



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y DE LA CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERIA GEOGRÁFICA Y DEL MEDIO AMBIENTE**

“Análisis económico para la creación de un área de protección hídrica entre los parques nacionales Cotopaxi y Antisana mediante herramientas geoespaciales”

Autores: Caiza Quimuña Yesenia Estefanía
Ramírez Vallejos Víctor Andrés

Director del proyecto
Rodríguez Espinosa, Fabián PhD.

Director de carrera
Ing. Robayo Nieto, Alexander MSc.

Docente Evaluador
Cnrl. Salazar Martínez, Rodolfo, PhD. (c)

Secretaria Académica
Ab. Ramírez Albán, Estefanía Alejandra





GENERALIDADES



ANTECEDENTES



- Ecosistemas neotropicales de alta montaña.
- Se ubican entre los 3 200 y los 4 700 msnm.
- Precipitación anual 500 a 2 000 mm.



- Valor científico y ecológico por su flora, avifauna endémica y su paisaje único.



- Expansión de la frontera agrícola y ganadera.
- Cambio climático, disminución de los flujos de agua.
- Extinción de especies endémicas.



- Área de protección hídrica Ponce-Palugillo creada en el 2018.
- Tres millones de habitantes del DMQ y sus alrededores



PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA



Expansión de las ciudades, la frontera agrícola y ganadera.



Contaminación de humedales y ríos amenazan la calidad del agua.



Fragmentación de hábitats, pérdidas de especies y migración de especies endémicas.



- Periodo 1990-2016, se perdieron aproximadamente 51 000 ha.

- Periodo 2016-2018 deforestación aproximada de 788,94 ha.
- En el Parque Nacional Antisana aproximadamente 225,99 ha.



JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

Área de protección hídrica

Contribuye a la seguridad hídrica y garantiza los derechos humanos al agua y saneamiento.

Garantiza la soberanía alimentaria y los derechos naturales.

Parque Nacional Antisana administrado por FONAG abastece al sistema de agua potable La Mica y dota de servicio a 650 000 hab.

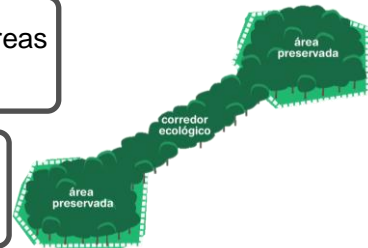


Corredor ecológico

Grandes beneficios a partir de intervenciones a pequeña escala.

Reducen la fragmentación de áreas naturales aisladas.

Facilitan la migración, la dispersión y las interrelaciones de especies silvestres.



25% del territorio bajo alguna categoría de conservación.

Ecuador, país más densamente poblado de América del Sur, con 69 hab/km²

Ecuador presenta una pérdida acumulada de 13% de biodiversidad / año (límite 10%)

Ecuador registra 6 996 especies amenazadas en la lista roja mundial UICN, el 33, 54% (2 347) peligro crítico.







OBJETIVO

Analizar la factibilidad de creación de un área de conservación hídrica entre los parques nacionales Cotopaxi y Antisana, mediante la aplicación de herramientas económicas, geoespaciales e indicadores ecosistémicos, con la finalidad de presentar una alternativa de conservación del recurso hídrico y biodiversidad para satisfacer las necesidades de agua de la población de Mejía.



OBJETIVOS ESPECÍFICOS



- Identificar los lineamientos que debe cumplir el área de protección hídrica.
- Determinar los beneficios económicos del cantón Mejía y de un área de protección hídrica mediante la aplicación de la metodología costo beneficio.

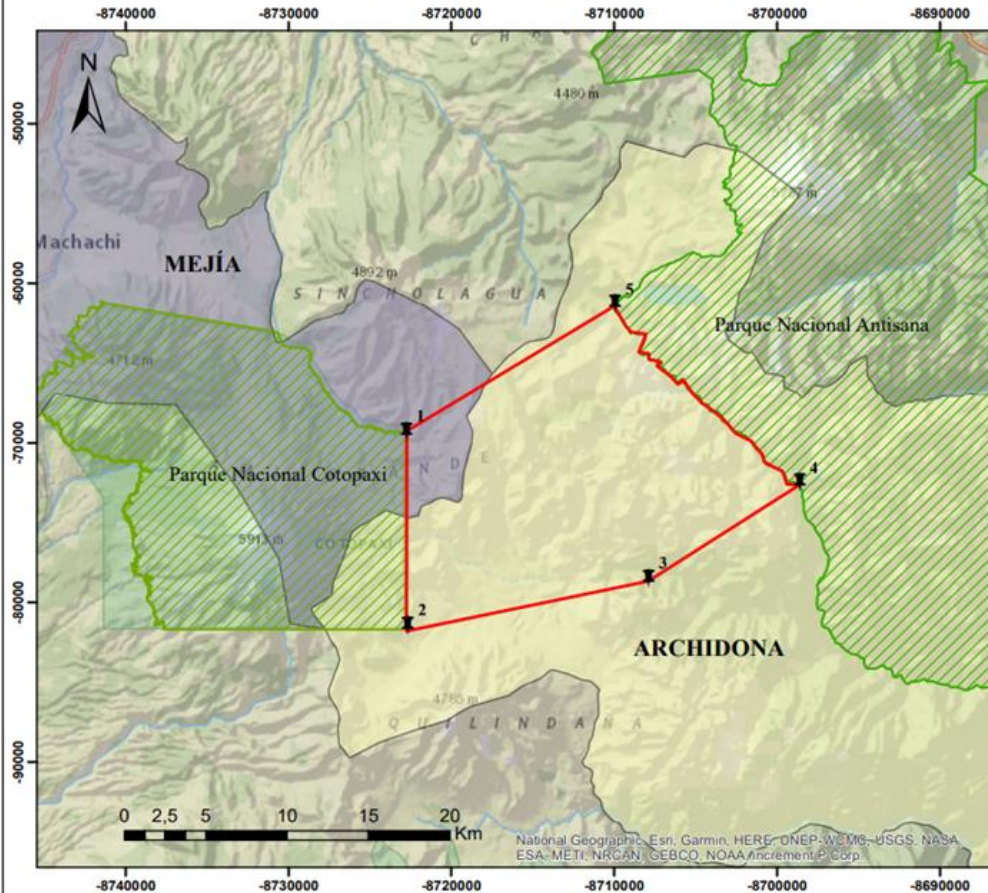
- Elaborar las bases ambientales y de política pública para la creación del área de conservación hídrica.
- Generar la cartografía sobre el área de conservación hídrica.

- Analizar el cambio existente en el uso y ocupación del suelo del cantón Mejía y los ecosistemas frágiles que lo conforman.
- Generar la cartografía del uso potencial del suelo del cantón Mejía.

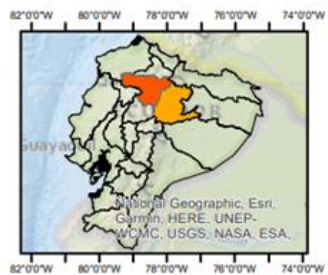


ÁREA DE ESTUDIO

ÁREA DE ESTUDIO - P.N. COTOPAXI / P.N. ANTISANA



MAPA DE UBICACIÓN PROVINCIAL



LEYENDA

- Puntos Límites
- Área de interés
- Áreas Protegidas (SNAP)**
 - Parque Nacional Antisana
 - Parque Nacional Cotopaxi
- Límite Cantonal**
 - Archidona
 - Mejía

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS

Proyecto: Área de estudio - P.N. Cotopaxi / P.N. Antisana

Elaborado por: Caiza Yesenia - Ramírez Víctor

Revisado por: Dr. Fabián Rodríguez

Escala de trabajo: 1: 500.000

Escala de Impresión: 1: 300.000

Fecha: 28/06/2022

Mapa N° 1

- Abarca una superficie de 28 923,14 ha.
- Incluye en su interior páramos andinos y bosques montanos siempre verdes
- Transitan el Río Valle, Río Antisana, Río del Valle Vicioso, Río La Delicia, Quebrada Portada Pungo y varias quebradas derivadas.

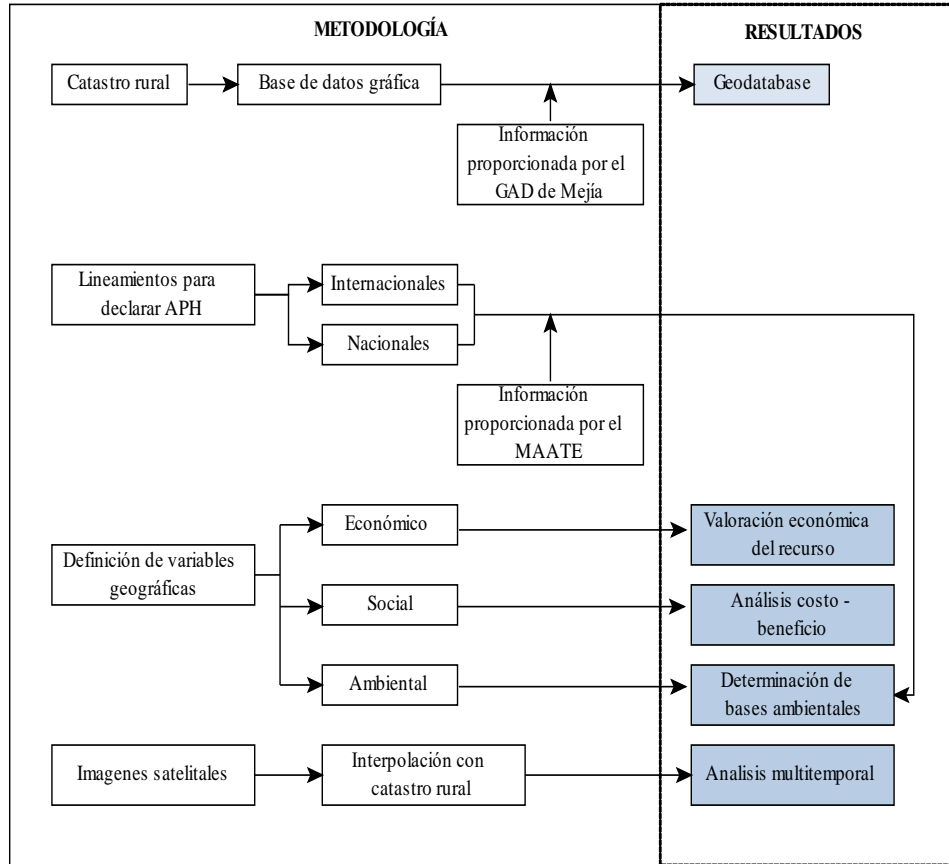
Puntos	Longitud	Latitud
1	-78,35774	-0,62234
2	-78,35689	-0,73166
3	-78,22412	-0,70525
4	-78,14085	-0,65114
5	-78,24261	-0,55049



METODOLOGÍA



METODOLOGÍA GENERAL DEL PROYECTO



IDENTIFICACIÓN DE LINEAMIENTOS

Ministerio del Ambiente,
Agua y Transición Ecológica



Indicadores Internacionales	Huella Ecológica	Crecimiento de la población
		Pérdida de suelo fértil
		Deforestación Causada
		Agotamiento de recursos
		Aumento de consumo

$$Huella \left(\frac{ha}{año} \right) = \frac{Emisiones \left(\frac{tonCO_2}{año} \right)}{C. Fijación \left(\frac{tonCO_2}{ha} \right)} + Superficie \left(\frac{ha}{año} \right)$$



Indicadores Nacionales (MAATE)	Localización geográfica, límites y superficie del área de conservación propuesto.	
	Aspectos Físicos	Caracterización del recurso suelo.
		Caracterización del recurso agua.
		Caracterización del recurso aire.
	Aspectos Biológicos	Descripción del estado de los ecosistemas.
		Descripción del estado de la cobertura vegetal y uso del suelo.
		Descripción del estado de la flora y fauna.
		Identificación de valores de conservación.
	Aspectos Socioeconómicos	Identificación de servicios ambientales.
		Descripción de la situación de la población local (aspectos demográficos).
		Enfoque de género e interculturalidad.
		Enfoque económico y acceso a servicios básicos.
	Anexos: Mapas, fotografías, encuestas, convenios y actas de compromiso.	Sistemas productivos.



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

VALORACIÓN ECONÓMICA DEL RECURSO HÍDRICO

Determinación de la Infiltración

$$\text{Infiltración} = Pp \text{ total} - (\text{Escurrimiento} + \text{Evapotranspiración})$$

$$Ppt = Vtp * AC$$

Donde:

Ppt = Precipitación media (m3).

Vtp = Volumen Total de la precipitación (m).

AC = Área de interés (m2).

$$Vm = A * C * Pm$$

Donde:

Vm = Volumen medio que puede escurrir (m3).

A = Área del Parque Nacional (m2).

C = Coeficiente de escurrimiento, varía de 0.1 a 1.0 (Tabla)

Pm = Precipitación promedio anual (transformar los mm en m)



Tabla. Coeficiente de escurrimiento

Topografía y Vegetación	Textura del suelo		
	Ligera	Media	Fina
BOSQUE			
Plano (0-5% pendiente)			
Ondulado (5-10% pendiente)	0.10	0.30	0.40
Escarpado (10-30% pendiente)	0.25	0.35	0.50
PASTIZALES			
Plano (0-5% pendiente)			
Ondulado (5-10% pendiente)	0.10	0.30	0.40
Escarpado (10-30% pendiente)	0.16	0.36	0.55
AGRICOLAS			
Plano (0-5% pendiente)			
Ondulado (5-10% pendiente)	0.22	0.42	0.60
Escarpado (10-30% pendiente)	0.30	0.50	0.60
	0.40	0.60	0.70
	0.52	0.72	0.82



VALORACIÓN ECONÓMICA DEL RECURSO HÍDRICO

Determinación del volumen de evapotranspiración media anual



$$\text{Evapotrans} = (\text{Ppt} - \text{Ecurrimiento}) * \text{Factor Evapotrans}$$

$$ET = \frac{p}{\sqrt{0,9 + \frac{p^2}{L^2}}}$$

$$L = 300 + 25T + T^3$$

Donde:

ET = Evapotranspiración Real.

p = Precipitación media anual (mm).

T = Temperatura media anual (°C)

L = Factor de Evaporación.

$$V \text{ Infiltración} = \text{Ppt} - (\text{Vm} + \text{Evapotrans})$$



VALORACIÓN ECONÓMICA DEL RECURSO HÍDRICO



Determinación del valor de captación hídrica

$$VC = \frac{\alpha_i B_i A_{bi}}{OC_i}$$

Donde:

VC = Valor de captación hídrica de la Zona de Importancia Hídrica (ZIH), (USD/m³).

α_i = Importancia de la cobertura, en función del recurso hídrico (%).

B_i = Costo de oportunidad de la actividad en la zona (USD/ha/año).

A_{bi} = Área de la ZIH en la zona de estudio.

OC_i = Volumen del agua captada (volumen de infiltración)

Tabla. Parámetros que determinan la importancia de la cobertura vegetal para brindar el servicio hídrico

N.º	Tipo de cobertura vegetal uso actual del suelo	Índice de protección hidrológica (IPH) (%)	Importancia para proveer el Servicio Ambiental Hídrico (SAH)
1	Zona Poblada (ZU)	0.00	Muy Baja/nula
2	Zona Agrícola (C)	0.27	Baja
3	Pastizal (P)	0.39	
4	Pasto más matorral (P+ Ma)	0.45	Media
5	Zona Agroforestal (Za)	0.49	
6	Plantación forestal (Pf)	0.70	Alta
7	Matorral (Ma)	0.80	
8	Bosque natural (Bn)	1.00	Muy Alta
9	Páramo arbustivo (Pa)	1.00	

Determinación del valor del servicio hídrico

$$B = V \text{ Infiltración} * VC$$



MÉTODO DE ANÁLISIS BENEFICIO/COSTO



UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE
CARRERA DE INGENIERIA GEOGRÁFICA Y DEL MEDIO AMBIENTE
TRABAJO DE TITULACIÓN

"Análisis económico para la creación de un área de protección hídrica entre los parques nacionales Cotopaxi y Antisana mediante herramientas geoespaciales"

Cuestionario dirigido a los propietarios o trabajadores de las haciendas que se encuentran dentro de la zona de estudio, entre los parques nacionales Cotopaxi y Antisana.

Indicaciones: Las respuestas obtenidas en esta encuesta serán utilizadas únicamente para temas académicos.

Responsables: Caiza Yesenia – Ramírez Victor

Nombre: _____

Cargo: _____

Uso de la hacienda:

- Producción Familiar
- Subsistencia
- Comercial
- Turismo

Tipo de producción de la hacienda:

- Ganadería
 - Vacuno
 - Bovino
 - Porcino
 - Caprino
- Agricultura
 - Papas
 - Cebolla
 - Otros _____
- Carne
- Leche

Si es ganadera con que cantidad de animales cuentan:

Si es agricultura que cantidad de productos producen:

Los productos obtenidos en la hacienda en que mercados son distribuidos:

- Mejía
- Quito
- Otros _____



- El análisis de beneficio-costo es una metodología que se realiza para medir la relación existente entre los costos de un proyecto y los beneficios que otorga.
- Su objetivo es determinar si una próxima inversión es rentable o no para una empresa o proyecto.
- Para el costo de producción, involucra productos comunes derivados de la agricultura como la cebolla y la papa y de la ganadería la leche.
- Para los beneficios se va a tomar en cuenta el valor de captación hídrica que generará el costo de oportunidad del recurso hídrico.

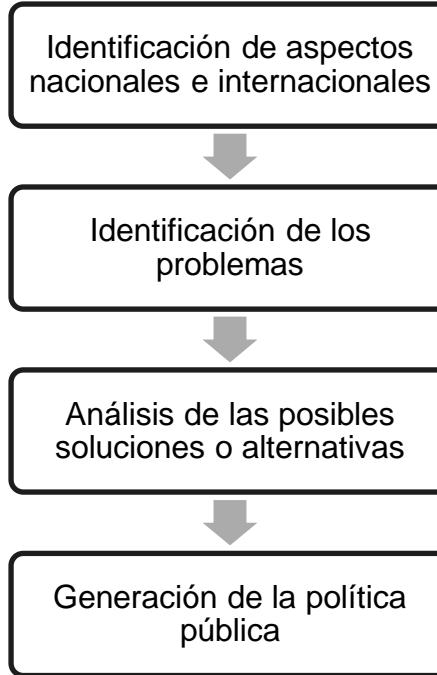
$$BC = \frac{BENEFICIO}{COSTO}$$



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

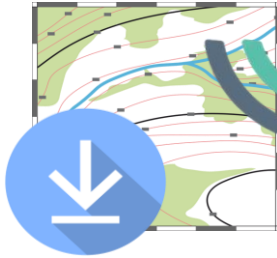
DETERMINACIÓN DE BASES AMBIENTALES Y POLÍTICA PÚBLICA

Proceso para la determinación de la política pública

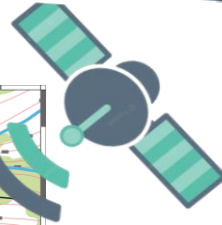


ANÁLISIS MULTITEMPORAL

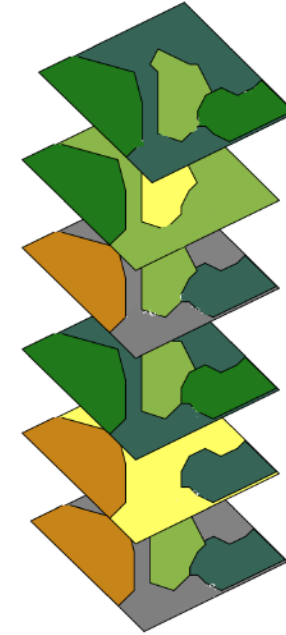
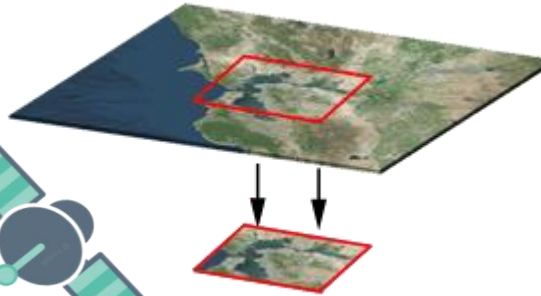
○ Descarga de imágenes satelitales



○ Corrección de imágenes satelitales



○ Análisis de imágenes satelitales



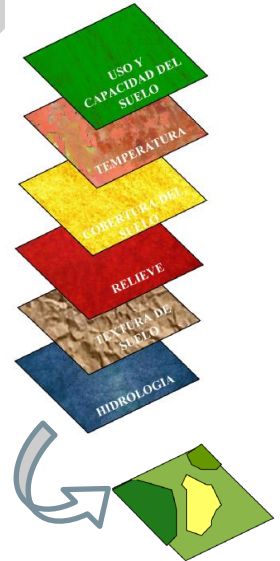
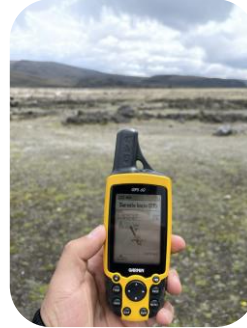
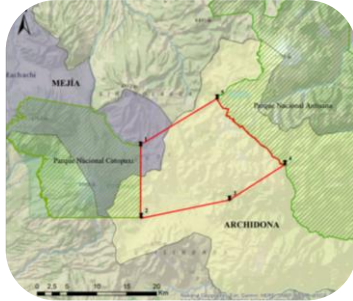
GENERACIÓN DE CARTOGRAFÍA

Recopilación de y procesamiento de la geoinformación.

Delimitación del área de conservación hídrica propuesta.

Verificación de coordenadas geográficas y constatación en campo.

En gabinete se analiza de la información y a través de geoprocetos se generan los mapas cartográficos.



Áreas protegidas, límites provinciales y cantonales, haciendas y propietarios (catastro rural), datos de uso y ocupación de suelo.





RESULTADOS



IDENTIFICACIÓN DE LINEAMIENTOS

		Cumple	Cumple Parcialmente	No Cumple	
Indicadores Nacionales (MAATE)	Localización geográfica, límites y superficie del área de conservación propuesto.	X			
	Aspectos Físicos	Caracterización del recurso suelo.	X		
		Caracterización del recurso agua.	X		
		Caracterización del recurso aire.	X		
	Aspectos Biológicos	Descripción del estado de los ecosistemas.	X		
		Descripción del estado de la cobertura vegetal y uso del suelo.	X		
		Descripción del estado de la flora y fauna.	X		
		Identificación de valores de conservación.	X		
		Identificación de servicios ambientales.	X		
	Aspectos Socioeconómicos	Descripción de la situación de la población local (aspectos demográficos).	X		
		Enfoque de género e interculturalidad.	X		
		Enfoque económico y acceso a servicios básicos.	X		
		Sistemas productivos.	X		
	Anexos: Mapas, fotografías,	X			



			Resultado
Indicadores Internacionales	Huella Ecológica	Crecimiento de la población	10 095 hab
		Pérdida de suelo fértil	101 ha
		Deforestación Causada	51,35 ha/año
		Agotamiento de recursos	4,01 %
		Aumento de consumo	17,13 %



VALORACIÓN ECONÓMICA DEL RECURSO HÍDRICO

Resumen de los resultados obtenidos en el proyecto en unidades de m³/año



AÑO	Precipitación media (Ppt) m ³ /año	Volumen medio (Vm) m ³ /año	Evapotranspiración m ³ /año	Volumen de infiltración m ³ /año
2018	529'004 230,60	190'441 523,02	86'917 398,73	251'645 308,85
2019	953'798 387,78	343'367 419,60	90'434 161,24	519'996 806,94
2020	852'567 397,78	306'924 263,20	93'885 023,81	451'758 110,77
2021	1 070'879 258,50	385'516 533,06	91'207 452,87	594'155 272,57
2022	515' 202 108,19	185'472 758,95	93'691 261,88	236'038 087,36

Resumen de los resultados obtenidos

AÑO	Factor de evaporación (L)	Evapotranspiración real (ET)	Factor evapotranspiración
2018	484,13	469,55	0,26
2019	493,45	488,55	0,15
2020	514,09	507,19	0,17
2021	496,69	492,73	0,13
2022	525,6	506,14	0,28

Resumen de los resultados obtenidos en unidades de USD/año y USD/m³

AÑO	Valor de captación hídrica (VC) USD/m ³	Valor del beneficio (B) USD/año
2018	0,15	38'048 001,17
2019	0,037	19'024 000,59
2020	0,042	19'024 000,59
2021	0,03	19'024 000,59
2022	0,16	38'048 001,17



MÉTODO DE ANÁLISIS BENEFICIO/COSTO

Propietario	Actividad	Área (Ha)	(%)
Inés Gangotena	Turismo	148,26	0,51
Juan Ballesteros	Turismo	591,93	2,05
Sebastián Pérez	Agricultura	80,18	0,28
Gloria Jácome	Ganadería	177,83	0,61
GANADYAN	Ganadería	18 689,71	64,62
James Brown	Ganadería	35,95	0,12
Gloria Jácome	Turismo	102,85	0,36
EMAPS	Turismo	4 514,24	15,61
Zona no catastrada		4 582,19	15,84
Área Total		28 923,14	100

GANADERIA			
Litros de leche	Valor (USD)	Costo de Producción (USD/litro)	Costo de Producción (USD/año)
3 300	0,45	1 485	445 500
5 695	0,40	2 278	683 400
AGRICULTURA			
Quintal de papas	Valor (USD)	Costo de Producción (USD/quintal)	Costo de Producción (USD/año)
25	18	450	900
TOTAL			1'129 800

$$BC = \frac{BENEFICIO}{COSTO}$$

$$BC = \frac{38'048 001,17}{1'129 800}$$

$$BC = 33,67$$

$$\frac{B}{C} > 1 ; \text{Rentable}$$

$$\frac{B}{C} = 1 ; \text{No Rentable}$$

$$\frac{B}{C} < 1 ; \text{No Rentable}$$



DETERMINACIÓN DE BASES AMBIENTALES Y DE POLÍTICA PÚBLICA



Identificación de los problemas	Análisis de soluciones	Recomendación de política pública
Avance de la frontera agrícola y ganadera	<ul style="list-style-type: none"> - Charlas de inducción. - Cercado de los límites. 	<ul style="list-style-type: none"> - Educación ambiental. - Actualización de linderos y catastro rural.
Dstrucción de los ecosistemas	<ul style="list-style-type: none"> - Capacitaciones. - Reforestación. 	<ul style="list-style-type: none"> - Estudio de uso de suelo. - Educación ambiental.
Perdida de la biodiversidad	<ul style="list-style-type: none"> - Control de la caza ilegal. - Introducción de especies de páramo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Monitoreo periódico. - Inventario y análisis.
Contaminación de fuentes hídricas	<ul style="list-style-type: none"> - Guardaparques. - Conservación y cuidado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Formación, capacitación y contratación. - Análisis periódico. - Declaratoria de ACH.

Resultado Huella Ecológica del cantón Mejía

	Resultado
Crecimiento de la población	10 095 hab
Pérdida de suelo fértil	101 ha
Deforestación Causada	51,35 ha/año
Agotamiento de recursos	4,01 %
Aumento de consumo	17,13 %



ANÁLISIS MULTITEMPORAL

IMAGEN SATELITAL DEL AÑO 2018

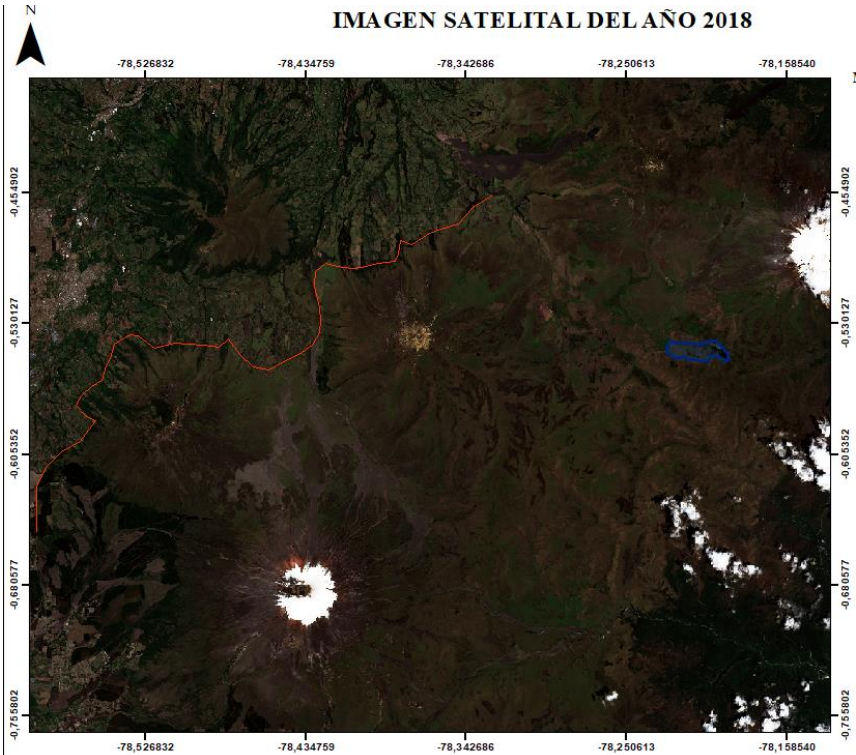
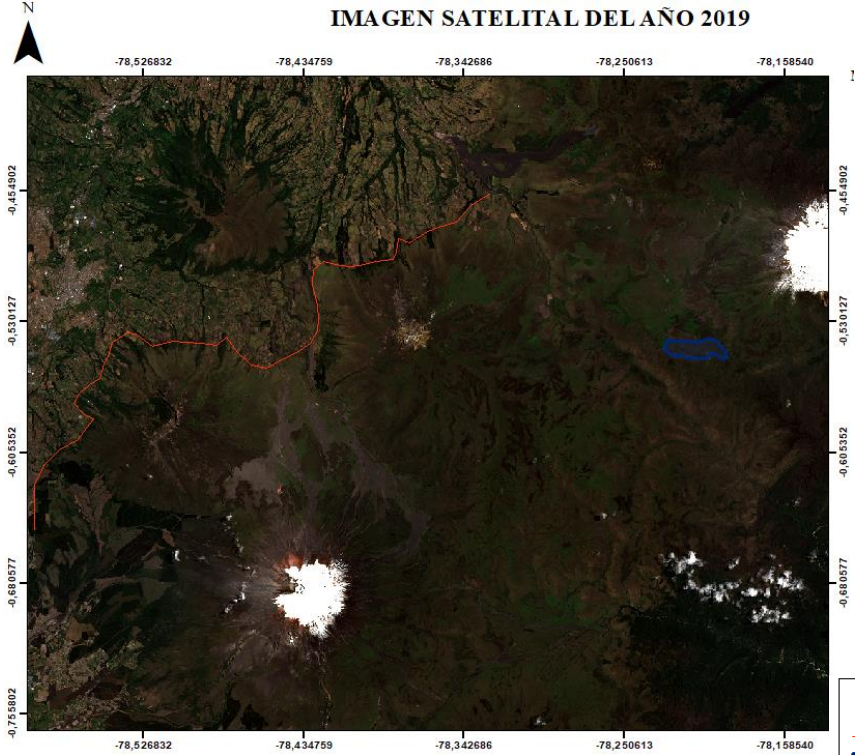


IMAGEN SATELITAL DEL AÑO 2019



SIMBOLOGÍA

- Límite
- Cuerpo de agua



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

ANÁLISIS MULTITEMPORAL

IMAGEN SATELITAL DEL AÑO 2020

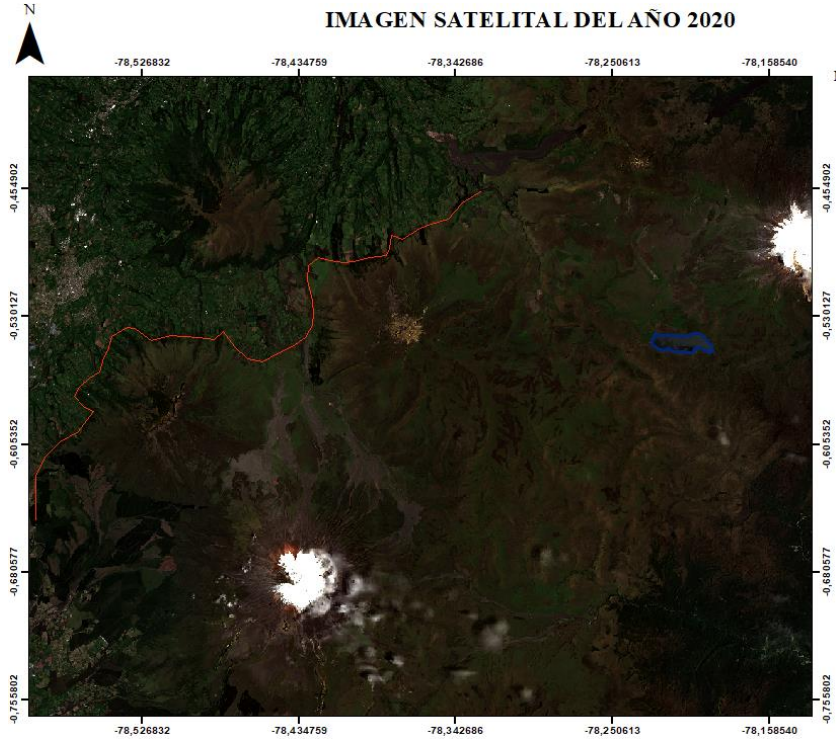
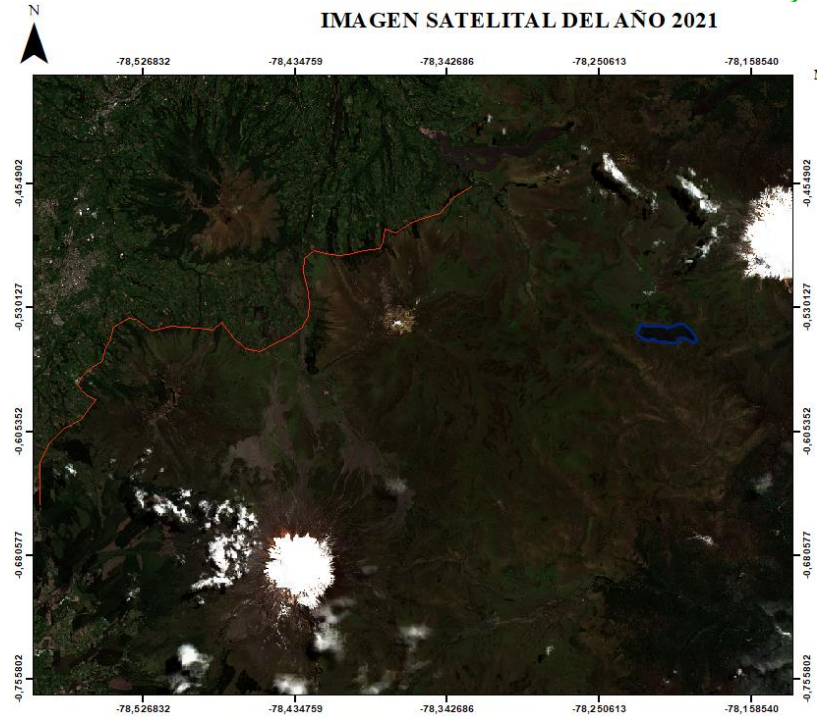


IMAGEN SATELITAL DEL AÑO 2021



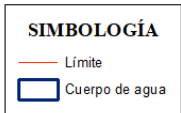
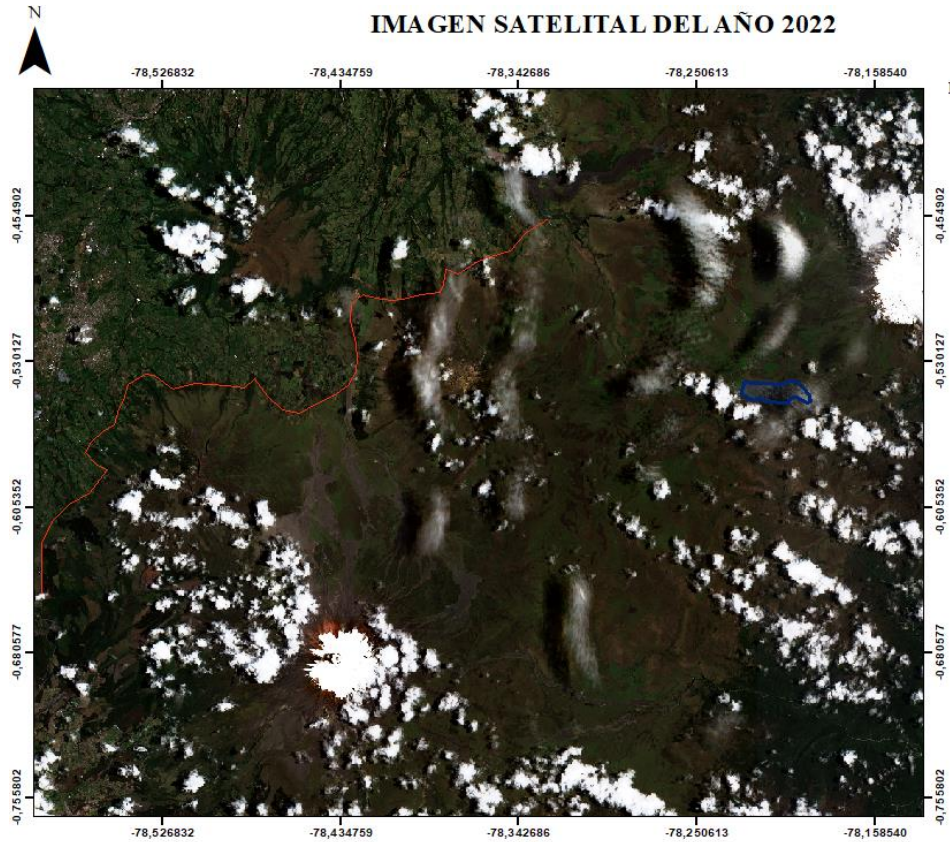
SIMBOLOGÍA

- Límite
- Cuerpo de agua

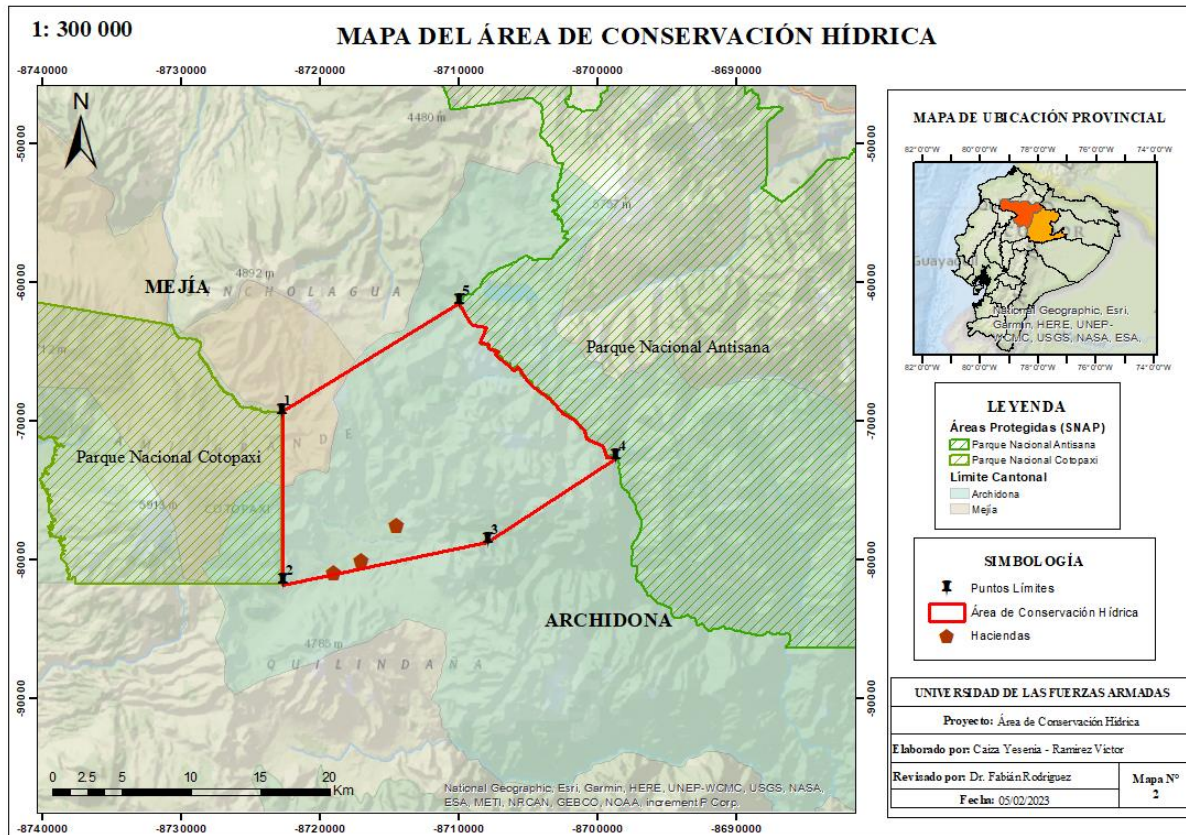


ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

ANÁLISIS MULTITEMPORAL



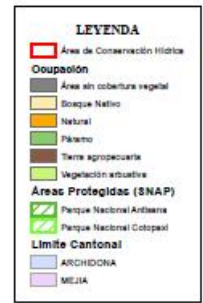
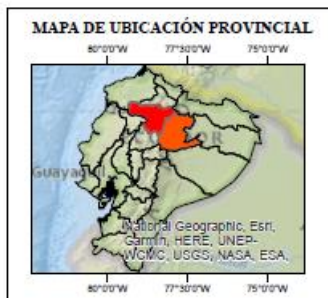
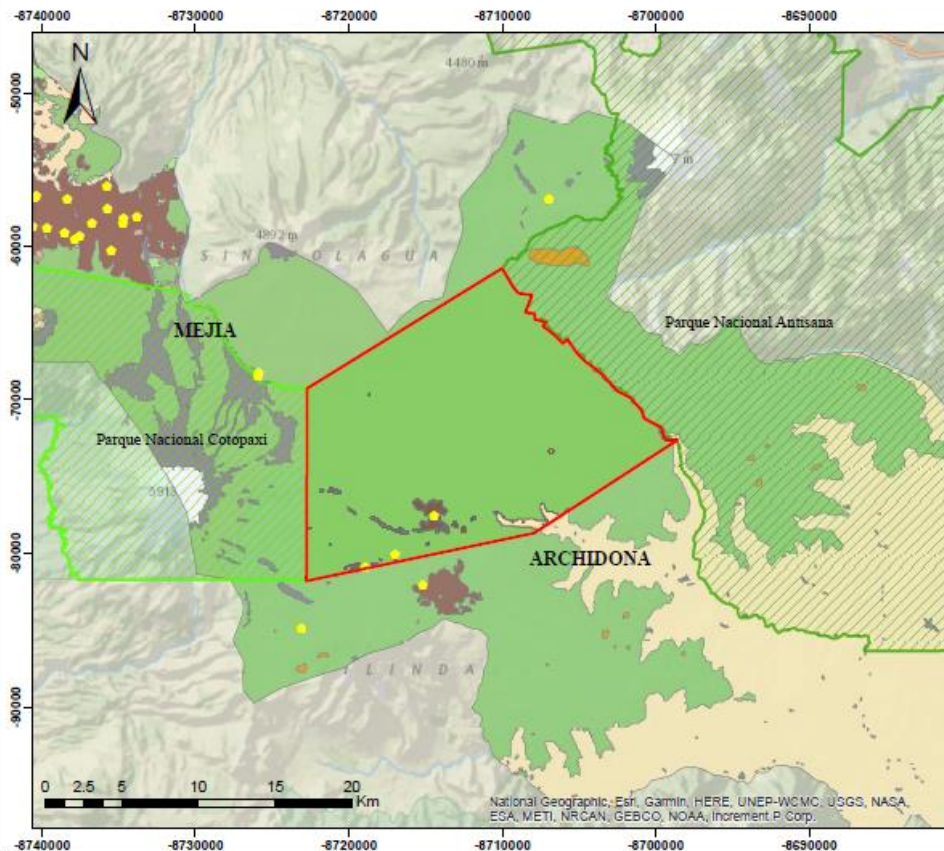
MAPA DEL ÁREA DE CONSERVACIÓN HÍDRICA



MAPA DE OCUPACIÓN DEL SUELO CANTONES MEJÍA Y ARCHIDONA



1:300 000 MAPA DE OCUPACIÓN DEL SUELO CANTONES MEJÍA Y ARCHIDONA



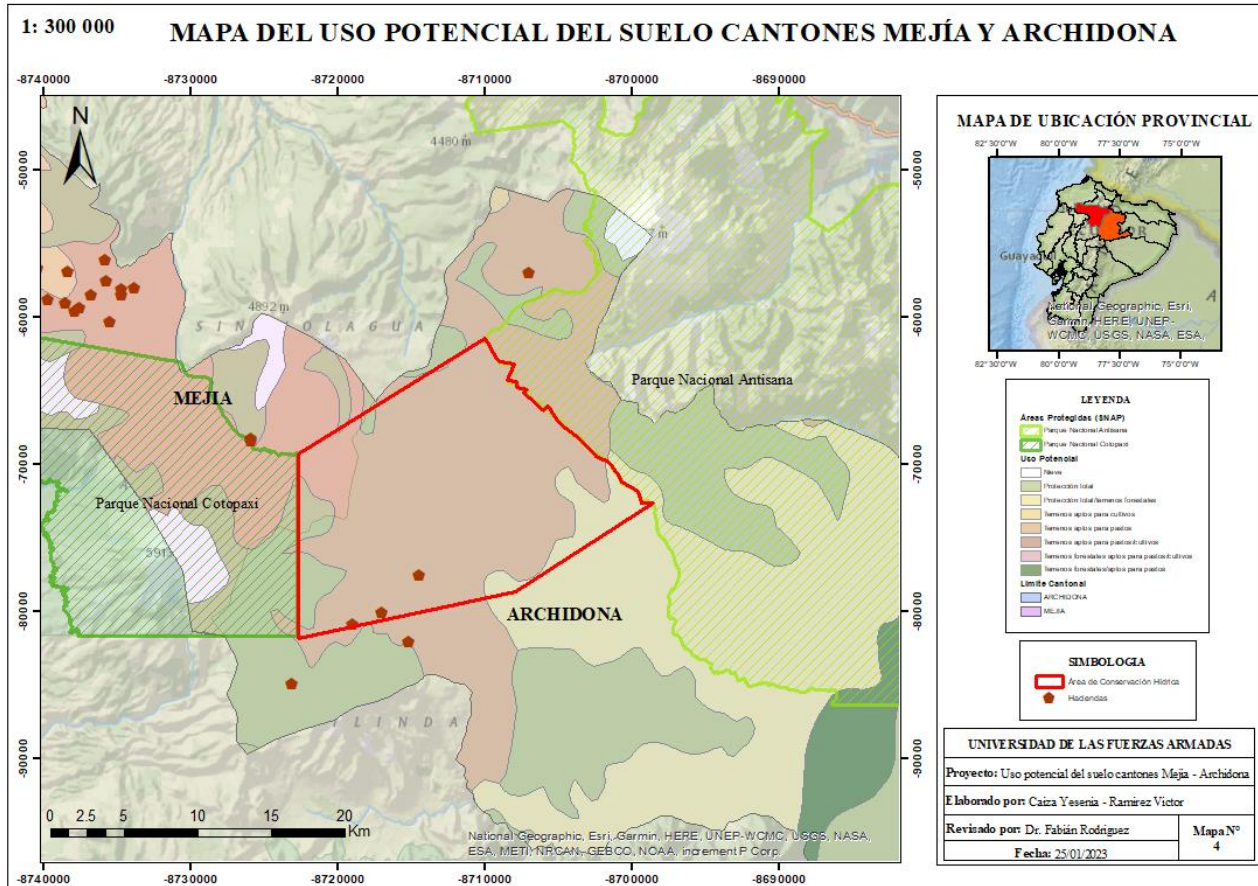
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
 Proyecto: Uso y ocupación del suelo cantones Mejía - Archidona
 Elaborado por: Caizo Yessenia - Ramirez Víctor
 Revisado por: Dr. Fabián Rodríguez
 Fecha: 25/01/2023
 Mapa N° 3

Ocupación	Área (Ha)	(%)
Área sin cobertura vegetal	122.04	0.42
Bosque nativo	237.37	0.82
Natural	23.36	0.08
Páramo	28249.11	97.67
Tierra agropecuaria	287.39	0.99
Vegetación arbustiva	3.87	0.01
Total	28923.14	100

LEYENDA

- Área de Conservación Hídrica
- Ocupación**
- Área sin cobertura vegetal
- Bosque Nativo
- Natural
- Páramo
- Tierra agropecuaria
- Vegetación arbustiva

MAPA DEL USO POTENCIAL DEL SUELO CANTONES MEJÍA Y ARCHIDONA

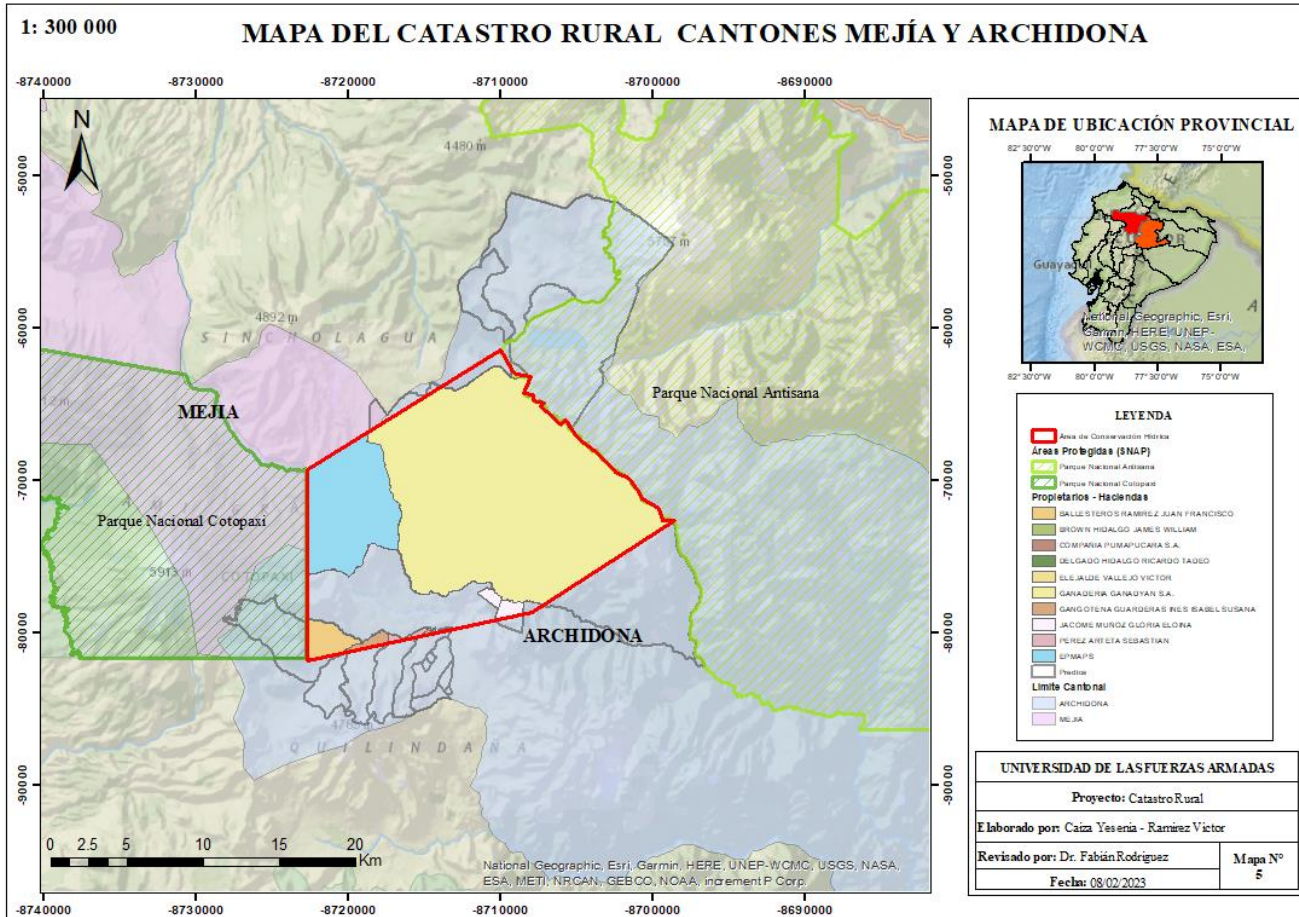


Uso Potencial	Área (Ha)	(%)
Terrenos aptos para pastos	24805.11	85.76
Protección total	1805.99	6.24
Protección total/terrenos forestales	2312.04	7.99
Total	28923.14	100

Uso Potencial

- Nieve
- Protección total
- Protección total/terrenos forestales
- Terrenos aptos para cultivos
- Terrenos aptos para pastos
- Terrenos aptos para pastos/cultivos
- Terrenos forestales aptos para pastos/cultivos
- Terrenos forestales/aptos para pastos

MAPA DEL CATASTRO RURAL CANTONES MEJÍA Y ARCHIDONA



Propietarios - Haciendas

- BALLESTEROS RAMIREZ JUAN FRANCISCO
- BROWN HIDALGO JAMES WILLIAM
- COMPAÑIA PUMAPUCARA S.A.
- DELGADO HIDALGO RICARDO TADEO
- ELEJALDE VALLEJO VICTOR
- GANADERIA GANADYAN S.A.
- GANGOTENA GUARDERAS INES ISABEL SUSANA
- JACOME MUÑOZ GLORIA ELOINA
- PEREZ ARTETA SEBASTIAN
- EPMAPS
- Predios



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



CONCLUSIONES



Con el análisis de indicadores, el “aumento del consumo”, hace referencia al incremento de consumo de agua existente del 17,13 % en el cantón Mejía, concluyendo que a causa de esto se debe considerar el cuidado y manejo de fuentes hídricas debido a la demanda que presenta.



A través del análisis multitemporal se concluye que existen áreas destinadas a la agricultura, comprobando la expansión hacia los ecosistemas de páramo, y como consecuencia provocando desgaste de la cobertura vegetal nativa y la erosión del suelo.



Los valores del beneficio hídrico (38'048 001,17 USD/año) son mayores a los costos de producción (1' 129 000 USD/año) que actualmente presentan las haciendas, se llega a la conclusión de que es factible y viable cuidar la zona y declararla como un Área de Conservación Hídrica.



Los propietarios de las haciendas se benefician al aportar al mantenimiento adecuado del ecosistema, según la metodología beneficio-costo sería que por cada 1USD/año que se invierta en la creación del ACH, tendrían una ganancia de 33,67 USD/año.



RECOMENDACIONES

Aplicar la metodología beneficio/costo para la evaluación de propuestas de áreas de conservación hídrica.

Impartir charlas dirigidas a los habitantes de las comunidades sobre la importancia de aplicar técnicas de manejo sustentable del recurso hídrico para mantener la calidad y cantidad del agua.

Impulsar el uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) para el desarrollo de estudios referentes al uso y ocupación del suelo de sectores limitantes con áreas protegidas.

Se recomienda una alianza entre entidades públicas y privadas que tienen como enfoque el cuidado del recurso hídrico, puesto a que van a impulsar proyectos que generen beneficios para las comunidades.

Se recomienda poner en ejecución el proyecto y declarar como área de conservación hídrica a la zona de estudio pues se ha demostrado que brinda mejores beneficios que mantener las actividades actuales, y ambientalmente es necesario conservar y cuidar el recurso hídrico.



Ministerio del Ambiente,
Agua y Transición Ecológica



EPMAPS
AGUA DE QUITO



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



GRACIAS POR
SU ATENCIÓN



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA