

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar los tipos de coberturas y usos de suelos que han estado presentes en el área de influencia de la carretera Iquitos – Nauta, en el periodo de 1985 hasta el 2022.

- Determinar cómo ha variado el área ocupada por las diferentes coberturas y usos de suelos en el área de influencia de la carretera Iquitos – Nauta, en el periodo de 1985 hasta el 2022.

- Analizar cuáles han sido los factores y condiciones que han contribuido a los cambios de cobertura y uso del suelo que se han dado en el área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta, en el periodo de 1985 hasta el 2022.

1.4 JUSTIFICACION

Esta investigación busca evaluar los cambios de cobertura y uso del suelo a partir de la construcción de la carretera Iquitos-Nauta en el año 1985, la cual se abordará mediante una propuesta metodológica sobre la clasificación de las imágenes satelitales y la validación en campo, obteniendo así una información geoespacial corregida y confiable. Además de obtener los datos geoespaciales, con el análisis de estos cambios se dará a conocer los problemas socioambientales que se desarrollan en el área de estudio.

Por otro lado, los resultados se convertirán en una información relevante para la población y autoridades competentes, informándose sobre los efectos y el porqué de la acción antrópica hacia ambas márgenes de la carretera.

Los resultados de la investigación tendrán validez para la toma de decisiones políticas-ambientales. Sumado a ello, los cambios de cobertura y uso del suelo son catalogados como estudios especializados; por ende, estos resultados tendrán un alcance notorio para los instrumentos técnicos sustentatorios, dentro del contexto del Ordenamiento Territorial.

2 CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES

Es importante considerar que generalmente los cambios de cobertura y uso del suelo dentro de un bosque, inicialmente va acompañado de la deforestación antrópica, buscando el beneficio para el hombre, ya sea a través del aprovechamiento de los recursos maderables, para fines agropecuarios, expansión urbana, entre otros.

Con respecto al análisis de las coberturas y uso del suelo a nivel nacional, Rodríguez (2018) menciona el estudio de la superficie deforestada que realizó el Ministerio del Ambiente (MINAM), en el 2015; en el cual utilizó imágenes satelitales del programa Landsat, logrando obtener como resultado 1 315 673 ha deforestadas desde el año 2000 al 2014. Además, se menciona que desde el año 2010 al 2014 se ha obtenido una tasa de pérdida de bosque primario de 103 819 ha/año, obteniendo una superficie deforestada de 415 278 ha en tan solo 14 años; dentro del cual el 86% de la superficie de las áreas deforestadas se encuentran distribuidas en las regiones de Loreto, Madre de Dios, Huánuco, San Martín y Ucayali.

De acuerdo al estudio que realizó el MINAM, es notorio que la deforestación ha tenido una mayor superficie desde las últimas décadas. Por ello, es importante considerar la deforestación como un proceso relevante en los cambios de cobertura y uso del suelo.

En el caso del departamento de Loreto, los estudios relacionados a la dinámica de cobertura arbórea se presentan en los dashboards de Global Forest Watch (GFW), elaborado por el World Resources Institute (WRI). Estos estudios utilizan imágenes de satélite Landsat y algoritmos de aprendizaje en el campo de la teledetección, para ver el cambio forestal a nivel global. Es por ello que el GFW (2022) afirma que entre el 2001 al 2021 el departamento de Loreto “perdió 776 000 ha de cobertura arbórea, lo que equivale a una disminución del 2.1% de la cobertura arbórea desde 2000”.

Otro estudio reciente, relacionado a la cobertura y uso de la tierra en la Amazonía peruana, es presentado por la Red Amazónica de Información Socioambiental Georreferenciada (RAISG) en el proyecto denominado “Mapeo Anual de Cobertura y Uso del Suelo de la Amazonía”, a través de la plataforma geoespacial MapBiomias Amazonía - Versión 4.0. Este proyecto utiliza la colección de imágenes satelitales del programa Landsat y el Machine Learning mediante la técnica de Random Forest para la clasificación de las imágenes satelitales desde 1985 hasta el 2021. En el caso del departamento de Loreto, MapBiomias Amazonía (2022) evidencia que entre el periodo de 1985 y 2021 las coberturas y usos de los suelos de Nivel I que han perdido su superficie son el Bosque natural con una disminución de -545385.47 ha y las Áreas sin vegetación con -12 942.47 ha, las cuales representan un porcentaje de disminución de -1.56% y -27.16%, respectivamente. En cuanto a las áreas que han obtenido un incremento en su superficie es la clase Agropecuaria y silvicultura con un crecimiento de 531 785.09 ha, la Formación natural no forestal con un área de 9 736.79 ha y los Cuerpos de agua con un aumento de 16 806.06 ha, las cuales representan un porcentaje de ganancia de 80.92%, 0.93% y 2.33%, respectivamente.

En cuanto a la clasificación de las imágenes satelitales por el método Random Forrest, Cachay (2023) sustentó su tesis titulada “Cambios de las coberturas y usos del suelo en la microcuenca del río Jucusbamba, Amazonas (Perú), 1992-2052”. Este estudio tuvo como finalidad analizar los cambios de las coberturas y usos del suelo de la mencionada microcuenca durante el periodo de 1992-2052. Para ello, clasificó imágenes satelitales del programa Landsat y Sentinel, los cuales fueron desde 1992 al 2007 y del 2022, respectivamente. Asimismo, para la clasificación se utilizó el método Random Forest en la plataforma de Google Earth Engine (GEE). El autor concluye que, en la clasificación de cambios de Cobertura y uso del suelo, el método utilizado logró obtener información temática precisa y la evolución relacionada a estos cambios.

De igual manera, Nalvarte y Mamani (2021) en su tesis titulada “Análisis espacio temporal del uso de suelo en concesiones de Castaña mediante la aplicación de imágenes del satélite Landsat en la microcuenca Manuripe - Madre de Dios, períodos 2004-2020” evaluaron el cambio espacial y temporal de uso del suelo en las concesiones de castaña, ubicadas en la microcuenca del río Manuripe - Madre de Dios, durante los períodos 2004-2020. En relación ello, se utilizaron técnicas de teledetección para procesar las imágenes de los satélites Landsat 5 y 8, tales como la clasificación supervisada Random Forest para la cuantificación de la cobertura y uso de suelo. Las autoras determinaron la medición de la precisión de la clasificación de las imágenes satelitales; obteniendo así, precisiones globales entre 84 - 85 % con un coeficiente Kappa entre 0,79 - 0,80.

Entonces es claro que la clasificación supervisada de imágenes satelitales por el método Random Forest ofrece una mayor precisión a la misma, lo cual es imprescindible en el análisis de la cobertura y uso del suelo en una determinada área. Por ello, es importante considerar este método para la presente investigación.

Ahora, dentro del área de influencia de la carretera Iquitos – Nauta, se han realizado dos investigaciones de Zonificación Ecológica y Económica (ZEE). El primer estudio por parte del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) y el Proyecto Araucaria Amazonas Nauta (AECI) sobre la meso-ZEE y el segundo estudio por parte del IIAP, en coordinación con los gobiernos regionales y locales (provinciales y distritales) para la elaboración de la micro-ZEE. El primer y el segundo estudio fueron publicados en el año 2002 y 2013, respectivamente. Asimismo, cabe mencionar que la delimitación del área de estudio propuesta en ambos estudios, difieren el uno del otro.

Según la meso-ZEE del IIAP (2002), para el 2002 el área cuantificada de la acción antrópica había llegado hasta el 20.61 % del área total de estudio que comprendía 376 856 ha,

es decir, se cuantificó un área intervenida por la mano del hombre de 77 676 ha. Dentro de estas áreas intervenidas se encontraban diferentes usos y coberturas del suelo como purma, chacras, bosques secundarios, entre otros. Asimismo, se menciona que la tasa media de deforestación ha ido incrementándose desde 1972 al 2000, llegando a obtener un incremento mayor representando una tasa media de deforestación 0.79%, durante el intervalo de 1995 hasta el año 2000.

En el año 2013, con la nueva investigación sobre la ZEE a nivel micro y la nueva delimitación del área de estudio, se identifican 5 grandes zonas: “Zonas Productivas con 179 417 ha (67.94%), Protección y Conservación Ecológica con 60 381 ha (22.85%), Recuperación con 16 236 ha (6.16%), Tratamiento Especial con 2249 ha (0.85 %) y Urbano-Industriales con 5803 ha (2.2%)” (IIAP, 2013, p. 153).

Según el IIAP (2013) dentro de la clasificación de las zonas productivas están las zonas para cultivos permanentes con un total de 82 470 ha, las cuales representan el área más extensa con un 31.23% del área total de las 5 grandes Zonas Ecológicas y Económicas. No obstante, en estas zonas existen áreas con cobertura boscosa que deben ser conservadas.

Entonces, es claro que dentro del área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta se viene dando un proceso acelerado en los cambios de cobertura y uso de suelo. Por ello, es necesario conocer la significancia de estos cambios en el área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 TELEDETECCIÓN

La teledetección es un método o técnica de adquisición de información a través de sensores que poseen los satélites. Esta adquisición puede realizarse mediante un sensor activo o pasivo. En el caso del sensor activo, este tiene que emitir su propia radiación electromagnética

hacia una determinada superficie y por la radiación reflejada obtiene información de la misma. Caso contrario ocurre con el sensor pasivo, el cual no emite radiación electromagnética, sino que adquiere la información de una superficie a través de la radiación electromagnética producida por el sol.

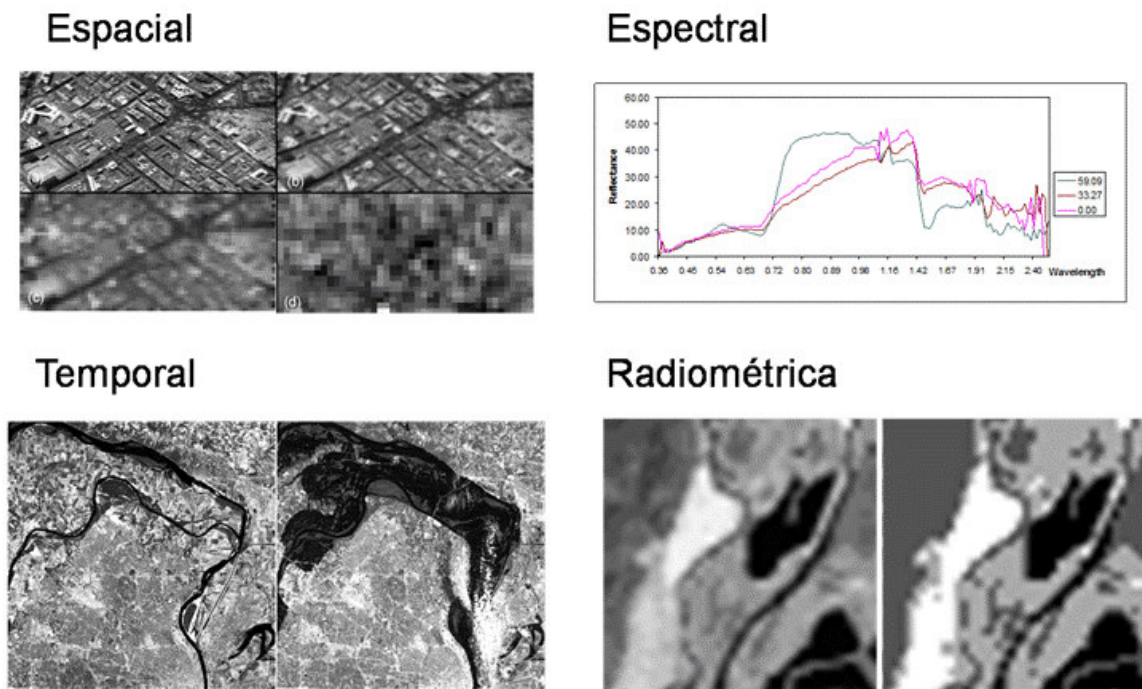
La radiación electromagnética es consecuencia de la interacción de campos eléctricos y magnéticos, la cual se propaga en ondas electromagnéticas como la luz, los rayos X o gamma. Esta radiación es captada por el sensor del satélite, el cual puede poseer diversas resoluciones en la producción de la imagen satelital, tal como se puede observar en la Figura 1 y en los siguientes conceptos:

- **Resolución Espacial:** Referida al tamaño del pixel de la imagen satelital. La resolución espacial depende de la altura orbital del satélite y tipo de sensor. Por ejemplo, en el caso del satélite Landsat 9 posee una resolución espacial de 15 m para la banda pancromática, 100 m para las bandas termales y el resto de bandas a una resolución espacial de 30 m.
- **Resolución Espectral:** Referida a la cantidad de bandas (longitudes de onda) que puede diferenciar el sensor del satélite, en pocas palabras, depende del sensor del satélite. Por ejemplo, en el caso del satélite Landsat 9 posee dos sensores: nueve bandas para el sensor Operational Land Imager - 2 (OLI - 2) OLI y dos bandas para el sensor Thermal Infrared Sensor - 2 (TIRS - 2).
- **Resolución Temporal:** Referida al tiempo o periodo que demora el satélite al pasar dos veces sobre una superficie. Por ejemplo, en el caso del satélite Landsat 9 la resolución temporal es de 16 días.
- **Resolución Radiométrica:** Referida a la capacidad del sensor en diferenciar señales electromagnéticas. Mientras más capacidad posea el sensor, mayor será el número de intervalos de intensidad, los cuales se miden en bits.

- **Resolución Angular:** Referida a la capacidad del sensor para captar imágenes de una determinada superficie en diferentes ángulos, la cual puede permitir técnicas de estereoscopia.

Figura 1

Tipos de resolución en la teledetección.



Nota: Adaptada de Ingeoexpert, 2018.

La teledetección “surge y se desarrolla en el siglo XX, distinguiéndose en su evolución dos etapas básicas, la teledetección área y la teledetección espacial” (Sobrino, 2001, p. 20). Asimismo, el desarrollo de los satélites artificiales marcó un punto de inflexión en los años 60 para la denominada era espacial.

La teledetección es un tipo de geotecnología que permite obtener información de manera remota, las cuales son obtenidas mediante procesos físicos que ocurren en la atmósfera y en la superficie terrestre. Tal como lo plantea Chuvieco (2008) “la teledetección es una técnica que permite obtener información digital de los objetos situados sobre la superficie terrestre, sin necesidad de tener contacto directo con ellos” (Citado en Tuesta, 2018, p.16)

Según Buzai (2017), la “geotecnología genera un Paradigma Geográfico o forma de ver la realidad geográfica que la Geografía brinda al resto de las disciplinas”. Esta geotecnología tiene impacto sobre las Ciencias Básicas como la Física o Biología; así como también, en las Ciencias Sociales como la Arqueología o en la misma Geografía.

En la presente investigación se utilizará la teledetección para poder detectar los cambios que se han dado en el área de estudio, desde el periodo de 1985 hasta el 2022. Para ello, se utilizarán imágenes satelitales con la finalidad de obtener datos en el área de estudio y tiempo propuesto. Esto permitirá cualificar y cuantificar los cambios de la cobertura y uso del suelo que se han dado en el área de estudio. “Las características orbitales de los satélites de observación terrestre les permiten adquirir imágenes repetitivas de toda la tierra, en condiciones comparables de observación, lo que resulta idóneo para abordar estudios multitemporales” (Chuvieco, 2008, p.36).

2.2.2 PROGRAMA LANDSAT

El programa Landsat es una serie de satélites desarrollados y administrados por la NASA y la USGS. Actualmente, este programa cuenta con tres satélites operativos que dotan productos satelitales de diferente resolución espacial, radiométrica, espectral, temporal y angular. Toda la serie de satélites del programa Landsat se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1

Satélites del programa Landsat

Satélite	Sensor	Puesta en Órbita	Término de la misión
Landsat 1	MSS	1972	1978
Landsat 2	MSS	1975	1982
Landsat 3	MSS	1978	1983
Landsat 4	MSS	1982	1993
Landsat 5	TM	1984	2013
Landsat 7	ETM+	1999 - Actualidad	-
Landsat 8	OLI - TIRS	2013 - Actualidad	-
Landsat 9	OLI 2 - TIRS 2	2021 - Actualidad	-

Nota: El satélite Landsat 6 no logró alcanzar su órbita. Adaptado de la USGS (2023)

El primer satélite, del programa Landsat, fue puesto en órbita en el año 1972. Este satélite contaba con los sensores Multispectral Scanner Sensor (MSS) y Return Beam Vidicon (RBV), los cuales otorgaban productos a una resolución espacial de 80 m con tres bandas espectrales y una resolución espacial de 79 m con cuatro bandas espectrales, respectivamente por cada sensor. Además, estos productos poseían una resolución radiométrica de 8 bits y estas características del satélite se mantuvieron en el satélite Landsat 2, el cual fue puesto en órbita en 1975.

En el año 1978 fue puesto en órbita el satélite Landsat 3, el cual presentaba los mismos sensores que el satélite Landsat 1 y 2; pero a diferencia de ellos, el sensor RVB poseía una sola banda con una resolución espacial de 40 m y el sensor MSS poseía cinco bandas espectrales con una resolución espacial de 79 m y 240 m.

Para el año 1982, el satélite Landsat 4 es puesto en órbita con el sensor MSS otorgando imágenes satelitales a una resolución espacial de 80 m con cuatro bandas espectrales. No obstante, en el año 1983 se implementa el sensor Thematic Mapper (TM) con siete bandas espectrales a una resolución espacial de 120 m para la banda pancromática y 30 m para las restantes.

A partir de 1984, el satélite Landsat 5 es puesto en órbita con el sensor Thematic Mapper (TM), el cual otorgaba productos satelitales con una resolución espacial de 30 m, una resolución radiométrica de 8 bits y siete bandas espectrales. Los productos de este satélite incluían a una banda termal que tenía una resolución espacial de 120 m, pero luego se remuestreaba a 30 m.

Para el presente estudio se utilizarán imágenes satelitales de los satélites Landsat 5 y Landsat 9. Por ello, las características de las bandas del satélite Landsat 5 se muestran en la Tabla 2 y las características de las bandas del satélite Landsat 9 en la Tabla 3.

Tabla 2*Características de las bandas del Satélite Landsat 5*

Nota: En el año 2013 el satélite Landsat 5 dejó de adquirir imágenes. Adaptado de Google Developers (2023)

En el año 1999 se lanza el satélite Landsat 7 con el sensor Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM +), el cual otorga productos a una resolución espacial de 30 m y con una resolución temporal de 16 días. No obstante, este satélite posee una resolución radiométrica de 16 bits, una banda pancromática con una resolución espacial de 15 m y dos bandas termales (una de alta ganancia y otra de baja ganancia). Sin embargo, en el año 2002, este satélite “presentó una falla, por la cual se comenzaron a generar imágenes satelitales llamadas SLC, por sus siglas en inglés Scan Line Corrector” (González, 2018, p. 8). A pesar de este problema, el satélite sigue

Nº	Banda	Sensor	Longitud de Onda (µm)	Resolución Espacial (m)	Resolución Radiométrica
1	Azul	TM	0.45 - 0.52	30	8 bits
2	Verde	TM	0.52 - 0.60	30	8 bits
3	Rojo	TM	0.63 - 0.69	30	8 bits
4	Infrarrojo Cercano (NIR)	TM	0.77 - 0.90	30	8 bits
5	Onda Corta Infrarroja (SWIR) 1	TM	1.55 - 1.75	30	8 bits
6	Termal	TM	10.4 - 12.50	120	8 bits
7	Onda Corta Infrarroja (SWIR) 2	TM	2.08 - 2.35	30	8 bits

vigente a la fecha otorgando productos satelitales, pero con ciertas fallas.

Para el año 2013 se lanza el satélite Landsat 8 con los sensores Operational Land Imager (OLI) y Thermal Infrared Sensor (TIRS), el cual brinda imágenes satelitales con una resolución espacial de 30 m, una resolución radiométrica de 12 bits y once bandas espectrales. Dentro de estas bandas, se encuentran dos bandas termales y una banda pancromática, los cuales poseen una resolución espacial de 120 m y 15 m, respectivamente.

Finalmente, para el año 2021, se lanza el satélite Landsat 9 con los sensores Operational Land Imager 2 (OLI - 2) y Thermal Infrared Sensor 2 (TIRS - 2) que posee las mismas características de los sensores del satélite Landsat 8. Sin embargo, la principal ventaja es que se puede combinar los productos de ambos satélites, obteniendo así una resolución temporal

de ocho días. En la Tabla 3 se muestran, a mayor detalle, las características de las bandas del Satélite Landsat 9.

Tabla 3

Características de las bandas del Satélite Landsat 9

Nº	Banda	Sensor	Longitud de Onda (µm)	Resolución Espacial (m)	Resolución Radiométrica
1	Ultra Azul (Costero/aerosol)	OLI 2	0.435 - 0.451	30	12 bits
2	Azul	OLI 2	0.452 - 0.512	30	12 bits
3	Verde	OLI 2	0.533 - 0.590	30	12 bits
4	Rojo	OLI 2	0.636 - 0.673	30	12 bits
5	Infrarrojo Cercano (NIR)	OLI 2	0.851 - 0.879	30	12 bits
6	Onda Corta Infrarroja (SWIR) 1	OLI 2	1.566-1.651	30	12 bits
7	Onda Corta Infrarroja (SWIR) 2	OLI 2	2.107-2.294	30	12 bits
8	Pancromática	OLI 2	0.52 - 0.90	15	12 bits
9	Cirrus	OLI 2	1.36 - 1.38	30	12 bits
10	Infrarrojo Térmico 1	TIRS	10.60 - 11.19	100/30	12 bits
11	Infrarrojo Térmico 2	TIRS	11.50 - 12.51	100/30	12 bits

Nota: Actualmente el satélite Landsat 9 sigue adquiriendo imágenes. Adaptado de Google Developers (2023)

2.2.3 COBERTURA Y USO DEL SUELO

En la presente investigación, el objeto de estudio es la dinámica de las coberturas y usos de los suelos que se han desarrollado en el área de influencia de la carretera Iquitos – Nauta desde el periodo de 1985 hasta el 2022. Estas se identificarán mediante la teledetección y se verificarán en campo para poder tener un resultado con mayor validez. Con relación a ello, la identificación de la CUS en un determinado territorio permite entender cuál es y cuál ha sido la dinámica que se ha desarrollado en él. Sin embargo, se debe entender que la cobertura y uso que se da al suelo son características independientes entre sí; tal como lo plantea Rawat & Kumar (2015) “la cobertura terrestre se refiere a las características físicas de la superficie de la tierra, (...) El uso de la tierra se refiere a la forma en que la tierra ha sido utilizada por los humanos y su hábitat” (Citado en Saavedra, 2019, p.20).

2.2.4 CARRETERA IQUITOS – NAUTA

En la actualidad, esta carretera tiene una longitud aproximada de 95 km y se encuentra asfaltada desde la ciudad de Iquitos hasta la ciudad Nauta. Esta conexión supone un intercambio de flujos de personas y mercancías. Para Sifuentes (2012) “la construcción de la carretera se inició en 1970, sin ningún estudio previo, sólo se hicieron estudios de suelos, bosques y de impacto ambiental de manera superficial” (p. 30). No obstante, la disponibilidad de imágenes satelitales, en el área de influencia de la carretera Iquitos – Nauta, a una resolución espacial de 30 m se da a partir de los años 80s; teniendo en cuenta la continua presencia de cobertura nubosa en el área de estudio. Sumado a ello, para el año 1985 el avance de esta carretera llegó a un 84.70%, es decir, 79.99 km de longitud.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, dada la disponibilidad de imágenes satelitales del programa Landsat y las características de los productos satelitales como la resolución espacial, espectral y porcentaje de cobertura nubosa, se define como periodo de estudio desde 1985 hasta el 2022 tomando en consideración los productos satelitales del Landsat 5 y Landsat 9.

2.3 MARCO CONCEPTUAL

Área de influencia: Para la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), (2018) “el área de influencia es aquella en la que se manifiestan los impactos ambientales significativos derivados del desarrollo del proyecto, obra o actividad, en cualquiera de sus fases, sobre los componentes de los medios abiótico, biótico y socioeconómico” (p. 15).

Cambio del uso y cobertura del suelo: Para Soares-Filho et al. (2004), el cambio del uso y cobertura del suelo es el “término utilizado para indicar las modificaciones que se realizan sobre la superficie terrestre causadas por la actividad humana y/o las perturbaciones a través del tiempo” (Citado en Tuesta, 2018, p.41).

Cobertura de suelo y Uso del Suelo: Para Cano y Navarro (2012) afirman que existen dos tipos de ocupación del suelo: “La cobertura del suelo o categorización de la superficie terrestre en distintas unidades según sus propiedades biofísicas (..) El uso del suelo o caracterización del territorio de acuerdo con su dimensión funcional o su dedicación socioeconómica actual” (p. 18).

Corine Land Cover: Según el MINAM et al. (2014a) es “una metodología para la construcción de mapas de cobertura y uso de la tierra. Emplea una leyenda jerárquica, que vincula distintos niveles de detalle espacial (escala espacial) con distintos niveles de detalle temático (niveles de la leyenda jerárquica)” (p. 12).

Random Forest: Random Forest es un algoritmo de aprendizaje automático donde utilizar árboles de decisión para mejorar la clasificación supervisada de las imágenes satelitales. Según el MINAM (2014a), el algoritmo construye ciento de árboles de decisión, el cual cada árbol divide el conjunto de datos en función a la etiqueta y características de la imagen satelital; logrando así, implementar un sistema de “votos” entre el conjunto de árboles para “decidir” la clase dada por el valor del pixel.

Google Earth Engine: Según Solorzano y Perilla (2022) Google Earth Engine (GEE) “es una plataforma desarrollada por Google que permite realizar procesamientos geoespaciales a gran escala, utilizando bases de datos con millones de estos” (p. 5).

3 CAPÍTULO III: HIPÓTESIS

3.1 HIPÓTESIS

3.1.1 HIPÓTESIS GENERAL

- **HG-1:** La construcción y puesta en funcionamiento de la carretera Iquitos - Nauta ha ocasionado un fuerte impacto sobre la cobertura y uso de suelo principalmente por la pérdida de cobertura boscosas e incremento de áreas urbanas y agropecuarias en el área de influencia de mencionada carretera, durante el periodo de 1985 al 2022.

- **HG0:** La construcción y puesta en funcionamiento de la carretera Iquitos - Nauta no ha ocasionado un fuerte impacto sobre la cobertura y uso de suelo principalmente por la pérdida de cobertura boscosas e incremento de áreas urbanas y agropecuarias en el área de influencia de mencionada carretera, durante el periodo de 1985 al 2022.

3.1.2 HIPÓTESIS ESPECIFICAS (HE)

- **HE1-1:** Los principales tipos de coberturas y usos de los suelos que han estado presente en el área de influencia de la carretera Iquitos – Nauta, en el periodo de 1985 hasta el 2022, han sido el tipo agrícola, bosque secundario, bosque primario y área urbana.

- **HE1-0:** Los principales tipos de coberturas y usos de los suelos que han estado presente en el área de influencia de la carretera Iquitos – Nauta, en el periodo de 1985 hasta el 2022, no han sido el tipo agrícola, bosque secundario, bosque primario y área urbana.

- **HE2-1:** El área ocupada por las diferentes coberturas y usos de los suelos ha variado sustancialmente en el área de influencia de la carretera Iquitos – Nauta, en el periodo de 1985 hasta el 2022, debido a la pérdida de la cobertura boscosa que ha ido dando paso a nuevas áreas de trochas carrozables, cultivos perennes e intermitentes y la creación de nuevas áreas poblacionales.

- **HE2-0:** El área ocupada por las diferentes coberturas y usos de los suelos no ha variado sustancialmente en el área de influencia de la carretera Iquitos – Nauta, en el periodo de 1985 hasta el 2022, debido a la pérdida de la cobertura boscosa que ha ido dando paso a nuevas áreas de trochas carrozables, cultivos perennes e intermitentes y la creación de nuevas áreas poblacionales.

- **HE3-1:** Los principales factores y condiciones que han contribuido a los cambios de la cobertura y uso del suelo que se han dado en el área de influencia de la carretera Iquitos-

Nauta, en el periodo de 1985 hasta el 2022, han estado relacionado a la expansión urbana, a la inexistencia de normativas en el contexto del ordenamiento territorial y el incumplimiento de normativas de corte ambiental.

- **HE3-0:** Los principales factores y condiciones que han contribuido a los cambios de la cobertura y uso del suelo que se han dado en el área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta, en el periodo de 1985 hasta el 2022, no han estado relacionados a la expansión urbana, a la inexistencia de normativas en el contexto del ordenamiento territorial y el incumplimiento de normativas de corte ambiental.

3.2 VARIABLES

3.2.1 VARIABLE INDEPENDIENTE

A continuación, en la Tabla 4 se presenta la operacionalización de la variable independiente:

Tabla 4

Operacionalización de la variable independiente

Variable independiente	Dimensiones	Indicador	Metodología
Tiempo de funcionamiento de la carretera Iquitos – Nauta desde su continua construcción entre los años de 1985 al 2022.	Temporalidad	Años de funcionamiento de la carretera Iquitos - Nauta desde 1985 al 1999, al 2009 y al 2022	Resta del año de estudio con el año base 1985
	Extensión vial	Porcentaje (%) longitud de construcción de la carretera Iquitos - Nauta desde 1985 al 1999, al 2009 y al 2022	Digitalización de la red vial a partir de la fotointerpretación de las imágenes satelitales

Nota: El rango temporal está en función a la disponibilidad de imágenes satelitales. Elaboración propia (2023)

3.2.2 VARIABLE DEPENDIENTE

A continuación, en la Tabla 5 se presenta la operacionalización de la variable dependiente:

Tabla 5*Operacionalización de la variable dependiente*

Variable dependiente	Dimensión	Indicador	Metodología
Cambios de tipo y área de cobertura y uso del suelo (periodo 1985 - 2022.)	Dinámica de la coberturas y uso del suelo	Área en hectáreas (ha) de los cambios de tipo y área de cobertura y uso del suelo en el área de influencia de la carretera Iquitos – Nauta en los años 1985, 1999, 2009 y 2022.	Matriz de transición, clasificación supervisada

Nota: El área se medirá en hectáreas (ha) debido a la extensión del área de estudio. Elaboración propia (2023)

Ahora, una vez definidos los objetivos, las preguntas de investigación, las hipótesis y las variables, se desarrolla la matriz de consistencia de la presente investigación, la cual se observa en la Tabla 6.

Tabla 6

Matriz de consistencia

FORMULACION DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES
<p>PREGUNTA GENERAL: ¿Cuál ha sido el impacto que ha ocasionado la construcción y puesta en funcionamiento de la carretera Iquitos-Nauta sobre la cobertura y uso de suelo en su área de influencia, en el periodo de 1985 al 2022?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL: Evaluar el impacto que ha ocasionado la construcción y puesta en funcionamiento de la carretera Iquitos-Nauta sobre la cobertura y uso de suelo en su área de influencia, en el periodo de 1985 al 2022</p>	<p>HIPÓTESIS CENTRAL: La construcción y puesta en funcionamiento de la carretera Iquitos-Nauta ha ocasionado un fuerte impacto sobre la cobertura y uso de suelo principalmente por la pérdida de cobertura boscosas e incremento de áreas urbanas y agropecuarias en el área de influencia de mencionada carretera, durante el periodo de 1985 al 2022.</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE: Tiempo de funcionamiento de la carretera Iquitos – Nauta desde su continua construcción entre los años de 1985 al 2022.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Años de funcionamiento de la carretera Iquitos - Nauta desde 1985 al 1999, al 2009 y al 2022 • Porcentaje (%) longitud de construcción de la carretera Iquitos - Nauta desde 1985 al 1999, al 2009 y al 2022
<p>PREGUNTAS ESPECÍFICAS: ¿Cuáles son los tipos de coberturas y usos de suelos que han estado presente en el área de influencia de la carretera Iquitos – Nauta, en el periodo de 1985 hasta el 2022</p>	<p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS: Caracterizar los tipos de coberturas y usos de suelos que han estado presente en el área de influencia de la carretera Iquitos – Nauta, en el periodo de 1985 hasta el 2022.</p>	<p>HIPÓTESIS ESPECIFICAS: Los principales tipos de coberturas y usos de suelos que han estado presente en el área de influencia de la carretera Iquitos – Nauta en el periodo de 1985 hasta el 2022 han sido agrícola, bosque secundario, bosque primario y área urbana.</p>		
<p>¿Cómo ha variado el área ocupada por las diferentes coberturas y usos de suelos en el área de influencia de la carretera Iquitos – Nauta, en el periodo de 1985 hasta el 2022?</p>	<p>Determinar cómo ha variado el área ocupada por las diferentes coberturas y usos de suelos en el área de influencia de la carretera Iquitos – Nauta, en el periodo de 1985 hasta el 2022.</p>	<p>El área ocupada por las diferentes coberturas y usos de suelos ha variado sustancialmente en el área de influencia de la carretera Iquitos - Nauta en el periodo de 1985 hasta el 2022, debido a la pérdida de la cobertura boscosa que ha ido dando paso a nuevas áreas de trochas carrozables, cultivos perennes e intermitentes y la creación de nuevas áreas poblacionales.</p>	<p>VARIABLE DEPENDIENTE: Cambios de tipo y uso del suelo (periodo 1985 - 2022.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Área en hectáreas (ha) de los cambios de tipo y área de cobertura y uso del suelo en el área de influencia de la carretera Iquitos – Nauta en los años 1985, 1999, 2009 y 2022.
<p>¿Cuáles han sido los factores y condiciones que han contribuido a los cambios de cobertura y uso del suelo que se han dado en el área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta, en el periodo de 1985 hasta el 2022?</p>	<p>Analizar cuáles han sido los factores y condiciones que han contribuido a los cambios de cobertura y uso del suelo que se han dado en el área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta, en el periodo de 1985 hasta el 2022.</p>	<p>Los principales factores y condiciones que han contribuido a los cambios de cobertura y uso del suelo que se han dado en el área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta en el periodo de 1985 hasta el 2022 han estado relacionado a la expansión urbana, a la inexistencia de normativas en el contexto del ordenamiento territorial y el incumplimiento de normativas de corte ambiental.</p>		

Nota: Matriz de consistencia donde se muestra la coherencia de la presente investigación. Elaboración propia (2023)

4 CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA

Tipo de investigación: Debido a los objetivos y a las problemáticas planteadas, tanto general como específicas, el tipo de investigación para el presente estudio tiene un carácter mixto entre lo cuantitativo y cualitativo. En el caso del tipo cuantitativo, la presente investigación analiza los cambios de cobertura y uso de los suelos a través de datos numéricos obtenidos por medio del análisis de las imágenes satelitales. Por último, en el caso del tipo cualitativo, la presente investigación métodos de recolección en campo como las entrevistas, encuestas, entre otros.

Diseño de la investigación: El diseño de la presente investigación es No experimental longitudinal. En el caso no experimental, los cambios de las coberturas y uso de los suelos se han desarrollado en el área de estudio sin la manipulación de las variables. En cuanto a lo longitudinal, la presente investigación analiza los cambios de cobertura y uso de los suelos a través de las imágenes satelitales, entre el periodo de 1985 – 2022.

Nivel de investigación: En cuanto al conocimientos que se quiere alcanzar, la presente investigación tiene un nivel correlacional debido a que se mide la relación significativa entre la variable independiente y dependiente.

Población, muestra y muestreo de estudio: La población de la presente investigación está en función de los valores de los píxeles mediante la clasificación de las coberturas y uso de los suelos, en otras palabras, el área de las coberturas y uso de los suelos depende del total de números de píxeles que engloba el área de estudio. Para realizar la muestra de ello, se genera un buffer de 300 m y dentro del total de píxeles que engloba el buffer se realiza el muestreo de estudio con 120 puntos de verificación. Todo ello, se puntualiza en la Fase de Gabinete.

4.1 FASES

La metodología está constituida por tres fases, las cuales son la fase de gabinete, campo y post campo, tal como se observa en la Figura 7. Estas fases se describen a continuación:

4.1.1 FASE DE GABINETE

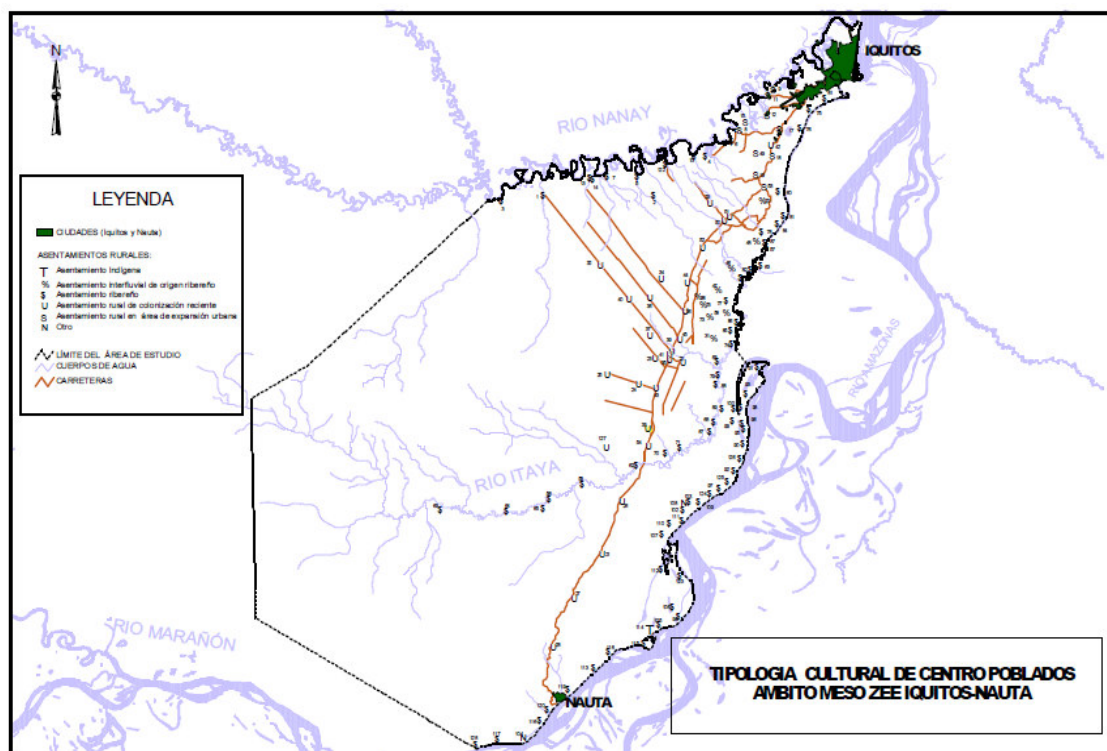
Esta fase comprende las siguientes actividades:

Delimitación del área de estudio: En cuanto a la delimitación área de influencia de la carretera Iquitos – Nauta se toma como referencia la Zonificación Ecológica y Económica (ZEE). No obstante, existen dos estudios de ZEE a nivel meso y micro, los cuales se elaboraron en el año 2002 y 2013, respectivamente.

En la Meso-ZEE, la delimitación del área de influencia de la carretera Iquitos – Nauta tiene una mayor superficie, tal como se observa en la Figura 2.

Figura 2

Delimitación del Área de influencia de la carretera Iquitos – Nauta propuesta en la Meso-ZEE.

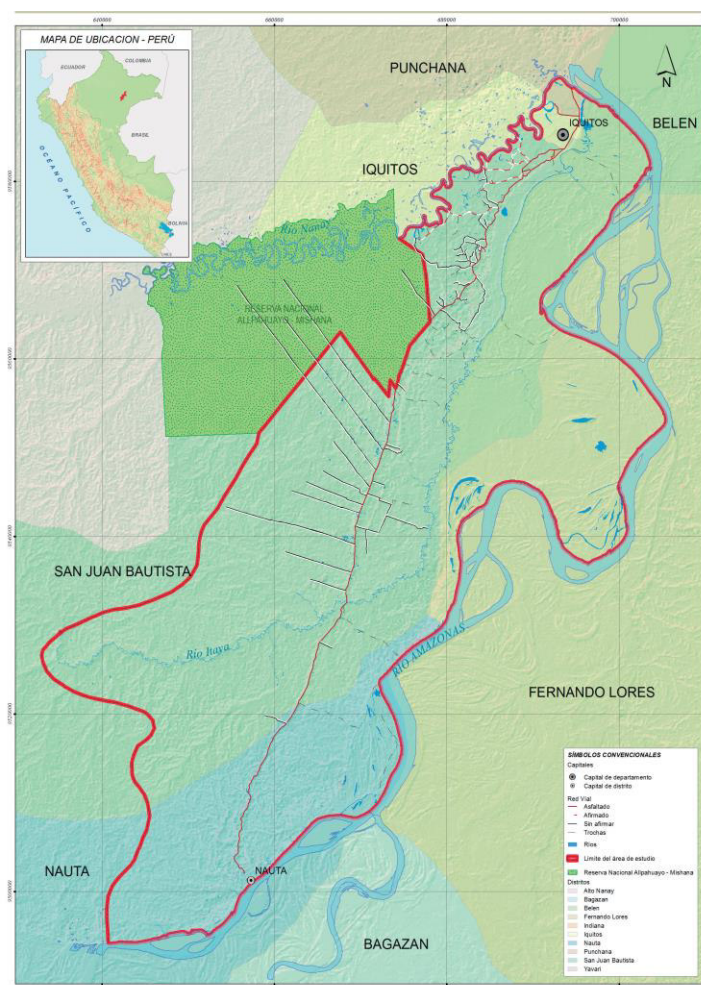


Nota: Adaptada de la Meso-ZEE del Área de influencia de la carretera Iquitos – Nauta, IIAP, 2002.

En la Micro-ZEE, elaborado en el año 2013, el área de estudio se modifica, tal como se observa en la Figura 3. Esta modificación esta influenciada por la creación de la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana (RNAM) mediante el Decreto Supremo-002-2004-AG, la cual por normativa es un “área destinada a la conservación de la diversidad biológica y la utilización sostenible de los recursos de flora y fauna silvestre, acuática o terrestre” (Congreso de la República, 1997, p. 9). Además, según el trabajo de campo preliminar realizado, en esta Área Natural Protegida no se evidencia una apreciable intervención antrópica, lo cual también constituyó un criterio para no incluir al ANP dentro del área estudio.

Figura 3

Delimitación del Área de influencia de la carretera Iquitos – Nauta propuesta en la Micro-ZEE.

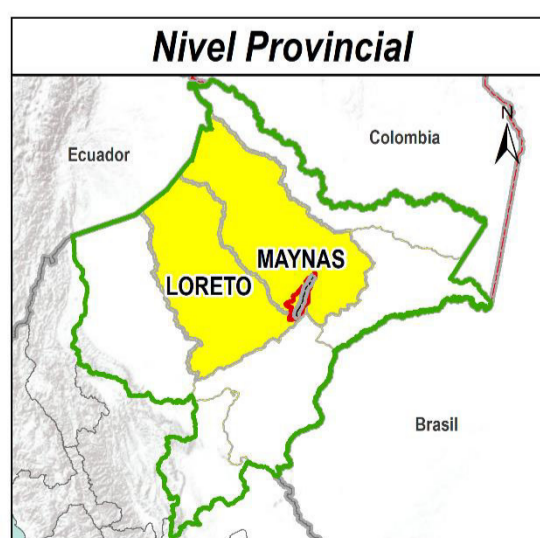
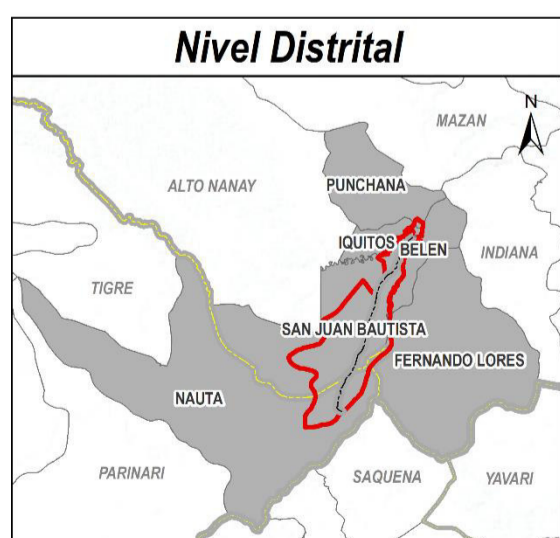
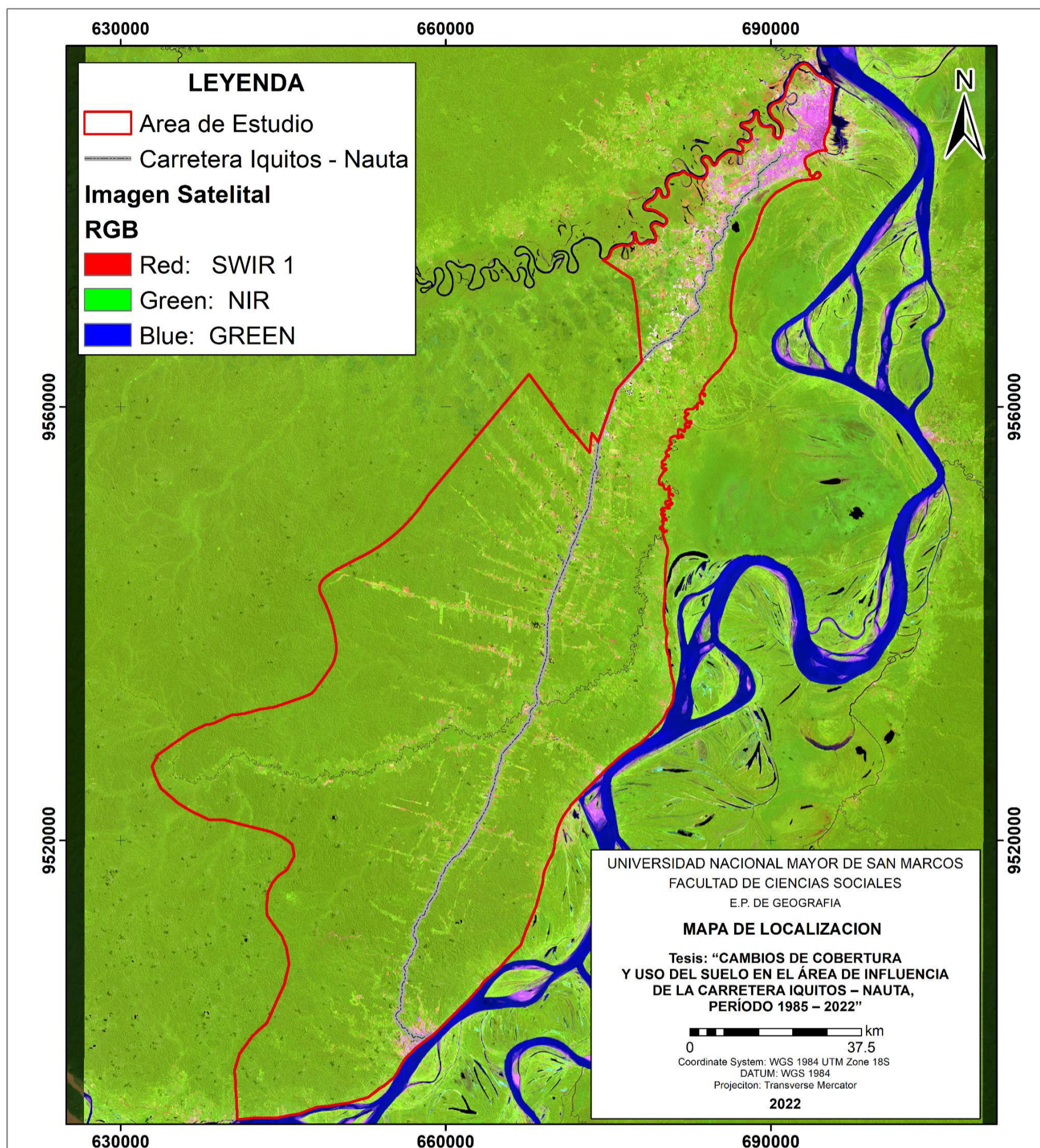


Nota: Adaptada de la Micro-ZEE del Área de influencia de la carretera Iquitos – Nauta, IIAP, 2013.

Para la presente investigación el área de estudio toma como base la delimitación propuesta en la Micro-ZEE del año 2013; sin embargo, se descarta el área inundable adyacente al río Amazonas debido a la poca intervención del hombre en estas áreas. Sumado a esta modificación, para el 2022 se evidencia la intervención antrópica por medio de las vías perpendiculares a la carretera Iquitos- Nauta (vías de penetración) sobre la cobertura y uso del suelo, tal como se observa en la Figura 4 y 5.

Figura 4

Mapa 01: Mapa de ubicación y delimitación del área de influencia de la carretera Iquitos – Nauta



Nota: La delimitación del área está en función de aquellas áreas intervenidas por el hombre a lo largo de la carretera Iquitos – Nauta. Adaptada de la Micro-ZEE del Área de influencia de la carretera Iquitos – Nauta, IIAP, 2013.

Obtención datos vectoriales y ráster:

El espacio temporal de estudio es de 37 años y la disponibilidad de productos satelitales son pocos debido a que el área de estudio está situada en la Amazonía Peruana con alto porcentaje de cobertura nubosa todo el año. Ello dificulta obtener una imagen con un bajo porcentaje de nubes, para su correspondiente análisis. Sumado a ello, los productos satelitales del Landsat 7 presentan el error llamado “bandeo”.

En síntesis, la obtención de datos geospaciales y el intervalo temporal está condicionado a la disponibilidad de imágenes satélites y sus parámetros como la cobertura nubosa, resolución espacial o errores que pueden presentar las mismas. Debido al análisis realizado en gabinete, para el presente estudio se utilizó imágenes satélites del satélite Landsat 5 obtenidas en los 1985, 1995 y 2009; y para el año 2022, productos satelitales del Landsat 9.

Ahora, la obtención de estos productos se realizó mediante la programación en lenguaje Python en el entorno Google Colab y la descarga, en la plataforma Google Earth Engine. Los pasos realizados fueron:

Primero, se inició la conexión con el catálogo de imágenes satelitales del programa Landsat. Luego, se procedió a realizar un filtrado de fechas de acuerdo a las características de la imagen, un filtrado de cobertura nubosa (cobertura de nubes menor al 20%, según el protocolo del MINAM), un filtrado con base a la máscara de nubes y un filtrado de acuerdo al área de estudio. Posteriormente, se realizó una reducción de las imágenes con el estadístico de la mediana, la cual se aplicará píxel por píxel en cada banda. Finalmente, se procedió a exportar las imágenes satelitales al Google Drive, para así descargar las respectivas imágenes satelitales.

Finalmente, en el Anexo 4 se presenta como ejemplo el script realizado para la obtención de las mencionadas imágenes satelitales y en la Tabla 7 se puede visualizar las características de las imágenes satelitales obtenidas para los años 1985, 1995, 2009 y 2022.

Tabla 7

Imágenes Satelitales disponibles obtenidas mediante la programación en GEE

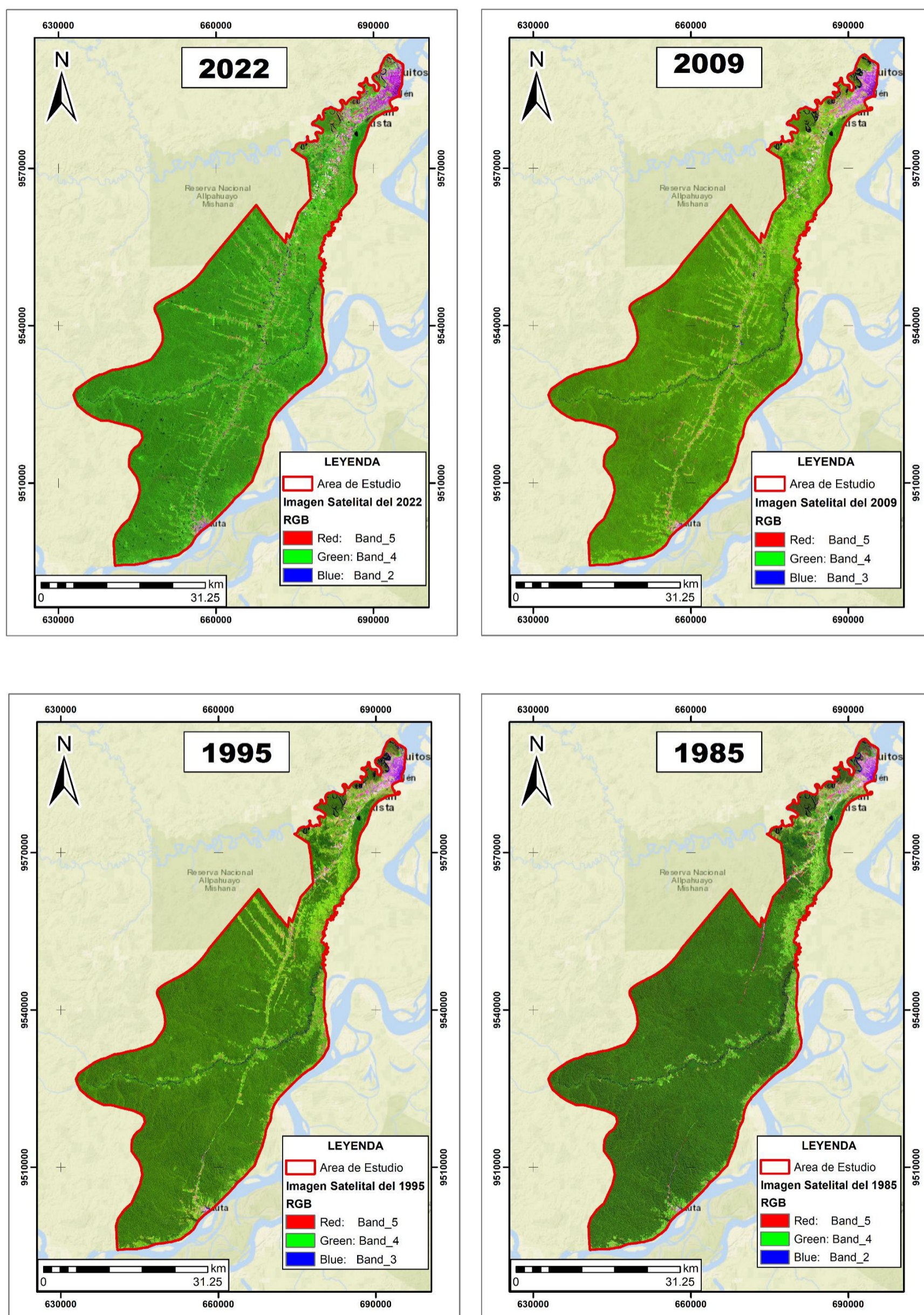
Imagen Reducida por año	Intervalo de Años	Satélite	Sen sor	% Cobertura de nube	Fechas de Imágenes con % de nubes < 20 %	Cantidad de Imágenes
Año 1985	Año base - 0	Landsat 5	TM	< 20 %	1985-06-12, 1985-06-28, 1985-07-14, 1985-09-07, 1985-01-26	6
Año 1995	10 años	Landsat 5	TM	< 20 %	1994-06-21, 1994-07-23, 1994-10-27, 1995-03-20, 1995-07-10	6
Año 2009	14 años	Landsat 5	TM	< 20 %	2009-09-02, 2009-10-20, 2009-12-07, 2009-01-21, 2009-06-14, 2009-08-17, 2009-09-02, 2009-12-07, 2009-10-11, 2009-10-27, 2009-07-23, 2009-10-11	12
Año 2022	12 años	Landsat 9	OLI 2	< 20 %	2022-08-13, 2022-09-14	2

Nota: Datos obtenidos mediante la programación en lenguaje Python en el entorno Google Colab. Elaboración propia (2023)

Análisis de imágenes satelitales: Se analizó en función a las combinaciones de bandas para poder ver el comportamiento de la firma espectral en cada pixel y el conocimiento previo de la zona de estudio, para así poder establecer diferentes clases en la clasificación. En ese sentido, las imágenes satélites que se analizaron se muestran en la Figura 5.

Figura 5

Mapa 02: Mapas de las Imágenes satelitales del área de estudio sin cobertura nubosa del año 1985, 1995, 2009 y 2022.



Nota: Imágenes sin cobertura nubosa obtenidas a través de la programación. Elaboración propia (2023)

Selección de las clases: Teniendo en cuenta que el área mínima de estudio es 900 m², no es conveniente utilizar la clasificación de Corine Land Cover (CLC) adaptada al Perú, pues no se adecua a la totalidad para los bosques tropicales a una pequeña escala. Sin embargo, se propone una clasificación con base a la clasificación del CLC y la clasificación de uso de la tierra propuesta por el Consejo Nacional del Ambiente (CONAM) y el Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA) en el año 2005.

Tipo de Clasificación: Se realizó una clasificación supervisada de las Clases de Cobertura y uso del Suelo. Para ello, se utilizó el método de Random Forest en el software QGIS.

Corrección temática: En cuanto a la corrección temática se procedió a generalizar aquellos polígonos que presentan un área menor a 900 m² debido a que es el área mínima de estudio. Asimismo, se corrigió aquellos polígonos que presentan valores nulos debido a la presencia de cobertura nubosa, tal como se presenta en algunos pixeles de la imagen satelital del año 2022.

Por otro lado, se estableció puntos de verificación en campo con base a la clasificación en gabinete. La cantidad de puntos (tamaño de muestra), para la verificación y su posterior validación, está en función de la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Donde, en el numerador se tiene N que representa el tamaño de la población multiplicado por el parámetro estadístico Z (el cual está elevado al cuadrado); por p y q , los cuales representan la probabilidad de que ocurra o no el evento, respectivamente. De igual manera, el denominador se presenta e , el cual representa el error máximo admisible.

Para el presente estudio se planteó los valores, en la Tabla 8, de los siguientes parámetros:

Tabla 8

Valores de los parámetros del tamaño de muestra

N	Z	e	p	q
Cantidad de pixeles del área de estudio	Valor que depende del nivel de confianza de 95%	Error 9%	Probabilidad que el evento ocurra	Probabilidad que el evento no ocurra
2157849	1.96	0.09	0.50	0.50

Nota: La población son los pixeles totales del área de estudio. Elaboración propia (2023)

$$n = \frac{2072398.18}{17479.5292}$$

$$n = 118.56$$

En este caso se tiene una muestra de 118.56. No obstante, debido a que se tendrá que analizar ocho clases para el presente estudio, se clasificaron 120 puntos de verificación distribuidos en cada clase, tal como se muestra en la Tabla 9.

Tabla 9

Tamaño de muestra para el área de estudio

Tamaño de muestra n	Valor redondeado	Valor redondeado para la cantidad de clases (8)
118.56	119	120

Nota: Se plantea 120 puntos para distribuirlos equitativamente en 8 clases. Elaboración propia (2023)

Ahora, para la verificación en campo, se realizó un buffer de 300 m a la red vial con accesibilidad al transporte motorizado; puesto que, el área es extensa. Luego, se distribuyó equitativamente los 120 puntos para cada clase y se verificó en campo la coberturas y usos del suelo presentes en el área de estudio, tal como se muestra en la Figura 6.

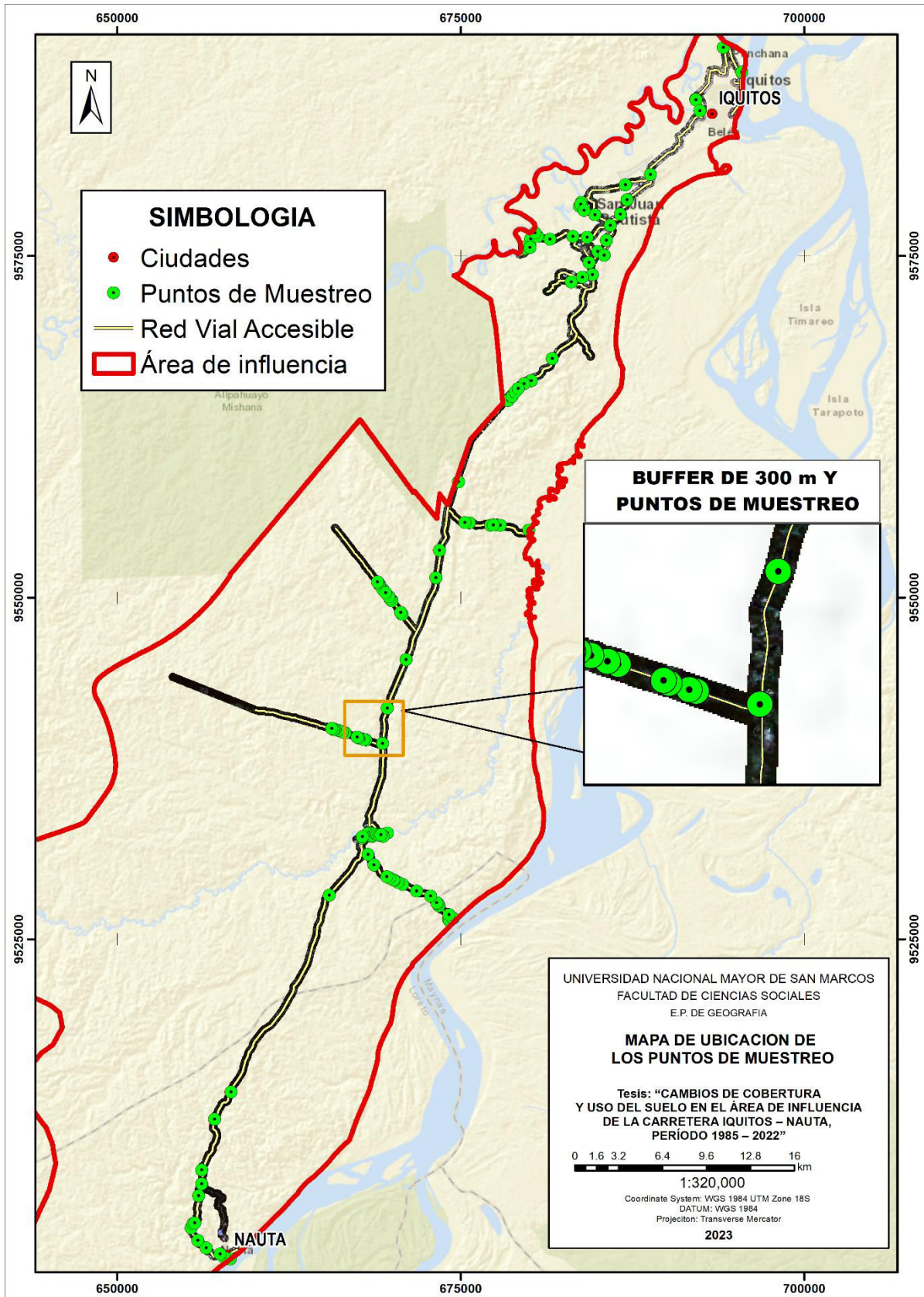
Otras tareas que se realizaron en campo son las entrevistas y encuestas. Para ello, se elaboró:

- Formato de la ficha de verificación de los puntos para utilizarlo en campo
- Elaboración de mapas de los cuadrantes de estudio con los puntos de verificación a escala 1: 5000 y tamaño A0 para la ubicación geoespacial de las coberturas y usos del suelo.
- Elaboración de las preguntas para las encuestas y entrevistas a los pobladores, autoridades locales, parceleros, entre otros.

Una vez realizada la validación de la clasificación en QGIS se procedió a generalizar los píxeles, con la herramienta *generalization* de ArcGIS, que presenten un área menor a 900 m² debido a que es el área mínima de estudio.

Figura 6

Mapa 03: Mapa de ubicación de los puntos de muestreo



Nota: Se tiene 120 puntos de muestreo distribuidos en el área de estudio. Elaboración propia (2023)

4.1.2 FASE DE CAMPO

Exploración del área de estudio: Será una etapa previa donde se plantea en campo las rutas óptimas para hacer la verificación de los puntos, realizar las encuestas y entrevistas (ver anexo 1).

Verificación de los puntos a estudiar: Verificar en campo las coberturas clasificadas en gabinete en función a los puntos de verificación (tamaño de muestra).

Toma de fotografías de las coberturas. Captura de imágenes de las coberturas y uso del suelo presentes en el área de influencia de la carretera Iquitos – Nauta.

Realización de las entrevistas y encuestas: Realizar entrevistas y aplicar las encuestas sobre los diferentes coberturas y usos del suelo que están presentes en el área de estudio. Ello permitirá conocer cuáles han sido los factores y condiciones que han contribuido a los cambios de cobertura y uso del suelo. Para este fin se procederá a contactar a las Autoridades locales, pobladores, dueños de las parcelas, entre otros. El formato de encuesta y la guía de entrevista se pueden visualizar en los Anexos 1 y 2, respectivamente.

Cabe mencionar que las entrevistas y encuestas son una herramienta de apoyo y no se desarrolló un proceso de validación de las mismas, debido a que son anónimas, es decir, no se requirió el nombre del encuestado o entrevistado.

4.1.3 FASE DE POSTCAMPO

Durante esta fase se realizará la validación de la clasificación supervisada, el procesamiento estadístico de la información resultante de las encuestas, la redacción de los resultados, su interpretación y la redacción de la presente investigación.

4.2 INSTRUMENTOS Y HERRAMIENTAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Instrumentos cartográficos de apoyo. - Los materiales cartográficos de apoyo serán:

- Navegador NAVSTAR - GPS

- Escalímetro
- Brújula
- Cámara
- Libreta de Campo
- Entre otros.

Herramientas de gabinete (Software y Hardware)

- Google Earth Engine
- ArcGIS 10.8, ENVI 5.3, QGIS 3.14
- Laptop Core i7/ 8 Gb de RAM
- Memoria USB 32 Gb
- Entre otros

4.3 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO DE DATOS

4.3.1 MATRIZ DE CONFUSIÓN

La matriz Confusión evalúa la exactitud de la clasificación realizada en las imágenes satelitales. Para ello, toma los datos obtenidos en campo y la clasificación efectuada en gabinete, los cuales se distribuye en filas y en columnas, respectivamente. Posteriormente se determina la exactitud de usuario y productor, el cual según el MINAM (2014b), “la exactitud del usuario es referida al valor correctamente clasificado de una clase respecto al total dado como dicha clase y la exactitud del productor definido como el porcentaje de elementos bien clasificados para cada clase en las columnas” (p. 20), es decir, los valores de las clases obtenidas en campo y los valores obtenidos en gabinete. Finalmente, se obtiene el error de Comisión y Omisión. La estructura de la matriz de Confusión se presenta en la Tabla 10.

Tabla 10

Matriz de Confusión para las Coberturas y uso del suelo en el área de estudio

Clase en el campo	Clase en el Mapa					Total	Exactitud de usuario	Error de Comisión
	I	II	III	IV	V			
I								
II								
III								
IV								
V								
Total								
Exactitud de productor								
Error de Omisión								

Nota: Matriz donde se compara el valor obtenido en gabinete y campo. Adaptado del Llactayo, Salcedo & Victoria. (2013).

Índice De Kappa

Se utilizará el índice de Kappa para determinar la validez de la clasificación a través de la comparación de los datos clasificados en gabinete y en campo.

Según Del Toro Espín et al. (2015), el índice de Kappa “trata de eliminar el efecto que los píxeles correctamente clasificados por azar tienen sobre el porcentaje de píxeles correctamente clasificados, de manera que una clasificación aleatoria tendría, en principio, un índice de kappa igual a cero” (p. 329).

$$\kappa = \frac{N \sum_{i=1}^r (x_{ii}) - \sum_{i=1}^r (x_{i+} * x_i)}{N^2 \sum_{i=1}^r (x_{i+} * x_{+i})}$$

Donde:

N = número total de píxeles de referencia

x_{ii} = número de observaciones en la fila i y en la columna i, a lo largo de la diagonal

x_{i+} = total marginal de la fila i

x_{i+} = total marginal de la columna i

r = número de filas en la matriz

Una vez obtenido el cuantificado el índice de Kappa, se cualifica de acuerdo a fuerza de concordancia presentado en la Tabla 11.

Tabla 11

Clasificación del Índice de Kappa

Coefficiente de Kappa (k)	Fuerza de Concordancia
<0.00	Pobre
0.00 – 0.20	Leve
0.21 – 0.40	Aceptable
0.41 – 0.60	Moderada
0.61 – 0.80	Considerable
0.81 – 1	Casi Perfecta

Nota: Cualificación del índice de Kappa en seis rangos. Adaptado de Landis y Koch (1977).

4.3.2 MATRIZ DE TRANSICIÓN

La estructura de la Matriz de Transición para las Coberturas y uso del suelo en el área de estudio se presenta en la Tabla 12.

Tabla 12

Matriz de Transición para las Coberturas y uso del suelo en el área de estudio

	Fecha 2			Total fecha 1 (P _{i+})	Pérdida (L _{ij})
	Clase 1	Clase 2	Clase j		
Fecha 1					
Clase 1	P ₁₁	P ₁₂	P _{1j}	P ₁₊ - P ₁₁
Clase 2	P ₂₁	P ₂₂	P _{2j}	P ₂₊ - P ₂₂
....
Clase i	P _{i1}	P _{i2}	P _{ij}	<u>P_{i+} - P_{ij}</u>
Total, fecha 2 (P_{+j})	P ₊₁	P ₊₂	...	P _{+j}	1
Ganancia (G_{ij})	P ₊₁ - P ₁₁	P ₊₂ - P ₂₂	...	P _{+j} - P _{ij}	

Nota: Esta matriz se aplicará entre 1985 y 2022 para los dos niveles de cobertura y uso del suelo. Adaptado de Pontius et al. (2004)

4.3.3 PRUEBA DE HIPÓTESIS

Para determinar la certeza de la hipótesis se utilizará el coeficiente de Correlación de Pearson, el cual demuestra el grado de correlación lineal entre la variable independiente y dependiente. Para hallar el valor de este coeficiente se utilizará la siguiente fórmula, con su respectivo grado de correlación:

$$r = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2 \sum (y - \bar{y})^2}}$$

Donde, para el presente estudio se tiene:

- x: variable independiente
- y: variable dependiente
- \bar{x} : promedio de la variable independiente
- \bar{y} : promedio de la variable dependiente

Ahora, una vez obtenido el coeficiente de Pearson se medirá el grado de correlación lineal entre las variables de acuerdo a la Tabla 13.

Tabla 13*Grado de correlación de Pearson*

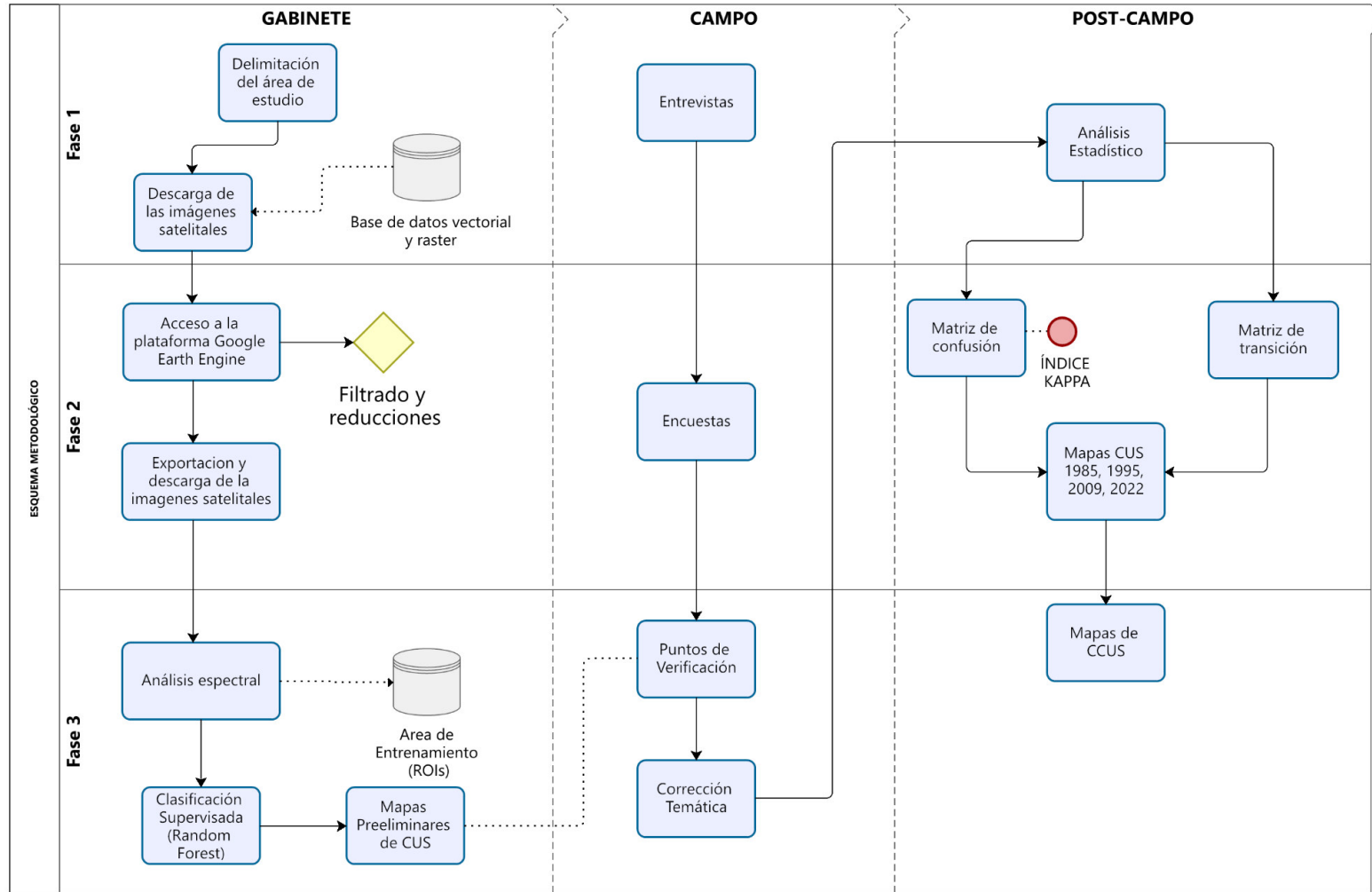
Valor de r	Grado de Correlación
1.00	Correlación positiva perfecta
0.90	Correlación positiva muy fuerte.
0.75	Correlación positiva considerable.
0.50	Correlación positiva media.
0.25	Correlación positiva débil.
0.10	Correlación positiva muy débil.
0.00	No existe correlación alguna entre las variables.
-0.10	Correlación negativa muy débil.
-0.25	Correlación negativa débil.
-0.50	Correlación negativa media.
-0.75	Correlación negativa considerable.
-0.90	Correlación negativa muy fuerte.
-1.00	Correlación negativa perfecta

Nota: Cualificación del grado de Correlación de Pearson. Adaptado de Hernández., Fernández & Baptista

(2016)

Figura 7

Esquema metodológico de la investigación



Nota: Metodología elaborado en Bizagi. Elaboración propia (2023)

5 CAPÍTULO V: CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

5.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-GEOGRÁFICAS

5.1.1 GEOLOGÍA

Dentro del área de influencia de la carretera Iquitos Nauta existen unidades desde el Neógeno (mioceno) hasta el Cuaternario (Holoceno), tal como se muestra en la Tabla 14.

Tabla 14

Unidades Geológicas dentro del área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta

Unidades geológicas	NOMBRE	% AREA (ha)
Grupo Ipururo	N-i	6.73%
Formación Pebas	N-p	8.69%
Formación Nauta inferior	NQ-ni	70.70%
Formación Nauta superior	NQ-ns	0.00%
Depósitos aluviales - Holoceno	Qh-al	4.95%
Depósitos Fluviales	Qh-fl	0.00%
Depósitos aluviales - Pleistoceno	Qp-al	1.07%
Formación Iquitos	Qp-i	6.91%
-	Rio	0.86%
-	Ciudad	0.02%
-	Laguna	0.07%
TOTAL		100.00%

Nota: Unidades geológicas identificadas en el área de estudio. Adaptado de Sánchez et al. (1999).

En el área de estudio se destaca la formación Pebas, la cual poseía un ambiente lacustre de aguas someras (lago Pebas) con influencias fluvial proveniente de los andes e intrusiones marinas. Después en la formación Ipururo, que comprende desde el mioceno superior al plioceno, donde predominan los canales subacuáticos con influencia de mareas en cuencas lacustres.

La formación Nauta, la cual data desde el plioceno hasta el pleistoceno, se divide en inferior y superior. En la formación Nauta inferior predomina un ambiente fluvial y amplias llanuras de inundación. Además, en esta formación se inicia el desarrollo de la faja subandina. Ahora, en la Formación Nauta Superior, se desarrolla la faja subandina y existe un emplazamiento del río Amazonas y afluentes principales. Por último, en la Formación Iquitos

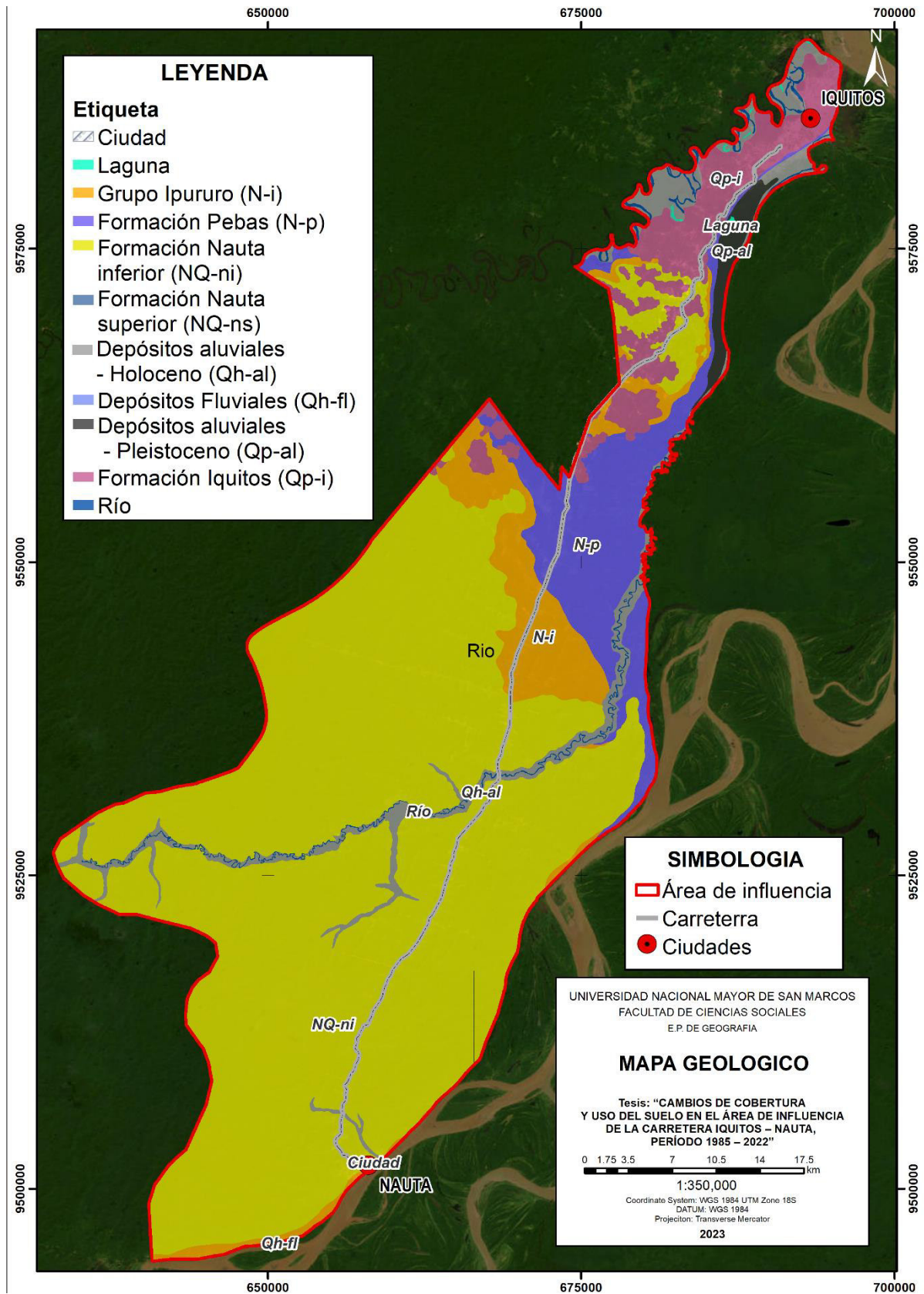
del pleistoceno, se da una depositación de arenas blancas cuarzosas producto de la fuerte erosión y sedimentación de la formación Ipururo y Nauta.

Para el cuaternario del holoceno se desarrollan los depósitos aluviales (con arenas heterogéneas, limo y arcillas) y depósitos fluviales (con arenas heterolíticas, y arenas cuarzosas). Estas unidades geológicas están distribuidas a lo largo de la red hidrográfica del área de estudio o adyacente a ella como en el río Itaya, Amazonas, Nanay y el río Marañón.

Dentro del área de estudio, la repercusión de la geología en los cambios de cobertura y uso del suelo va ligada tanto en el aspecto litológico como en lo estructural; pues las unidades geológicas tienen un alcance en el aprovechamiento de recursos por el medio antrópico. Por ejemplo, los yacimientos no metálicos como la arena blanca en la Formación Iquitos, el aprovechamiento de suelo productivos en las unidades geológicas de los depósitos aluviales, fluviales, entre otros. En ese sentido, en la Figura 8 se muestra la geología del área de estudio.

Figura 8

Mapa 04: Mapa Geológico del área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta



Nota: Información geoespacial extraída del Geocatmin. Adaptado de Sánchez et al. (1999).

5.1.2 GEOMORFOLOGÍA

Dentro del análisis geomorfológico es importante considerar que el área de estudio se encuentra dentro de la unidad morfoestructural de la Llanura Amazónica, la cual se caracteriza por tener un relieve suavemente ondulado, presentando superficies planas, zonas de colinas bajas y colinas altas. Estas últimas, están asociadas con depresiones y terrazas aluviales, las cuales generalmente pertenecen al Cuaternario reciente (Qr).

Por otro lado, debido a las variaciones drásticas de la dinámica fluvial, en el área de estudio, se encuentran los sistemas de barras longitudinales y transversales, playas, meandros y complejos sistemas de aguajales.

Según el mapa geomorfológico del departamento de Loreto elaborado por el INGEMMET (2019), se destacan 9 subunidades geomorfológicas, las cuales se detallan a continuación en la Tabla 15 y en la Figura 9.

Tabla 15

Unidades geomorfológicas del área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta

Geoforma	Unidad	Subunidad	Descripción	Área (ha)	%
Geoforma de carácter tectónico - degradacional y erosional	Colinas	RCLD-rs	Relieve de colinas y lomadas disectadas en rocas sedimentarias	173263.11	89.22%
		Pl/a-d	Llanura o planicie amazónica disectada u ondulada	7008.97	3.61%
		Com-r	Complejo de orillares meándricos reciente	1369.79	0.71%
Geoformas de carácter deposicional o agradacional	Planicies y depresiones	Lag	Laguna y cuerpos de agua	99.22	0.05%
		Ta-al	Terraza alta aluvial	1.86	0.001%
		Tb-al	Terraza baja aluvial	5047.81	2.60%
		Tal-ma	Terraza aluvial con meandros abandonados	4977.19	2.56%
		Com-a	Complejo de orillares meándricos antiguo	1974.07	1.02%
		Ma	Meandro abandonado	246.79	0.13%
Río	Cauce del río	217.60	0.11%		
Total				194206.41	100.00%

Nota: Adaptado del Medina et al., 2019.

Dentro del área de estudio la subunidad geomorfológica predominante es el relieve de colinas y lomadas disectadas en rocas sedimentarias, el cual ocupa un 89.22% del total de estudio. Esta subunidad está disectada por el río Marañón y presenta anticlinales y sinclinales por la geodinámica propia del lugar.

Otra subunidad presente es la Llanura o planicie amazónica disectada u ondulada, la cual representa solo el 3.61% de total del área de estudio. Asimismo, en esta subunidad se presentan superficies planas y no inundables por la misma dinámica fluvial.

La subunidad de Terraza baja aluvial representa solo el 2.60% del área de estudio y presenta una morfología de origen aluvial, la cual se encuentra expuesta a las inundaciones por precipitaciones pluviales. En similar proporción de extensión se presenta la Terraza aluvial con meandros abandonados, el cual representa el 2.56% de la superficie total de estudio y, a su vez, por la misma dinámica fluvial presenta superficies planas con restos semilunares del cauce antiguo.

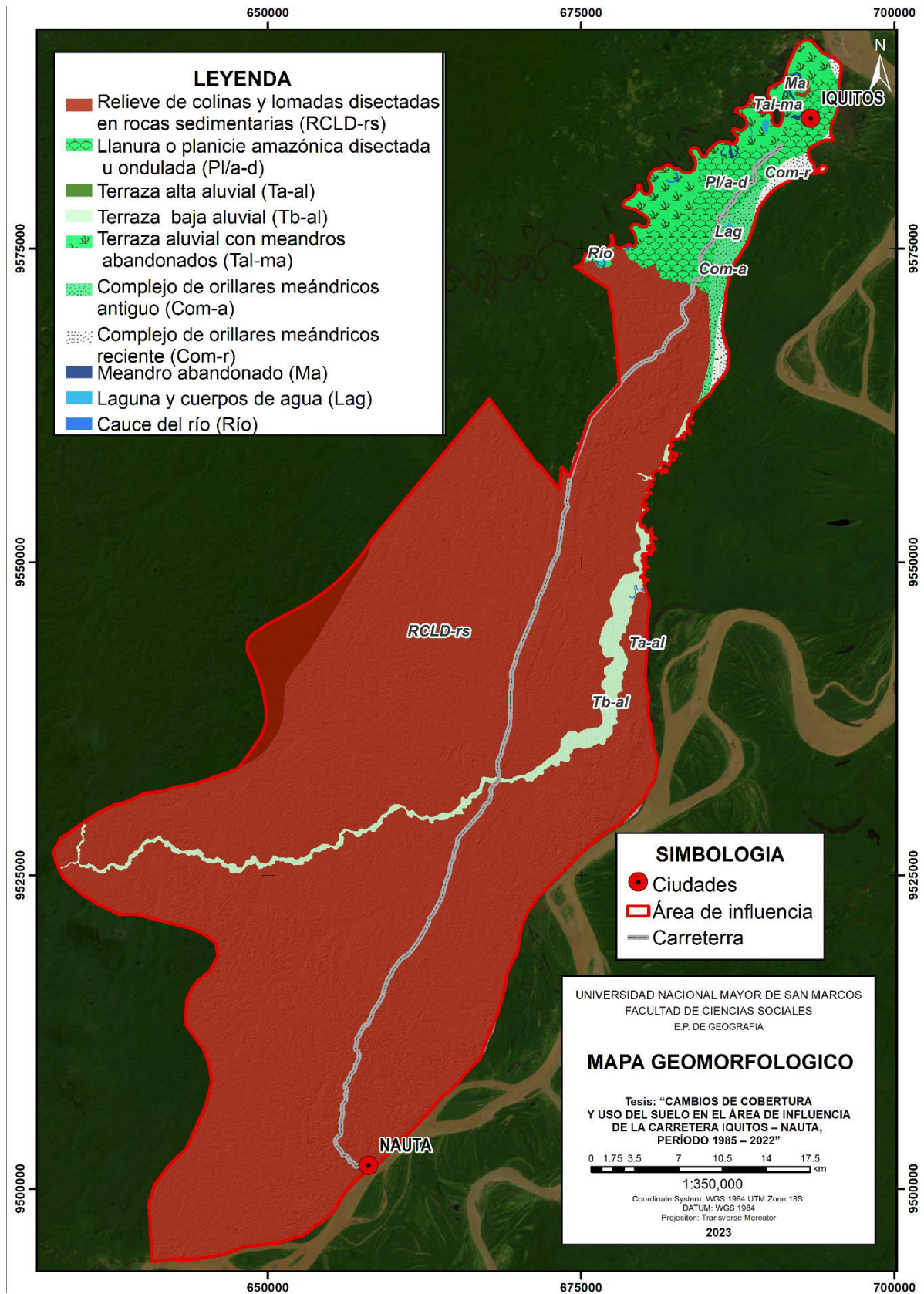
La subunidad geomorfológica de Complejo de orillares meándricos antiguo representa solo el 1.02% del área total de estudio. Esta subunidad presenta barras de meandros abandonados a consecuencia de la dinámica fluvial que origina la migración de los ríos de curso meándricos.

Las subunidades de menor extensión presentes en el área de estudio son el Complejo de orillares meándricos reciente representando el 0.71% del área total de estudio, en el cual se evidencian restingas originadas por la deposición de sedimentos acarreados por sus aguas; las Laguna y cuerpos de agua con un 0.05% que representan las lagunas y ríos presentes en el área de estudio; los Meandros abandonados (tipishcas) con un 0.13% originados por la dinámica fluvial, el cual da un indicativo sobre el antiguo desplazamiento del curso fluvial y la Terraza alta aluvial que representa solo 0.001% de la superficie total de estudio.

Asimismo, la geomorfología influye en la dinámica de coberturas y uso suelo como la ubicación de una cobertura y uso del suelo sobre un determinado relieve. Por ejemplo, la actividad agropecuaria sobre colinas y lomadas disectadas, el aprovechamiento de las terrazas aluviales, la expansión urbana sobre llanura o planicie amazónica, entre otros.

Figura 9

Mapa 05: Mapa Geomorfológico del área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta



Nota: Información geoespacial extraída del INGEMMET. Adaptado de Medina et al., 2019.

5.1.3 CLIMA

Con la actualización climática elaborada por el SENAMHI para el territorio peruano, en la cual se utilizó datos de estaciones meteorológicas, normales climáticas mensuales y la clasificación climática de Charles Warren Thornthwaite; en el área de estudio se encuentra en un clima muy lluvioso y cálido, con abundante humedad en todo el año y su codificación es: A (r) A', tal como se muestra en la Figura 12.

Tomando en cuenta que dentro del área de estudio se encuentra la ciudad de Iquitos, se analiza los datos del SENAMHI para el promedio de temperatura media de esta ciudad. En ella se puede observar que el mes con una temperatura más alta es el mes de octubre (32.9°C), la temperatura más baja se presenta en el mes de julio (21.3°C) y el mes con mayor precipitación es el mes de abril (304.72 mm/mes), tal como se observa en la Tabla 16, Figura 10 y 11.

Tabla 16

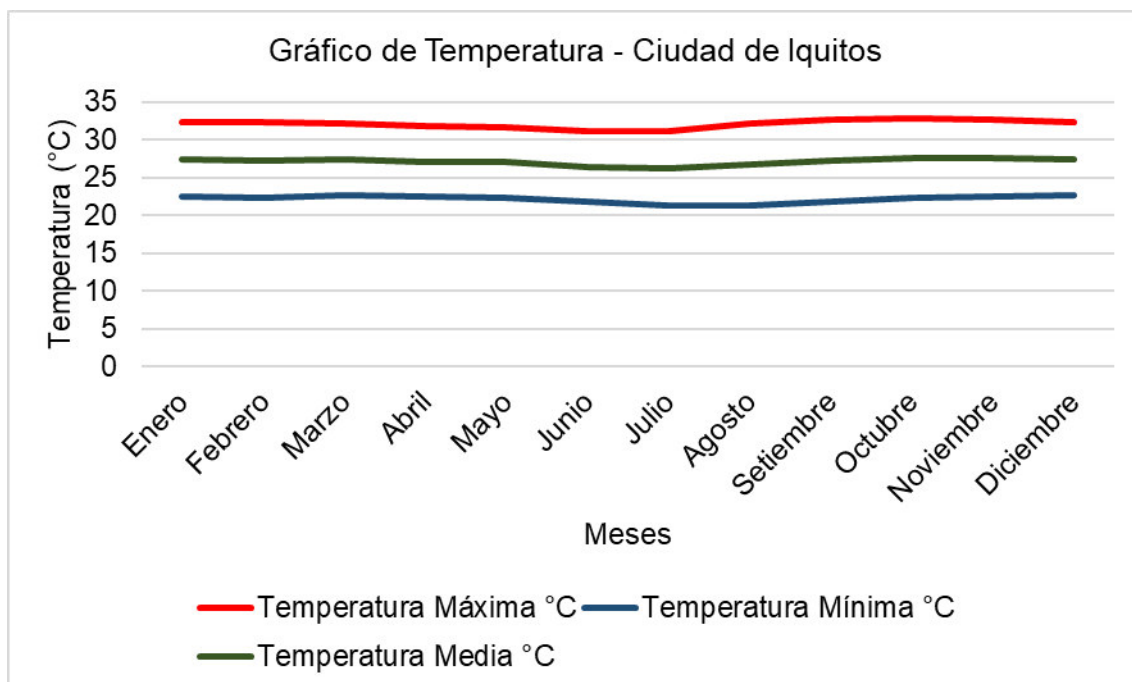
Datos de temperatura media mensual para la ciudad de Iquitos

Mes	Temperatura Máxima °C	Temperatura Mínima °C	Temperatura Media °C	Precipitación (Lluvia) mm.
Enero	32.4	22.5	27.5	281
Febrero	32.3	22.3	27.3	236
Marzo	32.1	22.6	27.4	275
Abril	31.8	22.5	27.2	305
Mayo	31.6	22.4	27.0	268
Junio	31.1	21.8	26.5	192
Julio	31.2	21.3	26.3	158
Agosto	32.2	21.4	26.8	173
Setiembre	32.7	21.9	27.3	172
Octubre	32.9	22.3	27.6	224
Noviembre	32.6	22.5	27.6	231
Diciembre	32.3	22.6	27.5	269
Valor Anual	32.1	22.2	27.1	232.0

Nota: Adaptado del SENAMHI (2023)

Figura 10

Gráfico de Temperatura de la ciudad de Iquitos

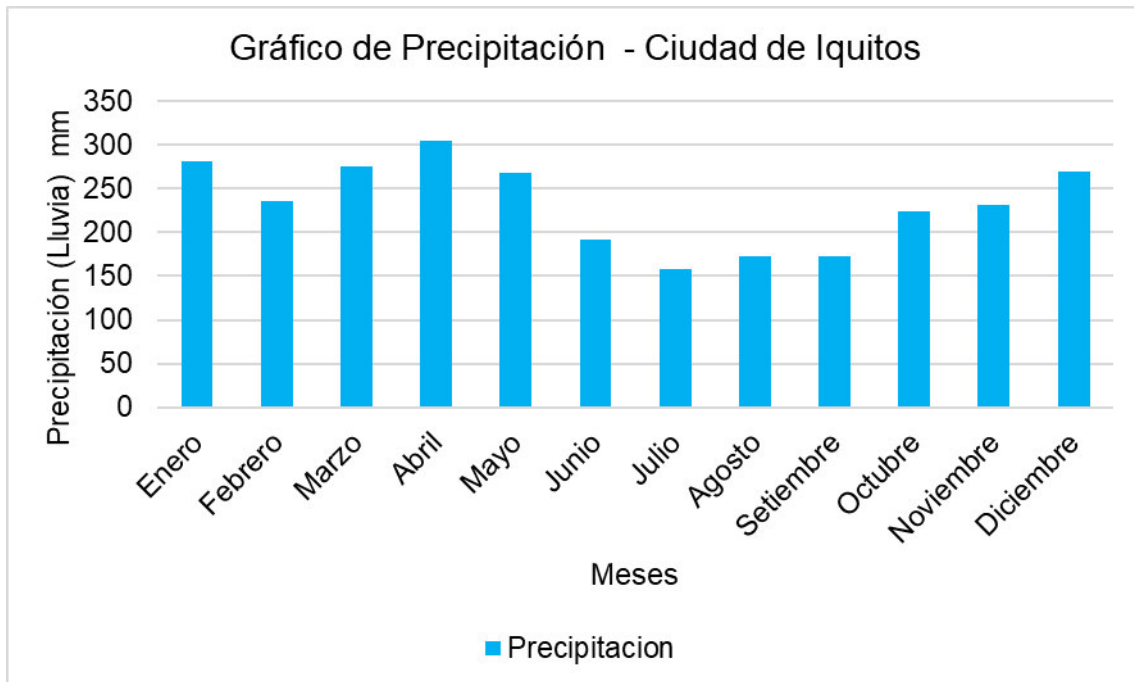


Nota: Adaptado del SENAMHI (2023)

En el área de estudio el clima muy lluvioso, cálido y con abundante humedad influye directamente e indirectamente sobre las dinámicas en las coberturas y uso del suelo. Por ejemplo, la alta precipitación de diciembre a mayo permite que se desarrolle el tránsito fluvial sobre el río Itaya, donde se dan flujos de mercancías y personas. Asimismo, la precipitación permite el desarrollo de bosques húmedos y suelos con alta lixiviación. Sin embargo, la alta precipitación y la alta tasa de evapotranspiración sobre la mancha urbana, a la larga, puede traer problemas en el abastecimiento de agua.

Figura 11

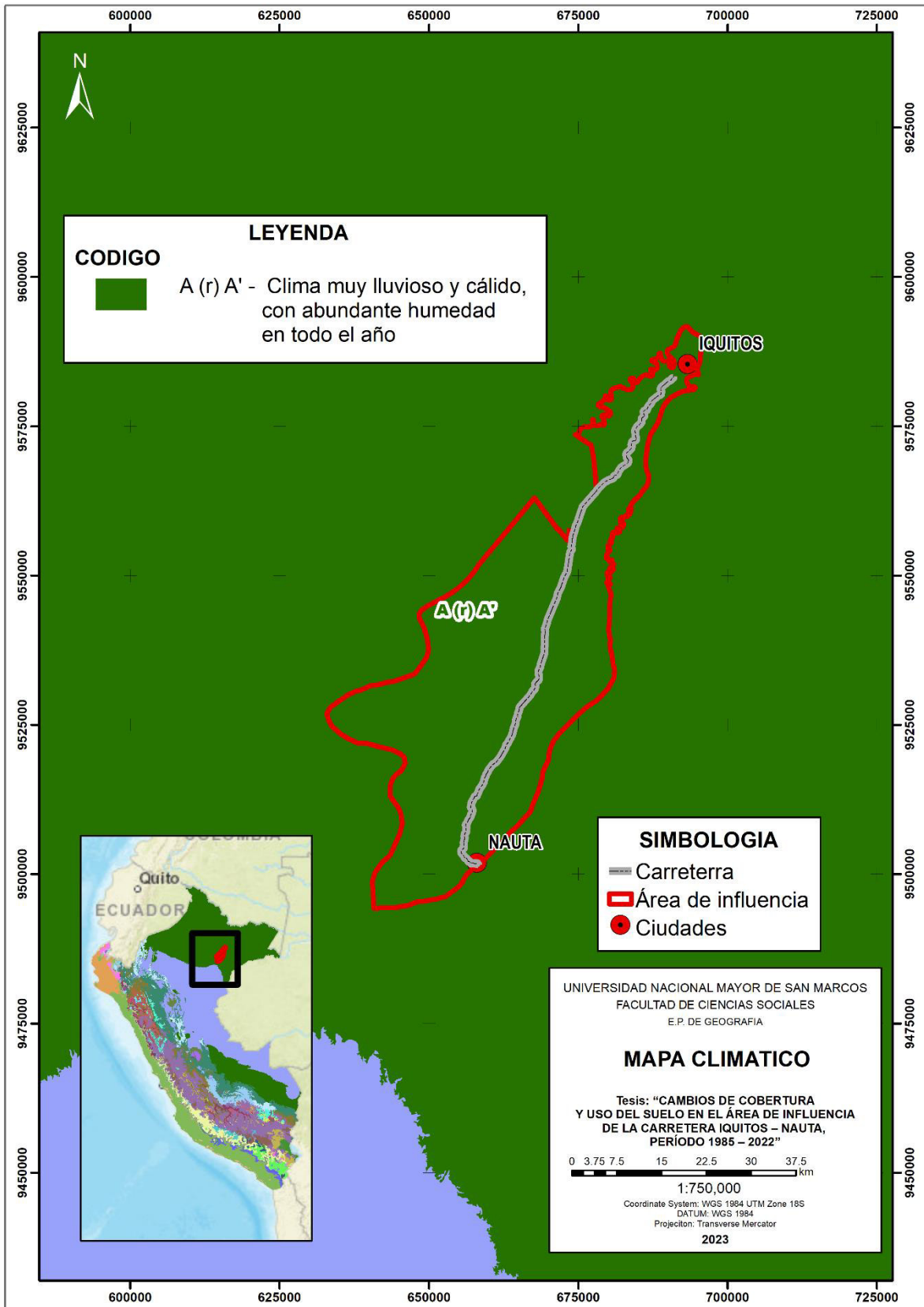
Gráfico de Precipitación de la ciudad de Iquitos



Nota: Adaptado del SENAMHI (2023)

Figura 12

Mapa 06: Mapa Climático del área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta



Nota: Información geoespacial extraída Mapa Climático del Perú. Adaptado del SENAMHI (2020)

5.1.4 RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIALES

El área de estudio está contiguo al río Marañón, Amazonas, Itaya y el Nanay. No obstante, el único río que se encuentra dentro del área de influencia de la carretera Iquitos - Nauta es el río Itaya, el cual cruza transversalmente el área de estudio. Además, existen otros cuerpos de agua como las cochas (lagunas), flujos de agua y otros cuerpos hidrográficos que son importantes a considerar, tal como se observa en la Tabla 17.

Tabla 17

Cuerpos hidrográficos del área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta

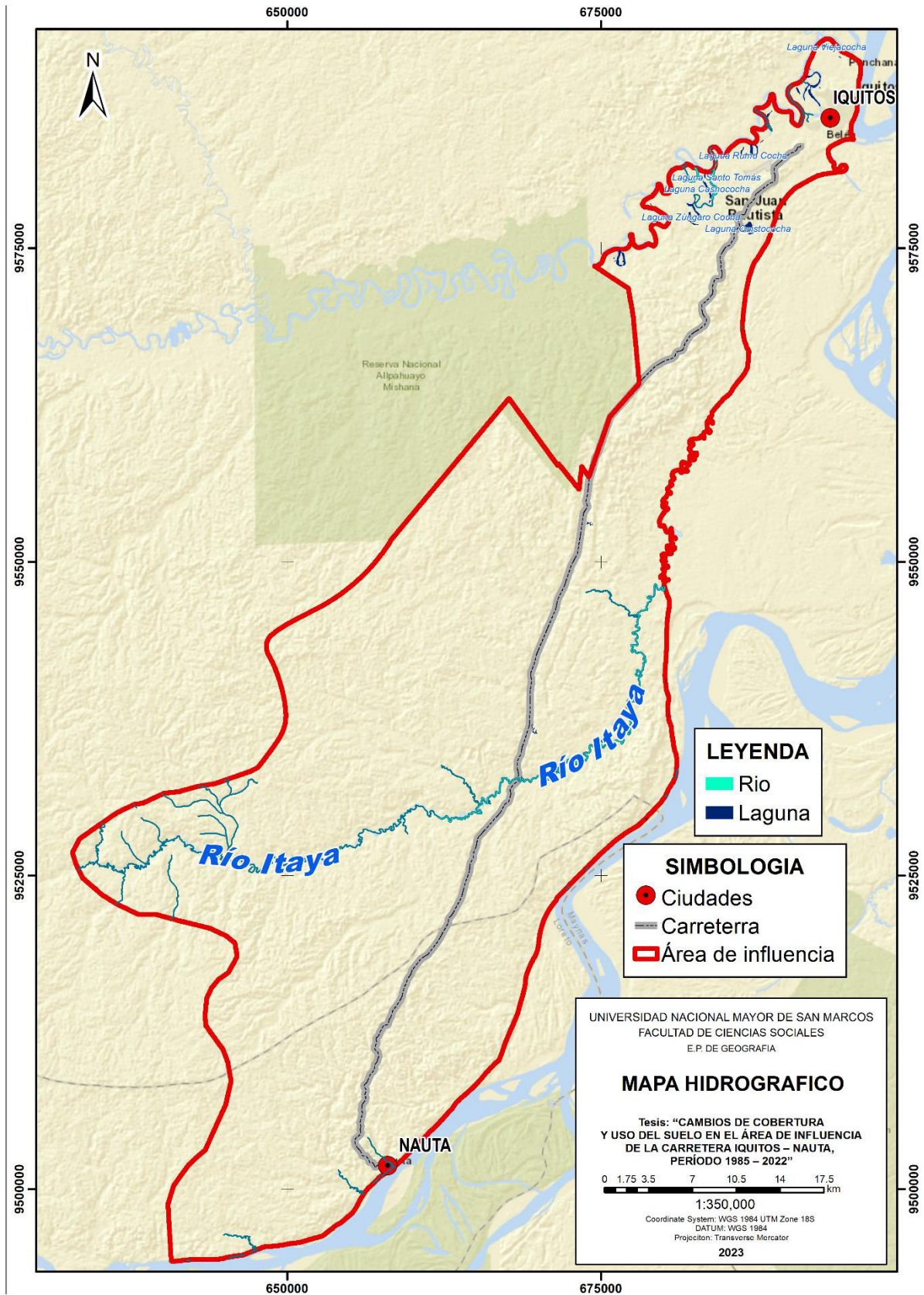
Cuerpos Hidrográficos	Longitud	Área (Ha)
Rio Itaya	168.858	-
Otros Flujos de Agua	83.653	-
Laguna Quistococha	-	53.316
Laguna Cashococha	-	22.009
Laguna Zúngaro Cocha	-	18.900
Laguna Viejacocha	-	9.806
Laguna Rumo Cocha	-	8.868
Laguna Santo Tomás	-	4.984
Otros cuerpos de agua	-	210.617

Nota: Se muestran los cuerpos de agua representativos en el área de estudio. Adaptado del Visor Loreto, GORE Loreto, 2016.

Dentro del área de estudio, el aspecto hidrográfico influye en el desarrollo de determinadas actividades relacionadas a lo económico como el aprovechamiento de recursos hidrobiológicos, actividades turísticas, transporte fluvial, entre otros. Asimismo, incide sobre la ubicación de determinadas coberturas y uso del suelo, como el crecimiento urbano cerca a los cuerpos hidrográficos, flujos de agua, entre otros. A continuación, en la Figura 13 se muestra el aspecto hidrográfico del área de estudio.

Figura 13

Mapa 07: Mapa Hidrográfico del área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta



Nota: Río Itaya y otros cuerpos hidrográficos. Adaptado del Visor Loreto, GORE Loreto, 2016.

5.1.5 SUELOS

Según la ONERN, en el aspecto edafológico del área de estudio existen 2 tipos de suelo, tal como se muestra en la Tabla 18 y la Figura 14.

Tabla 18

Tipo de suelos en el área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta

Suelo	Símbolo	Paisaje	Porcentaje (%)	Área (ha)
Fluvisol éútrico Gleysol éútrico	- FLe-GLe	Terrazas aluviales bajas generalmente inundables	60%-40%	61194.6787
Acrisol háplico Alisol háplico Lixisol háplico	- ACh- - ALh-LXh	Lomadas y colinas	40%-30%- 30%	129561.226
Total				190755.905

Nota: Se evidencia dos tipos de suelo en el área de estudio. Adaptado del INRENA, 1996.

El primer tipo de suelo es el Acrisol háplico - Alisol háplico – Lixisol háplico (ACH-ALh-LXh). Este tipo de suelo generalmente se encuentran en paisaje de lomadas y colinas, donde se compone para el Acrisol háplico, el Alisol háplico y el Lixisol háplico con un porcentaje de 40%, 30% y 30%, respectivamente.

El tipo de horizonte que contienen los acrisoles son árgicos, es decir, con altos contenido de arcilla y una textura franco-arenosa. Asimismo, los Alisoles son suelos que presentan un grado de saturación en bases menor al 50%. Pero a diferencia de los suelos alisoles, los lixisoles presentan una saturación superior al 50%.

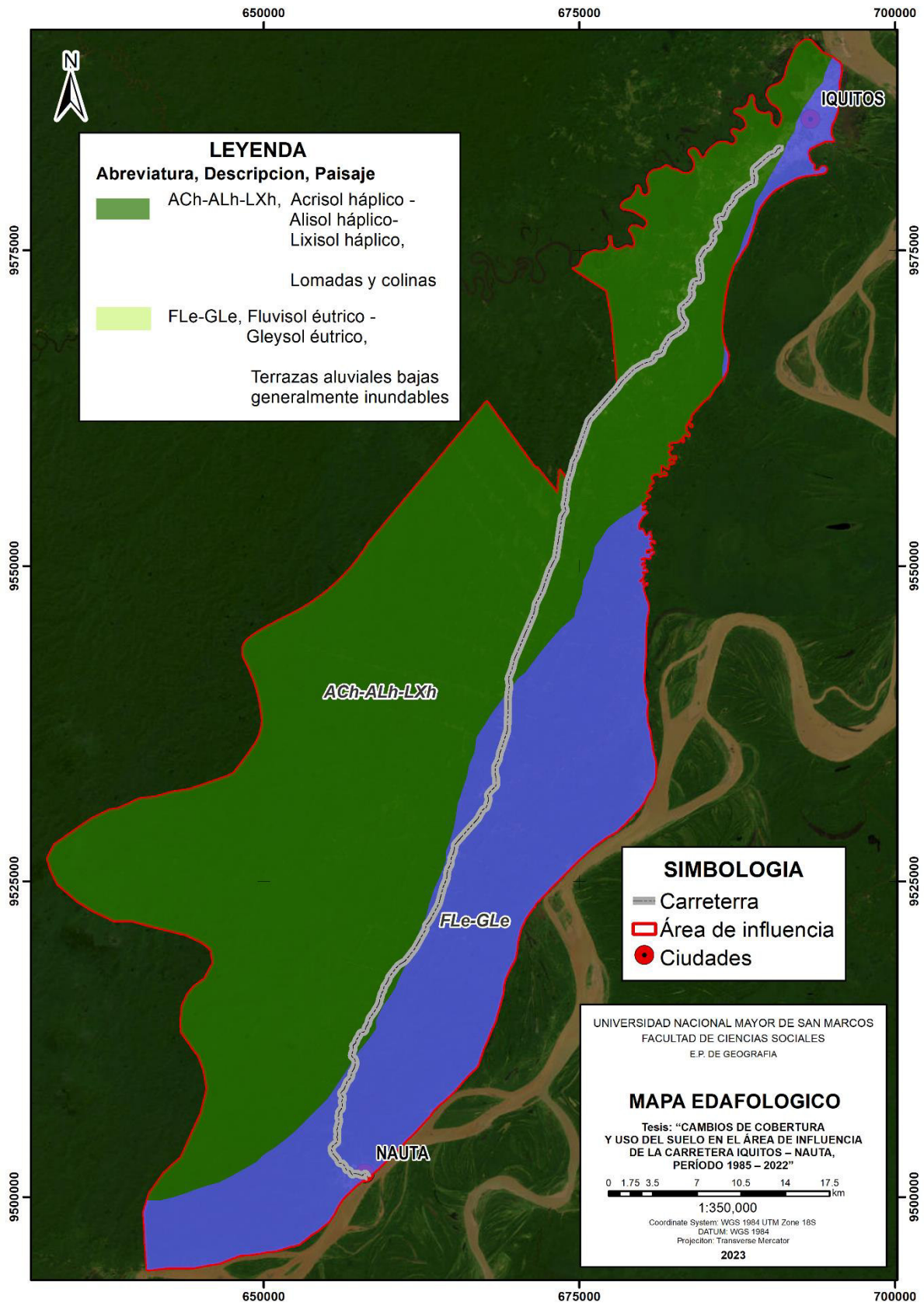
El segundo tipo de suelo es el Fluvisol éútrico - Gleysol éútrico (FLe-GLe). Este tipo de suelo generalmente se encuentran en paisaje de terrazas aluviales bajas, donde se compone para el suelo de tipo Fluvisol éútrico y Gleysol éútrico con un porcentaje de 60% y 40%, respectivamente. Este tipo de suelo está referido a suelos poco desarrollados debido a los

aportes recientes por la dinámica fluvial. Por ende, en este tipo de suelo puede contener arenas, limos, gravas y cantos.

Uno de los factores más importantes en la dinámica de la cobertura y uso del suelo es el aspecto edafológico, pues influye en gran medida sobre una determinada cobertura y uso del suelo. Por ejemplo, el desarrollo de la agricultura en suelos productivos cerca de las riberas de los ríos, sobre los suelos árgicos a través de la roza y quema con cultivos transitorios, entre otros. Asimismo, dentro de los estudios realizados de ZEE en la Capacidad de uso Mayor de suelos (CUM) se han logrado diferenciar tierras aptas para cultivo en limpio, cultivo permanente, producción forestal y tierras de protección.

Figura 14

Mapa 08: Mapa Edafológico del área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta



Nota: Se presentan 2 tipos de suelo en el área de estudio. Adaptado del INRENA, 1996.

5.1.6 FLORA Y FAUNA

En cuanto a la cobertura vegetal, dentro del área de estudio existen 9 tipos. Según el MINAM (2015) son: Áreas de no bosque amazónico, Bosque de colina baja, Bosque de llanura meándrica, Bosque de terraza baja, Bosque de terraza, inundable por agua negra, Bosque inundable de palmeras, Lagunas lagos y cochas, Río y Vegetación esclerófila de arena blanca, tal como se presenta en la Tabla 10, Tabla 20 y Figura 15.

Tabla 19

Cobertura Vegetal en el área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta.

Cobertura Vegetal	Símbolo	Área (ha)	Porcentaje (%)
Áreas de no bosque amazónico	Ano-ba	66690.74	34.34%
Bosque de colina baja	Bcb	115100.35	59.27%
Bosque de llanura meándrica	Bllm	0.38	0.00%
Bosque de terraza baja	Btb	8011.90	4.13%
Bosque de terraza inundable por agua negra	Bti-an	1616.87	0.83%
Bosque inundable de palmeras	Bi-pal	929.92	0.48%
Lagunas lagos y cochas	L/Co	189.49	0.10%
Río	R	1075.71	0.55%
Vegetación esclerófila de arena blanca	Ve-ab	591.06	0.30%
Total		194206.41	100%

Nota: Adaptado del MINAM, 2015.

Tabla 20

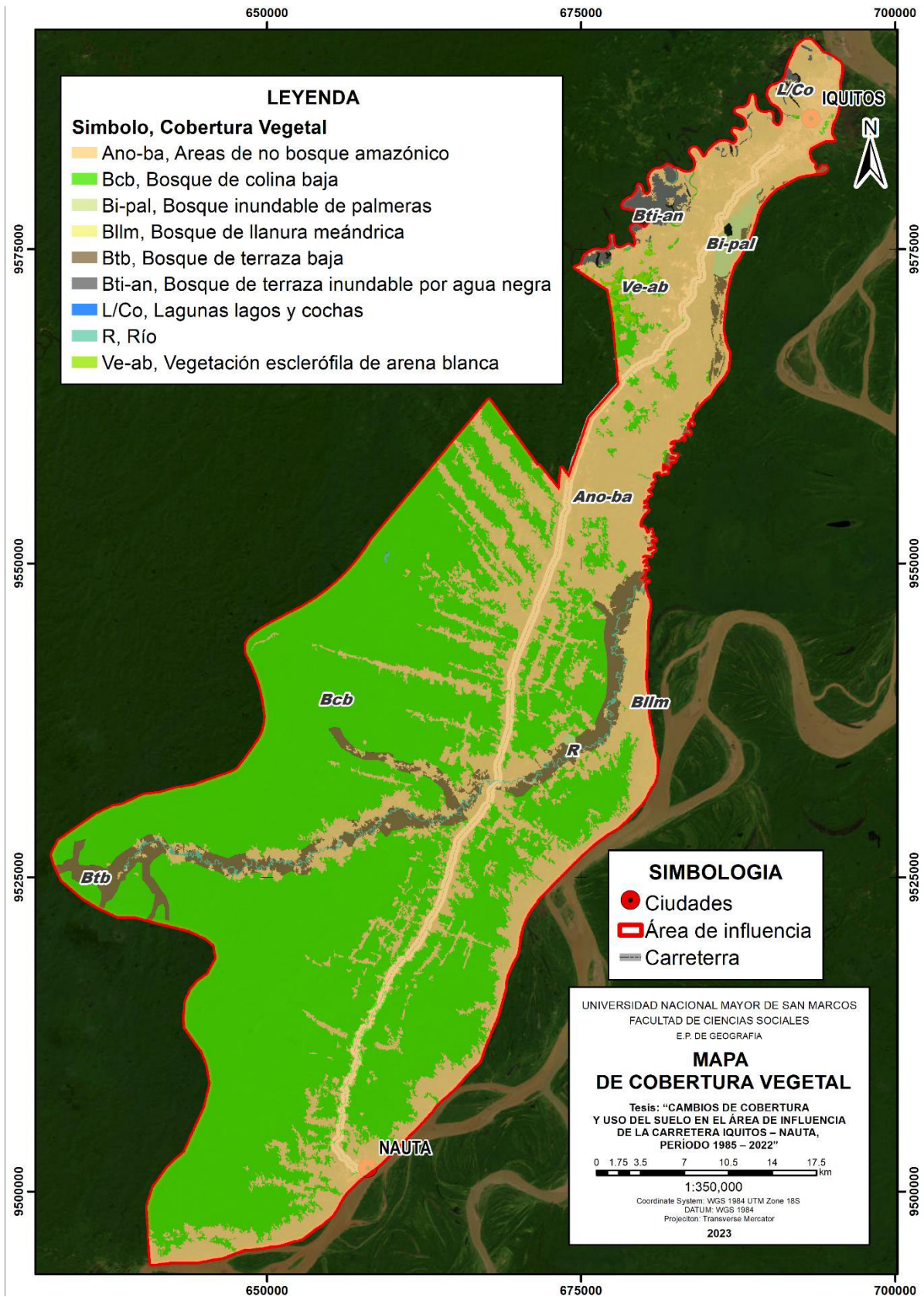
Principales especies de flora y fauna en el área de estudio.

FLORA	FAUNA
Palmera de aguaje (<i>Mauritia flexuosa</i>)	Oso hormiguero (<i>Myrmecophaga tridactyla</i>)
Irapay (<i>Lepidocaryum gracile</i> Martius)	Mono tocon (<i>Callicebus oenanthe</i>)
metohuayo (<i>Caryodendron orinocense</i>)	Sachavaca (<i>Tapirus terrestris</i>)
Quillosa (<i>Vochysia vismiifolia</i>)	Otorongo (<i>Panthera onca</i>)
Capirona (<i>Calycophyllum spruceanum</i>)	Venado colorado (<i>Cervus elaphus</i>)
Cumala (<i>Virola sebifera</i> Aubl)	Majaz (<i>Cuniculus paca</i>)
Shebon (<i>Attalea butyracea</i>)	Añuje (<i>Dasyprocta punctata</i>)
Ungurahui (<i>Oenocarpus bataua</i>)	Mariposas e insectos exóticos

Nota: Datos obtenidos en campo. Elaboración Propia (2023).

Figura 15

Mapa 09: Mapa de cobertura vegetal del área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta



Nota: Información geoespacial obtenida del Mapa de Cobertura Vegetal del Perú. Adaptado del MINAM, 2015.

5.2 CARACTERÍSTICAS SOCIO-ECONÓMICAS

5.2.1 POBLACIÓN Y DEMOGRAFÍA

Dentro del aspecto poblacional, en el área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta se encuentran en total 105 centros poblados, donde la provincia de Maynas tiene la mayor cantidad. Asimismo, la población total es de 419365 habitantes, donde el centro poblado perteneciente al distrito de Iquitos contiene la mayor población, tal como se detalla en la Tabla 21 y Figura 16.

Tabla 21

Población por distritos dentro del área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta.

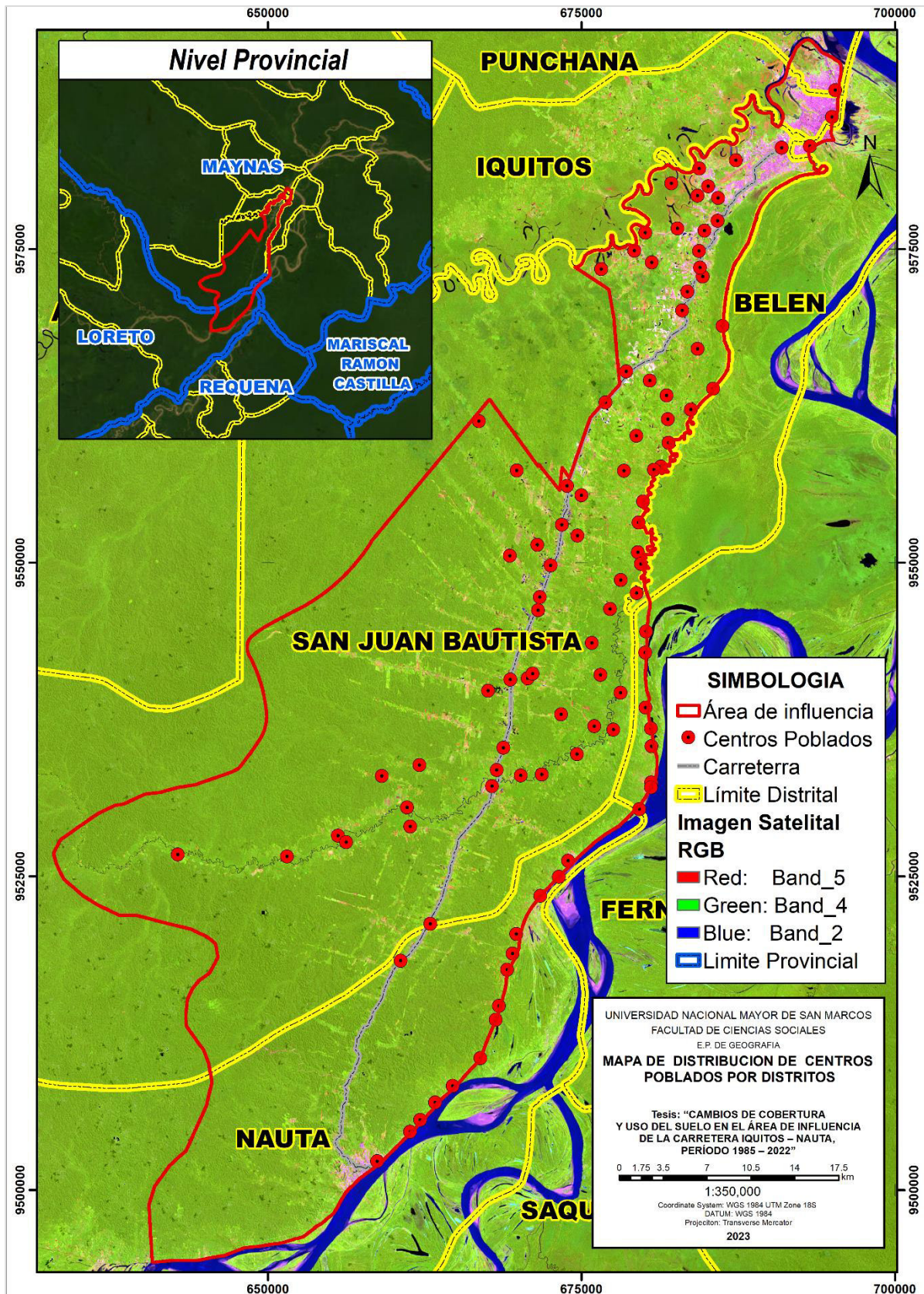
Provincia	Distritos	Cantidad de Centros Poblados	Población total
Loreto		15	21601
	Nauta	15	21601
Maynas		90	397764
	Belen	2	56511
	Fernando Lores	8	586
	Iquitos	1	144463
	Punchana	1	69401
	San Juan Bautista	78	126803
	Total	105	419365

Nota: Datos obtenidos del MINEDU, 2020. Elaboración Propia (2023).

La mayor cantidad de la población total dentro del área de estudio se sitúa en mayor proporción en la ciudad de Iquitos, debido a que esta ciudad funciona como centro administrativo, educativo, financiero, entre otros aspectos propios de una ciudad centralista.

Figura 16

Mapa 10: Mapa de distribución de Centros Poblados por Distritos



Nota: Distribución y densidad de los centros poblados en el área de estudio. Adaptado del MINEDU (2020).

Estos centros poblados tienen una mayor clasificación en la provincia de Maynas como anexos, campamento minero, caserío, ciudad, pueblos, villa y otros, tal como se muestra en la Tabla 22.

Tabla 22

Población por clasificación de los Centros Poblados dentro del área de estudio

Provincia	Clasificación	Suma de Población
Loreto		21601
	Caserío	1975
	Otros	75
	Pueblo	19551
Maynas		397764
	Sin Clasificación	2103
	Anexo	34
	Campamento Minero	62
	Caserío	13496
	Ciudad	144463
	Otros	1308
	Pueblo	11284
	Villa	225014
	Total	419365

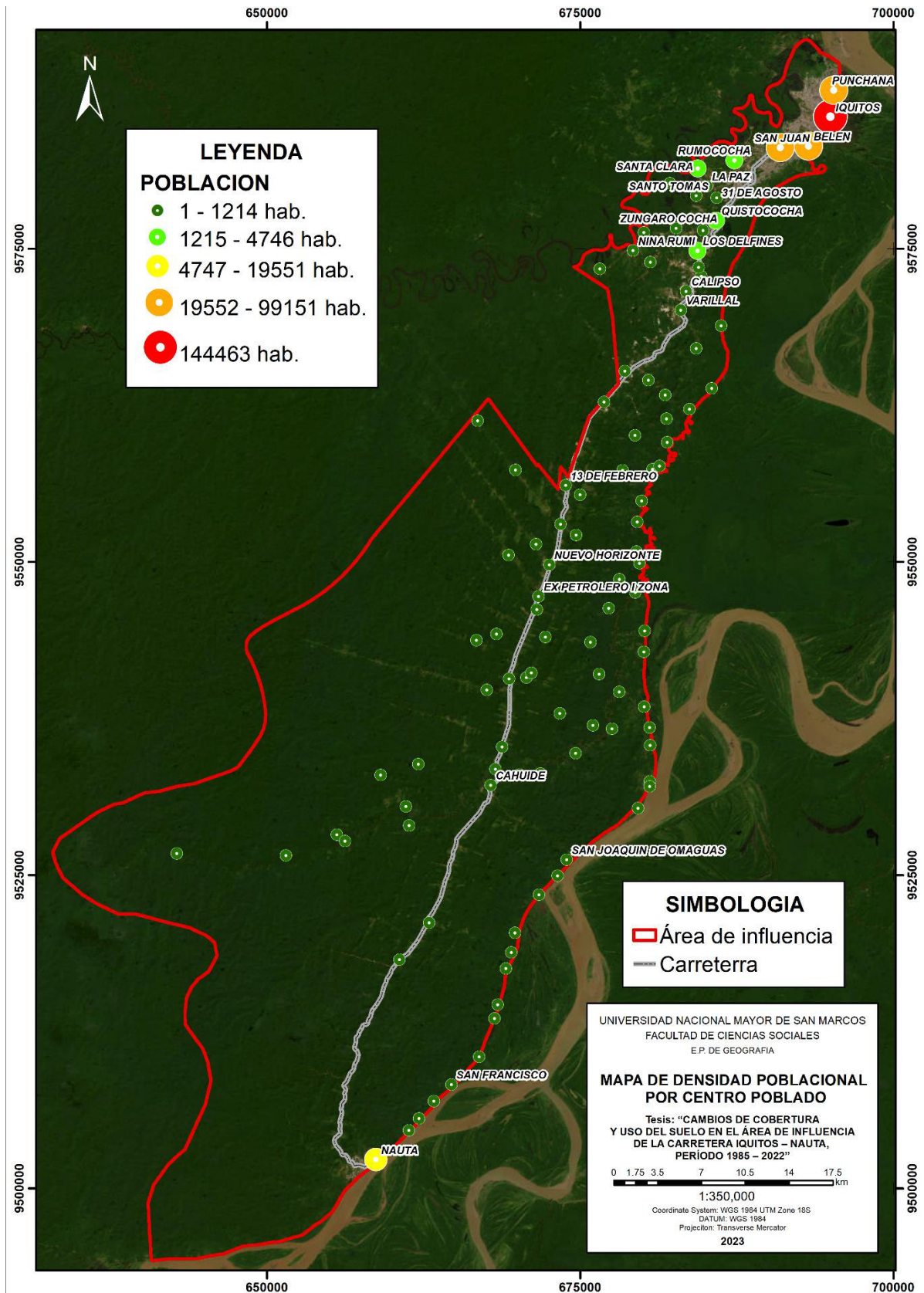
Nota: Datos obtenidos del MINEDU, 2020. Elaboración Propia (2023).

La ubicación de estos centros poblados responde a varios factores como en lo económico; por ejemplo, en el desarrollo de la piscicultura a través de la creación de cochas artificiales, el crecimiento urbano, ubicación de centros poblados cerca de las riberas de los ríos o cuerpos de agua, aprovechamiento del recurso maderero, aprovechamiento de recursos mineros no metálicos, entre otros. Estas actividades se plasman en la coberturas y uso del suelo, lo cual genera una dinámica en torno a estas teniendo en cuenta una escala temporal y espacial.

En ese sentido, en la Figura 17 se visualiza la densidad por centros poblados ubicados en el área de estudio.

Figura 17

Mapa 11: Mapa de Densidad Poblacional por Centro Poblado del área de estudio.-



Nota: Distribución y densidad de los centros poblados en el área de estudio. Adaptado del MINEDU (2020).

5.2.2 SERVICIOS BÁSICOS A LA POBLACIÓN

Para el análisis poblacional a nivel de manzanas básicos, según el XII Censo de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas realizado por el INEI en el 2017, existen un total de 2990 manzanas y una población total de 374731 habitantes dentro del área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta, tal como se observa en la Tabla 23.

Tabla 23

Distribución de la población a nivel de manzanas dentro del área de estudio

PROVINCIAS	DISTRITOS	POBLACION TOTAL	PORCENTAJE DE POBLACIÓN (%)	CANTIDAD DE MZ
Loreto		19107	5.10%	230
	Nauta	19107	5.10%	230
Maynas		355624	94.90%	2760
	Belen	54753	14.61%	460
	Iquitos	122605	32.72%	767
	Punchana	66245	17.68%	384
	San Juan Bautista	112021	29.89%	1149
Total		374731	100.00%	2990

Nota: Datos obtenidos del INEI, 2017. Elaboración Propia (2023).

En cuanto a la distribución de las viviendas y manzanas se puede observar que el 94.87% de las viviendas está ubicada dentro de la provincia de Maynas y solo el 5.13% en la provincia de Loreto. Además, en total hay 98055 viviendas dentro del área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta. Ello se detalla en la Tabla 24.

Tabla 24

Distribución de la viviendas y manzanas dentro del área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta.

PROVINCIAS	DISTRITOS	CANTIDAD DE MZ	CANTIDAD DE VIVIENDAS	PORCENTAJE DE VIVIENDAS (%)
Loreto		230	5030	5.13%
	Nauta	230	5030	5.13%
Maynas		2760	93025	94.87%
	Belen	460	13333	13.60%
	Iquitos	767	31585	32.21%
	Punchana	384	16187	16.51%
	San Juan Bautista	1149	31920	32.55%
	Total	2990	98055	100.00%

Nota: Datos obtenidos del INEI, 2017. Elaboración Propia (2023).

En cuanto al acceso del servicio básico a nivel de viviendas, se cuenta con un total de 60885 viviendas que tienen el acceso al desagüe, de las cuales el 98.09% está ubicada en la provincia de Maynas y el resto del porcentaje en la provincia de Loreto. Además, los distritos con menor y mayor números de viviendas con acceso al desagüe son los distritos de Nauta e Iquitos, respectivamente.

Por otra parte, el acceso al agua lo tienen 66616 viviendas de las cuales el 98.2% está ubicada en la provincia de Maynas y el resto del porcentaje en la provincia de Loreto. Los distritos con menor y mayor números de viviendas con acceso al agua son los distritos de Nauta e Iquitos, respectivamente.

Finalmente, alrededor de 80717 viviendas cuentan con el acceso a electricidad de las cuales el 95.19% está ubicada en la provincia de Maynas y el resto del porcentaje en la provincia de Loreto. Los distritos con menor y mayor números de viviendas con acceso al servicio de luz son los distritos de Nauta e Iquitos, respectivamente. Estos datos se muestran en la Tabla 25.

Tabla 25

Acceso a los servicios básicos a nivel de vivienda dentro del área de influencia de la carretera

Iquitos-Nauta.

PROVINCIAS	DISTRITOS	CANTIDAD DE VIVIENDAS CON ACCESO AL DESAGUE		CANTIDAD DE VIVIENDAS CON ACCESO AL AGUA		CANTIDAD DE VIVIENDAS CON ACCESO A LUZ	
			Porcentaje (%)		Porcentaje (%)		Porcentaje (%)
LORETO		1199	2.0%	1212	1.8%	3881	4.81%
	NAUTA	1199	2.0%	1212	1.8%	3881	4.81%
MAYNAS		59686	98.0%	65404	98.2%	76836	95.19%
	BELEN	8116	13.3%	10294	15.5%	11170	13.84%
	IQUITOS	26091	42.9%	26419	39.7%	27521	34.10%
	PUNCHANA	9314	15.3%	9592	14.4%	13710	16.99%
	SAN JUAN BAUTISTA	16165	26.6%	19099	28.7%	24435	30.27%
Total		60885	100.0%	66616	100.0%	80717	100.00%

Nota: Datos obtenidos del INEI, 2017. Elaboración Propia (2023).

6 CAPÍTULO VI: RESULTADOS

6.1 COBERTURAS Y USOS DE SUELO IDENTIFICADAS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA CARRETERA IQUITOS-NAUTA, EN EL PERIODO DE 1985 A 2022

De acuerdo a la preclasificación con base al comportamiento espectral de las imágenes satelitales, la información recogida en campo (ver Figura 18), la bibliografía revisada como la clasificación del Corine Land Cover adaptada por el MINAM (2015) y la clasificación elaborada por el INRENA (2005); se logró identificar y diferenciar las siguientes coberturas y uso del suelo presentes en el área de influencia de la carretera Iquitos – Nauta, las cuales se detallan en la Tabla 26.

Tabla 26

Coberturas y usos del suelo identificada en el área de estudio

NIVEL I	NIVEL II	TIPOS DE COBERTURA Y USO
1.-Area artificializada (AA)	1.1.- Área Urbana (AU)	Área Urbanizada
	1.2.- Otras áreas sin vegetación (OSV)	Minería, Otras Áreas sin Vegetación
2.- Agropecuario (AGRO)	2.1.- Cultivos (C)	Tierra Desnuda, Chacra, Cultivos
	2.2.- Vegetación Clara (VG)	Pastos, Vegetación Clara
3.- Bosque (B)	3.1.- Bosque Primario (BP)	Bosque Primario
	3.2.- Bosque Inundable (BI)	Bosque Inundable aguas negras
4.- Cuerpos de Agua (CA)	4.1.- Rio (R)	Rio Itaya
	4.2.- Otros cuerpos de agua (OCA)	Cochas, Piscigranjas, Cuerpos de agua artificiales

Nota: Adaptado del INRENA (2005) y del MINAM (2014).

Figura 18

Verificación en campo de las Coberturas y uso del suelo



Nota: Archivos del autor (2020)

De acuerdo a la identificación y diferenciación de las coberturas y uso del suelo, se procede a describir cada clase en función a cada nivel:

6.1.1 CUS NIVEL I: 1.- ÁREA ARTIFICIALIZADA (AA)

Son aquellas áreas donde se existe poca casi nula vegetación y áreas intervenidas por el hombre mediante la construcción de infraestructura urbana, rellenos sanitarios, suelo desnudo producto de la actividad minera no metálica o la deforestación. Asimismo, engloba a las coberturas y usos de suelo como el suelo urbano y rural, redes viales, entre otros.

Esta categoría de Nivel I reúne a la coberturas y usos del suelo de nivel II de tipo Área Urbana (AU) y Otras áreas sin vegetación (OSV).

6.1.1.1 CUS Nivel II: 1.1.- Área Urbana (AU)

En este tipo de área predomina las áreas urbanas consolidadas como la ciudad de Iquitos y Nauta. Asimismo, dentro de esta categoría se encuentran las áreas urbanas no consolidadas

como los centros poblados de tipo caserío o anexos situadas a lo largo y ancho del área de influencia de la Carretera Iquitos – Nauta. Este concepto se ejemplifica en la Figura 19 y 20.

Figura 19

Categoría de Área Urbana (AU), ejemplo 1.



Nota: Área urbana localizada al inicio de la carretera Iquitos - Nauta. Archivos del Autor (2020)

Figura 20

Categoría de Área Urbana (AU), ejemplo 2.



Nota: Vista aérea de la Ciudad de Iquitos. Archivos del Samuel Zuta Samamé (2021)

6.1.1.2 CUS Nivel II: 1.2.- Otras áreas sin vegetación (OSV)

En este tipo de cobertura y uso de suelo se encuentran predominantemente las áreas de minería de tipo no metálica como la extracción de arena blanca a tajo abierto, la cual es destinada para su uso en el sector de la construcción. Además, se puede encontrar áreas sin vegetación debido a la existencia de infraestructuras, industrias avícolas, rellenos sanitarios, entre otros. Este tipo de cobertura y uso del suelo se puede visualizar en la Figura 21 y 22.

Figura 21

Categoría de Otras áreas sin vegetación (OSV), ejemplo 1.



Nota: Área sin cobertura vegetal. Archivos del autor (2020)

Figura 22

Categoría de Otras áreas sin vegetación (OSV), ejemplo 2



Nota: Extracción de arena blanca en el área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta. Tomado de la RNAM (2019)

6.1.2 CUS NIVEL I: 2.- AGROPECUARIO (AGRO)

Esta categoría de Nivel I reúne a la coberturas y usos del suelo de Nivel II de tipo Cultivos (C) y Vegetación Clara (VG). Dentro de esta categoría de nivel I se encuentran las actividades agrícolas que se desarrollan en el área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta y áreas de pastoreo dedicada al ganado vacuno y búfalo.

6.1.2.1 CUS Nivel II: 2.1.- Cultivos (C)

Dentro de esta categoría se desarrolla una agricultura de subsistencia, es decir, una agricultura para cubrir necesidades propias y de la familia. Dentro de los principales cultivos destacan la anona, papaya, cocona, uvilla, plátano, yuca, macambo, maíz, limón, guaba piña, humarí, pijuayo y algunas hortalizas. Asimismo, dentro del área de estudio se presentan áreas de cultivos de mayor extensión como la caña de azúcar, palma aceitera y sacha Inchi. Esta cobertura y uso del suelo se ejemplifica en la Figura 23.

Figura 23

Categoría de Cultivos (C).



Nota: Presencia de cultivos de Plátano cerca al Centro Poblado San Joaquín de Omagua. Archivos del Autor (2020)

6.1.2.2 CUS Nivel II: 2.2.- Vegetación Clara (VG)

En esta clase se encuentran las áreas de vegetación poco densa como pastos, áreas de pastoreo, áreas que han sido deforestadas y luego ha crecido la vegetación secundaria o herbácea que, posteriormente, formará los bosques secundarios (purmas). Asimismo, dentro de esta categoría se encuentran las áreas de pastoreos dedicada al ganado vacuno y de búfalos. Ello se logra observar en la Figura 24, 25 y 26.

Figura 24

Categoría de Vegetación Clara (VG), ejemplo 1.



Nota: Área de pastos. Archivos del Autor (2020)

Figura 25

Categoría de Vegetación Clara (VG), ejemplo 2.



Nota: Área de pastos y uso ganadero. Archivos del Autor (2020)

Figura 26

Categoría de Vegetación Clara (VG), ejemplo 3.



Nota: Vista área de vegetación poco densa. Tomado de AMPA-Unidad de Monitoreo y SIG (2020)

6.1.3 CUS NIVEL I: 3.- BOSQUE (B)

Dentro de esta categoría se encuentran los Bosques Primarios (BP) y Bosque Inundables (BI). En cuanto a los Bosques Primarios (BP) se presentan especies como Machimango blanco, Cepanchina, Chemicua, Pashaco, Moena, entre otros. Estas especies son aprovechadas para la venta de leña, uso maderable, carbón, entre otros.

En cuanto Bosque Inundables (BI) se caracteriza por ser inundado permanentemente o estacionalmente donde predomina especies como la Cumala, Renaco, Aguaje, Cetico, Shimbillo, Machimango, entre otros.

6.1.3.1 CUS Nivel II: 3.1.- Bosque Primario (BP)

En esta categoría se encuentran las áreas boscosas con vegetación densa. Usualmente se le conoce como bosque primario debido a la poca intervención del hombre en estas zonas; sin embargo, la deforestación está incrementándose en el área de estudio afectando el bosque primario. Esta deforestación responde al aprovechamiento de recursos maderables para la

venta, el uso de carbón, resinas, leñas, frutos, entre otros. Dentro de las especies presentes en el bosque primario destacan el Parinari colorado, Machimango blanco, Cepanchina, Chemicua, Pashaco, Tangarana, Lupuna, Quillosisa, moenas, tornillo, cumala, entre otros. Esta cobertura se ejemplifica en la Figura 27.

Figura 27

Categoría de Bosque Primario (BP).



Nota: Área Vista área de vegetación densa: Tomado de AMPA-Unidad de Monitoreo y SIG (2020)

6.1.3.2 CUS Nivel II: 3.2.- Bosque Inundable (BI)

En esta categoría se encuentran los bosques inundables o también llamados tahuampas, los cuales son inundados periódicamente o permanentemente; así como también, poseen poco drenaje y abundante materia orgánica. Dentro de esta categoría está presente el bosque inundable adyacente al río Nanay y al río Itaya, el cual está cercano a la cocha llamada Quistococha. Dentro de este tipo de cobertura se presentan especies como la Cumala, Renaco, Aguaje, Cetico, Shimbillo, Machimango, Mari Mari, Quillosisa, Tangarana, Pashaco, entre otros. Esta categoría se ejemplifica en la Figura 28.

Figura 28*Categoría de Bosque Inundable (BI)*

Nota: Bosque inundable cerca al Río Nanay. Archivos del Autor (2020)

6.1.4 CUS NIVEL I: 4.- CUERPOS DE AGUA (CA)

Dentro de esta categoría de Nivel I se encuentra la categoría de Nivel II de tipo Río (R) y Otros cuerpos de agua (OCA). En cuanto a categoría de Río (R) representa al río Itaya, el cual cruza transversalmente. En esta cobertura se desarrolla el transporte fluvial y la actividad pesquera.

En cuanto a la categoría de Otros cuerpos de agua (OCA) se caracteriza por la presencia de cochas y piscigranjas, desarrollando actividades turísticas como en una cocha llamada “Quistococha” o actividades piscícolas en piscigranjas.

6.1.4.1 CUS Nivel II: Río (R)

En esta categoría se encuentran el río Itaya debido a que cruza transversalmente al área de estudio y transporta una mayor cantidad de sedimento que el río Nanay, tal como se observa en la Figura 29. Por ello, tiene un comportamiento espectral diferente al resto de los cuerpos de agua. Dentro de esta categoría se desarrolla la actividad de la pesca aprovechando especies

como mojarra, doncella, Gamitana, lisa, tucunaré, ractacara, sardina, paiche, boquichico, yahuarachi, paco, sábalo de cola roja, llambina, maparate, entre otros. Asimismo, dentro de esta área se desarrolla el transporte fluvial local.

Figura 29

Categoría de Río (R)



Nota: Rio Itaya con transporte de sedimentos. Archivos del Autor (2020)

6.1.4.2 CUS Nivel II: 4.2.- Otros cuerpos de agua (OCA)

Comprende los cuerpos de agua de origen natural y artificial como las cochas y las piscigranjas, respectivamente. En cuanto a las cochas se destaca la cocha “Quistococha” donde se desarrolla la actividad turística y en las piscigranjas destaca la crianza de sábalo, boquichico y el paiche. Esta clase se ejemplifica en la Figura 30.

Figura 30

Categoría de Otros cuerpos de agua (OCA).



Nota: Piscigranjas. Archivos del Autor (2020)

6.2 MATRIZ DE CONFUSIÓN E ÍNDICE DE KAPPA

6.2.1 *Matriz de Confusión*

En cuanto a la matriz de confusión se observa que se han generado 120 puntos de verificación para poder extraer las clases de Cobertura y uso del suelo de Nivel II que poseen los píxeles, dentro del área de estudio. Estos a su vez, se han distribuido equitativamente en quince puntos para cada clase de cobertura y uso del suelo de Nivel II, tal como se observa en la Tabla 27.

Tabla 27

Matriz de confusión de la cobertura y uso del suelo Nivel II del área de estudio para el año 2022

CUS NIVEL II	Área Urbana (AU)	Otras áreas sin vegetación (OASV)	Cultivos (CULT)	Vegetación Clara (VEGC)	Bosque Primario (BP)	Bosque Inundable (BINUN)	Rio (R)	Otros cuerpos de agua (OCAG)	Total	Exactitud del Usuario	Error de Comisión
Área Urbana (AU)	14	0	1	0	0	0	0	0	15	93.33%	6.67%
Otras áreas sin vegetación (OASV)	1	14	0	0	0	0	0	0	15	93.33%	6.67%
Cultivos (CULT)	2	0	13	0	0	0	0	0	15	86.67%	13.33%
Vegetación Clara (VEGC)	0	0	0	15	0	0	0	0	15	100.00%	0.00%
Bosque Primario (BP)	0	0	2	0	12	0	0	1	15	80.00%	20.00%
Bosque Inundable (BINUN)	0	0	1	2	0	12	0	0	15	80.00%	20.00%
Rio (R)	0	0	1	1	0	0	13	0	15	86.67%	13.33%
Otros cuerpos de agua (OCAG)	0	0	0	1	0	0	0	14	15	93.33%	6.67%
Total	17	14	18	19	12	12	13	15	120	Fiabilidad	
Exactitud del Productor	82.35%	100.00%	72.22%	78.95%	100.00%	100.00%	100.00%	93.33%	-	89.17%	
Error de Omisión	17.65%	0.00%	27.78%	21.05%	0.00%	0.00%	0.00%	6.67%			

Nota: Matriz de confusión para las ocho coberturas y uso del suelo de Nivel II. Elaboración Propia (2023).

En cuanto a la coberturas y uso del suelo de Nivel II, que están dentro de Nivel I de tipo Área artificializada, el Área Urbana (AU) presenta 14 píxeles que se han clasificado correctamente y 1 punto clasificado como Cultivos (CULT); obteniendo así, una exactitud de usuario de 93.33%. Asimismo, en cuanto exactitud del productor se tiene un 82.35% debido a que se ha obtenido un total de 17 píxeles clasificados por el productor respecto a esta cobertura.

Dentro de la categoría de Área artificializada también se encuentra la cobertura y uso del suelo de Otras áreas sin vegetación (OASV), el cual presenta una exactitud del productor de 100.00%, puesto que 12 píxeles están bien clasificados por el productor respecto al total de píxeles de la mencionada clase.

En cuanto a la coberturas y uso del suelo de Nivel II, que están dentro de Nivel I de tipo Agropecuario, se observa que la Vegetación Clara (VEGC) tiene una exactitud de usuario de 100.00% debido a que el número de píxeles bien clasificados coincide con el número total de píxeles clasificados de la mencionada clase. Sumado a ello, los Cultivos (CULT) presentan una exactitud de usuario de 86.67% debido a que solo 13 píxeles bien clasificados coinciden con el número total de píxeles clasificados en gabinete. Además, en cuanto a la exactitud del productor la Vegetación Clara (VEGC) tiene un 78.95% y para los Cultivos (CULT) se presenta el 72.22%.

En cuanto a la coberturas y uso del suelo de Nivel II, que están dentro de Nivel I de tipo Bosque, se observa que el Bosque Primario (BP) y el Bosque Inundable (BINUN) presentan una exactitud del productor de 100.00%; puesto que, los píxeles están bien clasificados por el productor respecto al total de píxeles para ambas clases. Asimismo, respecto a la exactitud de usuario ambos poseen un 80.00%.

En cuanto a la coberturas y uso del suelo de Nivel II, que están dentro de Nivel I de tipo Cuerpos de Agua, se observa que el Río (R) presenta una exactitud de usuario de 86.67%

debido a solo 13 píxeles están bien clasificados respecto al total de píxeles clasificados de la mencionada clase.

Para la cobertura y uso de suelo de Nivel II de tipo Otros cuerpos de agua (OCAG) se tiene una exactitud de usuario 93.33%, debido a que 14 píxeles están bien clasificados respecto al total de píxeles clasificados de la mencionada clase en gabinete. Asimismo, en cuanto a la exactitud del productor el Río (R) presenta un 100.00%; mientras que Otros cuerpos de agua (OCAG) presenta un 93.33% en relación a los píxeles bien clasificados sobre el total de la clase en cuestión.

Por otro lado, de acuerdo a la matriz de confusión, presentada en la Tabla 28, el valor de la fiabilidad es de 89.17%.

6.2.2 Índice de Kappa

En cuanto al valor de índice de kappa se determina a partir de valores obtenidos en gabinete y en campo. En este caso se tiene los siguientes valores:

$$k = \frac{0.892 - 0.125}{1 - 0.125}$$

$$k = 0.876$$

Luego, el valor del índice de kappa resultante es de 0.876 y según la fuerza de concordancia, presentada en la Tabla 11, tiene una característica de casi perfecto.

6.3 COBERTURA Y USO DEL SUELO DEL NIVEL I

6.3.1 ESTADO DE LA COBERTURA Y USO DEL SUELO DEL NIVEL I DESDE 1985 HASTA EL 2022

Para el año 1985 las coberturas y usos de los suelos, dentro del Nivel I, se presenta un área de 167104.08 ha que son Bosque (B), representando el 86.04 % con respecto a la superficie total. Asimismo, se tiene 23666.49 ha de uso Agropecuario (AGRO) representando el 12.19%. En menor proporción se presentan las Áreas artificializadas (AA) con 2063.88 ha y Cuerpos de Agua (CA) con 1371.96 ha, las cuales representan el 1.06% y el 0.71% del área total de estudio, respectivamente. Ello se observa en la Tabla 28, Figura 31 y 32.

Tabla 28

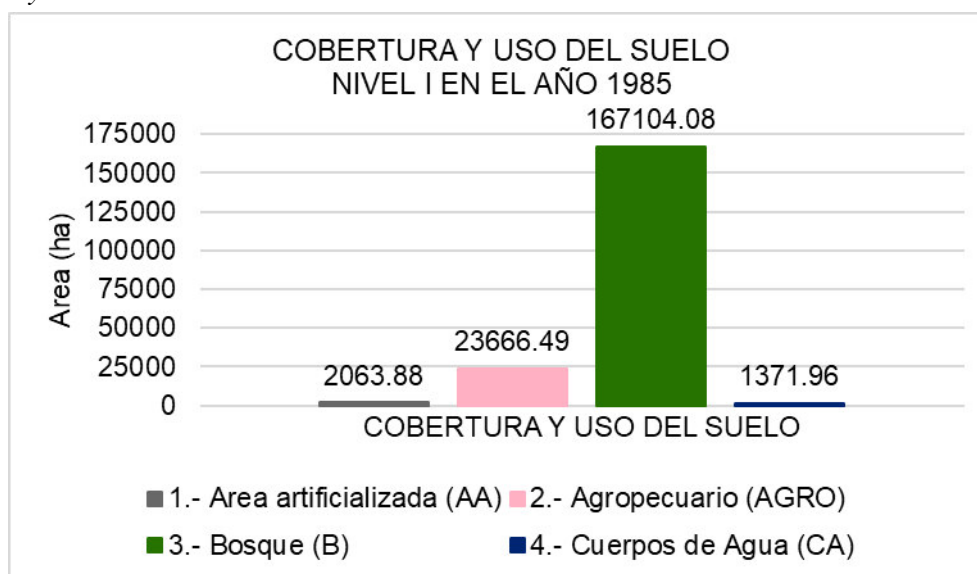
Cobertura y uso del suelo del Nivel I del área de estudio en el año 1985

NIVEL I	Área (ha)	%
1.- Área artificializada (AA)	2063.88	1.06%
2.- Agropecuario (AGRO)	23666.49	12.19%
3.- Bosque (B)	167104.08	86.04%
4.- Cuerpos de Agua (CA)	1371.96	0.71%
TOTAL	194206.41	100.00%

Nota: Elaboración Propia (2023)

Figura 31

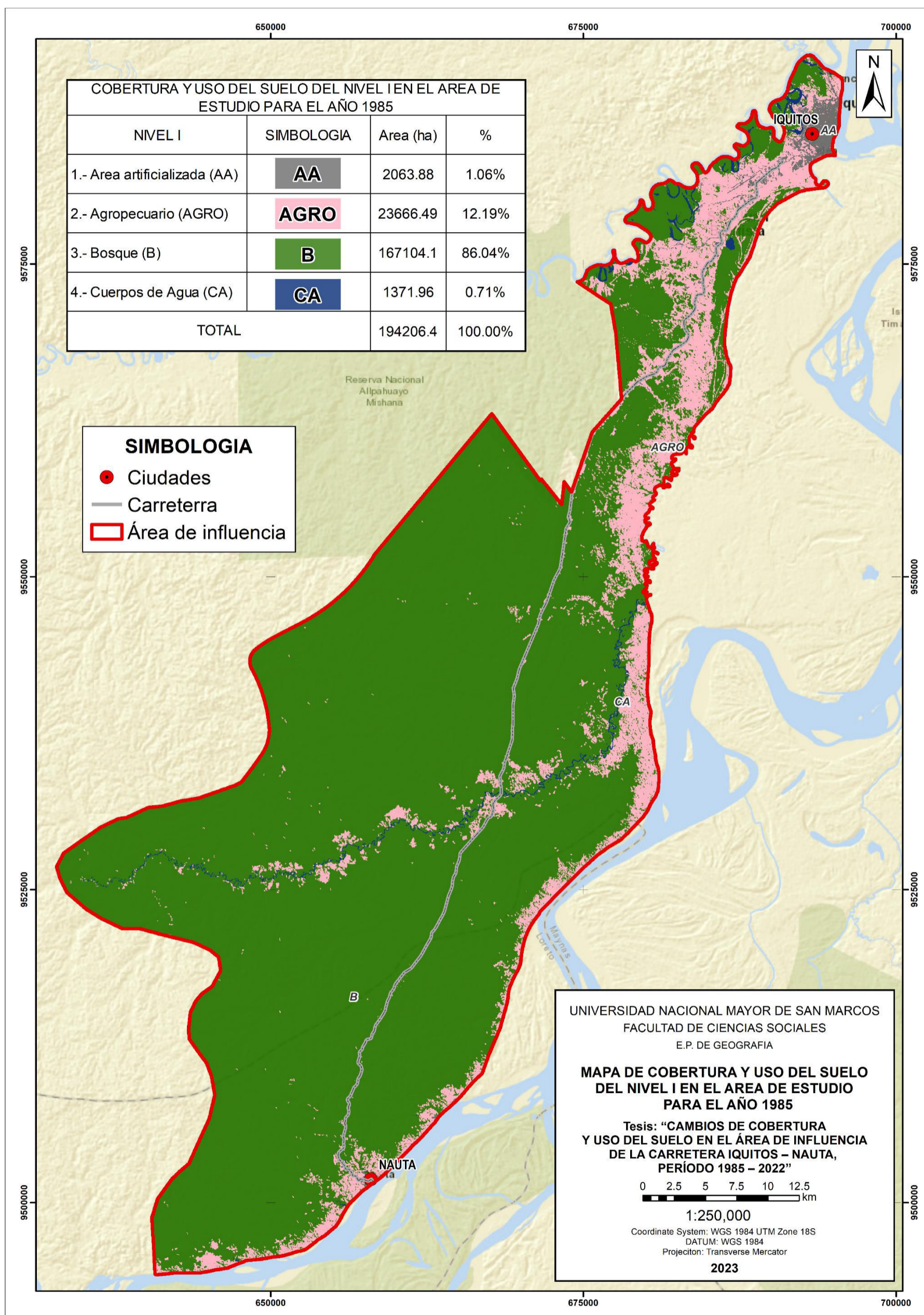
Cobertura y uso del suelo del Nivel I del área de estudio en el año 1985



Nota: Elaboración Propia (2023)

Figura 32

Mapa 12: Mapa de cobertura y uso del suelo del Nivel I en el área de estudio para el año 1985



Nota: Elaboración Propia (2023)

Para el año 1995, dentro de las coberturas y usos del suelo del Nivel I se tiene un área predominante de 163977.3 ha de Bosque (B) representando el 84.43% con respecto a la superficie total del área de estudio. De igual manera, se tiene una mayor área de 26435.79 ha de uso Agropecuario (AGRO) representando el 13.61% del área total de estudio.

Por el contrario, se presentan en menor proporción las Áreas artificializadas (AA) con 2039.4 ha y Cuerpos de Agua (CA) con 1753.92 ha que representan el 1.05% y el 0.90%, respectivamente. Estos datos se pueden visualizar en la Tabla 29, Figura 33 y 34.

Tabla 29

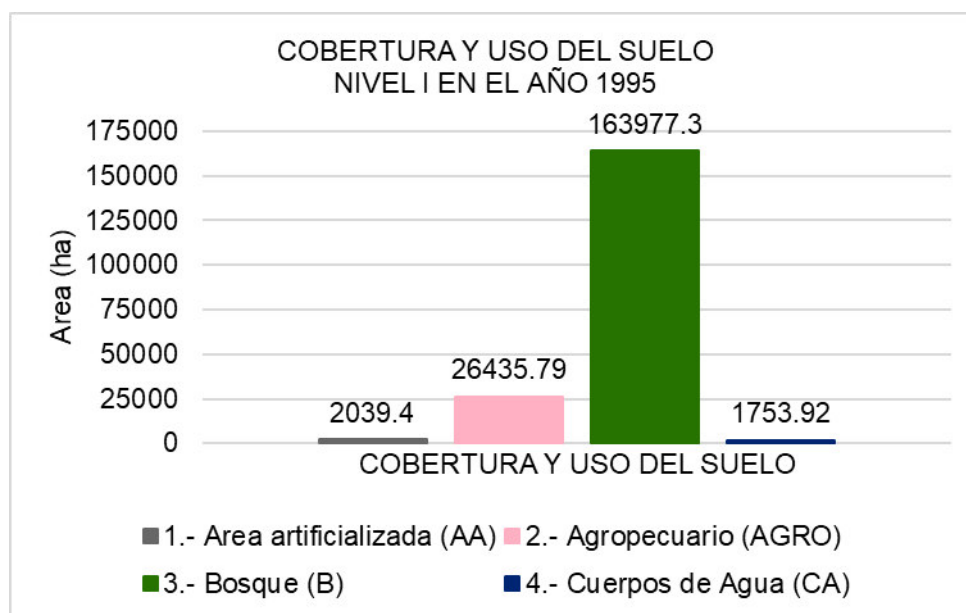
Cobertura y uso del suelo del Nivel I del área de estudio en el año 1995

NIVEL I	Área (ha)	%
1.- Área artificializada (AA)	2039.4	1.05%
2.- Agropecuario (AGRO)	26435.79	13.61%
3.- Bosque (B)	163977.3	84.43%
4.- Cuerpos de Agua (CA)	1753.92	0.90%
TOTAL	194206.41	100.00%

Nota: Elaboración Propia (2023)

Figura 33

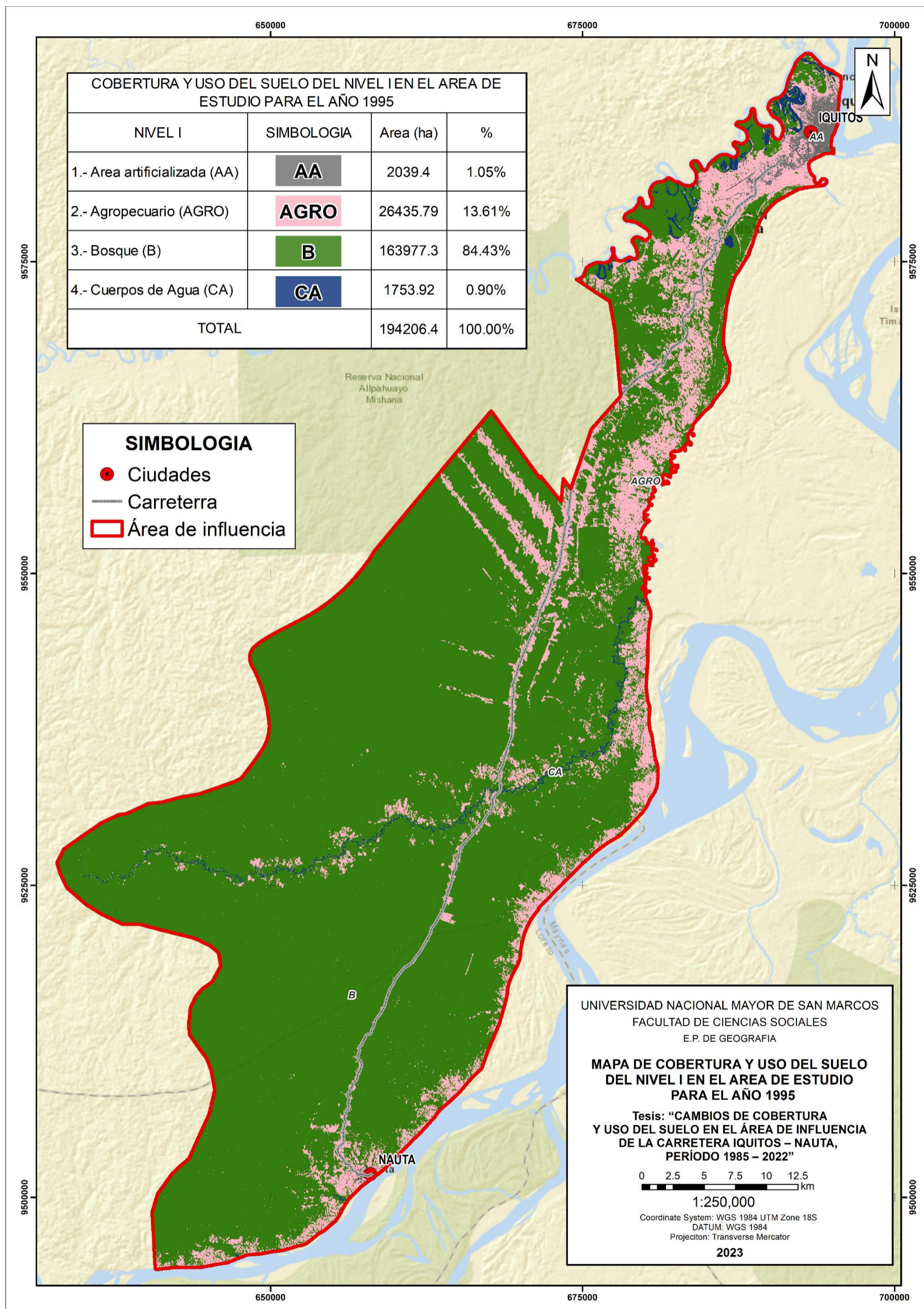
Cobertura y uso del suelo del Nivel I del área de estudio en el año 1995



Nota: Elaboración Propia (2023)

Figura 34

Mapa 13: Mapa de cobertura y uso del suelo del Nivel I en el área de estudio para el año 1995



Nota: Elaboración Propia (2023)

Para el año 2009, dentro de las coberturas y usos del suelo del Nivel I, se tiene un área predominante de 160149.42 ha que son Bosque (B), representando el 82.46% con respecto a la superficie total. De igual manera, se tiene 29259.99 ha de uso Agropecuario (AGRO) que representa el 15.07% del área total de estudio. Muy por debajo de estos valores se encuentran las Áreas artificializadas (AA) con 2795.22 ha y Cuerpos de Agua (CA) con 2001.78 ha que representan el 1.44% y el 1.03% de la superficie total, respectivamente. En síntesis, esta información se representa en la Tabla 30, Figura 35 y 36.

Tabla 30

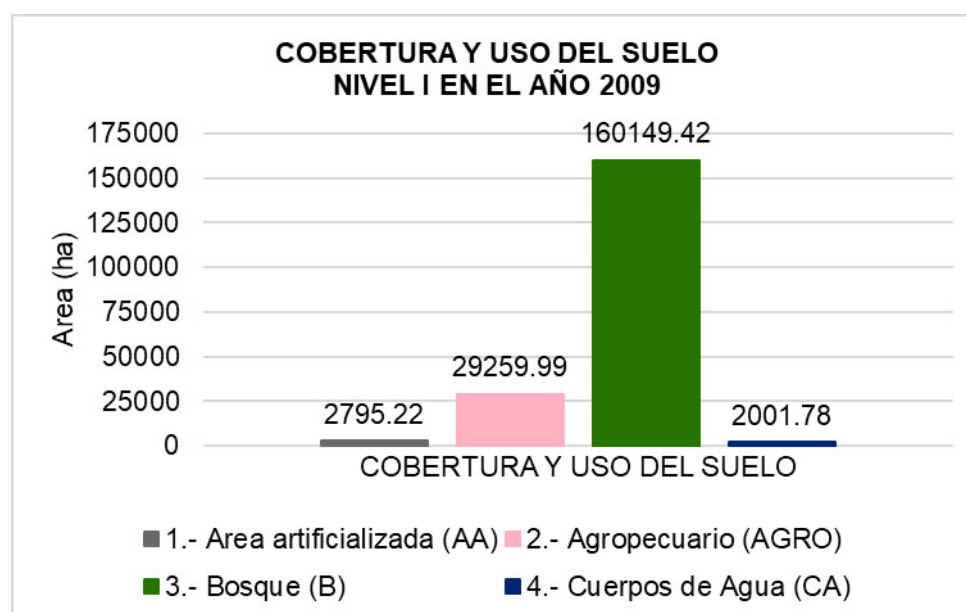
Cobertura y uso del suelo del Nivel I del área de estudio en el año 2009

NIVEL I	Área (ha)	%
1.-Area artificializada (AA)	2795.22	1.44%
2.- Agropecuario (AGRO)	29259.99	15.07%
3.- Bosque (B)	160149.42	82.46%
4.- Cuerpos de Agua (CA)	2001.78	1.03%
TOTAL	194206.41	100.00%

Nota: Elaboración Propia (2023)

Figura 35

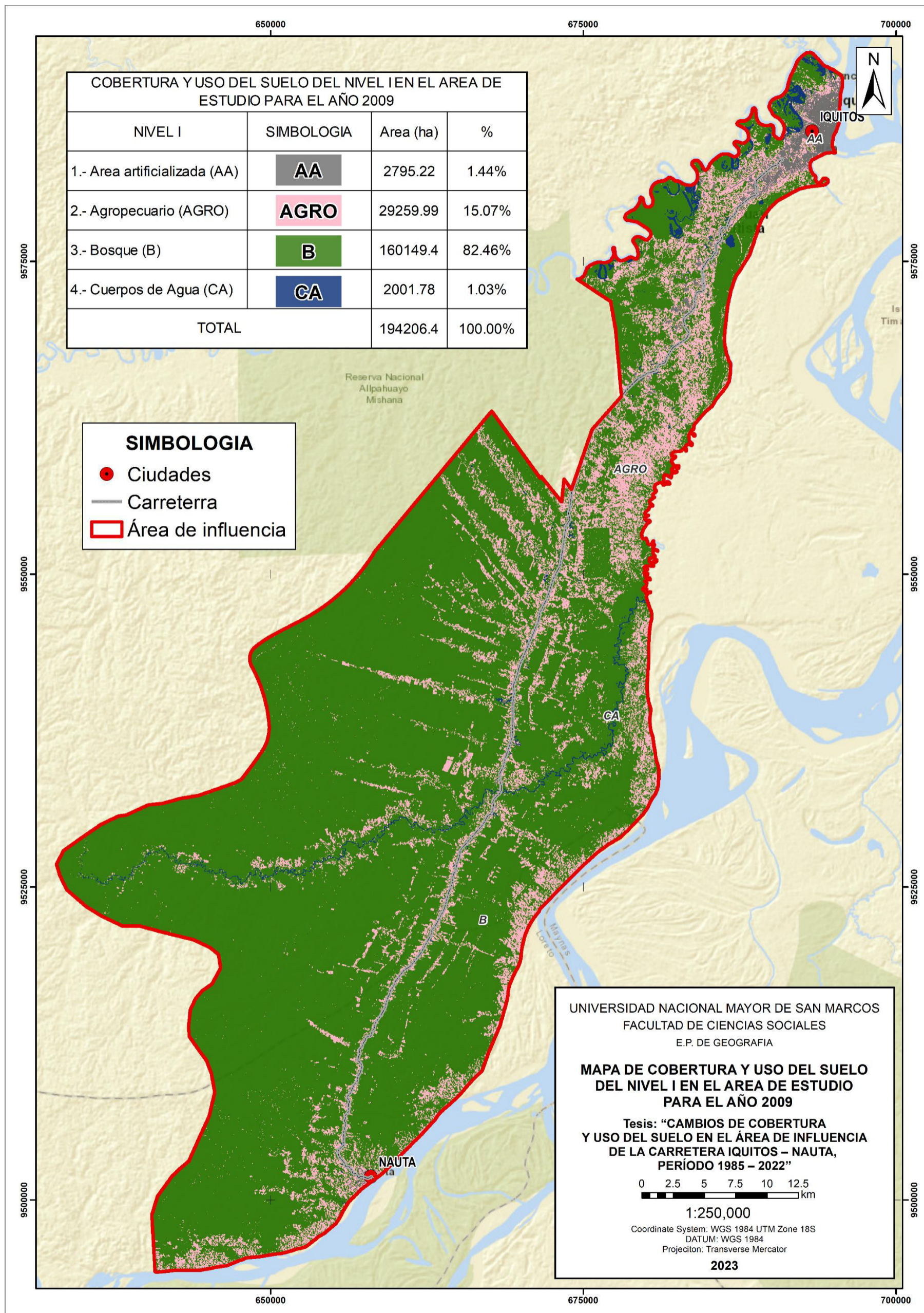
Cobertura y uso del suelo del Nivel I del área de estudio en el año 2009



Nota: Elaboración Propia (2023)

Figura 36

Mapa 14: Mapa de cobertura y uso del Nivel I en el área de estudio para el año 2009



Nota: Elaboración Propia (2023)

Para el año 2022, dentro del Nivel I, se tiene un área predominante de 153244.17 ha que son Bosque (B), representando el 78.91% con respecto a la superficie total. De igual manera, se tiene 35213.04 ha de uso Agropecuario (AGRO) representando 18.13% del total de la superficie del área de estudio. Muy por debajo de estos valores se encuentran las coberturas y uso de suelo de Áreas artificializadas (AA) con 4123.17 ha y Cuerpos de Agua (CA) con 1626.03 ha que representan el 2.12% y el 0.84% del área total de estudio, respectivamente. Estos datos se detallan en la Tabla 31, Figura 37 y 38.

Tabla 31

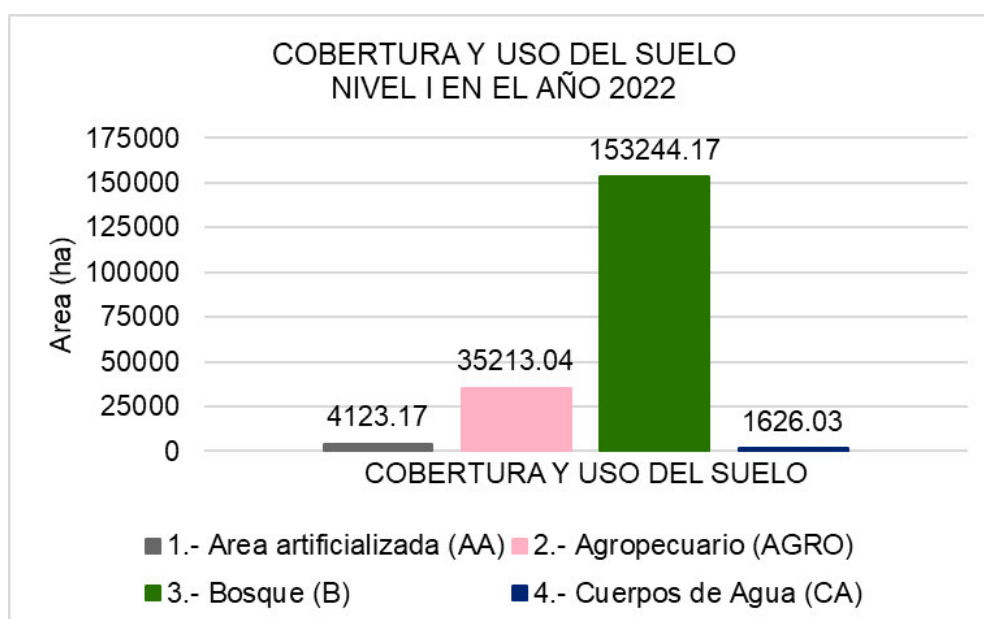
Cobertura y uso del suelo del Nivel I del área de estudio en el año 2022

NIVEL I	Área (ha)	%
1.- Área artificializada (AA)	4123.17	2.12%
2.- Agropecuario (AGRO)	35213.04	18.13%
3.- Bosque (B)	153244.17	78.91%
4.- Cuerpos de Agua (CA)	1626.03	0.84%
TOTAL	194206.41	100.00%

Nota: Elaboración Propia (2023)

Figura 37

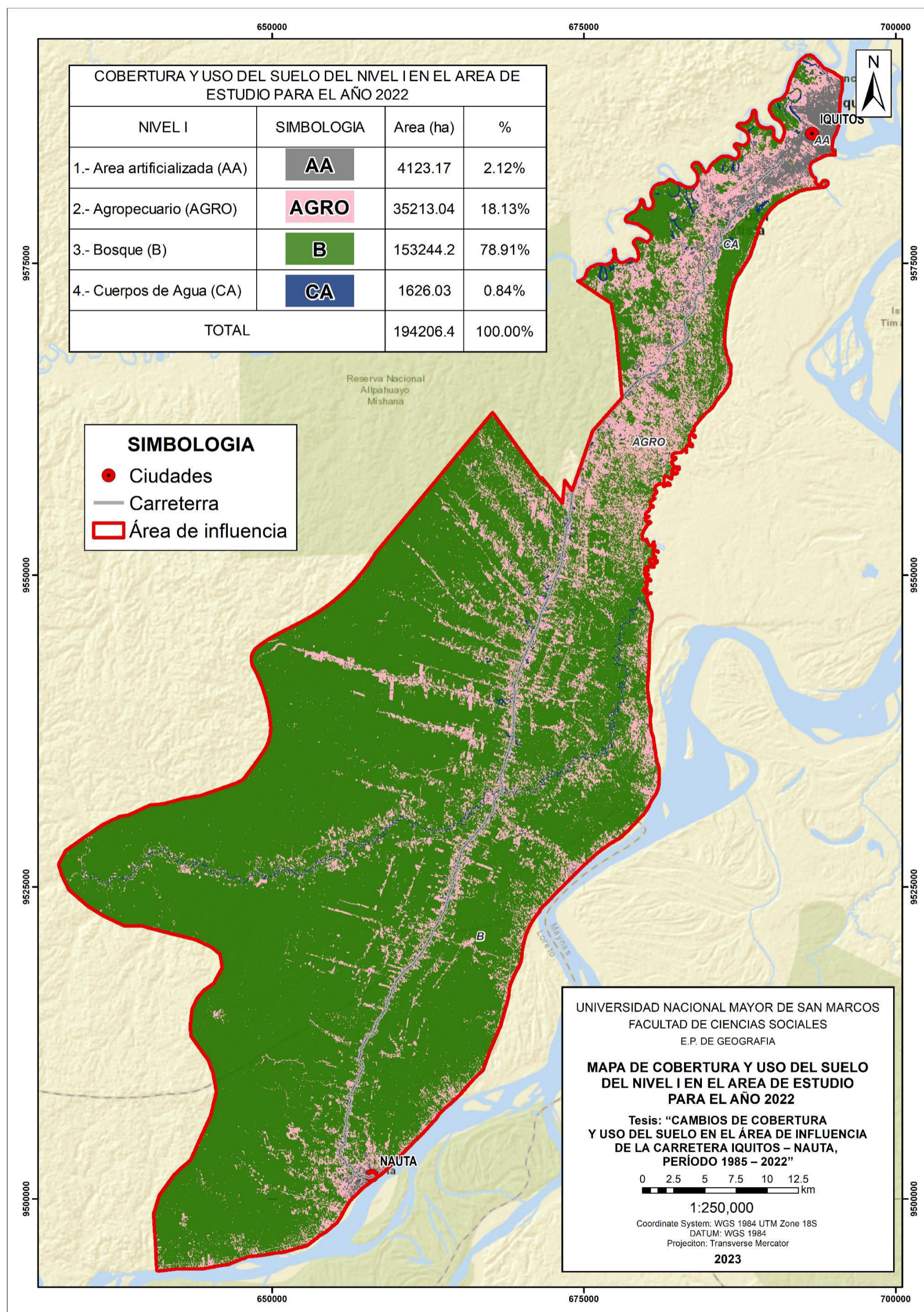
Cobertura y uso del suelo del Nivel I del área de estudio en el año 2022



Nota: Elaboración Propia (2023)

Figura 38

Mapa 15: Mapa de cobertura y uso del suelo del Nivel I en el área de estudio para el año 2022



Nota:

6.3.2 EVOLUCION DE LA COBERTURA Y USO DEL SUELO DEL NIVEL I DESDE 1985 HASTA 2022

De acuerdo al análisis de la dinámica que ha sufrido de las coberturas y usos del suelo de Nivel I, la información se sintetiza en la Tabla 32 y la Figura 39.

Tabla 32

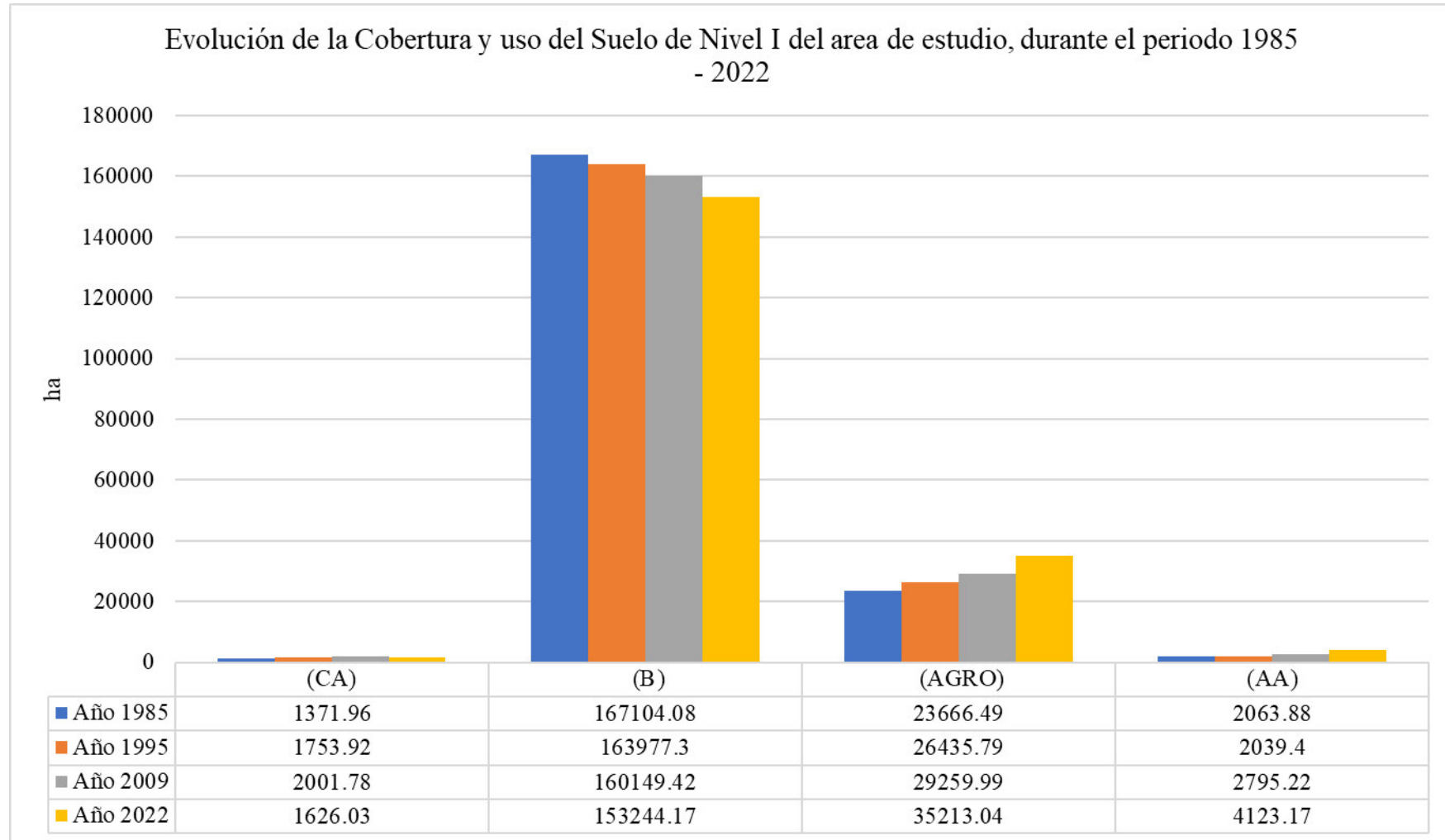
Evolución de la cobertura y uso del suelo del Nivel I del área de estudio desde 1985 hasta el 2022

NIVEL I	Año 1985		Año 1995		Año 2009		Año 2022	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%
1.- Área artificializada (AA)	2063.88	1.06%	2039.4	1.05%	2795.22	1.44%	4123.17	2.12%
2.- Agropecuario (AGRO)	23666.49	12.19%	26435.79	13.61%	29259.99	15.07%	35213.04	18.13%
3.- Bosque (B)	167104.08	86.04%	163977.3	84.43%	160149.42	82.46%	153244.17	78.91%
4.- Cuerpos de Agua (CA)	1371.96	0.71%	1753.92	0.90%	2001.78	1.03%	1626.03	0.84%
TOTAL	194206.41	100%	194206.41	100%	194206.41	100%	194206.41	100%

Nota: Elaboración Propia (2023)

Figura 39

Evolución de la cobertura y uso del suelo del Nivel I del área de estudio desde 1985 hasta el 2022



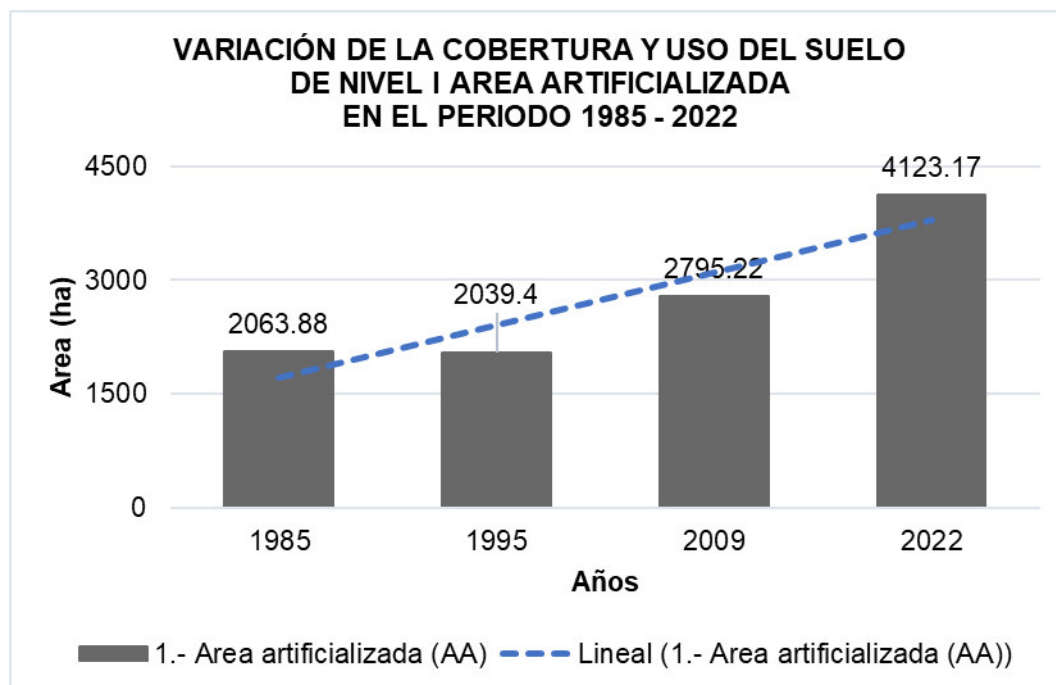
Nota: Elaboración Propia (2023)

En cuanto a las coberturas y uso del suelo del Nivel I se evidencia la tendencia de crecimiento de la superficie del Área artificializada (AA) en 37 años. Puesto que, para el año 1985 se tenía una superficie de 2063.88 ha y para el año 2022 presenta una superficie de 4123.17 ha; obteniendo así, un incremento del 1.06% para el Área artificializada (AA) en 37 años. Toda esta dinámica de las Áreas Artificializadas (AA) logra representarse en la Figura 35.

Dentro de las cobertura y uso del suelo de nivel I de tipo Área Artificializadas (AA) se encuentran las cobertura y usos del suelo de Nivel II de tipo Área Urbana (AU) y Otras áreas sin vegetación (OASV). En el caso del Área Urbana (AU) hubo un incremento progresivo entre los años 1985 y el 2022. Caso contrario ocurre con las Otras áreas sin vegetación (OASV), el cual al inicio presenta una disminución y, posteriormente, un incremento del mismo; el cual responde a la reducción del Área Artificializada (AA) de nivel I entre 1985 y 1995. Toda esta dinámica de las Áreas Artificializadas (AA) de Nivel I logra representarse en la Figura 40.

Figura 40

Variación de la Cobertura y uso del suelo del Nivel I del tipo: Área Artificializada (AA) en el área de estudio durante el periodo de 1985 hasta el 2022

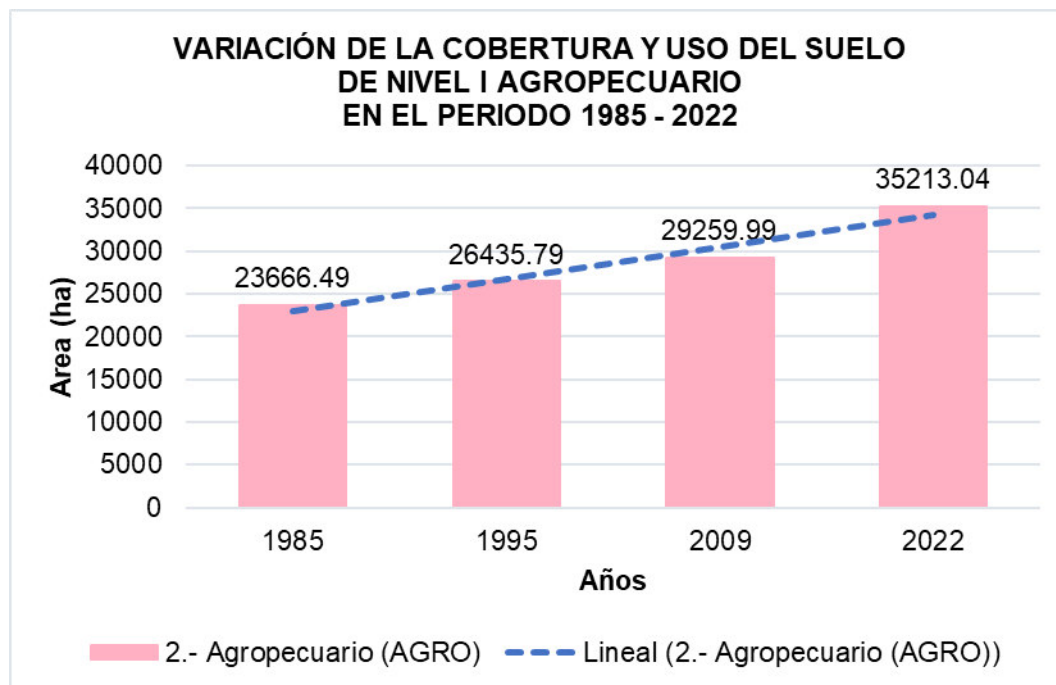


Nota: Elaboración Propia (2023)

De igual manera ocurre con la cobertura y uso del suelo del Nivel I de tipo Agropecuario (AGRO), debido a que para el año 1985 el área de esta clase era de 23666.49 ha y para el 2022 presenta un área de 35213.04 ha; obteniendo así, un incremento porcentual del 5.94% de la cobertura y uso del suelo de tipo Agropecuario (AGRO). Esta dinámica logra representarse en la Figura 41.

Figura 41

Variación de la Cobertura y uso del suelo del Nivel I del tipo: Agropecuario (AGRO) en el área de estudio durante el periodo de 1985 hasta el 2022

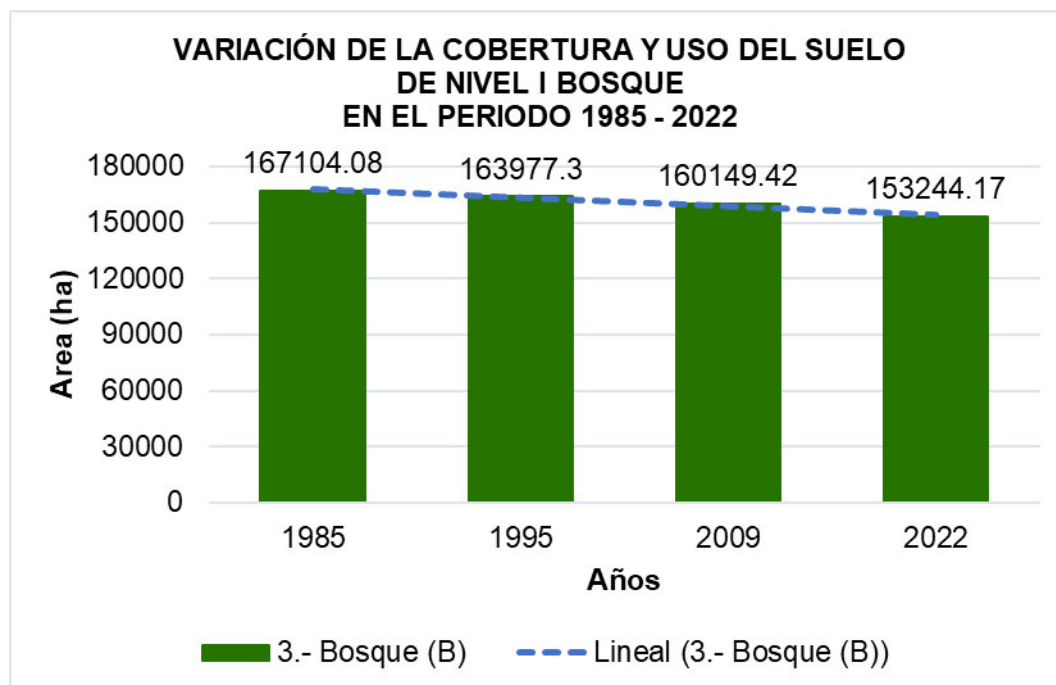


Nota: Elaboración Propia (2023)

En el caso de la cobertura y uso del suelo del Nivel I de tipo Bosque (B) ocurre lo contrario puesto que para el año 1985 el área inicial era de 167104.08 ha y para el año 2022 la superficie es de 153244.17 ha, representando una disminución porcentual de -7.13 %. Toda esta variación logra representarse en la Figura 42.

Figura 42

Variación de la Cobertura y uso del suelo del Nivel I del tipo: Bosque (B) en el área de estudio durante el periodo de 1985 hasta el 2022

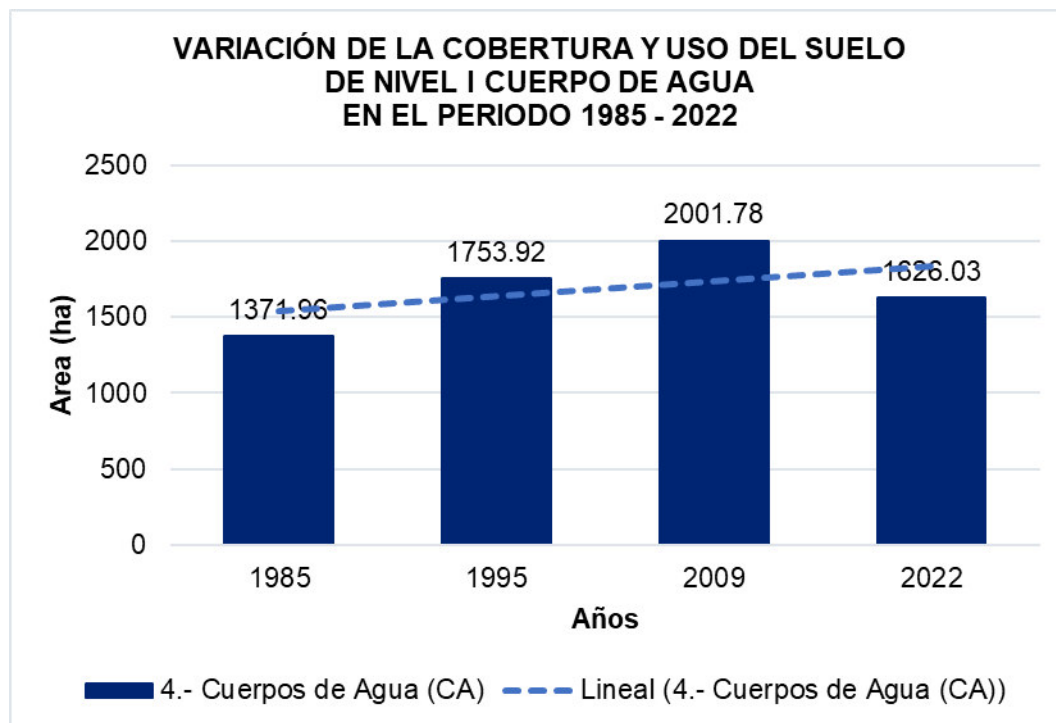


Nota: Elaboración Propia (2023)

En el caso de la cobertura y uso del suelo del Nivel I de tipo Cuerpos de Agua (CA) el área es variable debido a que para el año 1985 se tiene un área de 1371.96 ha y para el año 2009 incrementó hasta 2001.78 ha, la cual representa un incremento porcentual de 0.32 %. Sin embargo, para el 2022 se observa una disminución llegando a presentar un área de 1626.03 ha. De acuerdo a lo mencionado anteriormente, esta dinámica logra representarse en la Figura 43.

Figura 43

Variación de la Cobertura y uso del suelo del Nivel I del tipo: Cuerpo de Agua (CA) en el área de estudio durante el periodo de 1985 hasta el 2022



Nota: Elaboración Propia (2023)

6.3.3 CAMBIOS DE LA COBERTURA Y USO DEL SUELO DEL NIVEL I DESDE 1985 HASTA 2022

Ahora, para determinar los cambios que ha sufrido cada clase se realiza la matriz de transición presentada en la Tabla 33.

Tabla 33

Matriz de transición de la cobertura y uso del suelo del Nivel I en el periodo de 1985 - 2022

Año 1985	Año 2022				Total 1985	Perdidas
	1.- Área artificializada (AA)	2.- Agropecuario (AGRO)	3.- Bosque (B)	4.- Cuerpos de Agua (CA)		
1.- Área artificializada (AA)	1513.53	492.75	51.12	6.48	2063.88	550.35
2.- Agropecuario (AGRO)	1998.18	11878.38	9629.73	160.2	23666.49	11788.11
3.- Bosque (B)	571.41	22664.34	143289.63	578.7	167104.08	23814.45
4.- Cuerpos de Agua (CA)	40.05	177.57	273.69	880.65	1371.96	491.31
Total 2022	4123.17	35213.04	153244.17	1626.03	194206.41	
Ganancias	2609.64	23334.66	9954.54	745.38		

Nota: Elaboración Propia (2023)

En cuanto a la coberturas y uso de los suelos del Nivel I, se observa que las Áreas Artificializadas (AA) han tenido un mayor incremento en su superficie en 37 años, con una ganancia de 2609.64 ha. Esta ganancia es a consecuencia de una mayor transición por parte de la clase Agropecuario (AGRO), con un aporte de 1998.18 ha y en menor proporción por parte de la clase de Cuerpos de Agua (CA), con un aporte de 40.05 ha.

En relación a la pérdida que ha sufrido las Áreas artificializadas (AA) se observa una disminución de 550.35 ha en 37 años. Esta disminución responde a una mayor transición a la cobertura y uso del suelo de tipo Agropecuario (AGRO) con un cambio en su superficie de 492.75 ha.

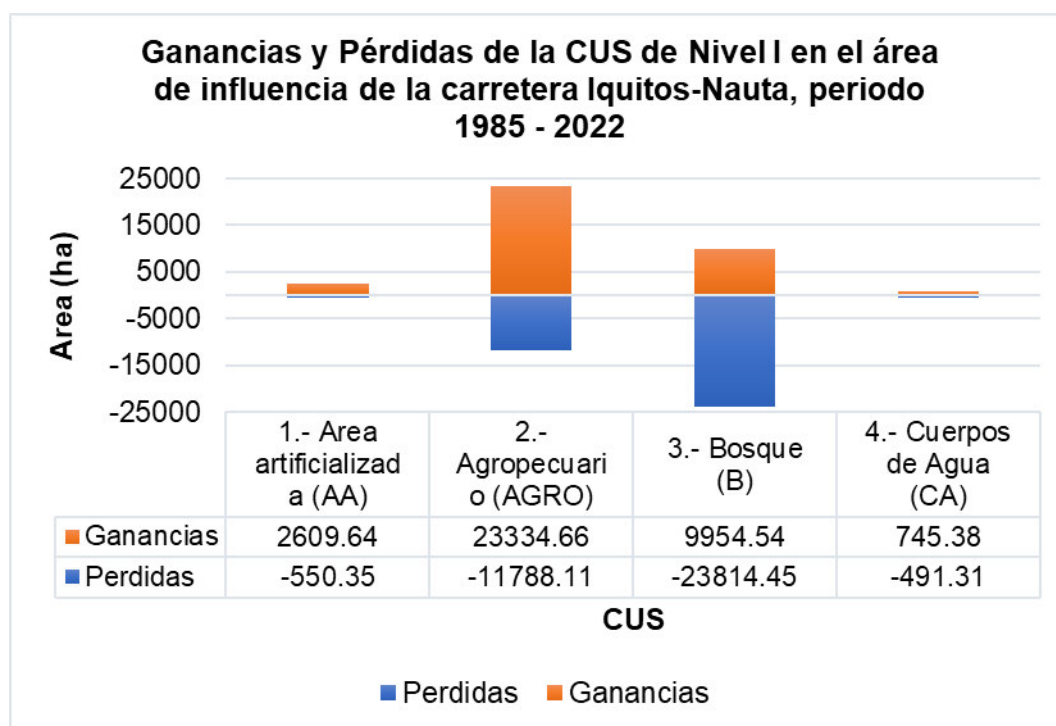
En relación a la cobertura y uso del suelo del Nivel I de tipo Agropecuario (AGRO) se observa que en 37 años ha tenido una pérdida de 11788.11 ha, la cual responde en mayor proporción a la transición de Bosque (B), con un cambio de su superficie de 9629.73 ha. En el caso de la ganancia de este tipo cobertura y uso del suelo, se observa un incremento de su

superficie en 34720.29 ha, la cual se debe a una mayor transición de Bosque (B), con un cambio en su superficie de 22664.34 ha.

Para la cobertura y uso del suelo del Nivel I de tipo Bosque (B) se observa que para el año 2022 se tiene una pérdida de 23814.45 ha, la cual se debe a una mayor transición al tipo Agropecuario (AGRO) con un cambio de su superficie de 22664.34 ha. Ahora, en el caso de la ganancia, para esta cobertura, se observa un incremento de 153193.05 ha donde el mayor aporte se debe a la transición por la parte de la cobertura y uso del suelo de tipo Agropecuario (AGRO), con un aporte de 9629.73 ha.

Figura 44

Ganancias y pérdidas de la Cobertura y uso del suelo del Nivel I.



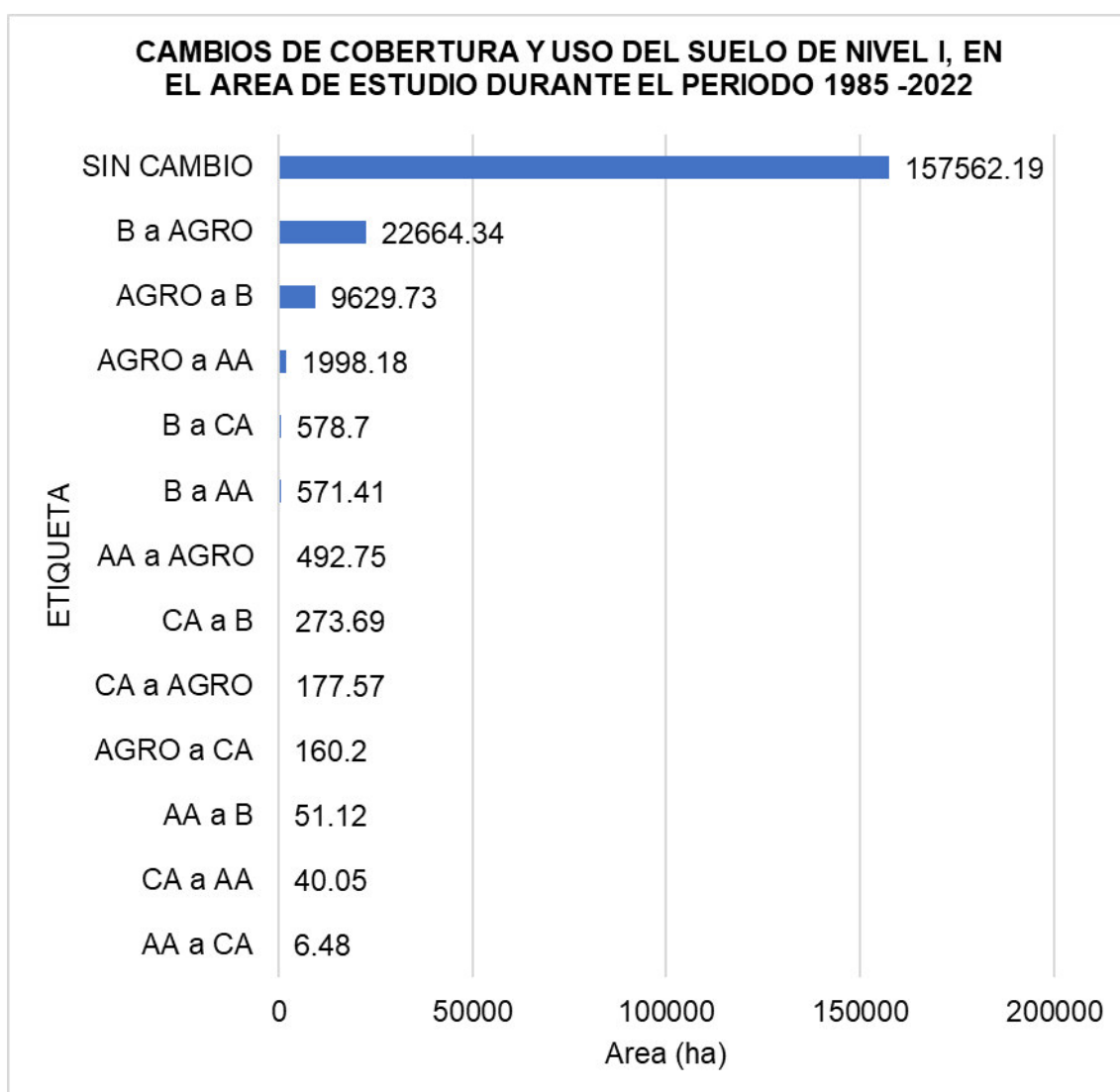
Nota: Elaboración Propia (2023)

En el caso de Cuerpos de Agua (CA) se observa una ganancia de 1619.55 ha, la cual responde a una mayor transición de Bosque (B), con un aporte de 578.7 ha. Ahora, en el caso de la pérdida, se observa una disminución en su superficie de 491.31 ha, la cual se debe, en mayor proporción, a la transición de Bosque (B) con un cambio de 578.7 ha.

Finalmente, en cuanto a las coberturas y uso del suelo que no han sufrido ningún cambio a lo largo de 37 años, se destaca las clases de mayor extensión como el Bosque (B) y Agropecuario (AGRO), las cuales tienen una extensión 143289.63 ha y 11878.38 ha, respectivamente. Asimismo, todas las coberturas y usos del suelo que se han mantenido espacialmente y temporalmente suman en total una extensión de 157562.19 ha, es decir, no han tenido ninguna variación de cobertura y uso del suelo entre 1985 al 2022, según la Figura 45 y 46.

Figura 45

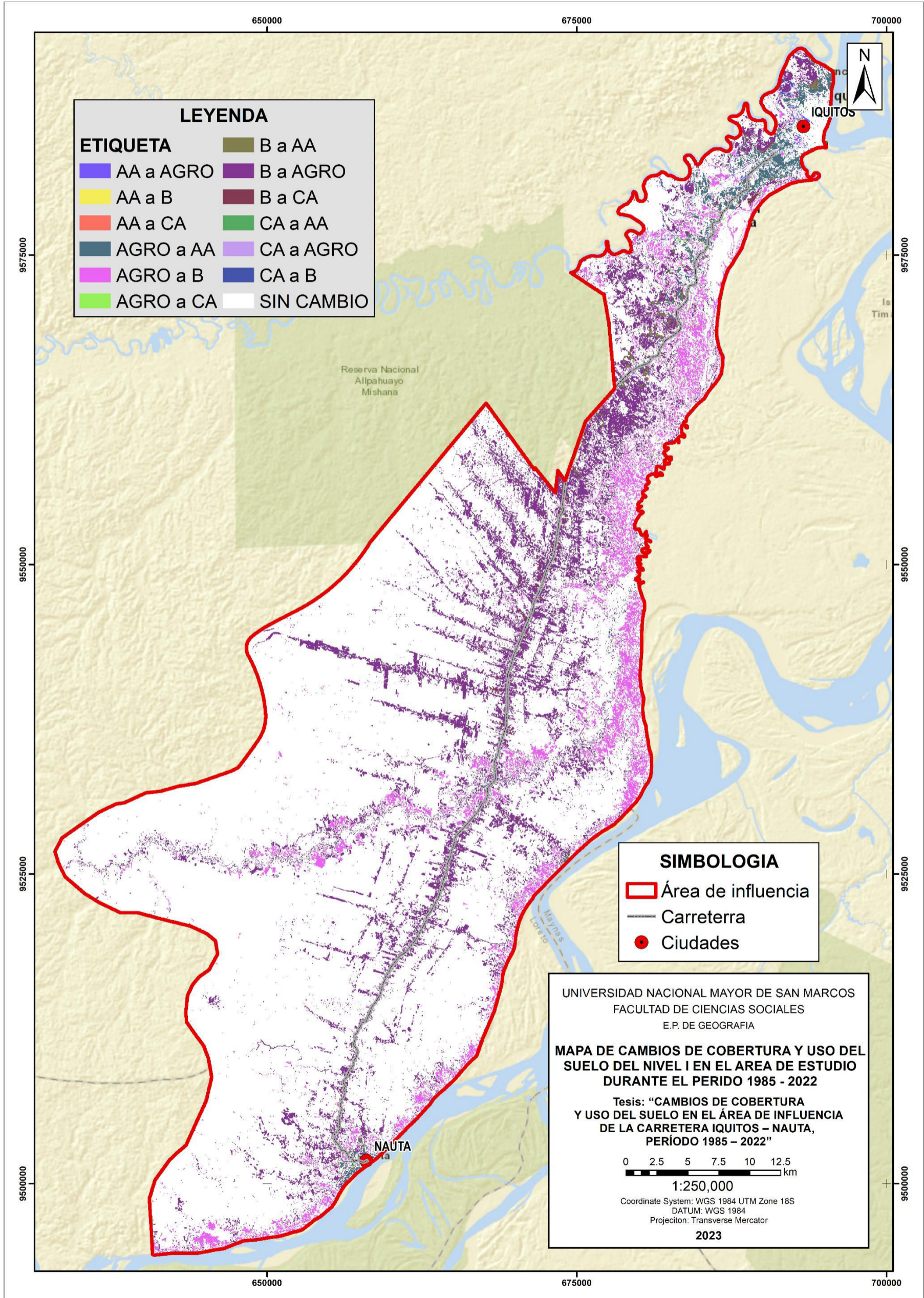
Cambios de cobertura y uso del suelo de Nivel I, en el área de estudio, durante el periodo 1985 - 2022.



Nota: Elaboración Propia (2023)

Figura 46

Mapa 16: Mapa de cambios de cobertura y uso del suelo del Nivel I en el área de estudio durante del periodo 1985- 2022



Nota: Elaboración Propia (2023)

6.3.4 PRUEBA DE HIPOTESIS PARA LA COBERTURA Y USO DEL SUELO DE NIVEL I

Los valores de los indicadores de la variable independiente y dependiente de la cobertura y uso de los suelos de Nivel I se muestran en la Tabla 34.

Tabla 34

Indicadores de la variable independiente y dependiente de la cobertura y uso de los suelos de Nivel I, del área de estudio, en el periodo de 1985 - 2022

Intervalos	Indicadores de la Variable Independiente		Indicadores de la Variable Dependiente			
	Años puesta en funcionamiento	% Porcentaje de longitud de construcción	AA	AGRO	B	CA
1985 - 1995	10.00	96.46%	-24.48	2769.30	-3126.78	381.96
1985 - 2009	25.00	100.00%	731.34	5593.50	-6954.66	629.82
1985 - 2022	31.00	100.00%	2059.29	11546.55	-13859.91	254.07

Nota: Elaboración Propia (2023)

Luego, se obtuvieron los valores del coeficiente de correlación lineal de Pearson (r) y el coeficiente de Determinación (r^2) para determinar la relación entre las variables.

Es por ello, que para la cobertura y uso del suelo de Nivel I de tipo Área artificializada (AA) el valor del coeficiente de correlación lineal de Pearson es de 0.9740. Obteniendo así, un grado de correlación positiva muy fuerte. Asimismo, este grado de correlación se repite en la clase de tipo Agropecuario (AA), puesto que el valor del coeficiente de correlación lineal de Pearson es de 0.9833.

Caso contrario ocurre con la cobertura y uso del suelo de Nivel I de tipo Bosque (B), donde el valor del coeficiente de correlación lineal de Pearson es de -0.9755. Este valor tiene un grado de correlación negativa muy fuerte.

Finalmente, para la cobertura y uso del suelo de Nivel I de tipo Cuerpos de Agua (CA), el valor del coeficiente de correlación lineal de Pearson es de -0.6648. Este valor indica un grado de correlación negativa media entre la variable independiente y dependiente.

Estos datos se detallan en la Tabla 35 y en las Figuras 47, 48, 49 y 50.

Tabla 35

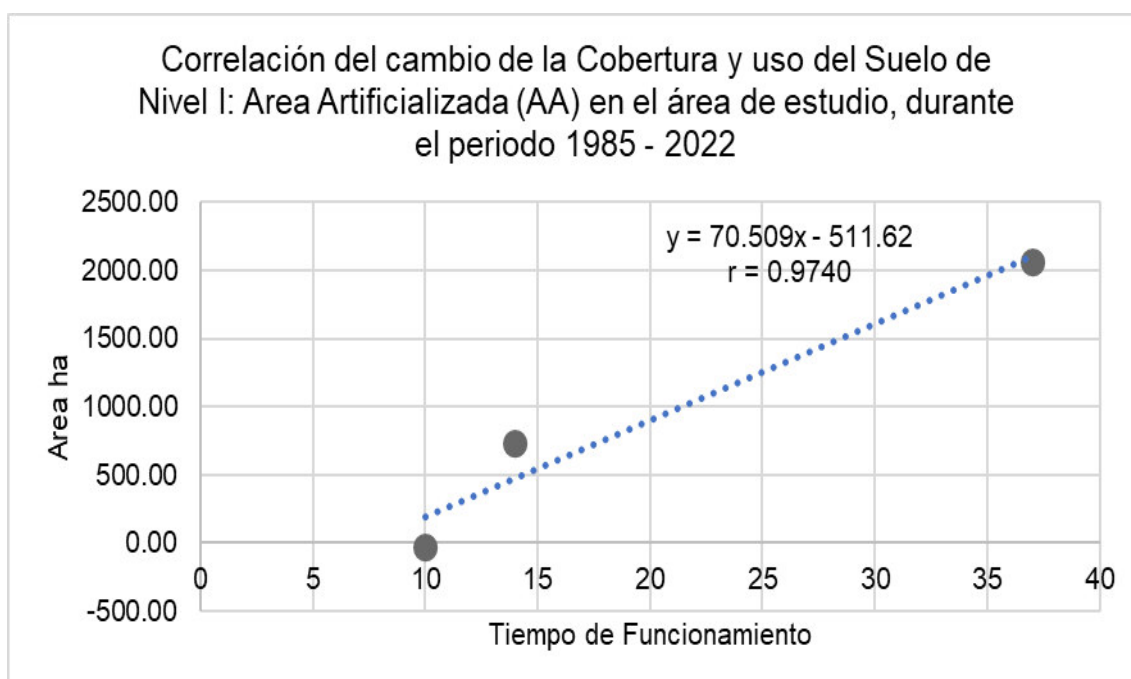
Coeficiente de correlación y determinación de la variable independiente y dependiente de la cobertura y uso del suelo de Nivel I, del área de estudio, en el periodo de 1985 - 2022

CUS	Coeficiente de Correlación lineal de Pearson (r)	Coeficiente de Determinación (r ²)
AA	0.974	0.9486
AGRO	0.9833	0.9669
B	-0.9755	0.9516
CA	-0.6648	0.442

Nota: Elaboración Propia (2023)

Figura 47

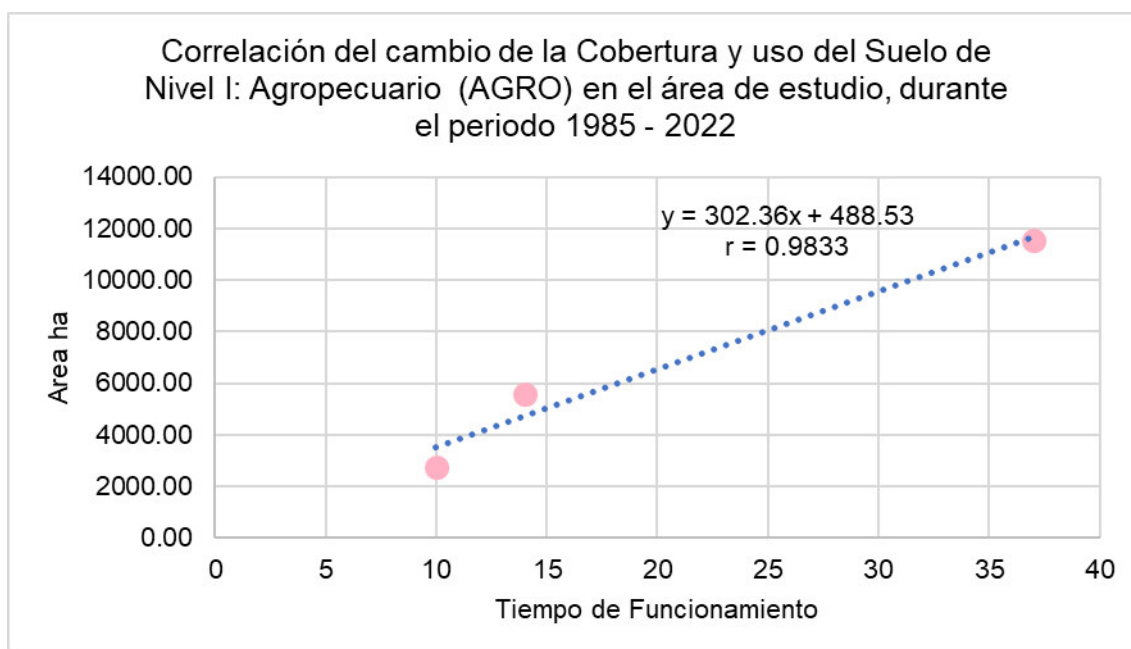
Diagrama de dispersión y correlación de los cambios de la Cobertura y uso del suelo del Nivel I del tipo: Área Artificializada (AA) en el área de estudio durante el periodo de 1985 hasta el 2022



Nota: Elaboración Propia (2023)

Figura 48

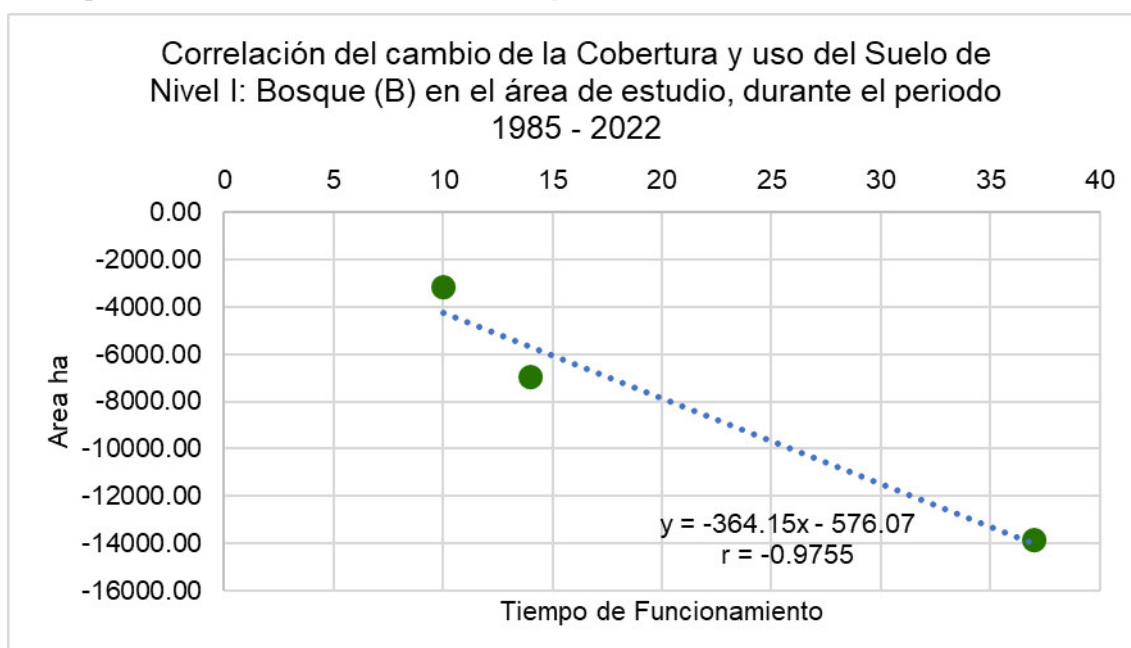
Diagrama de dispersión y correlación de los cambios de la Cobertura y uso del suelo del Nivel I del tipo: Agropecuario (AGRO) en el área de estudio durante el periodo de 1985 hasta el 2022



Nota: Elaboración Propia (2023)

Figura 49

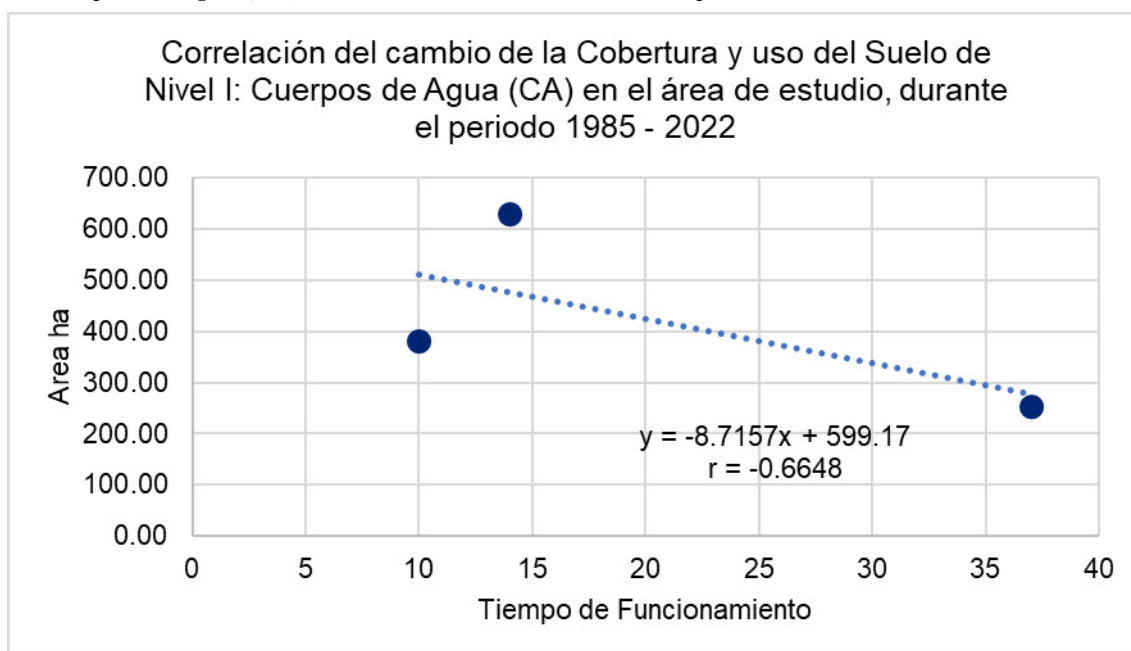
Diagrama de dispersión y correlación de los cambios de la Cobertura y uso del suelo del Nivel I del tipo: Bosque (B) en el área de estudio durante el periodo de 1985 hasta el 2022



Nota: Elaboración Propia (2023)

Figura 50

Diagrama de dispersión y correlación de los cambios de la Cobertura y uso del suelo del Nivel I del tipo: Cuerpos de Agua (CA) en el área de estudio durante el periodo de 1985 hasta el 2022



Nota: Elaboración Propia (2023)

Los valores de Coeficiente de Correlación lineal de Pearson (r) muestran un grado de correlación aceptable entre la Variable Independiente (Tiempo de funcionamiento de la carretera Iquitos – Nauta desde su continua construcción entre los años de 1985 al 2022) y la Variable Dependiente (Cambios de tipo y área de cobertura y uso del suelo, periodo 1985 - 2022) para las coberturas y uso de suelo de tipo Área artificializada (AA), Agropecuario (AGRO) y Bosque (B). De acuerdo a lo mencionado anteriormente, se rechaza la Hipótesis Nula (H_0) y se acepta la hipótesis de investigación que menciona que la construcción y puesta en funcionamiento de la carretera Iquitos - Nauta ha ocasionado un fuerte impacto sobre la cobertura y uso de suelo principalmente por la pérdida de cobertura boscosas e incremento de áreas urbanas y agropecuarias en el área de influencia de mencionada carretera, durante el periodo de 1985 al 2022.

6.4 COBERTURA Y USO DEL SUELO DEL NIVEL II

6.4.1 ESTADO DE LA COBERTURA Y USO DEL SUELO DEL NIVEL II DESDE 1985 HASTA 2022

Para el año 1985 las coberturas y usos del suelo de Nivel II, que están dentro del Nivel I de Área artificializada (AA), el Área Urbana (AU) predomina dentro de esta categoría con 1887.48 ha que representa el 0.97% del total; mientras que las Otras áreas sin vegetación (OASV) presenta un área de 176.4 ha que representa el 0.09% de la superficie total.

En cuanto a la categoría de Nivel I de tipo Agropecuario (AGRO), esta contiene a las coberturas y uso del suelo de Cultivos (CULT) y Vegetación Clara (VEGC). Esta última cobertura y uso del suelo predomina con una extensión de 21019.86 ha que representa el 10.82% a diferencia de los Cultivos (CULT), que solo presenta un área de 2646.63 ha representado el 1.36% de la superficie total del área de estudio

Dentro de la categoría de Nivel I de tipo Bosque (B) están presentes las coberturas y uso del suelo de Bosque Primario (BP) y los Bosque Inundables (BINUN). Esta última, solo presenta 2978.28 ha que representa 1.53% de la superficie total a diferencia de los Bosque Primario (BP) donde se tiene una mayor área con 164125.8 ha que representa el 84.51% de la superficie total del área de estudio.

Por último, se presenta la categoría de Nivel I de tipo Cuerpos de Agua (CA) que contiene a las coberturas y uso del suelo de Nivel II de Río (R) y Otros cuerpos de agua (OCAG). Estas coberturas están en similar proporción, puesto que para Río (R) se tiene una extensión de 675.54 ha y para Otros cuerpos de agua (OCAG) se tiene un área de 696.42 ha que representan el 0.35% y el 0.36% de la superficie total del área de estudio, respectivamente para el año 1985. Estos datos se representan en la Tabla 36, Figura 51 y 52.

Tabla 36*Cobertura y uso del suelo del Nivel II del área de estudio en el año 1985*

NIVEL I	NIVEL II	Área (ha)	%
1.- Área artificializada (AA)	1.1.- Área Urbana (AU)	1887.48	0.97%
	1.2.- Otras áreas sin vegetación (OASV)	176.4	0.09%
2.- Agropecuario (AGRO)	2.1.- Cultivos (CULT)	2646.63	1.36%
	2.2.- Vegetación Clara (VEGC)	21019.86	10.82%
3.- Bosque (B)	3.1.- Bosque Primario (BP)	164125.8	84.51%
	3.2.- Bosque Inundable (BINUN)	2978.28	1.53%
4.- Cuerpos de Agua (CA)	4.1.- Rio (R)	675.54	0.35%
	4.2.- Otros cuerpos de agua (OCAG)	696.42	0.36%
TOTAL		194206.41	100.00%

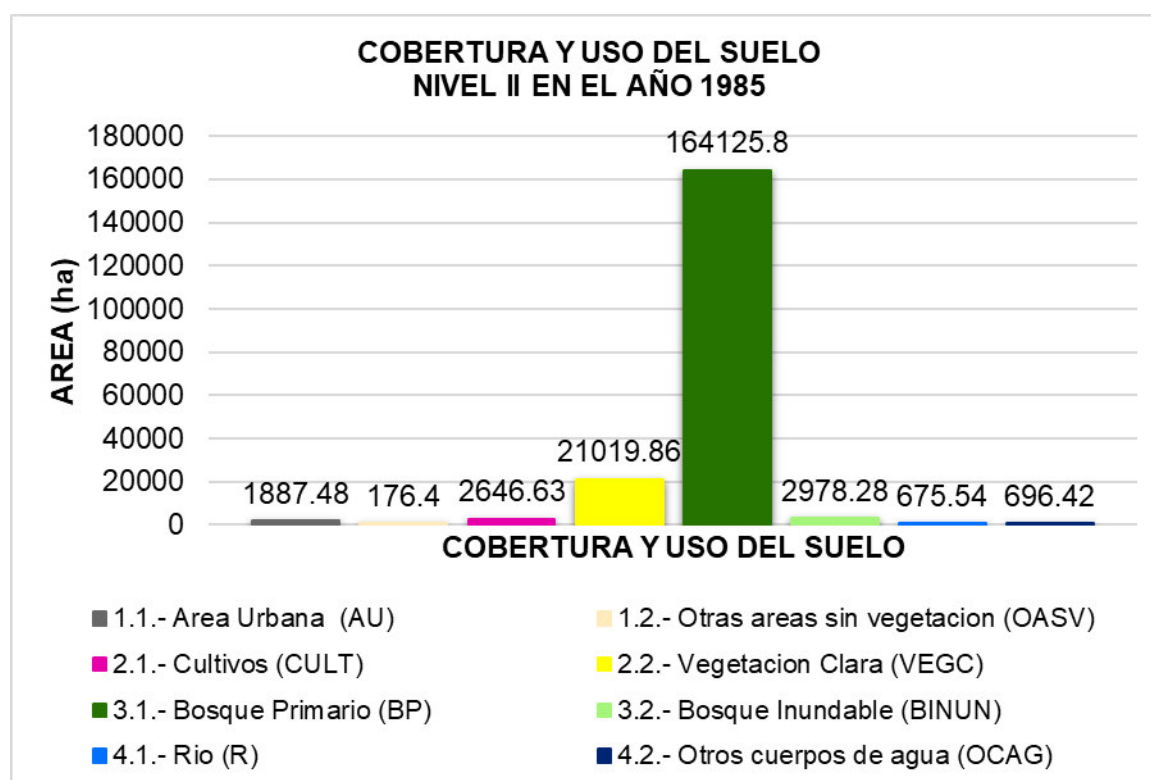
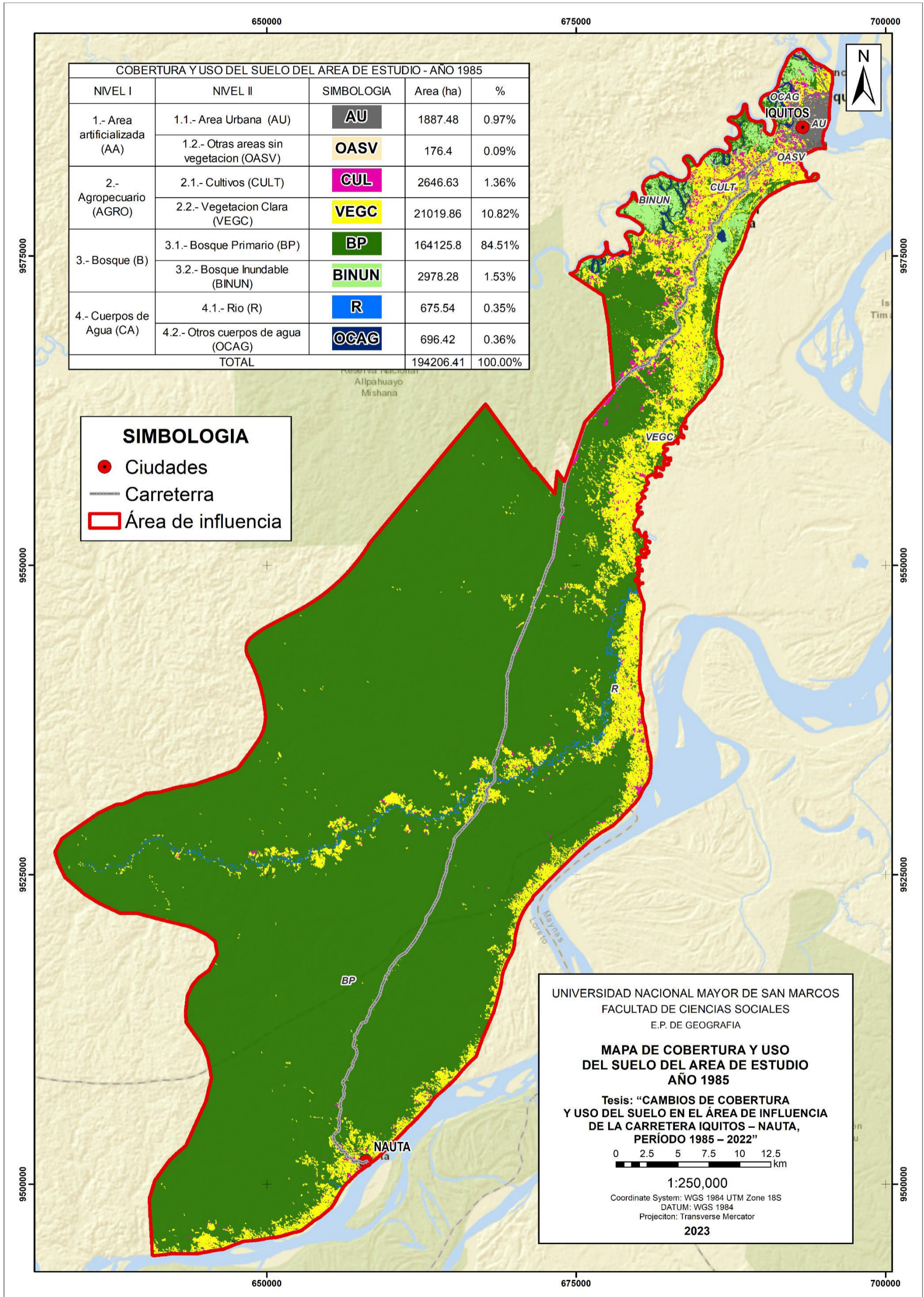
Nota: Elaboración Propia (2023)**Figura 51***Cobertura y uso del suelo del Nivel II del área de estudio en el año 1985**Nota:* Elaboración Propia (2023)

Figura 52

Mapa 17: Mapa de cobertura y uso del suelo del Nivel II del área de estudio en el Año 1985



Nota: Elaboración Propia (2023)

Para el año 1995, las coberturas y usos del suelo de Nivel II, que están dentro del Nivel I de Área artificializada (AA), el Área Urbana (AU) presenta un área de 1953.9 ha y Otras áreas sin vegetación (OASV) presenta una extensión de 85.5 ha, las cuales representan el 1.01% y el 0.04% de la superficie total del área de estudio, respectivamente.

En cuanto a la categoría de Nivel I de tipo Agropecuario (AGRO), esta contiene a las cobertura y uso del suelo de Cultivos (CULT) y Vegetación Clara (VEGC). Esta última cobertura y uso del suelo predomina con una extensión de 19813.05 ha que representa el 10.20% a diferencia de los Cultivos (CULT) que solo presenta un área de 6622.74 ha, el cual representa el 3.41% de la superficie total del área de estudio.

Dentro de la categoría de Nivel I de tipo Bosque (B) están presentes las coberturas y uso del suelo de Bosque Primario (BP) y los Bosque Inundables (BINUN). Esta última, solo presenta 3718.17 ha que representa 1.91% de la superficie total a diferencia de los Bosque Primario (BP) donde se tiene una mayor área con una superficie de 160259.13 ha, el cual representa el 82.52% de la superficie total del área de estudio.

Por último, se presenta la categoría de Nivel I de tipo Cuerpos de Agua (CA), el cual contiene a las cobertura y uso del suelo de Nivel II de Río (R) y Otros cuerpos de agua (OCAG). Estas coberturas están en similar proporción, puesto que para Río (R) se tiene una extensión de 710.19 ha y Otros cuerpos de agua (OCAG) con 1043.73 ha que representan el 0.37% y el 0.54% de la superficie total del área de estudio, respectivamente para el año 1995. Toda esta información se detalla en la Tabla 37, Figura 53 y 54.

Tabla 37

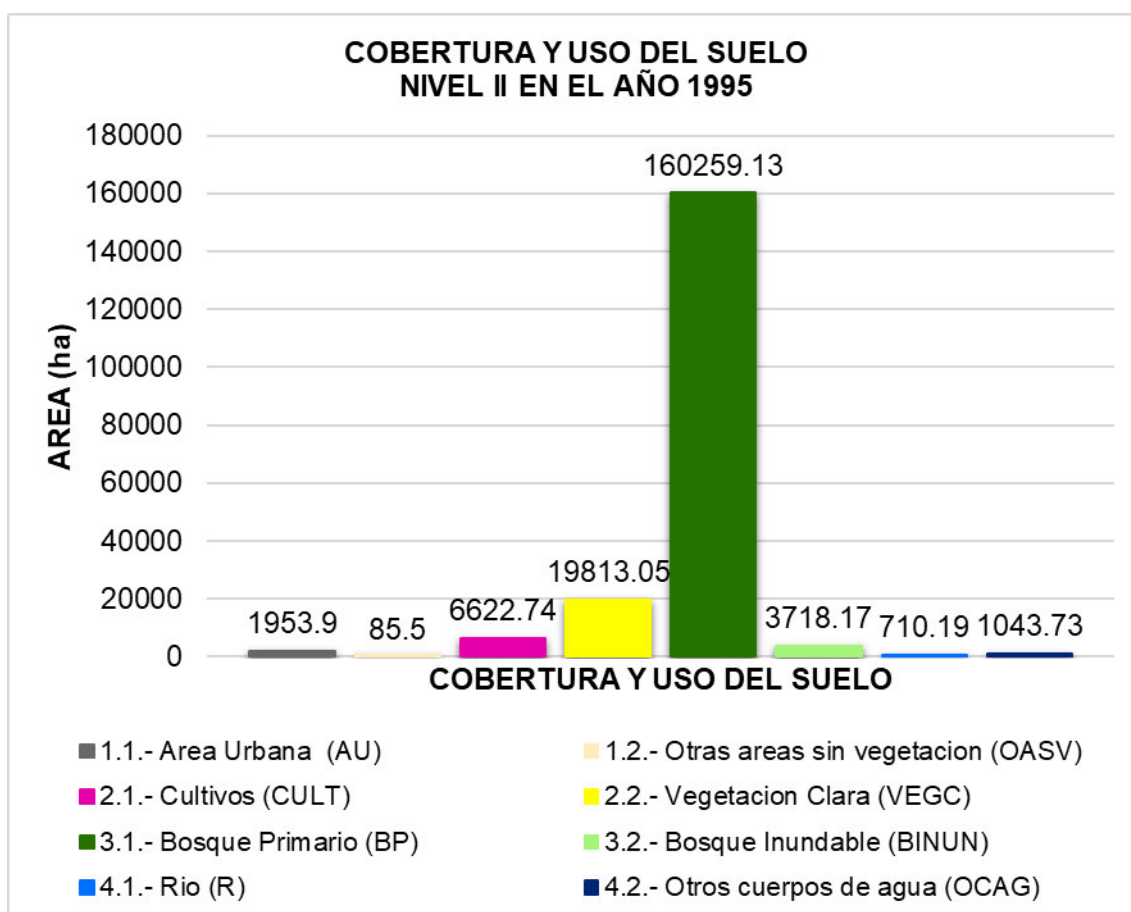
Cobertura y uso del suelo del Nivel II del área de estudio en el año 1995

NIVEL I	NIVEL II	Área (ha)	%
1.- Área artificializada (AA)	1.1.- Área Urbana (AU)	1953.9	1.01%
	1.2.- Otras áreas sin vegetación (OASV)	85.5	0.04%
2.- Agropecuario (AGRO)	2.1.- Cultivos (CULT)	6622.74	3.41%
	2.2.- Vegetación Clara (VEGC)	19813.05	10.20%
3.- Bosque (B)	3.1.- Bosque Primario (BP)	160259.13	82.52%
	3.2.- Bosque Inundable (BINUN)	3718.17	1.91%
4.- Cuerpos de Agua (CA)	4.1.- Río (R)	710.19	0.37%
	4.2.- Otros cuerpos de agua (OCAG)	1043.73	0.54%
TOTAL		194206.41	100.00%

Nota: Elaboración Propia (2023)

Figura 53

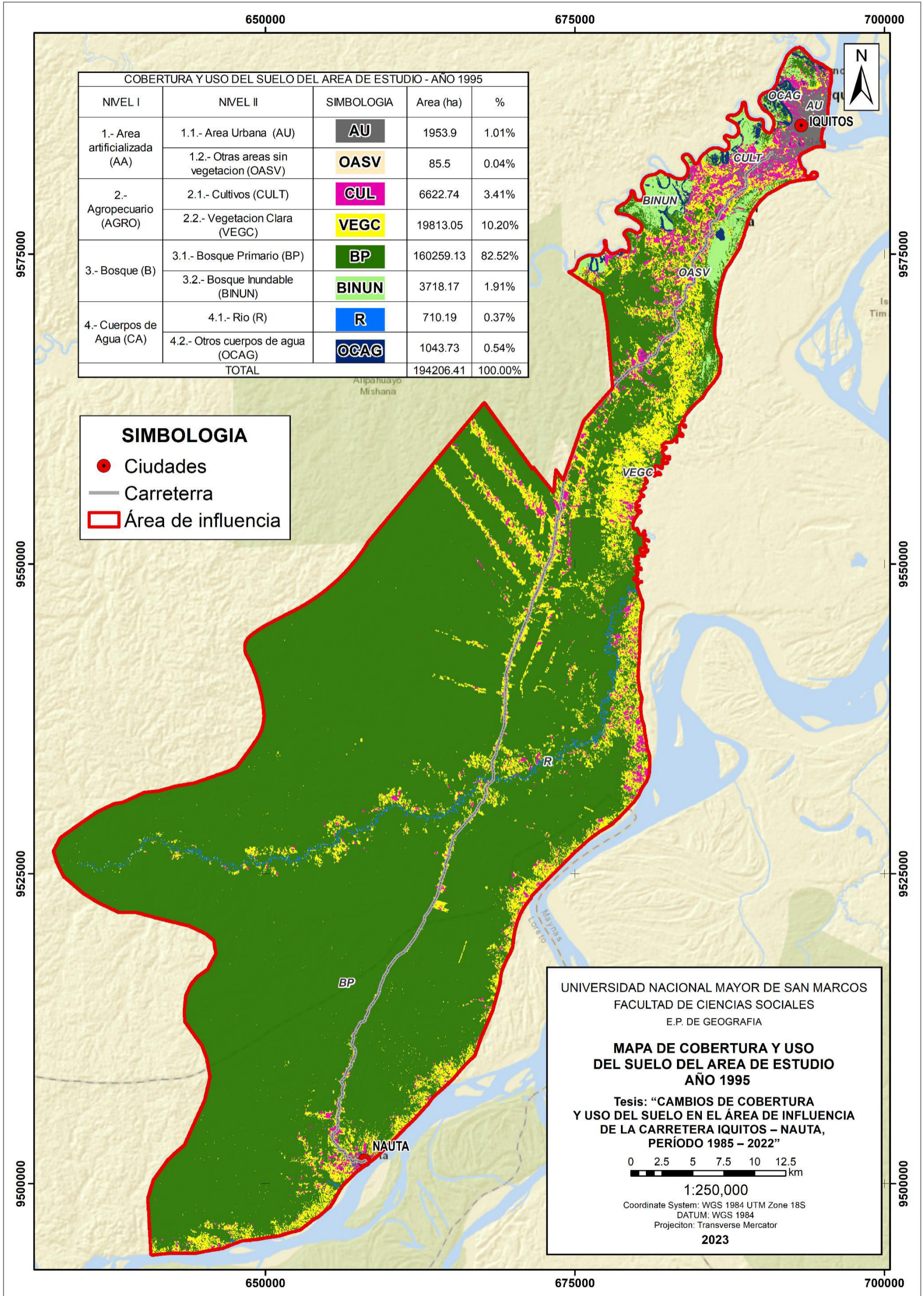
Cobertura y uso del suelo del Nivel II del área de estudio en el año 1995



Nota: Elaboración Propia (2023)

Figura 54

Mapa 18: Mapa de cobertura y uso del suelo del Nivel II del área de estudio en el Año 1995



Nota: Elaboración Propia (2023)

Para el año 2009 las coberturas y uso del suelo de Nivel II de Área Urbana (AU), que está dentro del nivel I de Área artificializada (AA), presenta una superficie de 2612.43 ha, el cual representa el 1.35% del área total de estudio. Además, en esta categoría se encuentra Otras áreas sin vegetación (OASV) que presenta un área de 182.79 ha que representa el 0.09% del total del área de estudio.

Dentro del Nivel I de Agropecuario (AGRO) se encuentran los Cultivos (CULT) y la Vegetación Clara (VEGC). En el caso de los Cultivos (CULT) se presenta una extensión de 6505.65 ha, el cual representa el 3.35% de la superficie total de estudio y para la Vegetación Clara (VEGC) se presenta un área de 22754.34 ha que simboliza el 11.72% del área total.

En el caso de la cobertura y uso del suelo de Nivel I de Bosque (B), se encuentran el Bosque Primario (BP) el cual presenta una superficie de 158386.23 ha que representa el 81.56% del área total. Además, está presente el Bosque Inundable (BINUN) con un área de 1763.19 ha que representa el 0.91% del área total de estudio.

Ahora, dentro de la cobertura y uso del suelo de Nivel I de Cuerpos de Agua (CA) se presentan las cobertura y uso del suelo de Nivel II de Río (R) y Otros cuerpos de agua (OCAG). En el caso del Río (R) se tiene una extensión de 675.63 ha que representa el 0.35% del área total. Asimismo, la clase de Otros cuerpos de agua (OCAG) presenta una superficie de 1326.15 ha que representa el 0.68% del área total de estudio. Toda esta información se visualiza en la Tabla 38, Figura 55 y 56.

Tabla 38

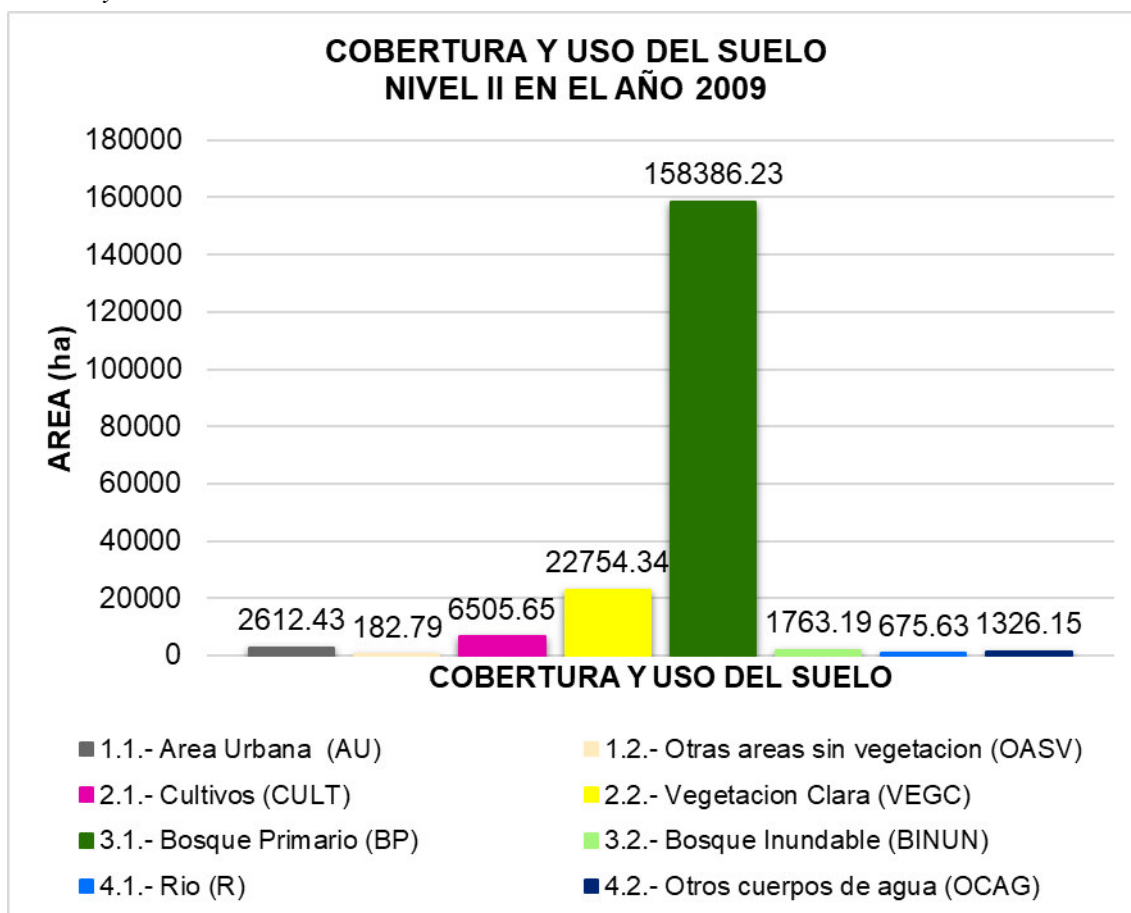
Cobertura y uso del suelo del Nivel II del área de estudio en el año 2009

NIVEL I	NIVEL II	Área (ha)	%
1.- Área artificializada (AA)	1.1.- Área Urbana (AU)	2612.43	1.35%
	1.2.- Otras áreas sin vegetación (OASV)	182.79	0.09%
2.- Agropecuario (AGRO)	2.1.- Cultivos (CULT)	6505.65	3.35%
	2.2.- Vegetación Clara (VEGC)	22754.34	11.72%
3.- Bosque (B)	3.1.- Bosque Primario (BP)	158386.23	81.56%
	3.2.- Bosque Inundable (BINUN)	1763.19	0.91%
4.- Cuerpos de Agua (CA)	4.1.- Río (R)	675.63	0.35%
	4.2.- Otros cuerpos de agua (OCAG)	1326.15	0.68%
TOTAL		194206.41	100.00%

Nota: Elaboración Propia (2023)

Figura 55

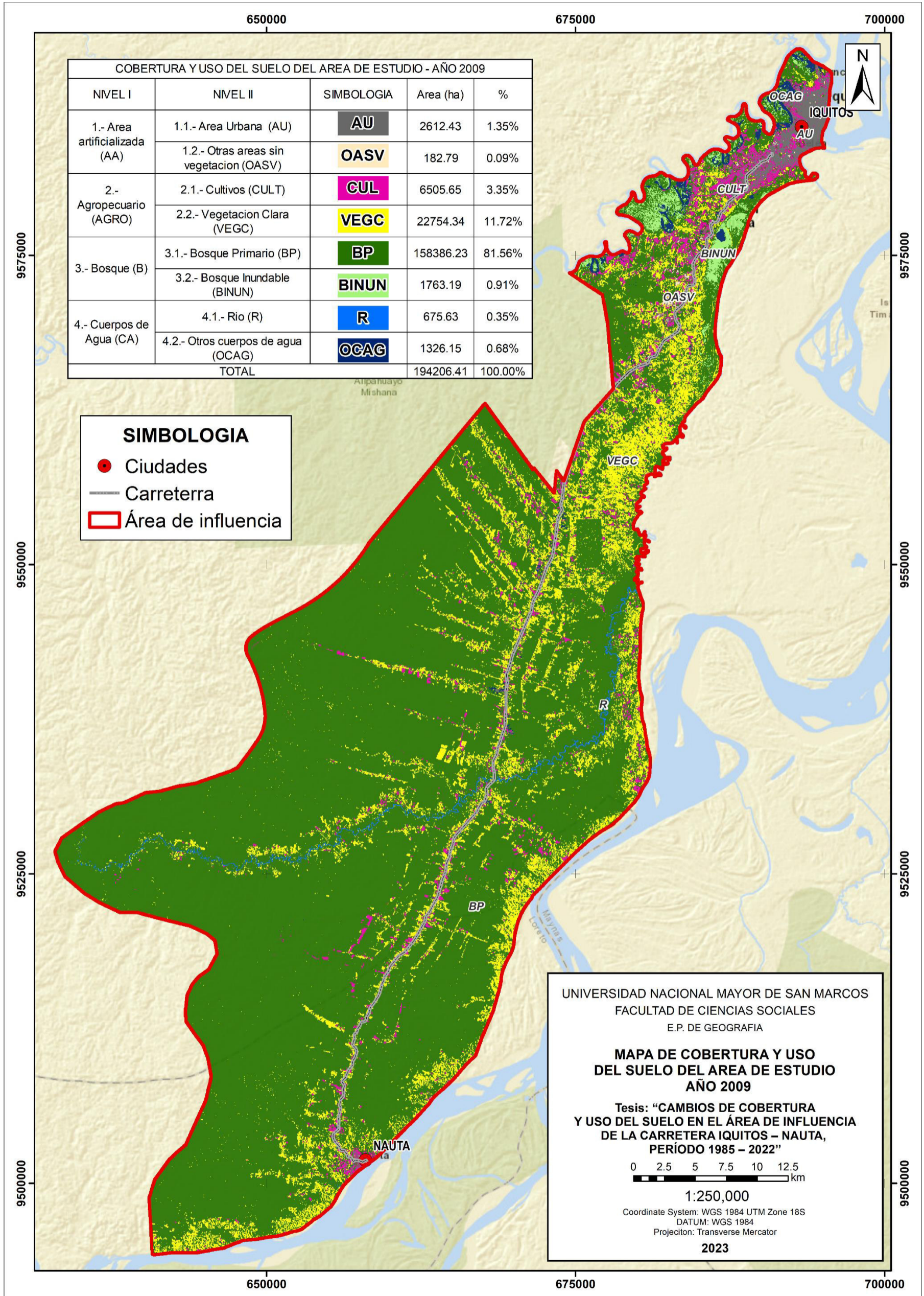
Cobertura y uso del suelo del Nivel II del área de estudio en el año 2009



Nota: Elaboración Propia (2023)

Figura 56

Mapa 19: Mapa de cobertura y uso del suelo del Nivel II del área de estudio en el Año 2009.-.



Nota: Elaboración Propia (2023)

Dentro de la cobertura y uso del suelo de Nivel I de Áreas artificializadas (AA) se presentan las clases de Nivel II como las Áreas Urbanas (AU) y Otras áreas sin vegetación (OASV). Es por ello, que para el año 2022 las Áreas Urbanas (AU) presentan una extensión de 3834.18 ha que representa el 1.97% del área total de estudio. Caso contrario ocurre con la clase de Otras áreas sin vegetación (OASV) que solo representa el 0.15% del área total de estudio, teniendo una superficie de 288.99 ha.

Dentro del Nivel I de tipo Agropecuario (AGRO), los Cultivos (CULT) presentan una extensión de 10147.05 ha que representa el 5.22% del área total de estudio. Sumado a ello, la clase de Vegetación Clara (VEGC) tiene un área de 25065.99 ha que representa el 12.91% de la superficie total para el año 2022.

En el caso del Nivel I de tipo Bosque (B) está presente la cobertura y uso del suelo de Nivel II de tipo Bosque Primario (BP) que presenta una extensión de 151530.21 ha que representa el 78.03% del total de superficie. Además, está presente el Bosque Inundable (BINUN) que tiene una superficie de 1713.96 ha que representan el 0.88% del área total de estudio.

En el caso del Nivel I de la categoría de Cuerpos de Agua (CA), está presente la cobertura y uso del suelo de Nivel II de tipo Río (R) que presenta una superficie de 568.08 ha, el cual representa el 0.29% del área total de estudio. Asimismo, se encuentra la clase de Otros cuerpos de agua (OCAG) que tiene una extensión de 1057.95 ha, el cual presenta el 0.54% del área de influencia de la carretera Iquitos – Nauta, en el año 2022. Estos datos se muestran en la Tabla 39, Figura 57 y 58.

Tabla 39

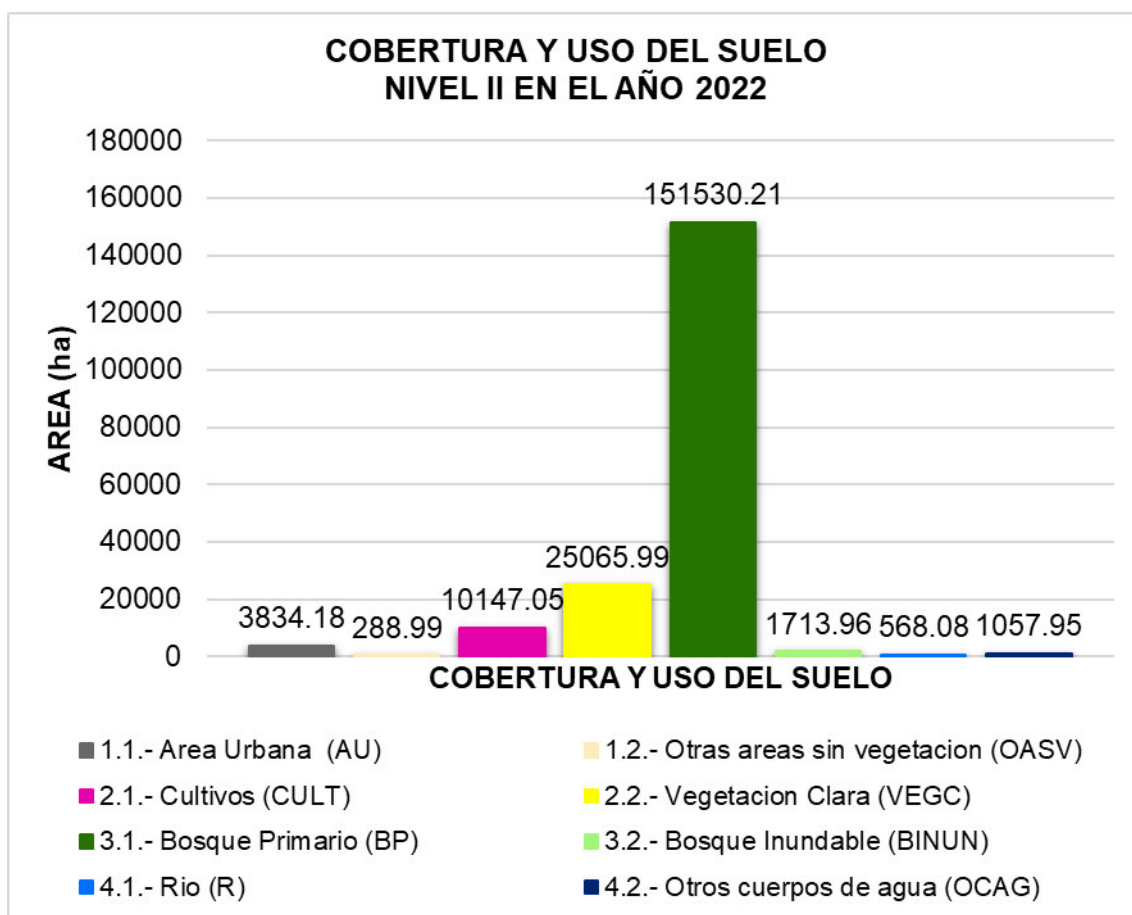
Cobertura y uso del suelo del Nivel II del área de estudio en el año 2022

NIVEL I	NIVEL II	Área (ha)	%
1.- Área artificializada (AA)	1.1.- Área Urbana (AU)	3834.18	1.97%
	1.2.- Otras áreas sin vegetación (OASV)	288.99	0.15%
2.- Agropecuario (AGRO)	2.1.- Cultivos (CULT)	10147.05	5.22%
	2.2.- Vegetación Clara (VEGC)	25065.99	12.91%
3.- Bosque (B)	3.1.- Bosque Primario (BP)	151530.21	78.03%
	3.2.- Bosque Inundable (BINUN)	1713.96	0.88%
4.- Cuerpos de Agua (CA)	4.1.- Rio (R)	568.08	0.29%
	4.2.- Otros cuerpos de agua (OCAG)	1057.95	0.54%
TOTAL		194206.41	100.00%

Nota: Elaboración Propia (2023)

Figura 57

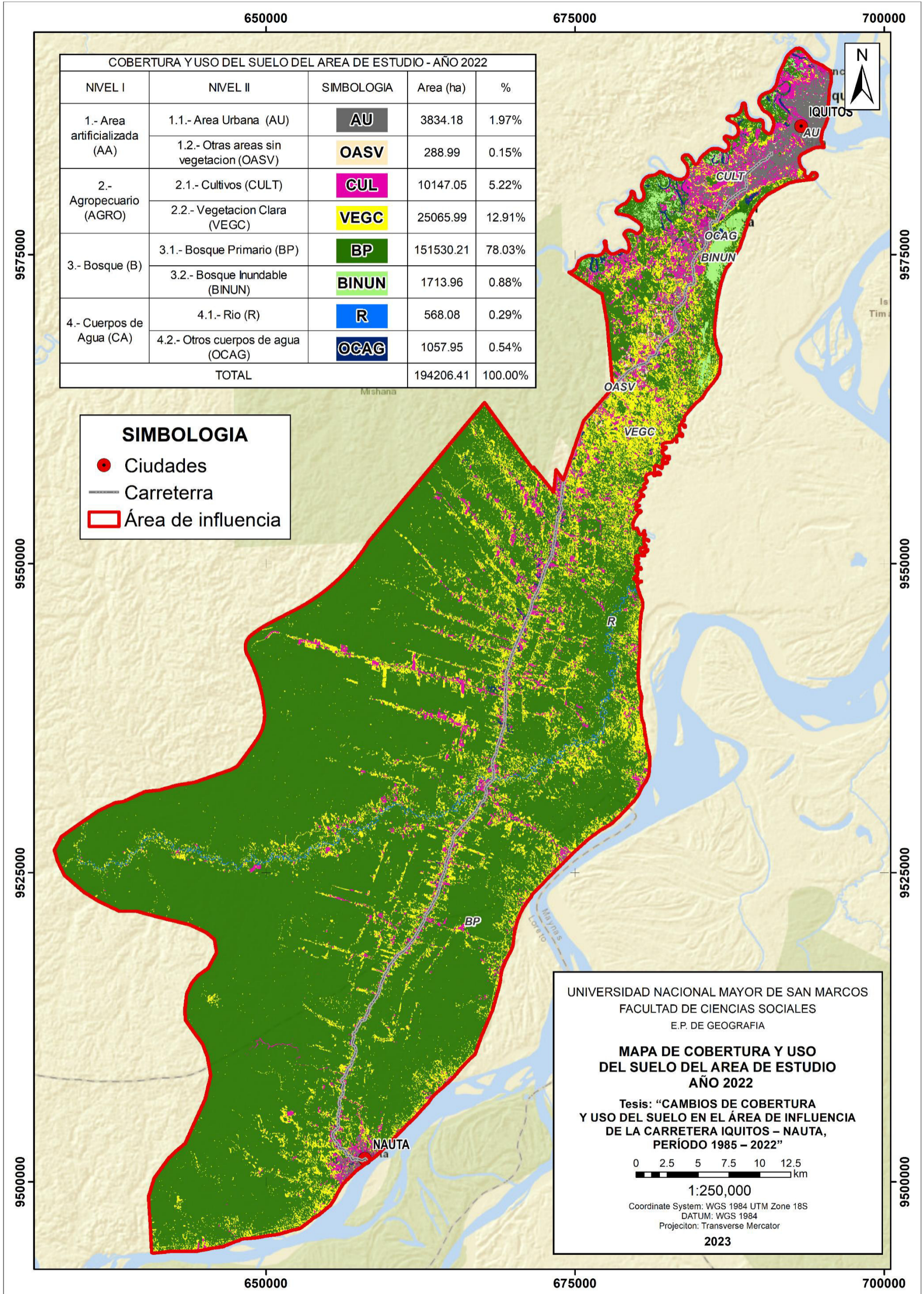
Cobertura y uso del suelo del Nivel II del área de estudio en el año 2022



Nota: Elaboración Propia (2023)

Figura 58

Mapa 20: Mapa de cobertura y uso del suelo del Nivel II del área de estudio en el Año 2022.-.



Nota: Elaboración Propia (2023)

6.4.2 EVOLUCION DE LA COBERTURA Y USO DEL SUELO DEL NIVEL II DESDE 1985 HASTA 2022

De acuerdo al análisis de la dinámica que ha sufrido de las coberturas y usos del suelo de Nivel II, la información se sintetiza en la Tabla 40 y la Figura 59.

Tabla 40

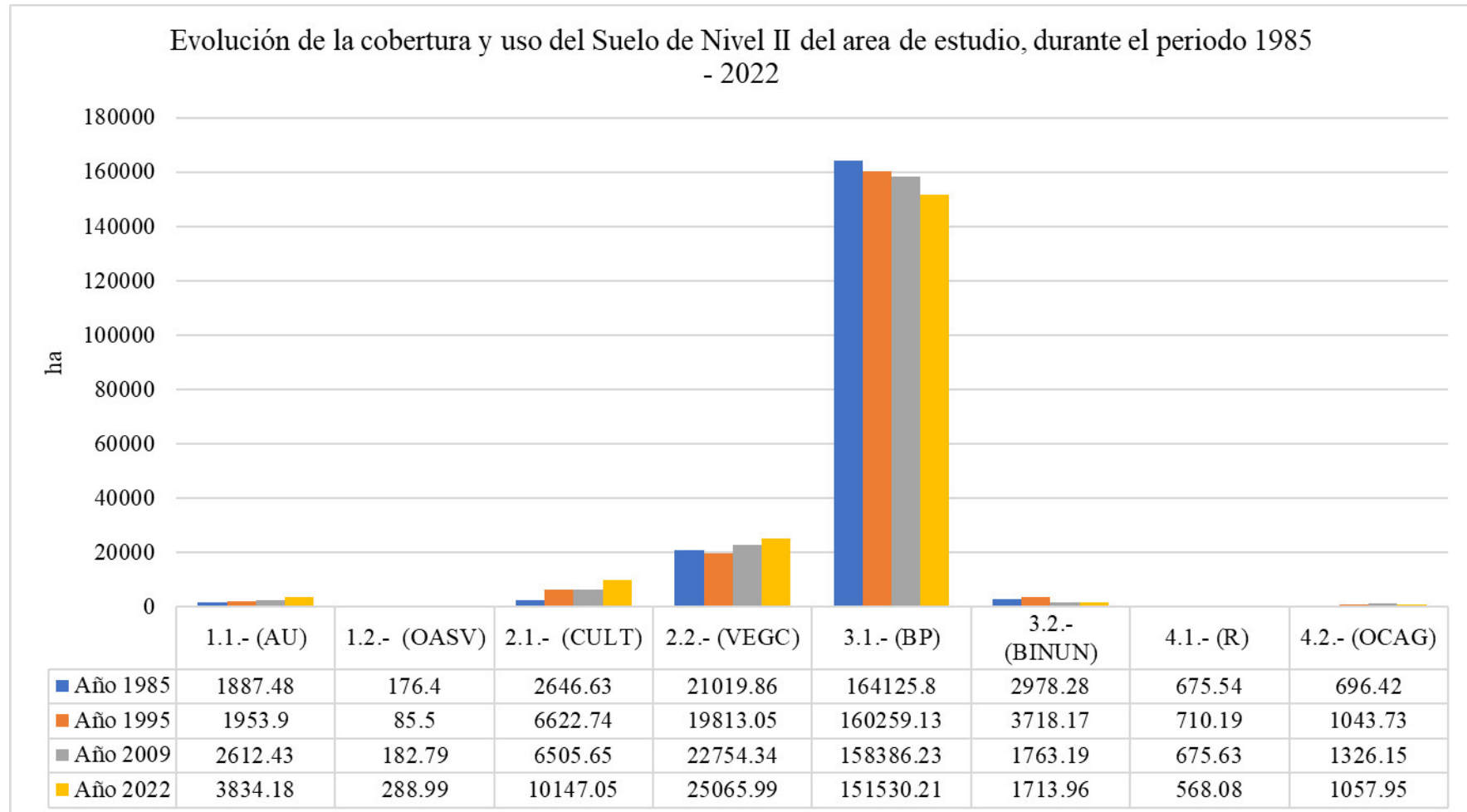
Cobertura y uso del suelo del Nivel II del área de estudio en el año 1985, 1995, 2009 y 2022

Nota: Elaboración Propia (202

NIVEL II	Año 1985 (Área ha)	%	Año 1995 (Área ha)	%	Año 2009 (Área ha)	%	Año 2022 (Área ha)	%
1.1.- Área Urbana (AU)	1887.48	0.97%	1953.9	1.01%	2612.43	1.35%	3834.18	1.97%
1.2.- Otras áreas sin vegetación (OASV)	176.4	0.09%	85.5	0.04%	182.79	0.09%	288.99	0.15%
2.1.- Cultivos (CULT)	2646.63	1.36%	6622.74	3.41%	6505.65	3.35%	10147.05	5.22%
2.2.- Vegetación Clara (VEGC)	21019.86	10.82%	19813.05	10.20%	22754.34	11.72%	25065.99	12.91%
3.1.- Bosque Primario (BP)	164125.8	84.51%	160259.13	82.52%	158386.23	81.56%	151530.21	78.03%
3.2.- Bosque Inundable (BINUN)	2978.28	1.53%	3718.17	1.91%	1763.19	0.91%	1713.96	0.88%
4.1.- Rio (R)	675.54	0.35%	710.19	0.37%	675.63	0.35%	568.08	0.29%
4.2.- Otros cuerpos de agua (OCAG)	696.42	0.36%	1043.73	0.54%	1326.15	0.68%	1057.95	0.54%
TOTAL	194206.41	100.00%	194206.41	100%	194206.41	100.00%	194206.41	100.00%

Figura 59

Evolución de la cobertura y uso del suelo del Nivel II del área de estudio desde 1985 hasta el 2022



Nota: Elaboración Propia (2023)

6.4.3 CAMBIOS DE LA COBERTURA Y USO DEL SUELO DEL NIVEL II DESDE 1985 HASTA 2022

Ahora, para determinar los cambios que ha sufrido cada clase de Nivel II se realiza la Matriz de Transición presentada en la Tabla 41.

Tabla 41

Matriz de transición de la cobertura y uso del suelo Nivel II del área de estudio, en el periodo de 1985 - 2022

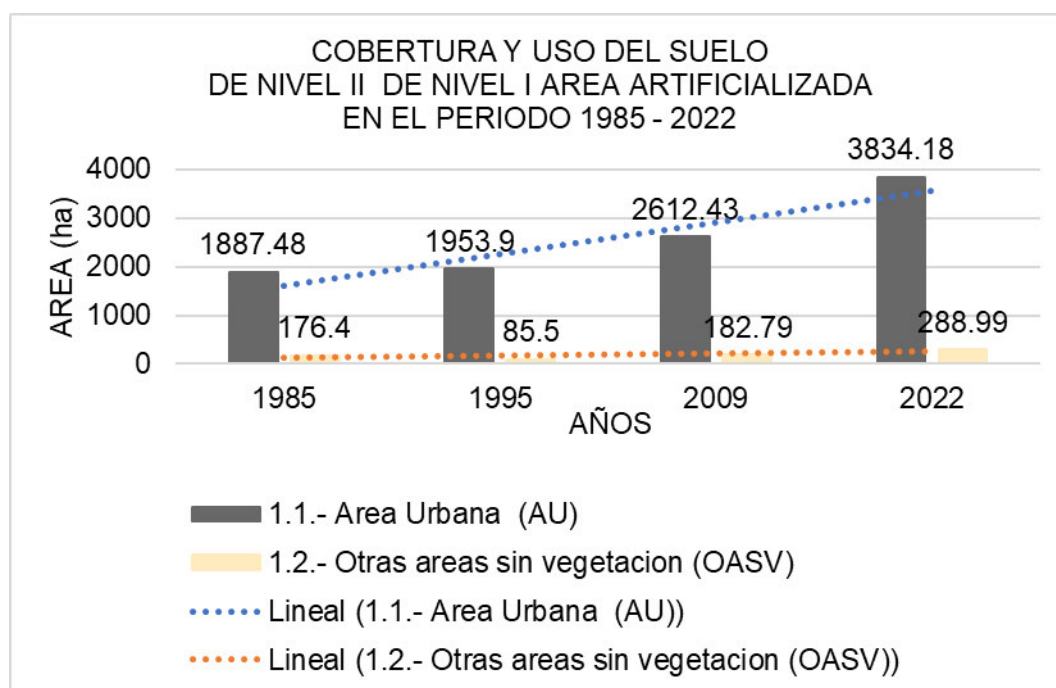
Año 1985	Año 2022								Total 1985	Perdidas
	1.1.- Área Urbana (AU)	1.2.- Otras áreas sin vegetación (OASV)	2.1.- Cultivos (CULT)	2.2.- Vegetación Clara (VEGC)	3.1.- Bosque Primario (BP)	3.2.- Bosque Inundable (BINUN)	4.1.- Rio (R)	4.2.- Otros cuerpos de agua (OCAG)		
1.1.- Área Urbana (AU)	1390.5	22.32	378.27	43.83	45.9	0.36	0.18	6.12	1887.48	496.98
1.2.- Otras áreas sin vegetación (OASV)	93.87	6.84	67.05	3.6	4.86	0	0	0.18	176.4	169.56
2.1.- Cultivos (CULT)	455.94	42.03	922.05	617.67	568.44	8.73	0.9	30.87	2646.63	1724.58
2.2.- Vegetación Clara (VEGC)	1421.73	78.48	3279.69	7058.97	9002.07	50.49	6.57	121.86	21019.86	13960.89
3.1.- Bosque Primario (BP)	402.48	138.06	4944.42	17121.87	140510.88	460.71	85.23	462.15	164125.8	23614.92
3.2.- Bosque Inundable (BINUN)	30.24	0.63	427.14	170.91	1163.52	1154.52	0	31.32	2978.28	1823.76
4.1.- Rio (R)	8.19	0.18	14.22	32.94	142.92	0	475.2	1.89	675.54	200.34
4.2.- Otros cuerpos de agua (OCAG)	31.23	0.45	114.21	16.2	91.62	39.15	0	403.56	696.42	292.86
Total 2022	3834.18	288.99	10147.05	25065.99	151530.21	1713.96	568.08	1057.95	194206.41	
Ganancias	2443.68	282.15	9225	18007.02	11019.33	559.44	92.88	654.39		

Nota: Elaboración Propia (2023)

En cuanto a la coberturas y uso del suelo de Nivel II, que están dentro de Nivel I de tipo Áreas Artificializadas se observa que el Área Urbana (AU) tiene una pérdida de 496.98 ha. Esta pérdida responde en mayor proporción al cambio de Cultivos (CULT) con una pérdida de 378.27 ha. Asimismo, dentro del Nivel I de tipo Áreas Artificializadas se encuentran la cobertura y uso del suelo de tipo Otras áreas sin vegetación (OASV), el cual ha sufrido una pérdida de 169.56 ha debido en mayor proporción a la transición de Área Urbana (AU) con una pérdida de 93.87 ha, tal como se observa en la Tabla 41 y la Figura 60.

Figura 60

Evolución de la cobertura y uso del suelo de Nivel II de Nivel I: Área Artificializada, en el periodo 1985 - 2022



Nota: Elaboración Propia (2023)

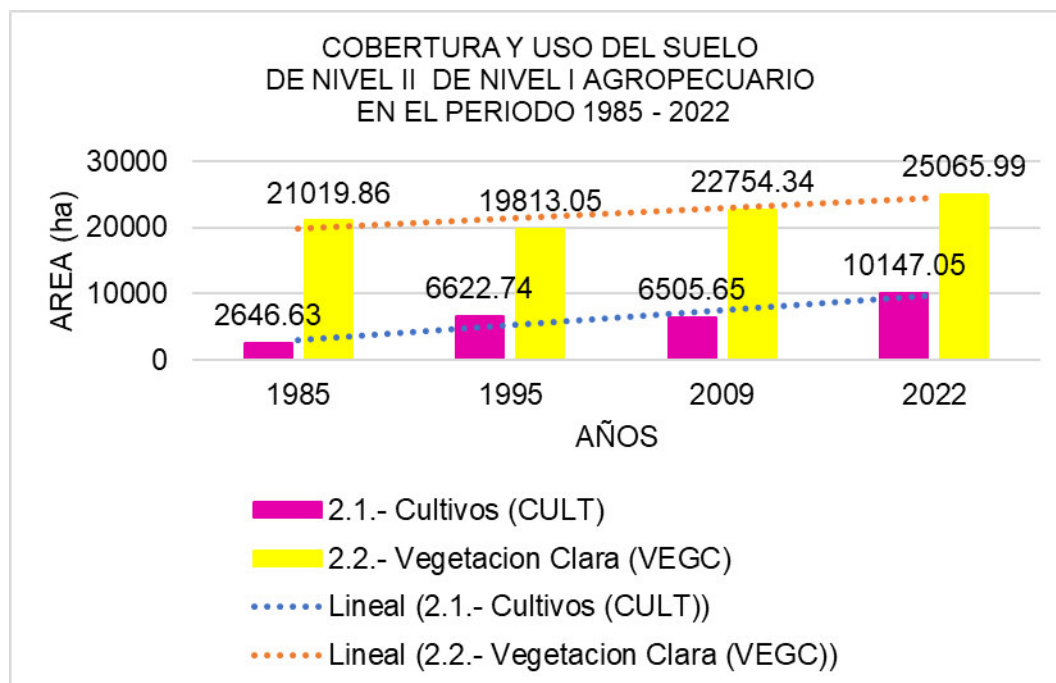
Por otro lado, según la Tabla 42 se observa que el Área Urbana (AU) ha tenido un mayor incremento en su superficie con una ganancia de 2443.68 ha. Esta ganancia es producto de una mayor transición de Vegetación Clara (VEGC) con un aporte de 1421.73 ha. Caso contrario ocurre con la cobertura y uso del suelo de Otras áreas sin vegetación (OASV) que

solo ha tenido una ganancia de 282.15 ha con una mayor transición de los Bosque Primario (BP) con un aporte de 138.06 ha a esta cobertura y uso del suelo.

En cuanto a la coberturas y uso del suelo de Nivel II, que están dentro de Nivel I de tipo Agropecuario se observa que la Vegetación Clara (VEGC) ha tenido una pérdida de 13960.89 ha. Esta pérdida es debido en mayor aporte del cambio de Bosque Primario (BP) y los Cultivos (CULT) con 9002.07 ha y 3279.69 ha, respectivamente. Asimismo, dentro del de Nivel I de tipo Agropecuario también se encuentra los Cultivos, el cual al ha tenido una perdida 1724.58 ha, del cual es producto de un mayor cambio de la Vegetación Clara (VEGC) y Bosque Primario (BP) con 617.67 ha y 568.44 ha, respectivamente. Ello se puede observar en la Tabla 41 y la Figura 61.

Figura 61

Evolución de la cobertura y uso del suelo de Nivel II de Nivel I: Agropecuario, en el periodo 1985 - 2022



Nota: Elaboración Propia (2023)

Por otro lado, se observa que la Vegetación Clara (VEGC) tiene mayor dinámica a lo largo de 37 años; debido a que ha ido incrementándose su área con una ganancia de 18007.02 ha dentro de las cuales el Bosque Primario (BP) es la cobertura y uso del suelo que ha tenido un mayor cambio respecto a esta cobertura y uso del suelo. Asimismo, los Cultivos (CULT) muestran que, en 37 años, ha tenido un incremento su área que representa 9225 ha, dentro del cual el Bosque Primario (BP) y la Vegetación Clara (VEGC) han tenido una mayor transición con 17121.87 ha y 7058.97 ha, respectivamente.

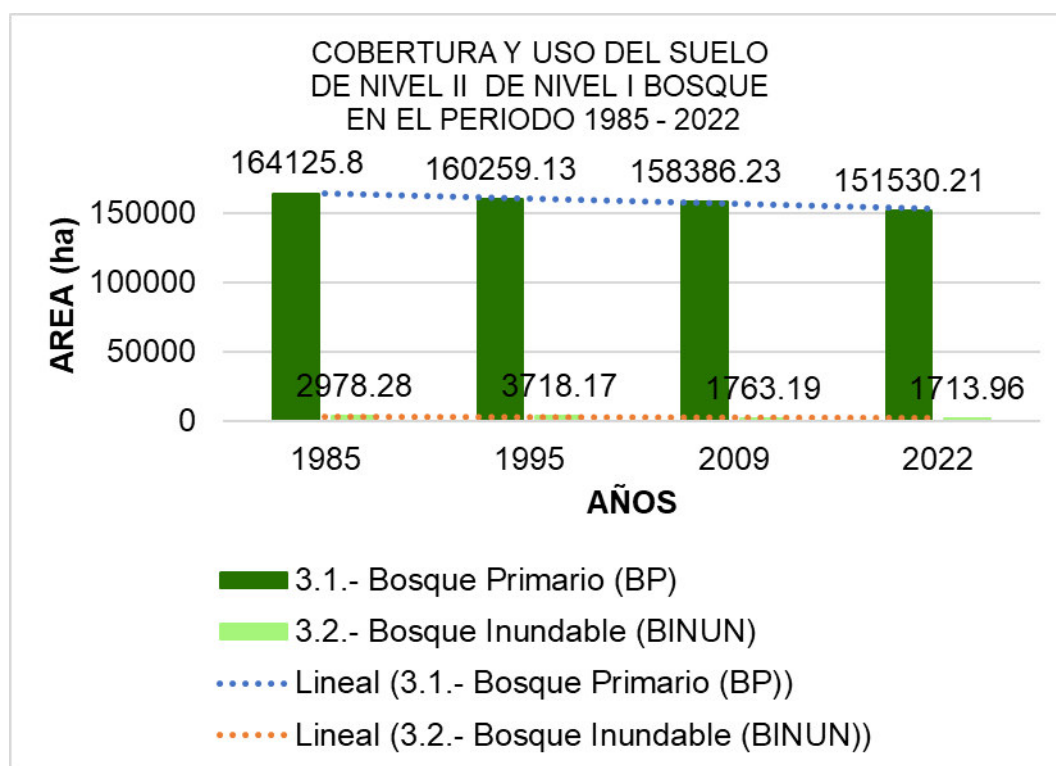
En cuanto a la coberturas y uso del suelo de Nivel II, que están dentro de Nivel I de tipo Bosque, el Bosque Primario (BP) ha tenido una mayor pérdida representando un total de 23614.92 ha; dentro del cual los Cultivos (CULT) y Vegetación Clara (VEGC) han aportado a una transición de pérdida con 4944.42 ha y 17121.87 ha, respectivamente. Ahora, en el caso del Bosque Inundable (BINUN) este solo presenta 1823.76 ha, dentro del cual la transición a Bosque Primario (BP) ha tenido un mayor representando 1163.52 ha.

En esa misma línea, se observa que el Bosque Primario (BP) tiene una mayor ganancia que representa 11019.33 ha. Esta ganancia se debe, en mayor proporción, a la transición que ha sufrido la Vegetación Clara (VEGC) y el Bosque Inundable (BINUN), con un aporte de 9002.07 ha y 1154.52 ha, respectivamente. Por otro lado, dentro de esta categoría se encuentra el Bosque Inundable (BINUN), el cual ha tenido una ganancia de 559.44 ha, la cual se debe principalmente a la transición que ha tenido el Bosque Primario (BP) con un aporte de 460.71 ha a la mencionada cobertura y uso del suelo. Estos datos se visualizan en la Tabla 41 y la Figura 62.

Figura 62

Evolución de la cobertura y uso del suelo de Nivel II de Nivel I: Bosque, en el periodo 1985 – 2022

Nota: Elaboración Propia (2023)



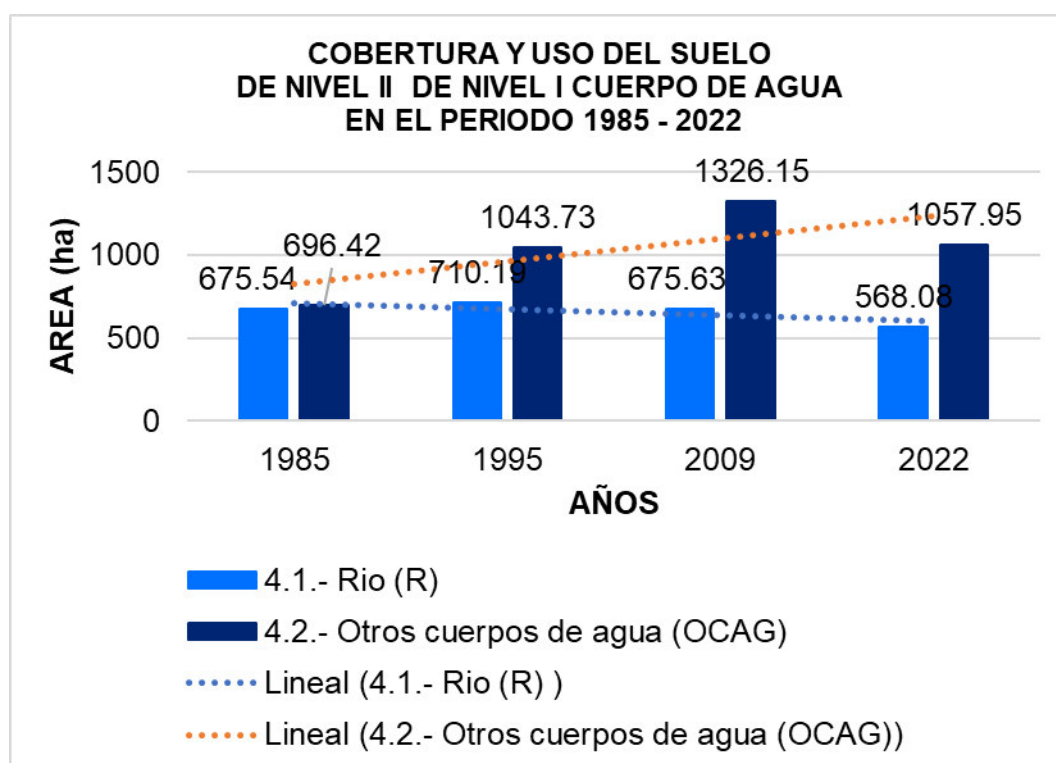
En cuanto a la coberturas y uso del suelo de Nivel II, que están dentro de Nivel I de tipo Cuerpo de Agua, se evidencia que el Río (R) y Otros cuerpos de agua (OCAG) tiene una pérdida de 200.34 ha y 292.86 ha, respectivamente. En el caso de la pérdida Río (R) se debe a transición de Bosque Primario (BP) con 142.92ha y para Otros cuerpos de agua (OCAG) se debe a la transición a Cultivos (CULT) y Bosque Primario (BP), teniendo un área de 114.21 ha y 91.62 ha, respectivamente.

En cuanto a la coberturas y uso del suelo de Nivel II, que están dentro de Nivel I de tipo cuerpos de agua, se observa que las coberturas y uso del suelo de Otros cuerpos de agua (OCAG) tiene un mayor un incremento en su superficie con 654.39 ha. Este cambio responde a una mayor transición del Bosque Primario (BP) y la Vegetación Clara (VEGC), con un aporte de 462.15 ha y 121.86 ha, respectivamente. De igual manera, dentro del Nivel I de tipo cuerpos de agua se encuentra la cobertura y uso del suelo de tipo Río (R), el cual tiene un incremento

en su superficie de 92.88 ha, dentro del cual la cobertura y uso del suelo que ha tenido una mayor transición es el Bosque Primario (BP) con un aporte de 85.23 ha. Esta información se detalla en la Tabla 41 y la Figura 62.

Figura 63

Evolución de la cobertura y uso del suelo de Nivel II de Nivel I: Cuerpo de Agua, en el periodo 1985 - 2022



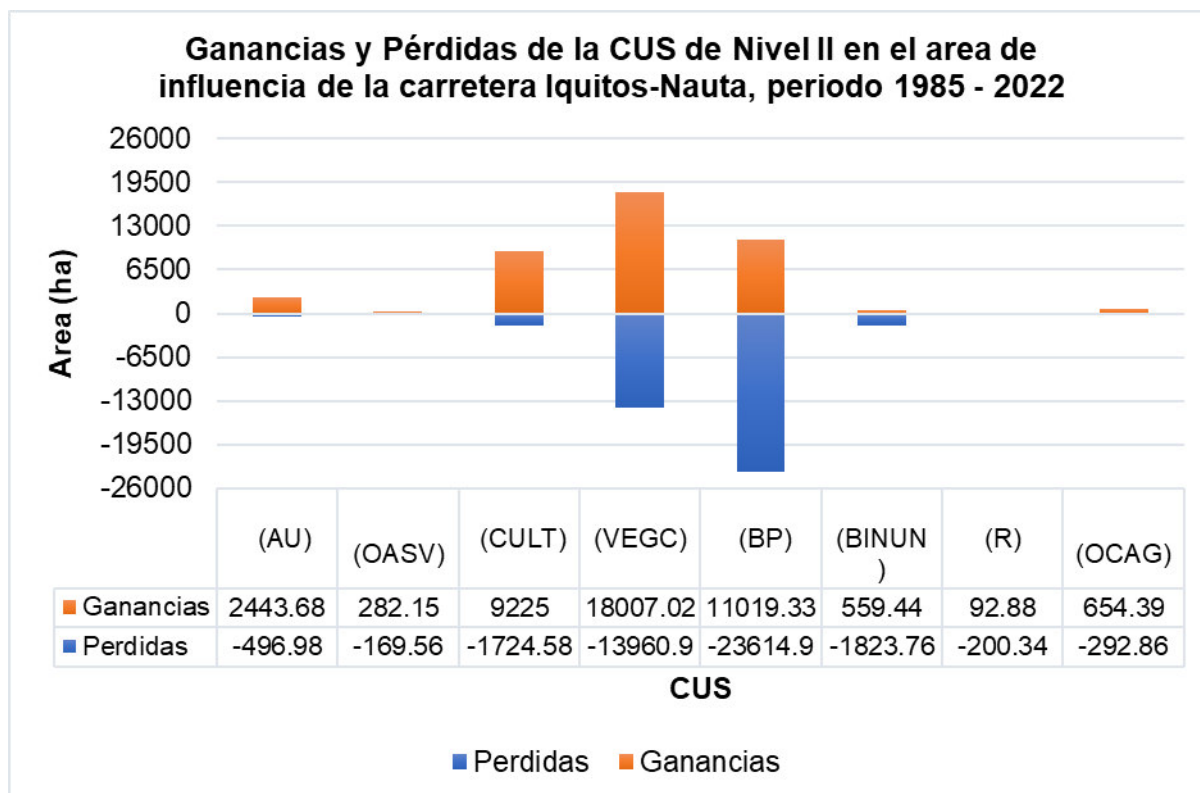
Nota: Elaboración Propia (2023)

Finalmente, en cuanto a las coberturas y uso del suelo que no han sufrido ningún cambio a lo largo de 37 años, se destaca las de mayor extensión como el Bosque Primario (BP) y la Vegetación Clara (VEGC), las cuales tienen una extensión 140510.88 ha y 7058.97 ha, respectivamente. Asimismo, todas las coberturas y usos del suelo que se han mantenido espacialmente y temporalmente suman en total una extensión de 151922.52 ha, es decir, no han tenido ningún cambio en 37 años.

Todos estos cambios como las ganancias, pérdidas y áreas que no han sufrido cambio en la cobertura y uso del suelo se pueden visualizar espacialmente en la Figuras 64, 65 y 66.

Figura 64

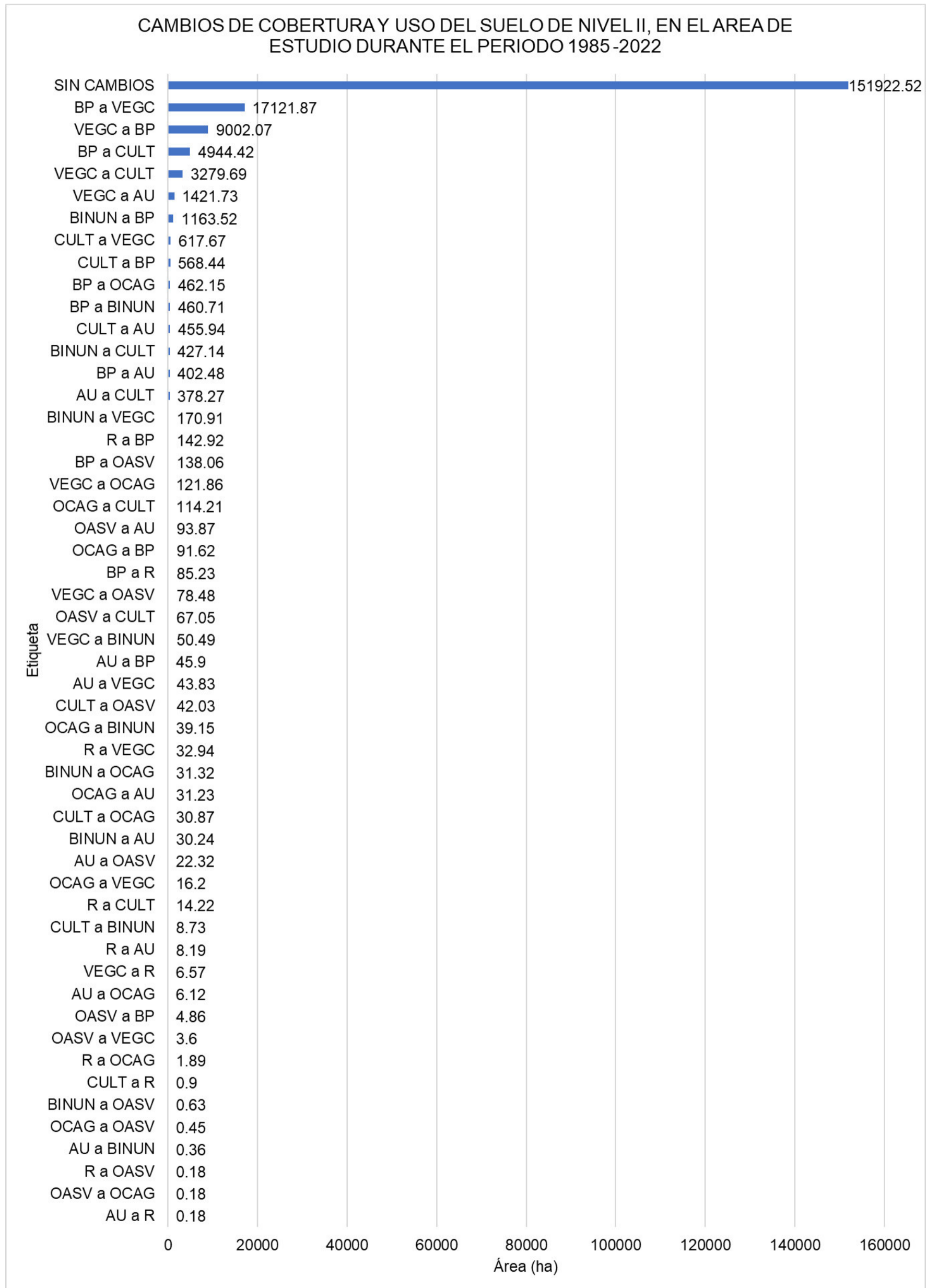
Ganancias y Pérdidas de la CUS de Nivel II, en el área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta, periodo 1985 - 2022



Nota: Elaboración Propia (2023)

Figura 65

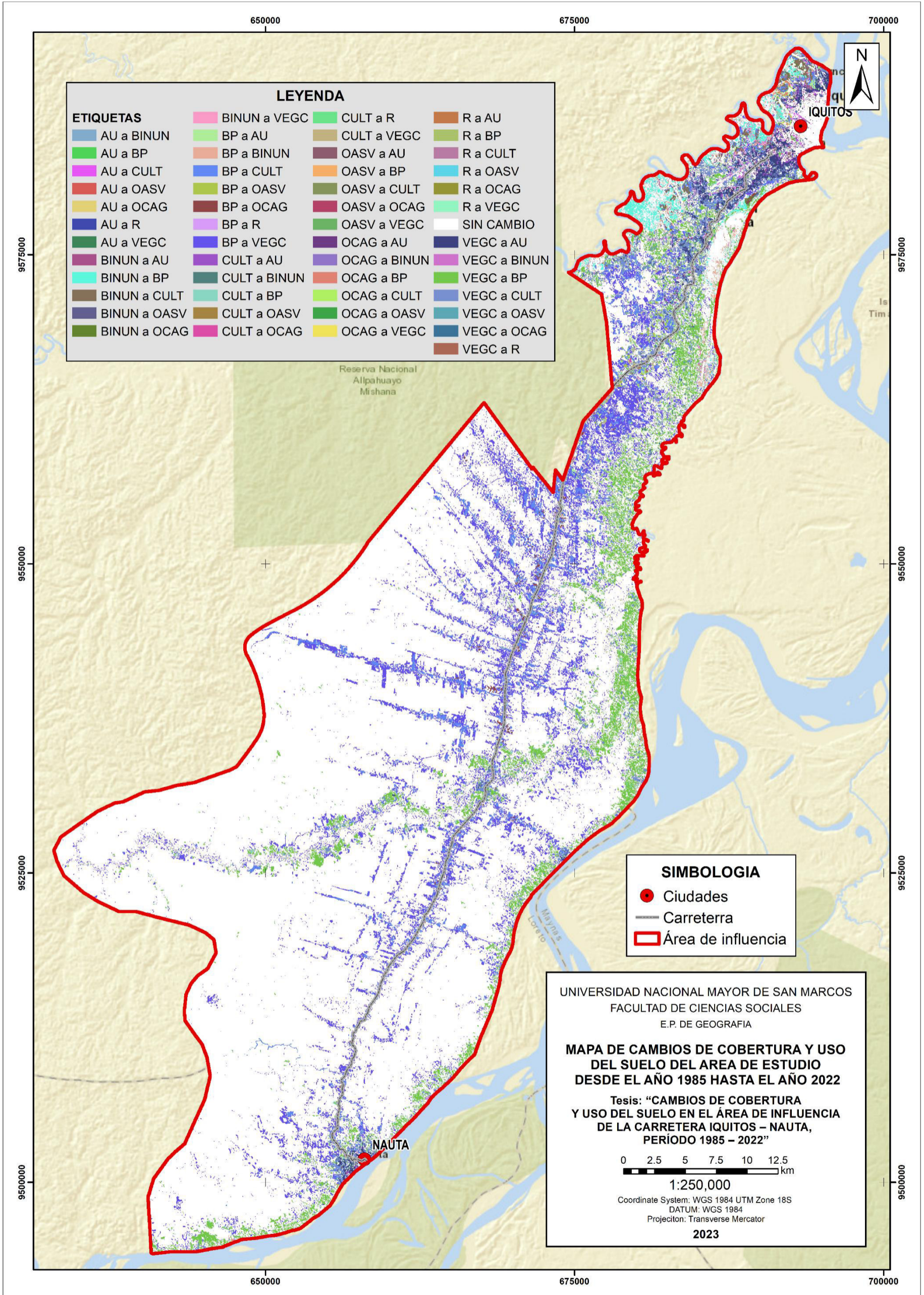
Cambios de cobertura y uso del suelo de Nivel II durante el periodo 1985 -2022.



Nota: Elaboración Propia (2023)

Figura 66

Mapa 21: Mapa de cambios de la cobertura y uso del suelo del Nivel II, periodo de 1985 al 2022.



Nota: Elaboración Propia (2023)

6.4.4 PRUEBA DE HIPOTESIS PARA LA COBERTURA Y USO DEL SUELO DE NIVEL II

Los valores de los indicadores de la variable independiente y dependiente de la cobertura y uso de los suelos de Nivel II durante el periodo de 1985 – 2022, se muestra en la Tabla 42.

Tabla 42

Indicadores de la variable independiente y dependiente de la cobertura y uso de los suelos de Nivel II, del área de estudio, en el periodo de 1985 – 2022.

Intervalos	Indicadores de la Variable Independiente		Indicadores de la Variable Dependiente							
	Años puesta en funcionamiento	% Porcentaje de longitud de construcción	AU	OASV	CULT	VEGC	BP	BINUN	R	OCAG
1985 - 1995	10.00	96.46%	66.42	-90.9	3976.11	-1206.81	-3866.67	739.89	34.65	347.31
1985 -2009	25.00	100.00%	724.95	6.39	3859.02	1734.48	-5739.57	-1215.09	0.09	629.73
1985 - 2022	31.00	100.00%	1946.7	112.59	7500.42	4046.13	-12595.59	-1264.32	-107.46	361.53

Nota: Elaboración Propia (2023)

Luego, se obtuvo los valores del coeficiente de correlación lineal de Pearson (r) y el coeficiente de Determinación (r^2), en función a la variable independiente y dependiente de la cobertura y uso del suelo de Nivel II durante el periodo de 1985 - 2022.

Los resultados muestran que para la cobertura y uso del suelo de Nivel II de tipo Área Urbana (AU), durante el periodo de 1985 – 2022, el valor del coeficiente de correlación lineal de Pearson es de 0.9156; obteniendo así, un grado de correlación positiva muy fuerte. Asimismo, este grado de correlación se repite en la clase de tipo Otras áreas sin vegetación (OASV), puesto que el valor del coeficiente de correlación lineal de Pearson es de 0.9643.

Ahora dentro de las coberturas y uso del suelo de Nivel II, que están dentro de Nivel I de tipo Agropecuario (AGRO), se observa que el valor del coeficiente de correlación lineal de Pearson de la Vegetación Clara (VEGC) es 0.9850; obteniendo así, un grado de correlación positiva muy fuerte. No obstante, para la clase de Cultivos (CULT) el valor del coeficiente de correlación lineal de Pearson es de 0.7007 teniendo un grado de correlación positiva media.

En cuanto a la cobertura y uso del suelo de Nivel II de tipo Bosque Primario (BP) el valor del coeficiente de correlación lineal de Pearson es de -0.9755. Este valor tiene un grado de correlación negativa muy fuerte. Sumado a ello, el valor del coeficiente de correlación lineal de Pearson para la clase de Bosque Inundable (BINUN) es de -0.9665; obteniendo así un grado de correlación negativa muy fuerte.

Finalmente, dentro de las coberturas y uso del suelo de Nivel II, que están dentro de Nivel I de tipo Cuerpos de Agua (CA), para la cobertura y uso del suelo de Nivel II de tipo Río (R) el valor del coeficiente de correlación lineal de Pearson es de -0.8624, teniendo un grado de correlación negativa considerable. No obstante, el valor del coeficiente de correlación lineal de Pearson para la categoría de Otros cuerpos de agua (OCAG) es de 0.2833 teniendo un grado de correlación positiva muy débil entre la variable independiente y dependiente.

Toda esta información, mencionada anteriormente, se detalla en la Tabla 43 y en las Figuras 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73 y 74.

Tabla 43

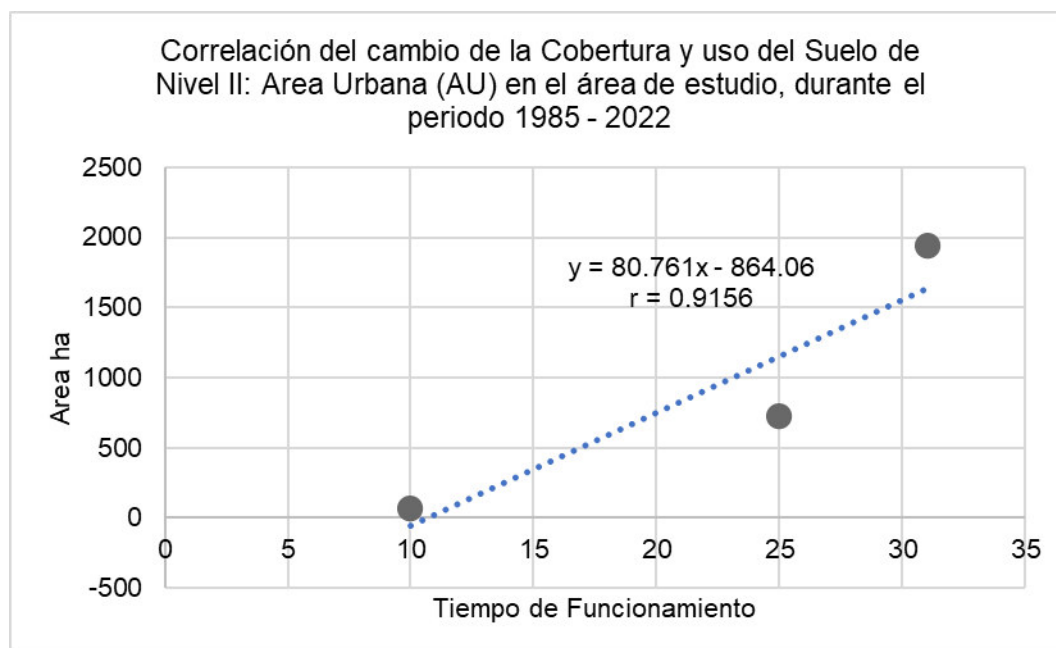
Coefficiente de correlación y determinación de la variable independiente y dependiente de la cobertura y uso del suelo de Nivel II, del área de estudio, en el periodo de 1985 – 2022

CUS	Coefficiente de Correlación lineal de Pearson (r)	Coefficiente de Determinación (r ²)
AU	0.9156	0.8383
OASV	0.9643	0.93
CULT	0.7007	0.4909
VEGC	0.985	0.9702
BP	-0.8468	0.717
BINUN	-0.9665	0.9342
R	-0.8624	0.7437
OCAG	0.2833	0.0803

Nota: Elaboración Propia (2023)

Figura 67

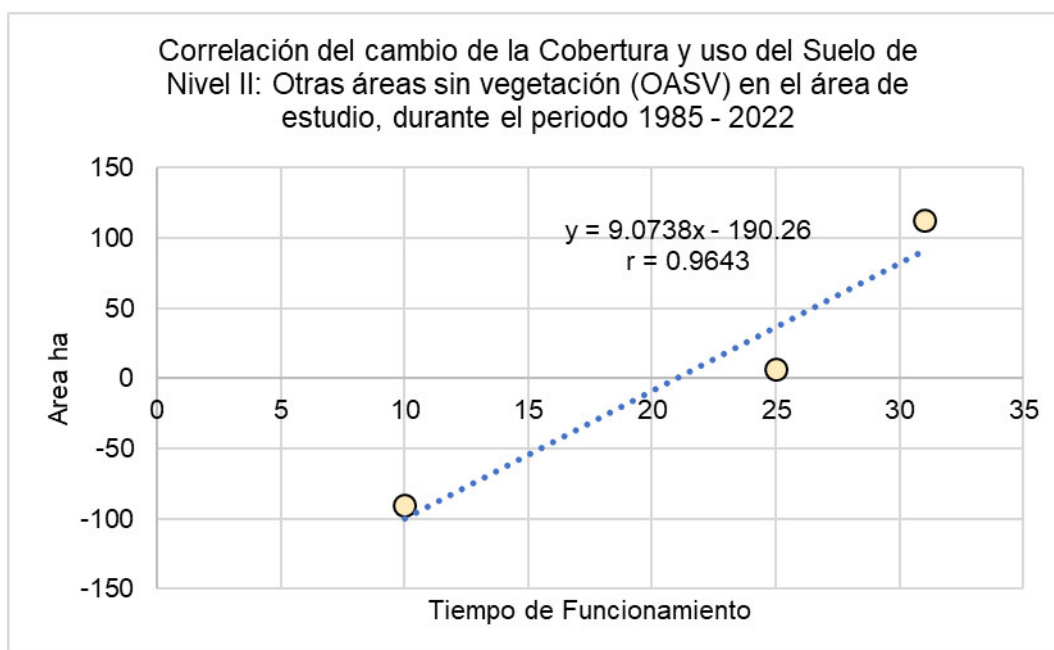
Diagrama de dispersión y correlación de los cambios de la Cobertura y uso del suelo del Nivel II del tipo: Área Urbana (AU) en el área de estudio durante el periodo de 1985 hasta el 2022



Nota: Elaboración Propia (2023)

Figura 68

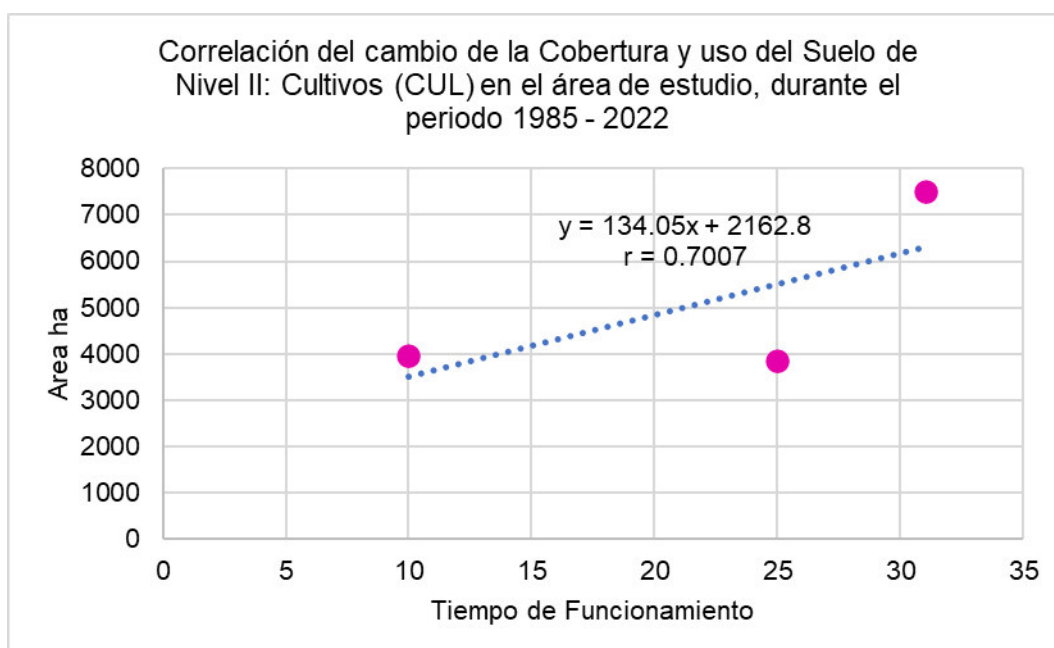
Diagrama de dispersión y correlación de los cambios de la Cobertura y uso del suelo del Nivel II del tipo: Otras áreas sin vegetación (OASV) durante el periodo de 1985 hasta el 2022



Nota: Elaboración Propia (2023)

Figura 69

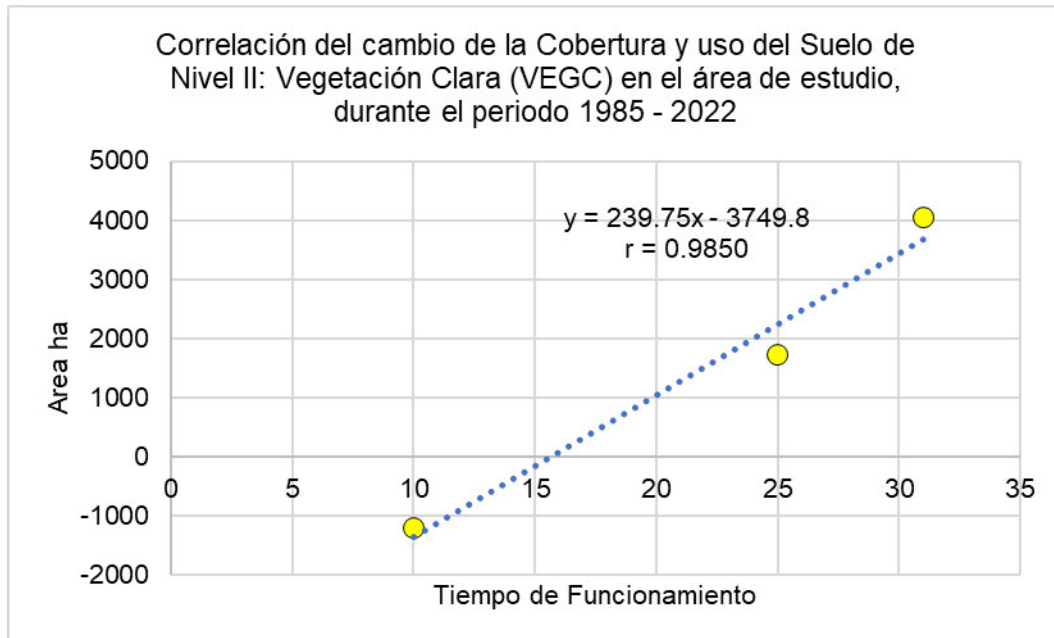
Diagrama de dispersión y correlación de los cambios de la Cobertura y uso del suelo del Nivel II del tipo: Cultivos (CUL) en el área de estudio durante el periodo de 1985 hasta el 2022



Nota: Elaboración Propia (2023)

Figura 70

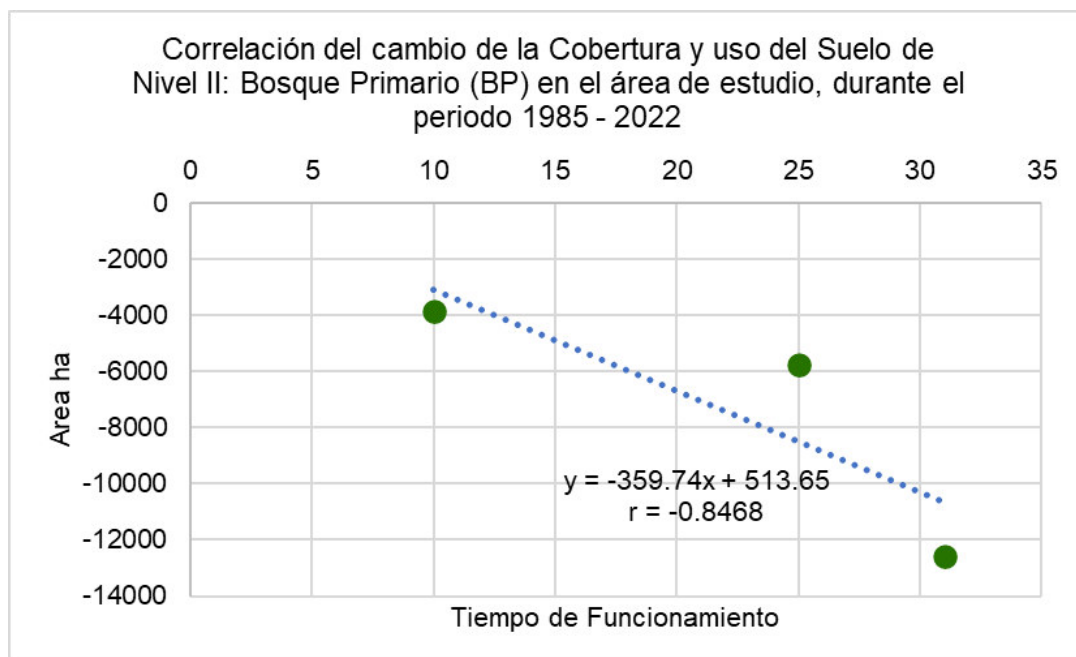
Diagrama de dispersión y correlación de los cambios de la Cobertura y uso del suelo del Nivel II del tipo: Vegetación Clara (VEGC) en el área de estudio durante el periodo de 1985 hasta el 2022



Nota: Elaboración Propia (2023)

Figura 71

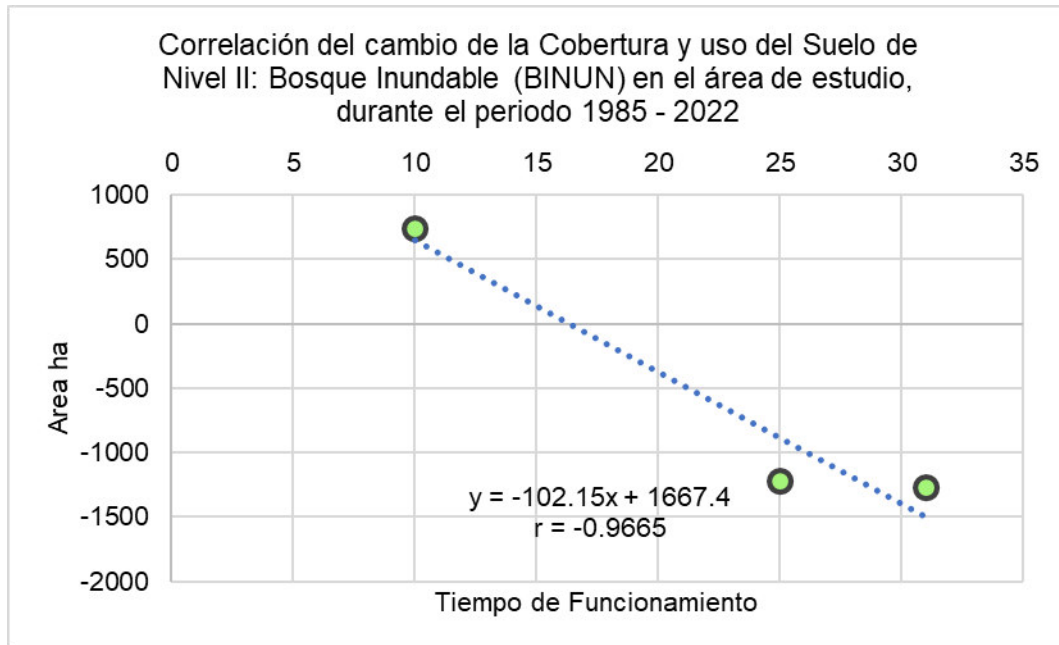
Diagrama de dispersión y correlación de los cambios de la Cobertura y uso del suelo del Nivel II del tipo: Bosque Primario (BP) en el área de estudio durante el periodo de 1985 hasta el 2022



Nota: Elaboración Propia (2023)

Figura 72

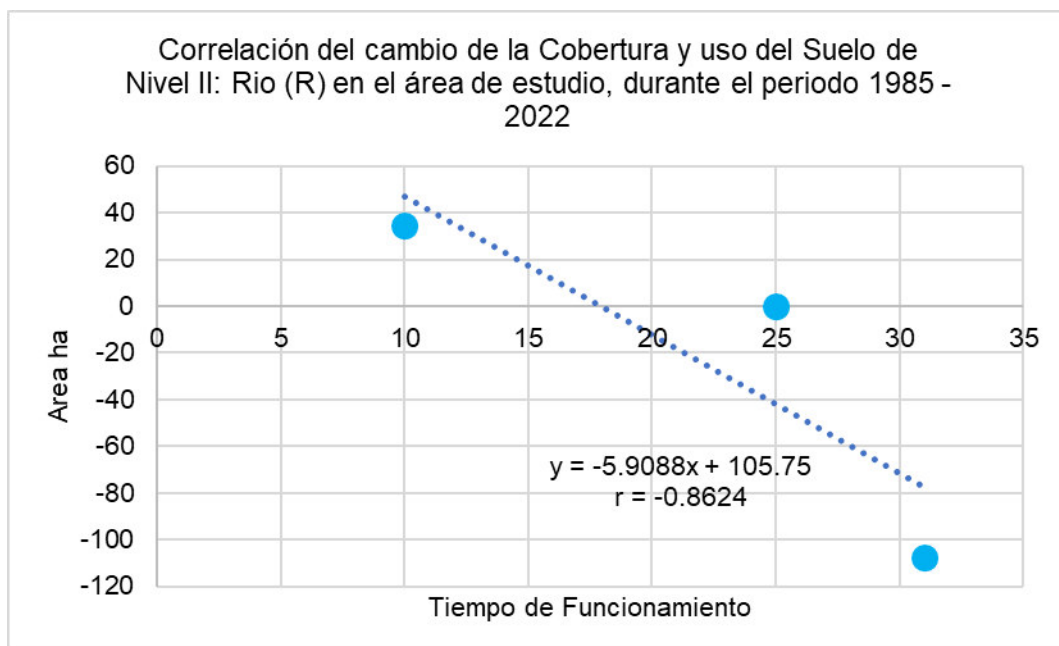
Diagrama de dispersión y correlación de los cambios de la Cobertura y uso del suelo del Nivel II del tipo: Bosque Inundable (BINUN) en el área de estudio durante el periodo de 1985 hasta el 2022



Nota: Elaboración Propia (2023)

Figura 73

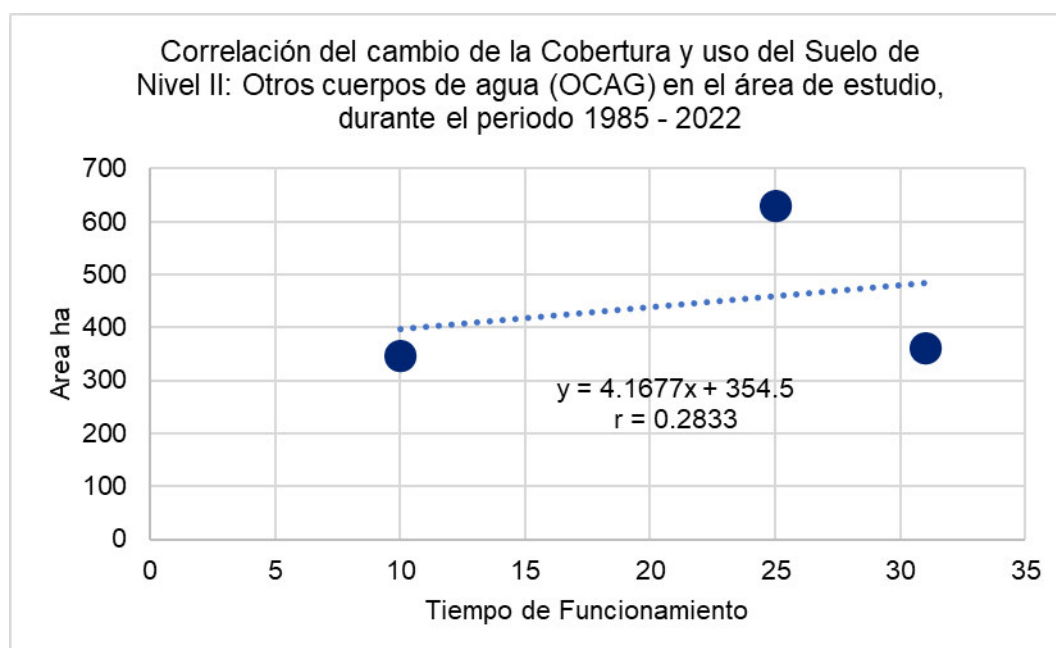
Diagrama de dispersión y correlación de los cambios de la Cobertura y uso del suelo del Nivel II del tipo: Rio (R) en el área de estudio durante el periodo de 1985 hasta el 2022



Nota: Elaboración Propia (2023)

Figura 74

Diagrama de dispersión y correlación de los cambios de la Cobertura y uso del suelo del Nivel II del tipo: Otros cuerpos de agua (OCAG) en el área de estudio durante el periodo de 1985 hasta el 2022



Nota: Elaboración Propia (2023)

6.5 ENTREVISTAS Y ENCUESTAS

De acuerdo a las actividades realizadas en el área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta, se muestra la relación de entrevistas en la Tabla 44 y Figura 75.

Tabla 44

Relación de entrevistados en el área de estudio

N°	Cargo/Condición	Centro Poblado de Referencia
Entrevistado 1	Agente municipal	Paujil Zona I
Entrevistado 2	Agente municipal	El Dorado
Entrevistado 3	Poblador	El Dorado
Entrevistado 4	Parcelero/Poblador	Paujil Zona II
Entrevistado 5	Poblador	Ex - Petroleros
Entrevistado 6	Agente municipal	Cahuide

Nota: Elaboración Propia (2023)

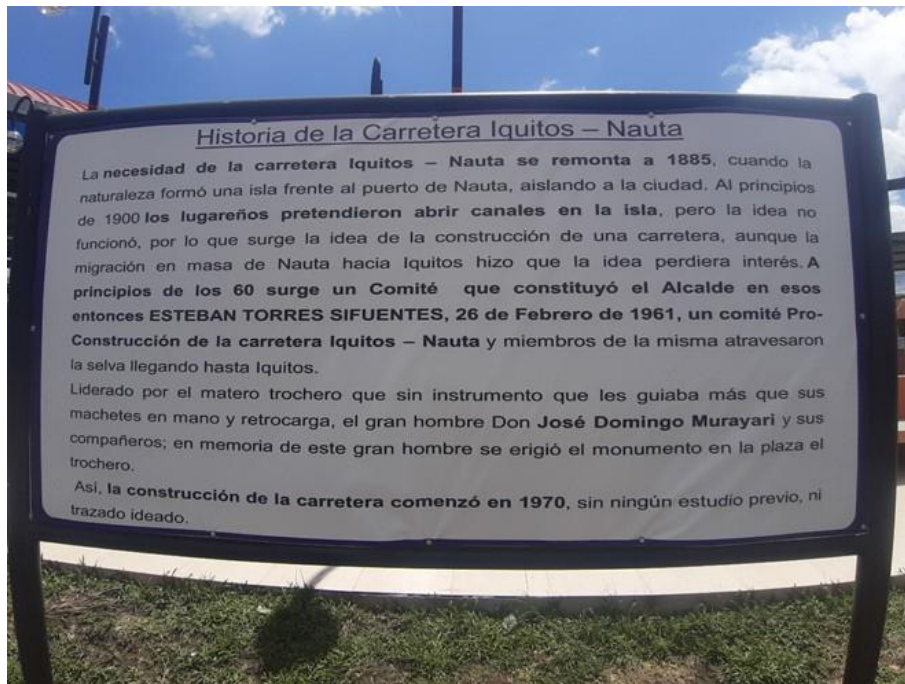
Figura 75

Realización de entrevistas



Nota: Archivos del autor (2020)

De acuerdo a las entrevistas realizadas en el área de estudio se menciona que la creación de los Centro Poblados a lo largo de la carretera Iquitos - Nauta responden a un proceso posesión a través de actividad llamada “parcelación”. Como lo menciona el entrevistado 1: *“En el año 1985 entraron un grupo de más o menos 108 personas a posesionar en la zona de Paujil y el 24 de junio de 1985 se repartieron las parcelas”*. En esta misma línea, el entrevistado 3 afirma que: *“El proceso de parcelar no estaba validado por la municipalidad (..) la gente empezó a venir desde Quistococha (...) el pueblo más antiguo es Quistochoca, Peña Negra, Varillal y Moralillo”*. Del mismo modo lo sostiene el Entrevistado 5 del Centro Poblado Ex - Petroleros: *“Cuando nosotros hemos venido a posesionarnos no había nadie (..)”*. Todo ello lo contrasta Álvarez (2007) donde afirma que *“entre las décadas del 70 y el 80, se inició una carrera vertiginosa por hacerse con terrenos en las zonas accesibles, y muchos habitantes de Iquitos se hicieron con propiedades con fines meramente especulativos”* (p. 48). Ello se contrasta con la Figura 76 y 77.

Figura 76*Historia de la Carretera Iquitos – Nauta*

Nota: Parque El Trochero, Nauta. Archivos del autor (2020)

Figura 77*Vista de la Carretera Iquitos - Nauta*

Nota: Archivos del autor (2020)

Ahora en cuanto a la formalización de las parcelas y áreas urbanas poco consolidadas, que están ubicadas a lo largo del área de estudio, el entrevistado 3 menciona que: *“ya luego se formaliza por la municipalidad agrupándolos en Centros Poblados (..) El PETT de Agricultura tiene el plano ellos te pueden dar”*. Del mismo modo, el Entrevistado 5 afirma que es un proceso de *“invasión, constancia. Por ejemplo, nosotros estamos en proceso de titulación donde nos pide el certificado de posesión expedido por Agricultura”*.

Esta información es contrastada por el Decreto Ley N° 25902 que en su Octava Disposición Complementaria crea el Proyecto Especial Titulación de Tierras y Catastro Rural (PETT) del MIDAGRI, que tiene como funciones principales *“Levantar, consolidar y actualizar el catastro rural; y el saneamiento físico-legal de: tierras rústicas, eriazas y territorios de comunidades campesinas y nativas, hasta su inscripción registral de la propiedad”* (Gobierno de Emergencia y Reconstrucción Nacional, 1992, p. 4).

En pocas palabras el saneamiento físico-legal de estas parcelas estaba a cargo del Ministerio de Agricultura. Esta formalización otorgaba al parcelero la potestad de trabajar (deforestar) su parcela, tal como lo menciona el entrevistado 3: *“Nadie te dice nada cuando deforestas porque ya está titulada tu parcela”*.

En cuanto a las dimensiones de las parcelas es variado y generalmente son áreas extensas por cada parcelero. Al respecto, señala el entrevistado 3 que: *“la mayoría de pobladores tiene 1500 m de fondo, pero el ancho varía”*. Esto también se puede corroborar con las encuestas realizadas que se presentan en la Tabla 47.

Los tipos de cultivos son variados, como señala el entrevistado 1: *“Según los que se siembra plátano, machica de plátano, palo de yuca y hortalizas”*. Asimismo, señala el entrevistado 3: *“Se siembra yuca, plátano, papaya, piña, hortalizas y críticos”*. De igual forma,

el entrevistado 2 afirma que: “Se siembra *papaya* porque es más rentable y más producción, una vez que produce ya no para, pero es un gasto porque tienes que echar guano”.

Sin embargo, la actividad agrícola depende mucho de la ubicación y la accesibilidad al Centro Poblado o parcela debido al coste de transporte de productos. Tal como lo afirma el entrevistado 1, ubicado en una vía de penetración (vía perpendicular) de la carretera Iquitos – Nauta: “Sí, pero poco se puede hacer agricultura porque para cargar de acá son 7 km un saco de yuca te van a pagar 40 o 30 soles y el carguero te va a cobrar 20 soles y eso que es muy pesado”. Asimismo, el entrevistado 4 afirma que: “Cuando hago *fariña* (harina de yuca), ahí lo llevo, por ejemplo, al mercado Belén, Iquitos (...)”. Caso contrario ocurre con los Centros Poblados ubicadas cerca de la carretera, como menciona el entrevistado 1 “Los cultivos salen hacia Iquitos. No sale a Nauta, todo se va a Iquitos”. Ello se observa en la Figura 78.

Figura 78

Vías de penetración perpendiculares a la Carretera Iquitos - Nauta



Nota: Archivos del autor (2020)

Otra actividad importante que se desarrolla en el área de estudio es la piscicultura, a través de la construcción de piscigranjas. En ese sentido, el entrevistado 4 señala: *“Nosotros tenemos piscigranjas donde criamos Sábalo, Boquichico y Gamitana”*. Sin embargo, para el desarrollo de esta actividad es importante considerar factores como la ubicación de la piscigranja, la producción, el tipo de suelo, entre otros. Tal como lo afirma el entrevistado 3: *“Hay que ver el suelo, tú tienes que ver si tiene bajial y se puede hacer el dique con maquinaria pesada. Por ejemplo, ahí puedes tener 20 000 m³ para 15 000 peces, pero eso te saca pesquería”*. Tal como se visualiza en la Figura 79.

Figura 79

Actividades de piscicultura



Nota: Archivos del autor (2020)

La ganadería también está presente, pero se desarrolla con poca regularidad debido a la falta de pastos, tal como lo afirma el entrevistado 1: *“Realizamos poca ganadería pues no es rentable y no hay pasto”*.

Otras actividades destacables son la actividad de industria avícola de la empresa “Don Pollo” que posee grandes extensiones en el área de estudio. Tal como lo afirma el entrevistado 3: *“Don Pollo entra más o menos el 2007 (..) el dueño alquilaba fundos, para la crianza de pollos...Después compró predios de 75 ha, pero tiene varias sedes”*.

En esa misma línea también se puede mencionar a la actividad extracción minera de tipo no metálica. En este caso la extracción de arena blanca, tal como lo asevera el entrevistado 3: *“La extracción de arena blanca empezó a sacar desde el km 15 desde el 2011, donde hay mucha depredación (..) hubo muchos petitorios (Petitorios de concesión minera) en el que te piden documentos de agricultura. Su uso es para construcción debido a que esta arena limpia y sin impurezas”*

Esta actividad se puede corroborar en el GEOCATMIN, geoportal del INGEMMET, donde se muestra el catastro minero del área de estudio; dentro del cual se encuentra 71 cuadrantes de diferentes extensiones para la actividad de minería de tipo no metálica como la extracción de arena blanca, ladrilleras, entre otros. Ello se puede observar en la Tabla 45.

Tabla 45

Estado de la concesión minera en el área de estudio

ESTADO	LEYENDA	CANTIDAD	%
D.M. Exting. a publicar de L.D	DM. Extinguidos	2	2.67%
D.M. en Trámite D.L. 708	Tramite	37	49.33%
D.M. Titulado D.L. 708	Titulado	33	44.00%
D.M. Exting. no Peticionable	DM. Extinguidos	3	4.00%
Total		75	1

Nota: Adaptado del INGEMMET (2023)

De igual manera, se tienen muchos proyectos que quieren replicarse en el área de estudio como lo realizado en el departamento de San Martín, tal como lo menciona el entrevistado 6: *“En Cahuide se tiene proyectos de cultivos de Palma Aceitera, Sacha Inchi, Cacao (..)”*. Asimismo, en el área de estudio se evidenció la realización de actividades de

reforestación. Ello se corrobora con lo afirmado por el entrevistado 4: *“Hay parcelas no trabajadas, pero ya tienen dueño, no hay áreas vírgenes, pero mayormente son purma. Algunos están mandando a reforestar (...) mayormente ponen fruta como macambo, copoazú, guaba, umarí. Si es monte virgen ponen madera para aserrar como capirona o tornillo”*.

Con una visión prospectiva se espera que en el área de estudio los Centros Poblados se expandan y se consoliden cada vez más. Tal como lo afirma el entrevistado 6: *“Actualmente se está pronosticando que Cahuide pueda volverse distrito”*.

Por otro parte, en la Tabla 46 se muestra la relación de las encuestas realizadas a parceleros, población, trabajadores y otras personas situadas en el área de influencia de la carretera Iquitos – Nauta, tal como se puede observar en la Figura 80.

Figura 80

Realización de encuestas



Nota: Archivos del autor (2020)

Tabla 46

Encuestas realizadas en campo

N°	Nombre	Sexo	Condición	Año Aproximado de Posesión	Centro Poblado de Referencia	Residencia	CUS	Área Aproximada (ha)	Comercio	Saneamiento Físico-Legal	Observación
1	Fundo San Jorge	M	Trabajador	2000	Cahuide	Todo el Año	Cultivos	12	Mercado Belen	Falta Titulo	Cultivos de piña, caimito, uvilla
2	Fundo Hito	M	Propietario	1998	Cahuide	Todo el Año	Cultivos	16	Consumo	Titulado por MIDAGRI - PETT	Plátano, yuca, Arroz
3	Fundo Janis	F	Trabajadora	2000	Nuevo San Martin	Todo el Año	Cultivos	12	Mercado de Iquitos	Falta Titulo	Proyecto de reforestación Uvilla, Macambo, copoazú, Tornillo, Palisangre
4	Fundo Rogelita	M	Propietario	2012	Sin información	Temporal	Cultivos	15	Consumo Propio	Titulado por MIDAGRI - PETT	Agricultura de Consumo, presencia de piscigranja Área Cultivada: 8 ha
5	Fundo Sarita	M	Propietario	2012	Nauta- San Juan	Todo el Año	Cultivos	15	Consumo Propio	Falta Titulo	Yuca
6	Fundo Chelita	M	Trabajador	1995	Iquitos	Todo el Año	Cultivos	28	Mercado de Iquitos	Titulado por MIDAGRI - PETT	Plátano, yuca Área Cultivada: 7 ha
7	Fundo Minerva	M	Propietario	1995	Nuevo San Juan	Todo el Año	Cultivos	32	Consumo Propio, Mercado de Iquitos	Titulado por MIDAGRI - PETT	piña, frutales, piscigranja crianza de sábalo, boquichico Área Cultivada: 7 ha
8	Fundo Sol Naciente	M	Propietario	2005	Nuevo San Martin	Temporal	Cultivos	32	Mercado de Iquitos	Titulado por MIDAGRI - PETT	yuca, Plátano Área Cultivada: 10 ha
9	Fundo Alaska	M	Trabajador	Sin información	Nuevo San Martin	Todo el Año	Cultivos	33	Mercado Belen, Iquitos	Sin Información	yuca, Plátano, caña Área Cultivada: 8 ha
10	Poblador de San Antonio	M	Propietario	1996	San Antonio	Temporal	Cultivos	10	Consumo Propio	Titulado por MIDAGRI - PETT	Producción de Caña, aguardiente
11	Poblador de Ninarumi	M	Propietario	1928	Ninarumi	Todo el Año	Urbano	0.5	mercado local, Consumo Propio	Titulado	yuca, maíz, piña

N°	Nombre	Sexo	Condición	Año Aproximado de Posesión	Centro Poblado de Referencia	Residencia	CUS	Área Aproximada (ha)	Comercio	Saneamiento Físico-Legal	Observación
12	Agente Municipal de San Antonio	M	Propietario	1939	San Antonio	Temporal	Cultivos	17	mercado local, Consumo Propio	Titulado por MIDAGRI - PETT	Centro Poblado ubicado en la vía de penetración Cultivos de caña de azúcar, yuca, plátano, maíz, ají dulce, algunas personas viven en la ciudad Las parcelas son de 1500x50 (1500 de fondo y de ancho 50)
13	Poblador de El Dorado	M	Propietario	1995	El Dorado	Todo el Año	Urbano	7.5	-	Titulado	Población aproximada de 120
14	Teniente gobernador de 1 febrero	M	Propietario	2004	1 de febrero	Todo el Año	Cultivos-Urbano	10 a 20 (variado)	mercado local, Consumo Propio	Titulado por MIDAGRI - PETT	Cultivos como Plátano, yuca, piña
15	Fundo el Nativo	M	Propietario	1992	km 75	Todo el Año	Cultivos	40	Consumo Propio	Titulado por MIDAGRI - PETT	Área Cultivada: 8 ha Predomina el Bosque Secundario
16	Omar Vaca	M	Trabajador	1990	Sin información	Temporal	Ganadería y Agricultura	10	mercado local, Consumo Propio	Titulado por MIDAGRI - PETT	Cultivos de Palma Aceitera

Nota: Elaboración Propia (2023)

7 CAPÍTULO VII: DISCUSION

El presente trabajo denominado “CAMBIOS DE COBERTURA Y USO DEL SUELO EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA CARRETERA IQUITOS – NAUTA, PERÍODO 1985 – 2022” utiliza la técnica de la teledetección para poder analizar las diferentes coberturas y uso de los suelos en el área de estudio. Esta técnica permite la obtención de imágenes satelitales a través de los sensores del satélite, del área de estudio. Sin embargo, es necesario añadir otras técnicas en las áreas donde hay cobertura nubosa y la validación de la misma en campo.

La presente investigación evaluó el impacto que ha ocasionado la construcción de la carretera Iquitos-Nauta, entre el periodo de 1985 al 2022, sobre la diferentes coberturas y uso de los suelos que están presentes en el área de influencia de la mencionada carretera; encontrando así, ganancias de superficies como en la clase de Área Artificializada (AA), Agropecuario (AGRO) y en menor proporción la categoría de Bosque (B), del Nivel I. Asimismo, en cuanto a las ganancias en el Nivel II destacan la clase de Vegetación Clara (VEGC) y en menor proporción los Cultivos (CULT) y el Bosque Primario (BP). Ahora, en el caso de pérdidas se presentan en mayor proporción de Bosque (B) y en menor proporción la clase de Agropecuario (AGRO), en el nivel I. De igual manera, en el nivel II se presenta una mayor pérdida de Bosque Primario (BP) y en menor proporción de Vegetación Clara (VEGC). A estas ganancias y pérdidas se suman los valores obtenidos del coeficiente de correlación lineal de Pearson de las coberturas y usos de los suelos de Nivel I y II, los cuales son cercanos al 1 y -1. Específicamente cuatro clases de Nivel I y siete clases de Nivel II; obteniendo así, una correlación entre la variable independiente y dependiente. En consecuencia, se acepta la hipótesis de investigación, donde refiere que la construcción y puesta en funcionamiento de la carretera Iquitos - Nauta ha ocasionado un fuerte impacto sobre la cobertura y uso de suelo

principalmente por la pérdida de cobertura boscosas e incremento de áreas urbanas y agropecuarias en el área de influencia de mencionada carretera, durante el periodo de 1985 al 2022. Estos resultados coinciden, en cierto sentido, con lo descrito por GFW (2022) que menciona que entre el 2001 y el 2021 el área de influencia de la carretera Iquitos - Nauta sufrió una disminución del 13% de la cobertura arbórea.

Por otro lado, la investigación diferenció distintos tipos de coberturas y usos de suelos que han estado presente en el área de estudio, durante el periodo de 1985 al 2022. Estos diferentes tipos de coberturas y uso de los suelos se han clasificado en dos niveles para los años 1985, 1995, 2009 y 2022. En el primer nivel se diferenció las coberturas y uso de los suelos de Área Artificializada (AA), Agropecuario (AGRO), Bosque (B) y Cuerpos de Agua (CA). Asimismo, en el segundo nivel se diferenció el Área Urbana (AU), Otras áreas sin vegetación (OASV), Cultivos (CULT), Vegetación Clara (VEGC), Bosque Primario (BP), Bosque Inundable (BINUN), Río (R) y Otros cuerpos de agua (OCAG). Logrando así, diferenciar cuatro clases en el Nivel I y ocho clases en el Nivel II. Esto quiere decir que los principales tipos de coberturas y usos de los suelos que han estado presente en el área de influencia de la carretera Iquitos – Nauta, en el periodo de 1985 hasta el 2022, no solo han sido el tipo agrícola, bosque secundario, bosque primario y el área urbana; ya que existen coberturas y uso de suelos como río, otros cuerpos de agua, otras áreas sin vegetación, bosque inundable y vegetación clara. Estos resultados guardan relación con lo planteado por MapBiomias Amazonía (2022) donde plantea que en el área de estudio se presenta coberturas y uso de los suelos de Nivel II, tales como: Formación forestal, Bosque inundable, Formación natural no forestal inundable, Pasto, Agricultura, Mosaico de agricultura y/o pasto, Infraestructura urbana, Minería, Otras áreas sin vegetación, Río, lago u océano. Caso contrario ocurre con lo descrito por el INRENA (2005) donde logra diferenciar cinco clases en el área de estudio tales como: Agricultura (A), Pastizales (P), Bosque secundario (BS), Bosque secundario / Agricultura (BS/A) y Áreas sin

vegetación (SV). En ese sentido la diferenciación de los diferentes tipos de cobertura y uso del suelo en el área de estudio, dependerá de la metodología y las características de la información geoespacial como su resolución espectral, espacial, temporal, entre otros.

Por otra parte, la investigación determinó cómo ha variado el área ocupada por las diferentes coberturas y usos de suelos en el área de estudio, desde 1985 hasta el 2022; donde se evidencia que la cobertura y uso del suelo de nivel I que ha sido disminuido en su superficie es el Bosque (B), puesto que en 37 años ha existido una pérdida en su área de -13859.91 ha. No obstante, las clases de Áreas Artificializadas (AA), Agropecuario (AGRO) y Cuerpos de Agua (CA) han obtenido un incremento en su superficie con un área de 2059.29 ha, 11546.55 ha y 254.07 ha desde 1985 hasta el 2022. En el caso de nivel II las pérdidas se muestran en las clases de Bosque Primario (BP), Bosque Inundable (BINUN) y Rio (R) con una disminución en su área de -12595.59 ha, -1264.32 ha y -107.46 ha, respectivamente. En cuanto a las ganancias se observa en las clases de Área Urbana (AU) con 1946.7 ha, Otras áreas sin vegetación (OASV) con 112.59 ha, Cultivos (CULT) con 7500.42 ha, Vegetación Clara (VEGC) con 4046.13 ha y Otros cuerpos de agua (OCAG) con un aumento de 361.53 ha, desde 1985 hasta el 2022. Frente a lo mencionado se acepta la hipótesis que el área ocupada por las diferentes coberturas y usos de los suelos ha variado sustancialmente en el área de estudio durante el periodo de 1985 hasta el 2022. Ello debido a la pérdida de la cobertura boscosa que ha ido dando paso a nuevas áreas de trochas carrozables, cultivos perennes e intermitentes y la creación de nuevas áreas poblacionales. Estos resultados guardan relación con lo planteado por MapBiomás Amazonía (2022) donde muestra que las clases de Bosque natural y Formación natural no forestal han disminuido en -29363.49 ha y -2.79 ha, respectivamente. Asimismo, en el caso de las ganancias están presentes las clases de Agropecuaria y silvicultura con 25848.45 ha, el Área sin vegetación con 3195.27 ha y la clase de Cuerpo de agua con un incremento de 322.56 ha, desde 1985 al 2021.

Finalmente, a través de la bibliografía revisada, entrevistas y encuestas realizadas en campo se analizó los factores y condiciones que han contribuido a los cambios de cobertura y uso del suelo en el área de estudio durante el periodo de 1985 al 2022; donde se evidenció que los factores y condiciones que han contribuido a estos cambios es la construcción y funcionamiento de la carretera que ha motivado la expansión urbana, la expansión agropecuaria a través de la parcelación donde se desarrolla una agricultura de subsistencia y de mercado, la actividad avícola, la piscicultura, la minería no metálica, la poca intervención del estado en un contexto de ordenamiento territorial, entre otros. Es por ello que se acepta la hipótesis que los principales factores y condiciones que han contribuido a los cambios de la cobertura y uso del suelo han estado relacionado a la expansión urbana, a la inexistencia de normativas en el contexto del ordenamiento territorial y el incumplimiento de normativas de corte ambiental. Ello lo corrobora el IIAP (2013) que menciona que la población de los centros poblados, ubicados a lo largo de la carretera, practica la agricultura, el aprovechamiento de recursos maderables y de la caza de fauna silvestres. Asimismo, la construcción de la carretera se vio reforzada por la posesión de parcelas, en el marco de la expansión de tierras agrícolas, con migrantes de otros departamentos del territorio peruano.

8 CAPÍTULO VIII: CONCLUSIONES

Los resultados de la investigación permitieron corroborar la hipótesis de partida, debido a que se demostró que la construcción y puesta en funcionamiento de la carretera Iquitos-Nauta ha ocasionado un fuerte impacto sobre la cobertura y uso de suelo principalmente por la pérdida de cobertura boscosas e incremento de áreas urbanas y agropecuarias en el área de influencia de mencionada carretera, durante el periodo de 1985 al 2022. Ello se sustenta en el grado de correlación aceptable entre la variable independiente (Tiempo de funcionamiento de la carretera Iquitos – Nauta desde su continua construcción entre los años de 1985 al 2022) y la variable dependiente (Cambios de tipo y área de cobertura y uso del suelo, periodo 1985 - 2022), el cual se ejemplifica en un incremento de la superficie de Áreas Artificializadas (AA), Agropecuario (AGRO) y en los Cuerpos de Agua (CA) a expensas de una disminución de la clase de Bosque (B) dentro del Nivel I; en cuanto al Nivel II, se destaca un considerable aumento de las áreas de Cultivos (CULT), la Vegetación Clara (VEGC) y el Área Urbana (AU). Todo ello a expensas de una disminución importante de la superficie del Bosque Primario (BP) y, en menor medida, la Vegetación Clara (VEGC).

Las coberturas y uso de los suelos fueron diferenciadas en dos niveles durante el periodo 1985 - 2022; resultando principalmente la de mayor extensión, para el Nivel I, las áreas de Bosque (B), Agropecuario (AGRO) y Áreas artificializadas (AA). Asimismo, en el Nivel II destacan las áreas de mayor superficie como el Bosque Primario (BP), Vegetación Clara (VEGC), Cultivos (CULT) y Área Urbana (AU). Todo ello permite aceptar como válida la Hipótesis Especifica 1 (HE1).

Desde 1985 hasta el 2022 se obtuvo una pérdida neta de 23 614.9 ha de Bosque Primario (BP) con la consiguiente pérdida de biodiversidad asociada a la misma y el impacto sobre los diferentes ecosistemas y paisajes. Todo ello, a expensas del aumento del Área Urbana (AU) en un 1.00%, Otras áreas sin vegetación (OASV) en un 0.06%, Cultivos (CULT) en un 3.86%,

Vegetación Clara (VEGC) en un 2.08% y Otros cuerpos de agua (OCAG) en un 0.19% dentro del Nivel II. Estos resultados permiten rechazar la Hipótesis Especifica 2 nula (HE2-0) y aceptar la Hipótesis Especifica 2 (HE2).

A través de las encuestas, entrevista y análisis documental se evidenció que durante el desarrollo y puesta en funcionamiento de la carretera Iquitos – Nauta, en el periodo de estudio, la carencia de un Plan de Ordenamiento Territorial y de desarrollo agrario ha sido el principal factor que ha propiciado los cambios de cobertura y uso del suelo a través de un anárquico surgimiento y desarrollo de asentamientos poblacionales a lo largo de la carretera y en algunas de la vías de penetración; los cuales se asocian al desarrollo de nuevas actividades socioeconómicas como la agricultura, ganadería, piscicultura, actividad de minería de tipo no metálica (artesanal), entre otros. Todo ello ha motivado la disminución del Bosque Primario y el apropiamiento de los recursos de flora y fauna de manera informal propiciada por una casi inexistente intervención del estado y del cumplimiento de las legislaciones ambientales vigentes. Todos estos resultados permiten rechazar la Hipótesis Especifica 3 nula (HE3-0).

9 CAPÍTULO IX: RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar estudios más detallados y con mayor énfasis en la resolución espacial y espectral de las imágenes satelitales que le otorgaría un mayor nivel de detalle respecto a las diferentes coberturas y uso de suelos. Asimismo, estos estudios deben estar acompañados de una mayor cantidad de puntos verificación en campo para obtener un error mínimo respecto a la clasificación de la imagen satelital en gabinete.

Esta investigación es realizada mediante el uso de imágenes satelitales del programa Landsat. Por ello, la exactitud temática depende de la resolución mínima espacial por lo que es recomendable tomar la exactitud en un área mínima de 900 m².

Se recomienda la creación de geoportales, a nivel regional y local, para el monitoreo de la dinámica de la cobertura y uso del suelo; tal como ha logrado implementar con el geoportal del Gobierno Regional (GORE) de Loreto.

Difundir la presente investigación a las autoridades competentes que tengan incidencia en la gestión del territorio, las cuales deben estar relacionadas a la dinámica de la cobertura y uso del suelo en el área de influencia de la carretera Iquitos – Nauta; tales como: autoridades regionales, provinciales y distritales. Así como también a la población local, universidades, organizaciones y otras entidades públicas/privadas.

Tomar en consideración la presente investigación en la elaboración de los Estudios Especializados (EE) en el contexto del Ordenamiento Territorial (OT) de la región Loreto. Tal como es el caso del Estudio Especializado de Cambios de la Cobertura y uso de la Tierra.

10 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, J. (2007). Reserva Nacional Allpahuayo-Mishana: una joya natural al lado de Iquitos.
- ANLA. (2018). Guía para la definición, identificación y delimitación del área de influencia.
- Cachay Reynaga, R. (2023). Cambios de las coberturas y usos del suelo en la microcuenca del Río Jucusbamba, Amazonas (Perú), 1992-2052. Recuperada de <https://hdl.handle.net/20.500.14077/3100>
- Cano, J.A. y Navarro, A. (2012). Propuesta didáctica sobre los pueblos de colonización agraria del Franquismo: el caso de Rinconada (Toledo) una vía para el desarrollo local. Clío: *History and History Teaching.*, (38), 11-30.
- Chuvieco, E. (2008). *Teledetección ambiental: La observación de la tierra desde el espacio.*
- Congreso de la República del Perú. (1997). Ley N° 26834: Ley de Áreas Naturales Protegidas.
- Coronado, E. H., Torres, A. M., Torres, D. D. C., Cardoso, N. D., Brañas, M. M., Torres, S. R., ... & Montoya, M. (2020). Impacto de la construcción de la carretera Iquitos-Saramiriza sobre los bosques y turberas del río tigre, Loreto, Perú. *Folia Amazónica*, 29(1), 65-87. Recuperado de <https://doi.org/10.24841/fa.v28i2.493>
- Del Toro Espín, N., Gomariz-Castillo, F., Cánovas-García, F. y Alonso-Sarría, F. (2015). Comparación de métodos de clasificación de imágenes de satélite en la cuenca del río Argos (Región de Murcia). *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, (67). Recuperado de <https://doi.org/10.21138/bage.1828>

- GFW. (2023). GFW: Tasas y estadísticas de deforestación de Loreto, Perú. Recuperado el 11 de enero de 2023, de: <https://www.globalforestwatch.org/dashboards/country/PER/17/>
- Gobierno de Emergencia y Reconstrucción Nacional. (1992). Decreto Ley N° 25902: Ley Orgánica del Ministerio de Agricultura.
- González, A. (2018). Desarrollo de una aplicación para la reparación de huecos (GAPFILLING) de imágenes satelitales Landsat 7 ETM+. Jalisco, Mexico: *Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente*.
- Google Developers. (2023). Earth Engine Data Catalog: USGS Landsat 5 Level 2, Collection 2, Tier 1. Recuperado el 11 de enero de 2023, de: https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/LANDSAT_LT05_C02_T1_L2
- GORE Loreto. (2016). GORE Loreto: Visor Loreto. Recuperado el 11 de enero de 2023, de: <https://visor.regionloreto.gob.pe/>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2016). Metodología de la investigación. 6ta Edición Sampieri. Soriano, RR (1991). *Guía para realizar investigaciones sociales*. Plaza y Valdés.
- IIAP. (2002). Mesozonificación Ecológica y Económica para el Desarrollo Sostenible Iquitos – Nauta.
- IIAP. (2013). Microzonificación Ecológica y Económica del Área de Influencia de la Carretera Iquitos-Nauta.
- INEI. (2017). Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas. INEI.

- Ingeoexpert. (2018). Configuración, Estructura y características de las imágenes en teledetección, Ingeoexpert. Recuperado 29 de marzo del 2023, de: <https://ingeoexpert.com/articulo/21969/>
- INRENA. (2005). Mapa de deforestación de la Amazonía Peruana - 2000: memoria descriptiva. Lima, Perú. Recuperada de <https://hdl.handle.net/20.500.12543/2467>
- Landis, J. R., y Koch, G. G. (1977). An application of hierarchical kappa-type statistics in the assessment of majority agreement among multiple observers. *Biometrics*, 363-374.
- Llactayo, W., Salcedo, K., & Victoria, E. (2013). Evaluación de la exactitud temática del Mapa de Deforestación. Dirección General de Ordenamiento Territorial (DGOT).
- Medina Allica, L., Ochoa Zubiate, M. B., Gomez Velásquez, H. D., Pari Pinto, W., & Peña Laureano, F. (2019). Peligro geológico en la región Loreto-[Boletín C 68].
- MINAM. (2014a). Informe Final del Proyecto: Análisis de las Dinámicas de Cambio de Cobertura de la Tierra en la Comunidad Andina, Dirección General de Ordenamiento Territorial.
- MINAM. (2014b). Protocolo: Evaluación de la exactitud Temática del Mapa de Deforestación. Dirección General de Ordenamiento Territorial. Lima, Perú.
- MINAM. (2015). Mapa nacional de cobertura vegetal: memoria descriptiva. Lima, Perú:
- MINAM. Recuperada de: <https://repositoriodigital.minam.gob.pe/handle/123456789/178>
- MINEDU. (2020). Descarga de información geoespacial del MED: Centros Poblados. Recuperado el 11 de enero de 2023 http://sigmed.minedu.gob.pe/descargas/archivos/CP_MED.zip

- Nalvarte Silva, G., y Mamani Mamani, M. (2022). Análisis espacio temporal del uso del suelo en concesiones de castaña mediante la aplicación de imágenes del satélite Landsat en la microcuenca Manuripe-Madre de Dios, periodos 2004-2020. Recuperada de <http://hdl.handle.net/20.500.14070/780>
- Plan Your Future. (2014). Plantando Para El Futuro: Sistemas agroforestales financieramente sostenibles y retribución por servicios ambientales.
- Pontius, R. G., Shusas, E., y McEachern, M. (2004). Detecting important categorical land changes while accounting for persistence. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 101(2-3), 251-268. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.agee.2003.09.008>
- Proyecto MapBiomias Amazonia. (2022). Colección 4.0 de la Serie Anual de Mapas de Cobertura y Uso del Suelo de la Amazonía . MapBiomias Amazonía. Adquirido el 26 de diciembre de 2022 de: <https://plataforma.amazonia.mapbiomas.org/>
- Rengifo, J. (2017). *Efecto de la deforestación en la distribución espacial de malaria en el ámbito de influencia de la carretera Iquitos – Nauta del 2014 – 2016*. (Tesis de pregrado, Universidad Nacional De La Amazonia Peruana). Iquitos, Perú. Recuperada de <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/UNAP/5216>
- Rodriguez, N. Y. (2018). *Determinación de la deforestación entre los años 1986 y 2016 mediante técnicas de teledetección y SIG, distrito Sauce-Perú*. (Tesis de Licenciatura, Universidad Peruana Unión). Lima, Perú. Recuperada de <http://repositorio.upeu.edu.pe/handle/UPEU/1548>
- Rojas, F. L. (2017). *Análisis de los cambios de cobertura y uso del suelo en el distrito de Ichocán, provincia de San Marcos-Cajamarca, periodo 1989-2015*. (Tesis de Licenciatura, Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo). Cajamarca, Perú. Recuperada de <http://repositorio.upagu.edu.pe/handle/UPAGU/212>

Saavedra, R. J. (2019). Variabilidad espacio-temporal de vegetación de los distritos gcolindantes a la zona de amortiguamiento del ACR-CE provincia San Martín durante el periodo 2009-2018. Recuperado de <http://repositorio.upeu.edu.pe/handle/UPEU/1947>

Sánchez, F., Chira, J. F., Romero, D. F., De la Cruz, J. W., Herrera, I. T., Cervante, J. G., ... & Cuba, A. M. (1999). Geología de los cuadrángulos de Puerto Arturo, Flor de Agosto, San Antonio del Estrecho, Nuevo Perú, San Felipe, Río Algodón, Quebrada Airambo, Mazán, Francisco de Orellana, Huanta, Iquitos, Río Manítí, Yanashi, Tamshiyacu, Río Tamshiyacu, Buen Jardín, Ramón Castilla, Río Yavarí Mirin y Buena Vista. Boletín Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET), Carta Geológica Nacional, Sector Energía y Minas 132, Serie A, 1-372.

SENAMHI. (2020). SENAMHI: Mapa Climático del Perú. Recuperado el 11 de enero de 2023, de: <https://www.senamhi.gob.pe/?p=mapa-climatico-del-peru>

SENAMHI. (2023). SENAMHI: Pronóstico del tiempo para Iquitos (Loreto). Recuperado el 11 de enero de 2023, de: <https://www.senamhi.gob.pe/main.php?dp=loreto&p=pronostico-detalle>

Sifuentes, A. M. (2012). La deforestación en la carretera Iquitos-Nauta y su relación con los eventos climáticos extremos-Loreto-Perú. (Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Callao). Callao, Perú. Recuperada de <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/UNAC/102>

Sobrino, J. A. (2001). Teledetección. Universitat de València.

Solórzano Villegas, J. V. y Perilla Suárez, G. A. (2022). Cómo usar Google Earth Engine y no fallar en el intento. Recuperada de <https://doi.org/10.22201/ciga.9786073066969e.2022>

Tuesta, E. (2018). Prospectiva del cambio de uso de suelo en el distrito de Iberia, Tahuamanu–Madre De Dios, periodo 2004-2030. (Tesis de pregrado, Universidad Nacional Amazónica Madre de Dios). Madre de Dios, Perú. Recuperada de <http://repositorio.unamad.edu.pe/handle/UNAMAD/315>

USGS. (2023). USGS: Landsat Missions. Recuperado el 11 de enero de 2023, de: <https://www.usgs.gov/landsat-missions>

Visión Amazonía. (2018). Visión Amazonía: Efecto espina de pescado. Obtenido de <https://visionamazonia.minambiente.gov.co/video/efecto-espina-de-pescado/>

11 ANEXOS

ANEXO 1. FORMATO DE LA ENCUESTA

1. Coordenadas: N: Coordenadas E:

2. Km Referencial:

3. Nombre:

4. Sexo: Femenino () Masculino ()

5. Propietario () Trabajador () Otros ()

6. Titulado () Posesionario () Invasión ()

7. Lugar: Caserío () Centro Poblado () Anexo ()

8. Residencia: Todo el tiempo () Temporal ()

9. Cobertura o uso del suelo:

10. Área de la Cobertura o uso del suelo (ha):

11. Comercio de productos agrícolas

Mercado de Nauta () Mercado de Iquitos () Mercado Local ()

10. Otras especificaciones:

.....

ANEXO 2. Guía de entrevista

1. Datos de Referencia

- Cargo o condición
- ¿Como se llama el Centro Poblado?

2. Información respecto al Centro Poblado

- ¿Qué tipo de Centro Poblado es?
- ¿Como y en qué año se fundó el Centro Poblado?
- ¿Cuál es el límite del Centro Poblado?

3. Formalización de las parcelas y áreas urbanizadas

- ¿Cómo fue el proceso de Formalización de las parcelas?
- ¿En qué año se repartieron las parcelas?
- ¿Todo ya está parcelado?
- ¿Todos los pobladores tienen su parcela?
- ¿Todos los pobladores tienen su título de propiedad?
- ¿Cuál es la dimensión de las parcelas pertenecientes al Centro Poblado?

4. Influencia de Carretera Iquitos -Nauta

- ¿La posesión se inició con base en la construcción de la carretera?
- ¿Los cultivo se va al mercado de Nauta, Iquitos o es para consumo propio?
- Si voy a los Centro Poblados ¿Puedo encontrar a los dueños de las parcelas?
- ¿Vive todo el año en el Centro Poblado o se va a la Ciudad (Iquitos)?

5. Actividades agropecuarias

- ¿Qué tipos de cultivos realiza?
- ¿La agricultura que se realiza es rentable?
- ¿Hay áreas vírgenes, es decir, áreas que no han sido intervenidas?
- ¿Cría ganados vacunos y de búfalos?
- ¿Tiene área de pastoreo para mantener la actividad ganadera?

6. Otras actividades que se desarrollan en el área de influencia

- Al inicio de la posesión ¿Qué actividad se realizaba en el Centro Poblado?
- ¿Qué otras actividades se realizan en el centro Poblado o aledaño al mismo?
- ¿Se realiza la extracción de arena blanca?
- ¿Hay piscigranjas?
- ¿Qué tipo de peces crían?
- ¿Qué relación se tiene con la avícola Don Pollo?
- ¿Han tenido algún problema ambiental con la avícola?
- ¿Se realiza el aprovechamiento maderable?
- ¿Se desarrollan proyectos de reforestación?

ANEXO 3. Realización de entrevistas y encuestas

Figura 81

Realización de entrevistas



Nota: Archivos del autor (2020)

Figura 82

Realización de encuestas



Nota: Archivos del autor (2020)

ANEXO 4. Ejemplo de Scripts para la descarga de los productos del programa Landsat

Ejemplo de Script en Colab para la descarga de imágenes satelitales de Landsat 5

#Funcion de la máscara para el Landsat 5

```
def 17_15_maskcloud_2022(image):
    qa=image.select('QA_PIXEL')
    my_mask=(1<<3)+(1<<4)+(1<<9)
    mask=qa.bitwiseAnd(my_mask).eq(0)
    clean_image= image.updateMask(mask)
    return clean_image
```

#delimitación del cuadrante de estudio

```
area_coordenadas=[[[-73.85833740234374,-4.609278084409823],[-73.11126708984375,-
4.609278084409823],[-73.11126708984375,-3.6422587707313987],[-73.85833740234374, -
3.6422587707313987]]]
area_coordenadas_poligono=ee.Geometry.Polygon(area_coordenadas)
type(area_coordenadas_poligono)
```

#Filtro Imagen Satelital Landsat 5

```
imagen_15_1985=ee.ImageCollection("LANDSAT/LT05/C02/T1_L2")\
    .filterDate('1985-01-01','1985-12-31')\
    .filter(ee.Filter.lt('CLOUD_COVER', 20))\
    .map(17_15_maskcloud_2022)\
    .filterBounds(area_coordenadas_poligono)
```

#Reduccion a la mediana

```
imagen_15_1985_mediana=imagen_15_1985.reduce(ee.Reducer.median())
print(imagen_15_1985_mediana.bandNames().getInfo())
#cortar la imagen
corte_15_1985=imagen_15_1985_mediana.clip(area_coordenadas_poligono)
print('nombre bandas:',corte_15_1985.bandNames().getInfo())
corte_15_1985.getInfo()
```

#Convertir a double

#artificio

```
imagen_to_export_1985=corte_15_1985.multiply(1000).toInt()
```

#Exportar imagen

from ee.batch import Export

```
Tarea_1=Export.image.toDrive(imagen_to_export_1985.select(['SR_B1_median', 'SR_B2_median', 'SR_B
3_median', 'SR_B4_median', 'SR_B5_median', 'SR_B7_median']),
    description='L5_1985',
    folder='imagenes_satelitales_tesis',
    region=area_coordenadas_poligono,
    scale=30)
```

```
Tarea_1.start()
```

Ejemplo de Script en Colab para la descarga de imágenes satelitales de Landsat 9

#Funcion de la máscara para el Landsat 9

```
def 18_19_maskcloud(image):
    qa = image.select('QA_PIXEL')
    my_mask=(1 << 3) + (1 << 4) + (1 << 9) + (1 << 11)
    mask=qa.bitwiseAnd(my_mask).eq(0)
    clean_image= image.updateMask(mask)
    return clean_image
```

#Filtro Imagen Satelital Landsat 9

```
image_19_2022=ee.ImageCollection("LANDSAT/LC09/C02/T1_L2")\
    .filterDate('2022-01-01','2022-12-31')\
    .filter(ee.Filter.lt('CLOUD_COVER', 20))\
    .map(18_19_maskcloud)\
    .filterBounds(ee.Geometry.Point([-73.2,-4]))
```

#reduccion mediana

```
image_19_2022_median= image_19_2022.reduce(ee.Reducer.median())
print(image_19_2022_median.bandNames().getInfo())
```

#cortar la imagen

```
corte_19_2022=image_19_2022_median.clip(area_coordenadas_poligono)
print('nombre bandas:',corte_19_2022.bandNames().getInfo())
```

#Convertir a double

```
imagen_to_export_2022=corte_19_2022.multiply(1000).toInt()
```

#Exportar imagen

```
from ee.batch import Export
```

```
Tarea_4=Export.image.toDrive(imagen_to_export_2022.select(['SR_B2_median', 'SR_B3_median', 'SR_B4_median', 'SR_B5_median', 'SR_B6_median', 'SR_B7_median']),
    description='L9_2022',
    folder='imagenes_satelitales_tesis',
    region=area_coordenadas_poligono,
    scale=30)
```

```
Tarea_4.start()
```