



**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE**  
**CIENCIAS DE LA TIERRA Y DE LA CONSTRUCCIÓN**

**MAESTRÍA EN HIDROSANITARIA**

TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN  
DEL TÍTULO DE MAGISTER EN HIDROSANITARIA

**Maestrante:**

Ing. Ma. Belén Molina

**Fecha:**

Agosto 2033

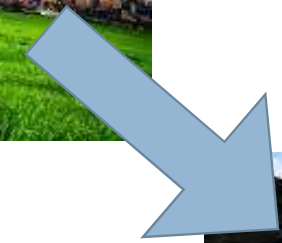


## **TEMA:**

DETERMINACIÓN DE LAS  
ÁREAS DE INTERÉS HÍDRICO  
EN UNA MICROCUENCA  
ABASTECEDORA DE UNA  
CIUDAD ALTO ANDINA.



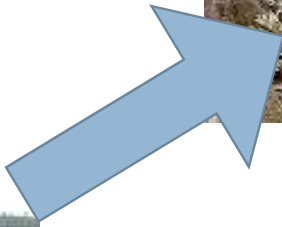
RECURSOS  
HÍDRICOS



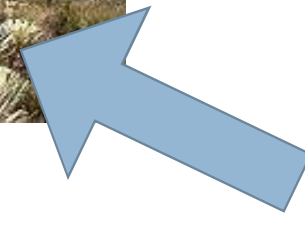
ÁREAS DE INTERES  
HIDRICO



CONSERVACIÓN Y  
PRESERVACIÓN



CAMBIO CLIMÁTICO



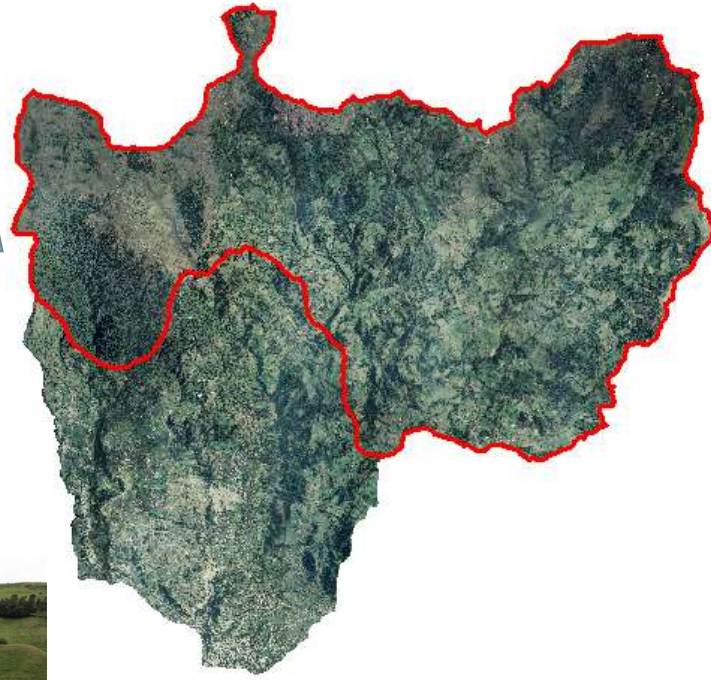
# OBJETIVOS

- **OBJETIVO GENERAL**

- Determinar las áreas de interés hídrico en una microcuenca abastecedora de una ciudad alto andina

- **OBJETIVO ESPECIFICO**

- Analizar la información cartográfica e hidrometeorológica de la microcuenca del Tabacay mediante el uso de software; generando información específica para el desarrollo del modelo hidrológico.
- Modelar el sistema hidrológico mediante un método semi-distribuido para la obtención de caudales máximo en las posibles áreas de interés hídrico.
- Identificar y delimitar las áreas de interés hídrico dentro de las microcuencas con el fin de promover la conservación de los recursos hídricos. Este enfoque contribuirá a garantizar la retención adecuada del agua y facilitará su disponibilidad para el abastecimiento del líquido vital en el Cantón Azogues.



# UBICACIÓN

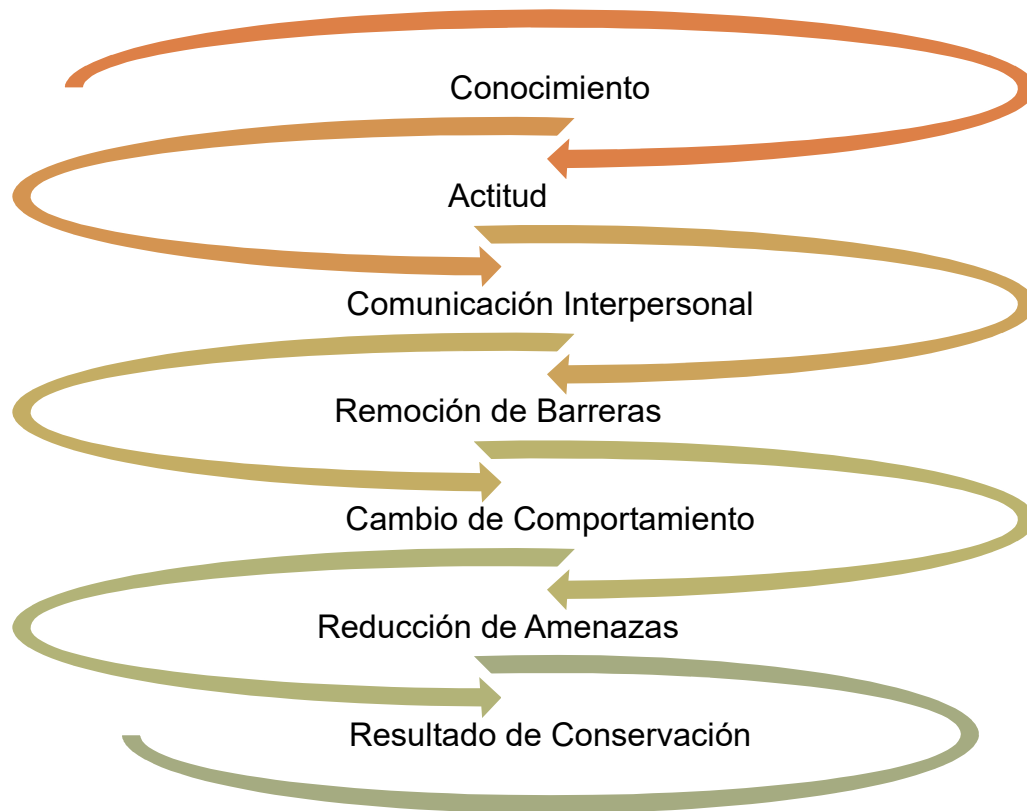


Microcuenca	Área (km2)	Elevación
Tabacay	68.24	2490 - 3730
Aguilan	18.68	2479 - 3719

Microcuenca	Tabacay	Aguilan
Centroide X	742540.09	737347.39
Centroide Y	9703168.7	9702991.2
Centroide Z	3167.61	3091.77

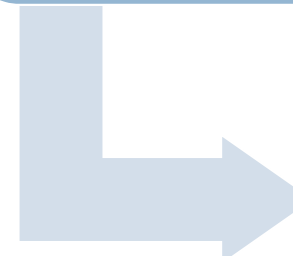
Cuadro de coordendas UTM WGS-84 Zona 17 Sur

# ACUERDO RECIPROCOS POR EL AGUA – ARA's

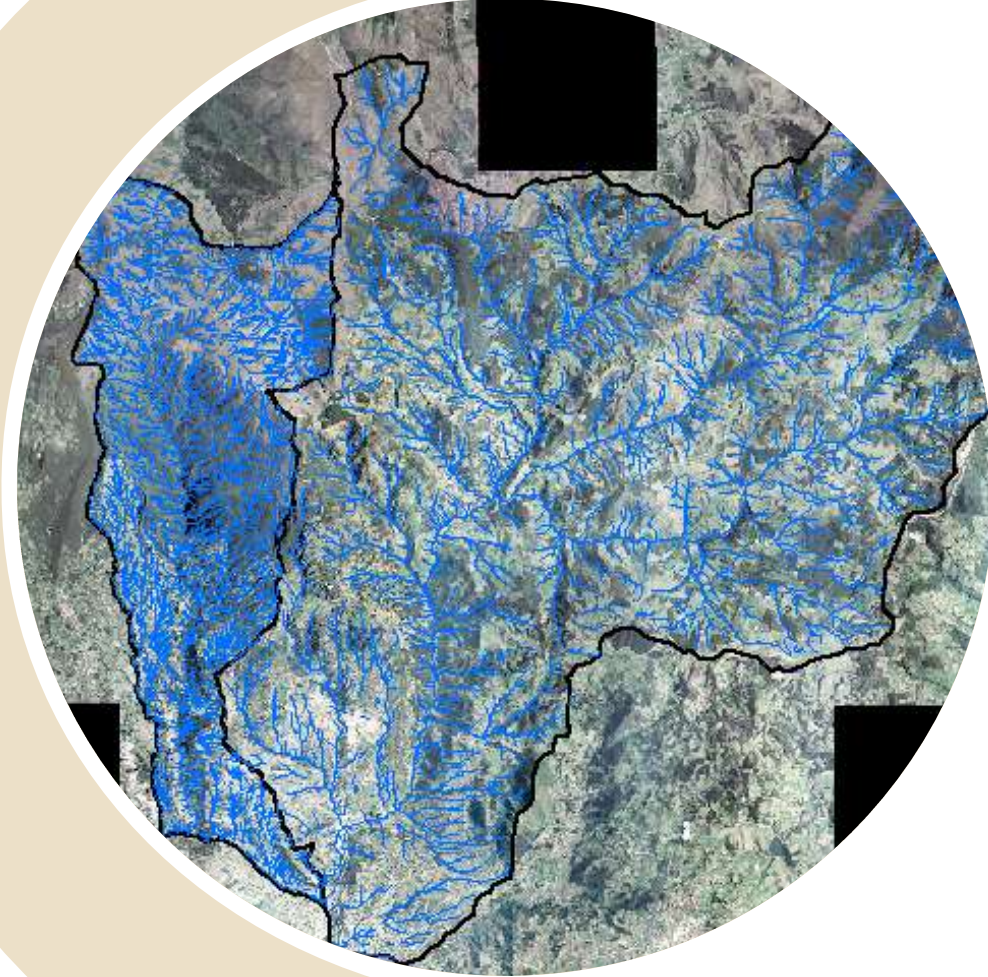


EMAPAL EP

- Campaña PRIDE – ONG RARE Conservation



2013 – Firman convenios de ARA's



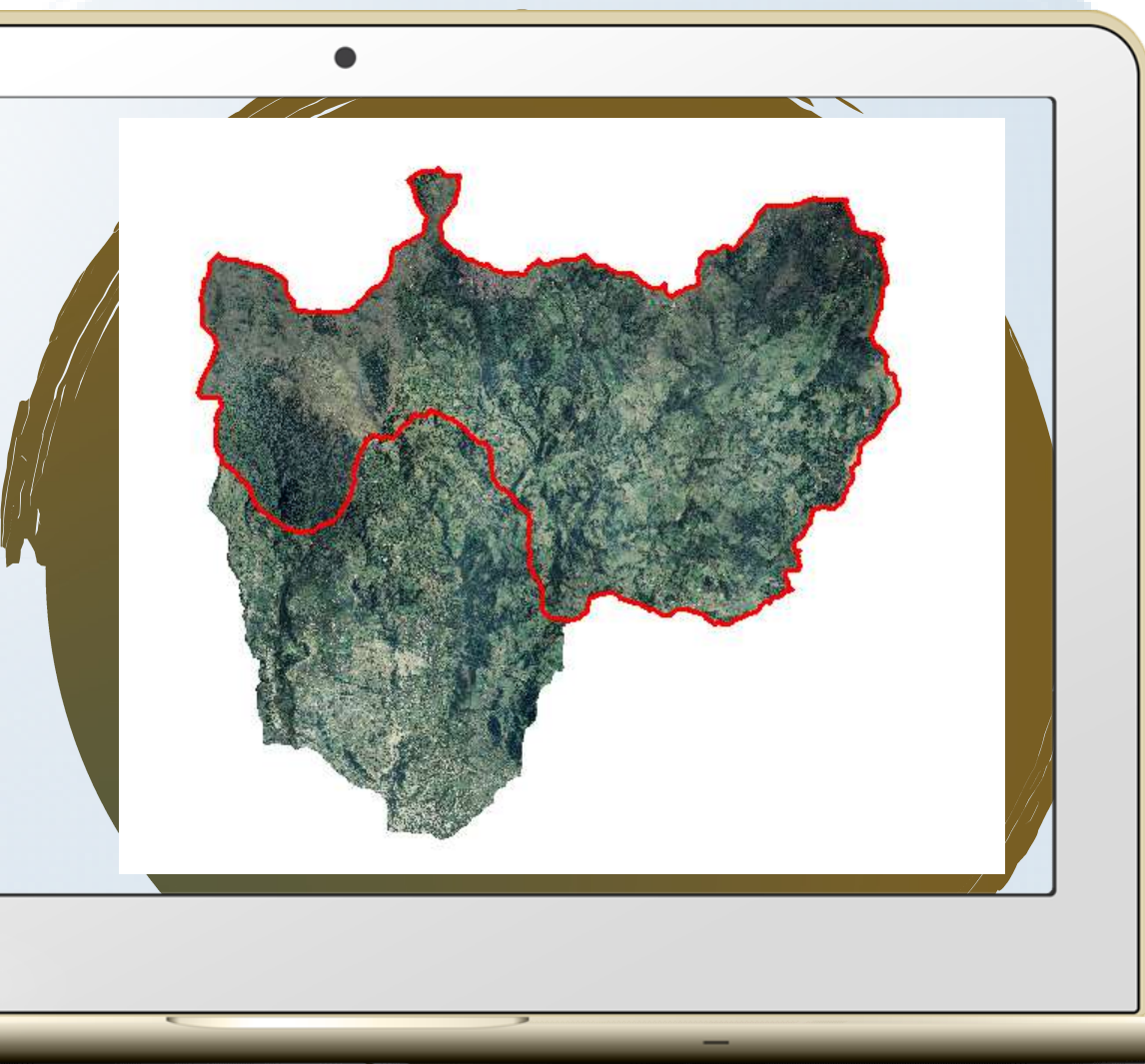
# ESTUDIO HIDROLOGICO

---



# PARÁMETROS MORFOMETRICOS

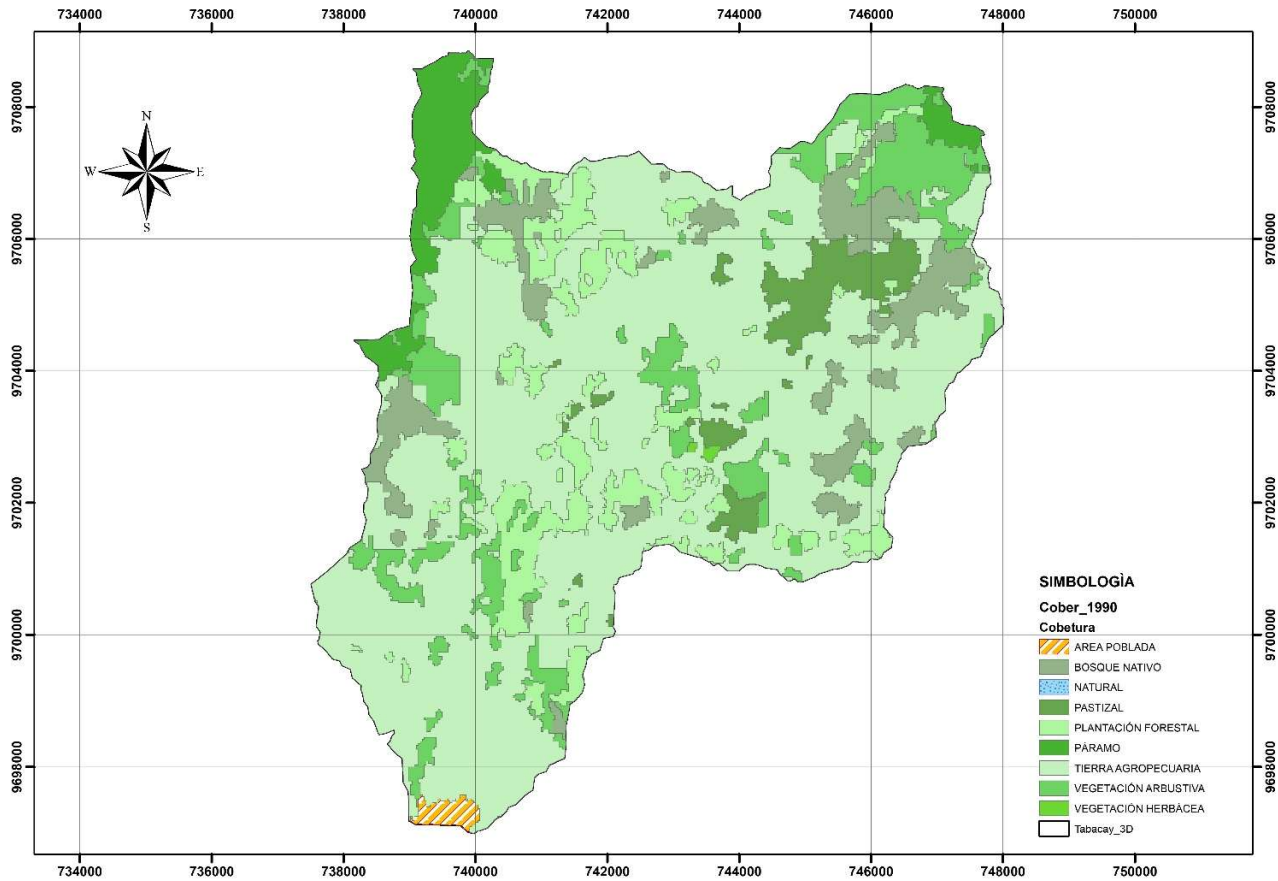
PARAMETROS MORFOMETRICOS		
PARAMETROS	MICROCUECA	
	TABACAY	AGUILAN
Área (Km2)	68.24	18.68
Perímetro (Km)	55.92	31.78
Longitud axial (Km)	13.56	10.05
Longitud de cauce principal (Km)	15.61	9.43
Índice de compacidad (Kc)	1.9095	2.07
Descripción Kc	Alargada - Cuencas propensas a la conservación	Alargada - Cuenca propensa a la conservación
Factor de forma (Kf o Fc)	0.37	0.18
Cota máxima (m)	3745.66	3719.35
Cota mínima (m)	2471.28	2479.69
Diferencia de cota (m)	1274.38	1239.66
Altitud media (m)	3167.61	3091.77
Altitud más frecuente (%)	3056.55	3357.88
Pendiente promedio de la cuenca (%)	42.85	37.89
Pendiente del cauce (%)	1.379	1.23
Densidad de drenaje	7.462	22.27
Centroide X (m)	742540.1	737347.39
Centroide Y (m)	9703168.68	9702991.17
Centroide Z (m)	3167.61	3091.77
Orden de la red	5	5
Tiempo de concentración (Horas)	2.84	1.99
Longitud de la red hídrica (Km)	509.19	415.95
Pendiente promedio de la red (%)	1.64	15.39



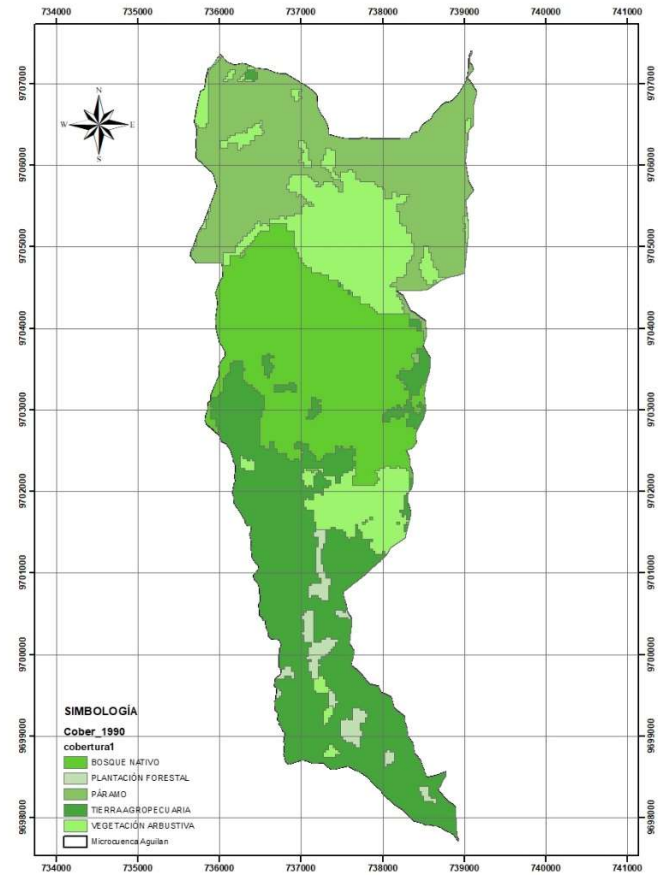
# ANÁLISIS DE USO DE SUELO

# COBERTURA VEGETAL 1990

MAPA COBERTURA VEGETAL 1990 - MICROCUENCA TABACAY - ESCALA 1:70.000 - 2023



MAPA COBERTURA VEGETAL 1990 - MICROCUENCA AGUILAN  
ESCALA 1:40.000 - 2023



## Microcuenca Tabacay

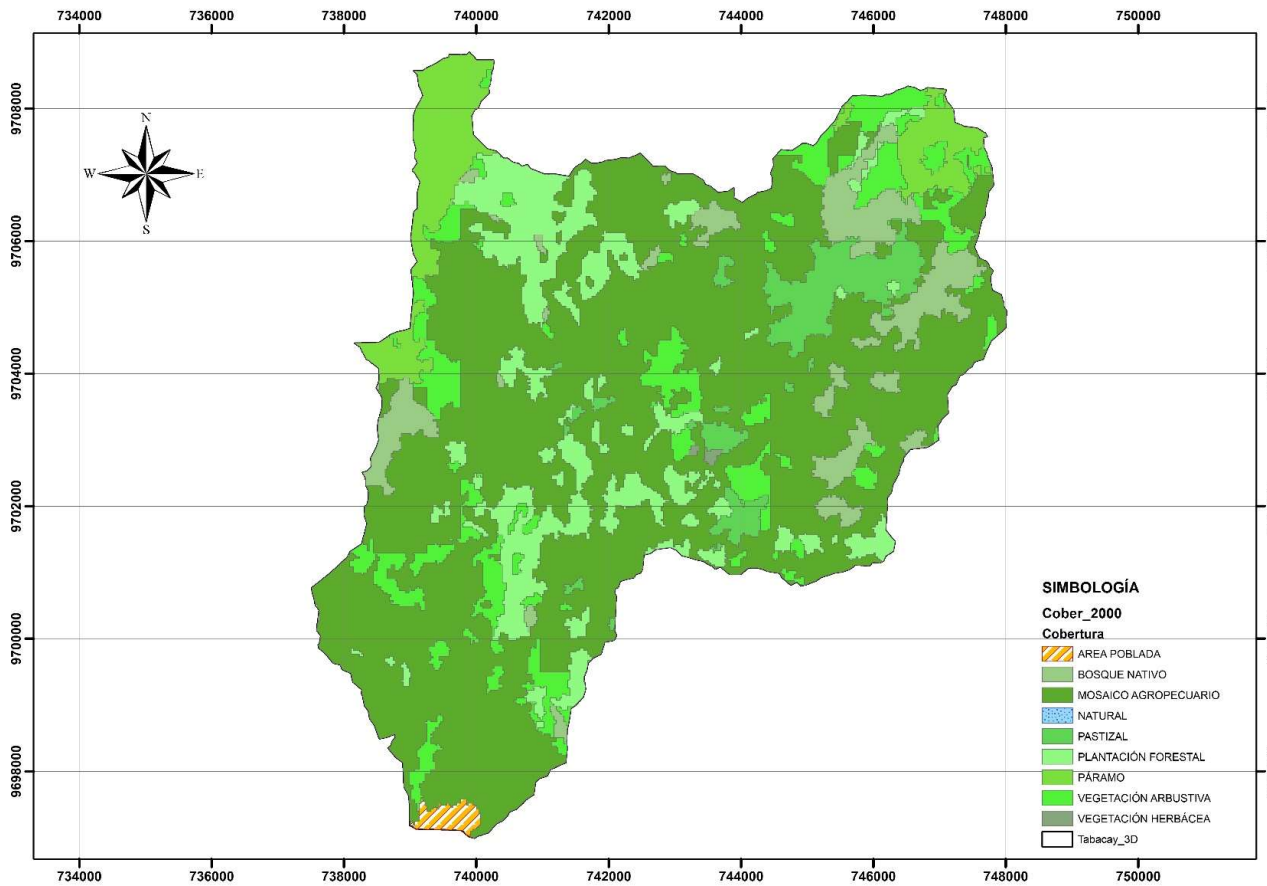
TIPO DE COBERTURA		AÑO	
		1990	
		Área (km2)	%
Conservación	Bosque Nativo	5.811	8.516
	Páramo	3.273	4.796
	Cuerpo Agua	0.000298	0.000437
	Vegetación Arbustiva	7.928	11.618
	Vegetación Herbácea	0.066	0.097
Producción	Pastizal	2.902	4.253
	Plantación Forestal	6.879	10.081
	Tierra Agropecuaria	41.02	60.113
Infraestructura	Tierra sin Cobertura vegetal		
Erosión	Área Poblada	0.359	0.526

## Microcuenca Aguilan

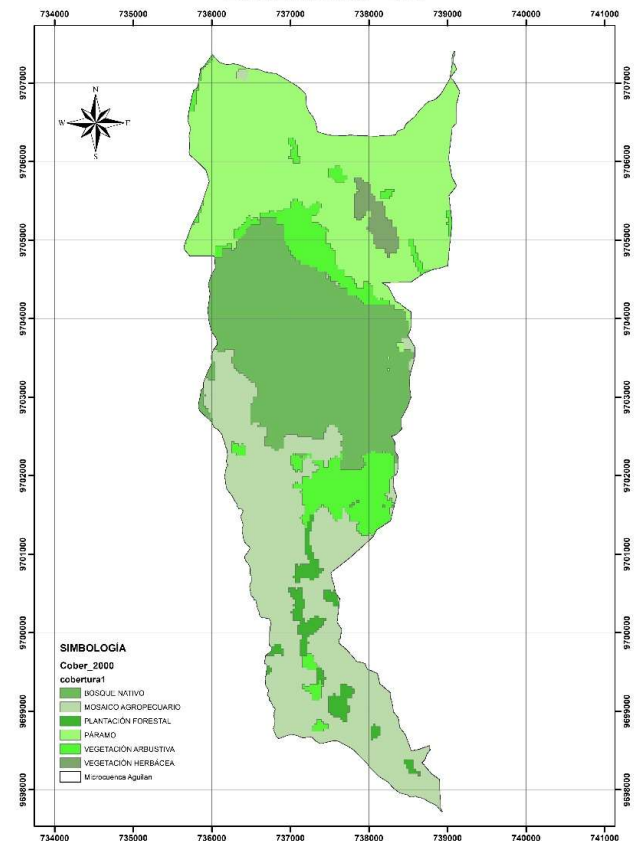
TIPO DE COBERTURA		AÑO	
		1990	
		Área (km2)	%
Conservación	Bosque Nativo	4.876	26.104
	Páramo	4.662	24.959
	Cuerpo Agua		
	Vegetación Arbustiva	3.186	17.057
	Vegetación Herbácea		
Producción	Pastizal		
	Plantación Forestal	0.43	2.302
	Tierra Agropecuaria	5.525	29.579
Infraestructura	Tierra sin Cobertura vegetal		
Erosión	Área Poblada		

# COBERTURA VEGETAL 2000

MAPA COBERTURA VEGETAL 2000 - MICROCUENCA TABACAY - ESCALA 1:70.000 - 2023



MAPA COBERTURA VEGETAL 2000 - MICROCUENCA AGUILAN  
ESCALA 1:40.000 - 2023



## Microcuenca Tabacay

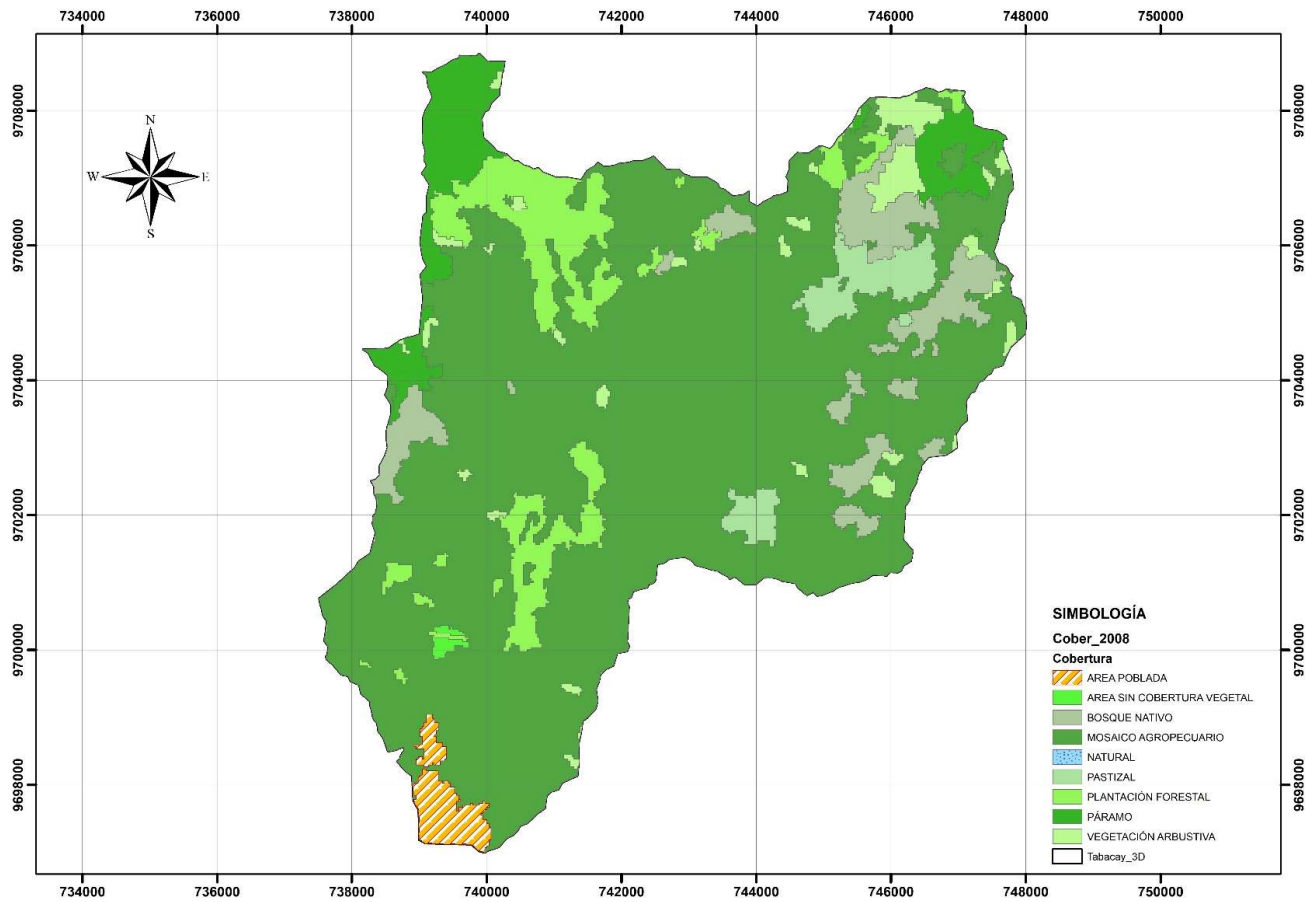
TIPO DE COBERTURA	AÑO		
	2000		
	Área (km2)	%	
Conservación	Bosque Nativo	4.568	6.694
	Páramo	4.115	6.03
	Cuerpo Agua	0.000298	0.000437
	Vegetación Arbustiva	7.05	10.331
	Vegetación Herbácea	0.065	0.095
	Pastizal	2.966	4.346
Producción	Plantación Forestal	7.813	11.449
	Tierra Agropecuaria	41.303	60.527
Infraestructura	Tierra sin Cobertura vegetal		
Erosión	Área Poblada	0.36	0.527

## Microcuenca Aguilan

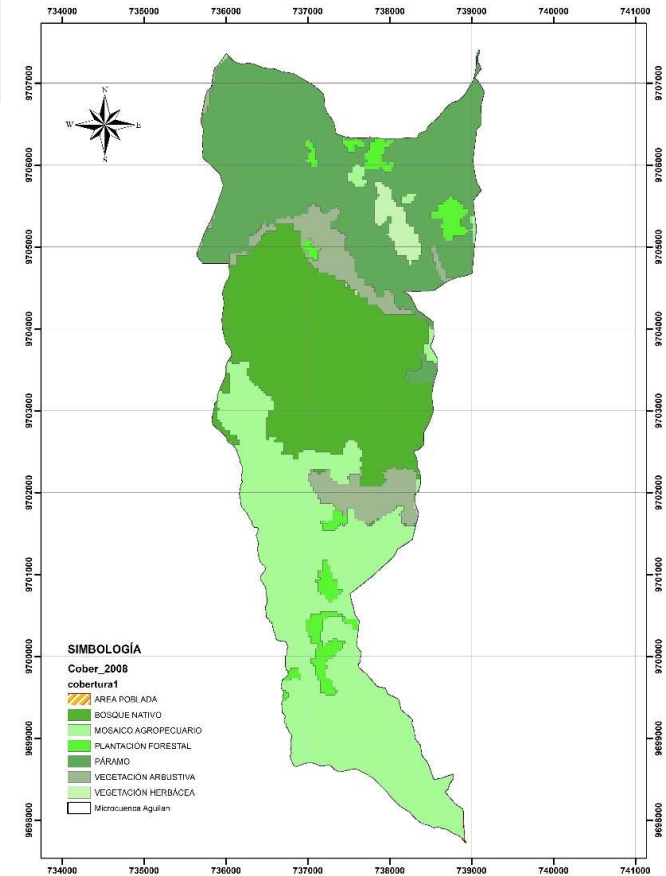
TIPO DE COBERTURA	AÑO		
	2000		
	Área (km2)	%	
Conservación	Bosque Nativo	5.097	27.288
	Páramo	5.831	31.218
	Cuerpo Agua		
	Vegetación Arbustiva	1.773	9.492
	Vegetación Herbácea	0.265	1.417
	Pastizal		
Producción	Plantación Forestal	0.453	2.425
	Tierra Agropecuaria	5.26	28.161
Infraestructura	Tierra sin Cobertura vegetal		
Erosión	Área Poblada		

# COBERTURA VEGETAL 2008

MAPA COBERTURA VEGETAL 2008 - MICROCUENCA TABACAY - ESCALA 1:70.000 - 2023



MAPA COBERTURA VEGETAL 2008 - MICROCUENCA AGUILAN  
ESCALA 1:40.000 - 2023



## Microcuenca Tabacay

TIPO DE COBERTURA	AÑO		
	2008		
	Área (km2)	%	
Conservación	Bosque Nativo	4.272	6.26
	Páramo	3.818	5.595
	Cuerpo Agua	0.000298	0.000437
	Vegetación Arbustiva	1.901	2.786
	Vegetación Herbácea		
Producción	Pastizal	1.942	2.846
	Plantación Forestal	5.556	8.141
Infraestructura	Tierra Agropecuaria	49.543	72.602
	Tierra sin Cobertura vegetal	0.141	0.207
Erosión	Área Poblada	1.067	1.564

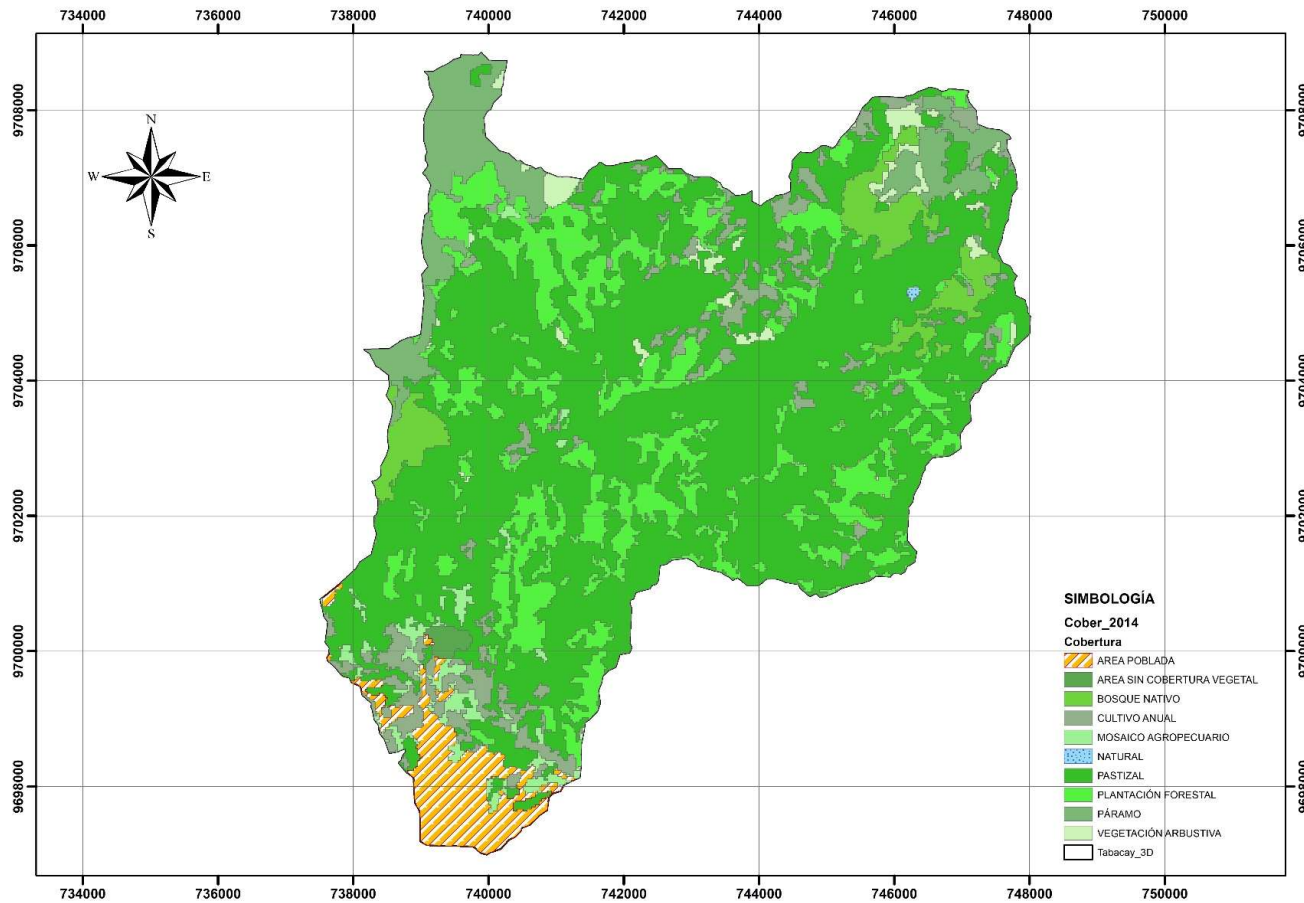
## Microcuenca Aguilan

TIPO DE COBERTURA	AÑO		
	2008		
	Área (km2)	%	
Conservación	Bosque Nativo	5.017	26.86
	Páramo	5.641	30.20
	Cuerpo Agua		1
	Vegetación Arbustiva	1.226	6.564
	Vegetación Herbácea	0.265	1.417
	Pastizal		
Producción	Plantación Forestal	0.692	3.705
	Tierra Agropecuaria	5.837	31.25
Infraestructura	Tierra sin Cobertura vegetal		
	Área Poblada	0.002	0.009

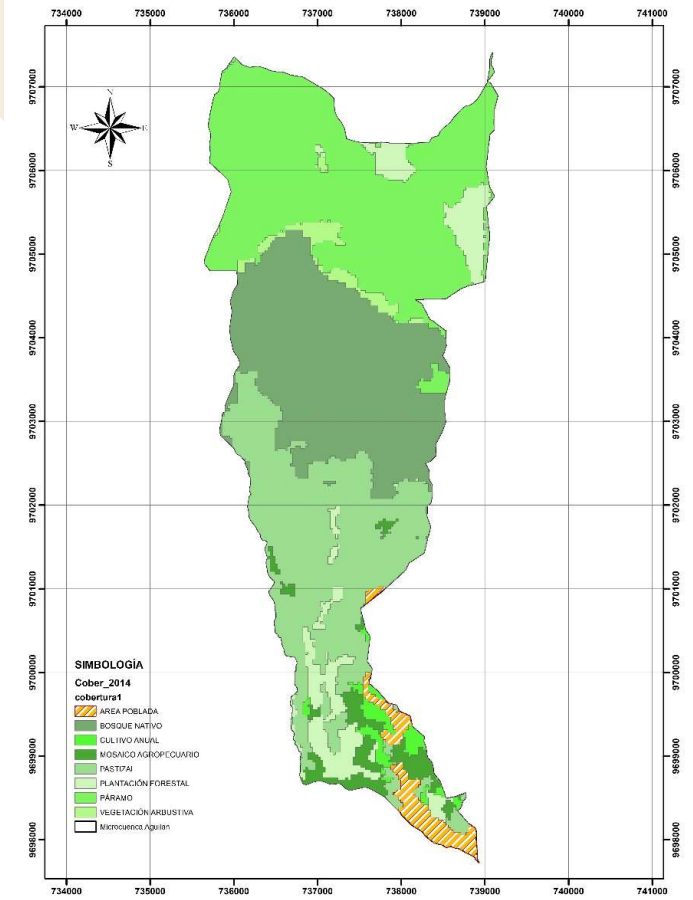


# COBERTURA VEGETAL 2014

MAPA COBERTURA VEGETAL 2014 - MICROCUENCA TABACAY - ESCALA 1:70.000 - 2023



MAPA COBERTURA VEGETAL 2014 - MICROCUENCA AGUILAN ESCALA 1:40.000 - 2023



## Microcuenca Tabacay

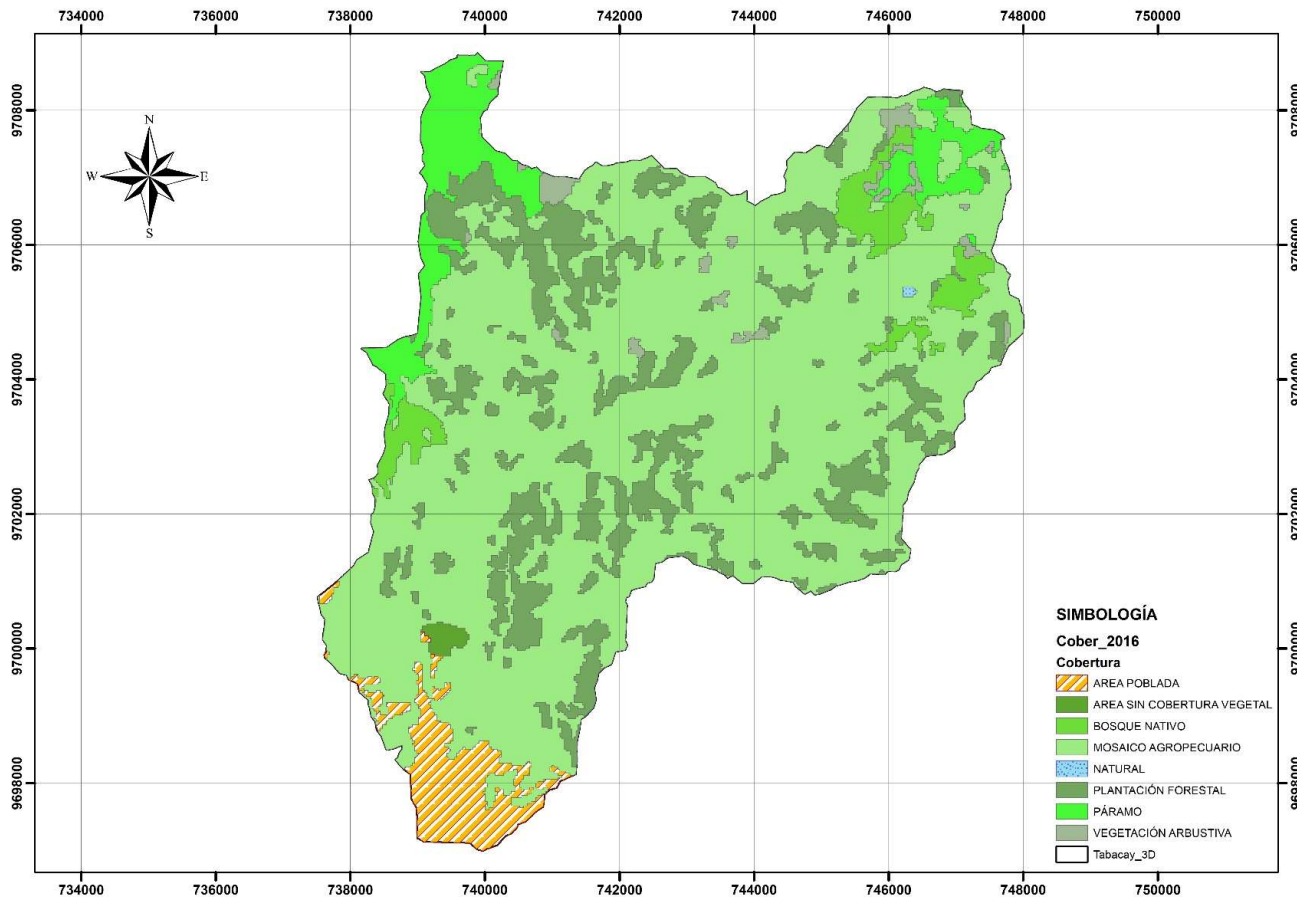
TIPO DE COBERTURA	AÑO		
	2014		
	Área (km2)	%	
Conservación	Bosque Nativo	2.758	4.042
	Páramo	4.348	6.372
	Cuerpo Agua	0.0288	0.042204
	Vegetación Arbustiva	1.075	1.575
	Vegetación Herbácea		
Producción	Pastizal	39.649	58.103
	Plantación Forestal	12.163	17.824
	Tierra Agropecuaria	5.248	7.69
Infraestructura	Tierra sin Cobertura vegetal	0.239	0.35
Erosión	Área Poblada	2.732	4.004

## Microcuenca Aguilan

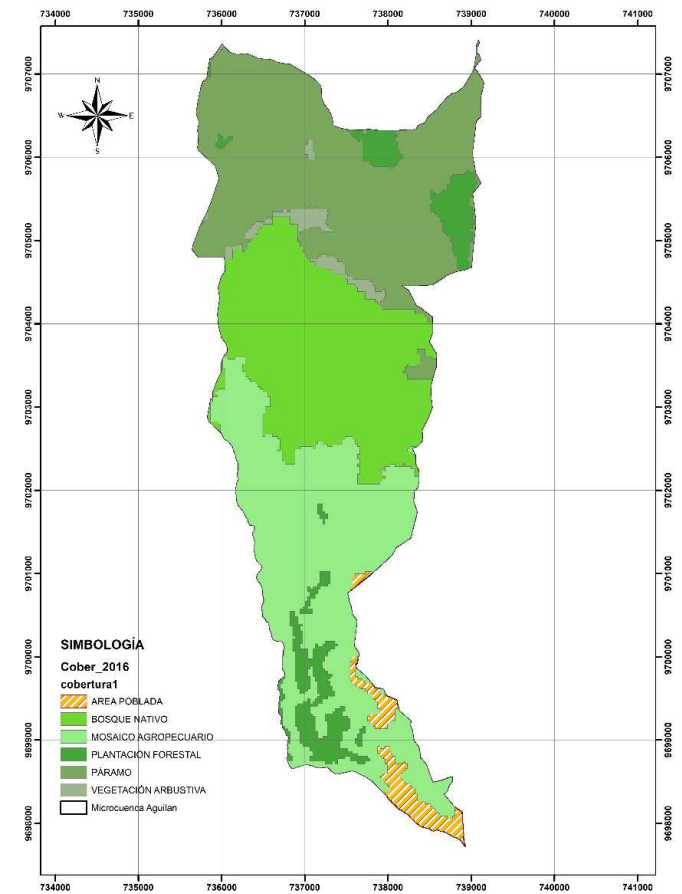
TIPO DE COBERTURA	AÑO		
	2014		
	Área (km2)	%	
Conservación	Bosque Nativo	5.014	26.844
	Páramo	6.049	32.385
	Cuerpo Agua		
	Vegetación Arbustiva		
	Vegetación Herbácea	0.34	1.82
Producción	Pastizal	4.534	24.274
	Plantación Forestal	1.325	7.094
	Tierra Agropecuaria	0.919	4.92
Infraestructura	Tierra sin Cobertura vegetal		
Erosión	Área Poblada	0.497	2.661

# COBERTURA VEGETAL 2016

MAPA COBERTURA VEGETAL 2016 - MICROCUENCA TABACAY - ESCALA 1:70.000 - 2023



MAPA COBERTURA VEGETAL 2016 - MICROCUENCA AGUILAN ESCALA 1:40.000 - 2023



## Microcuenca Tabacay

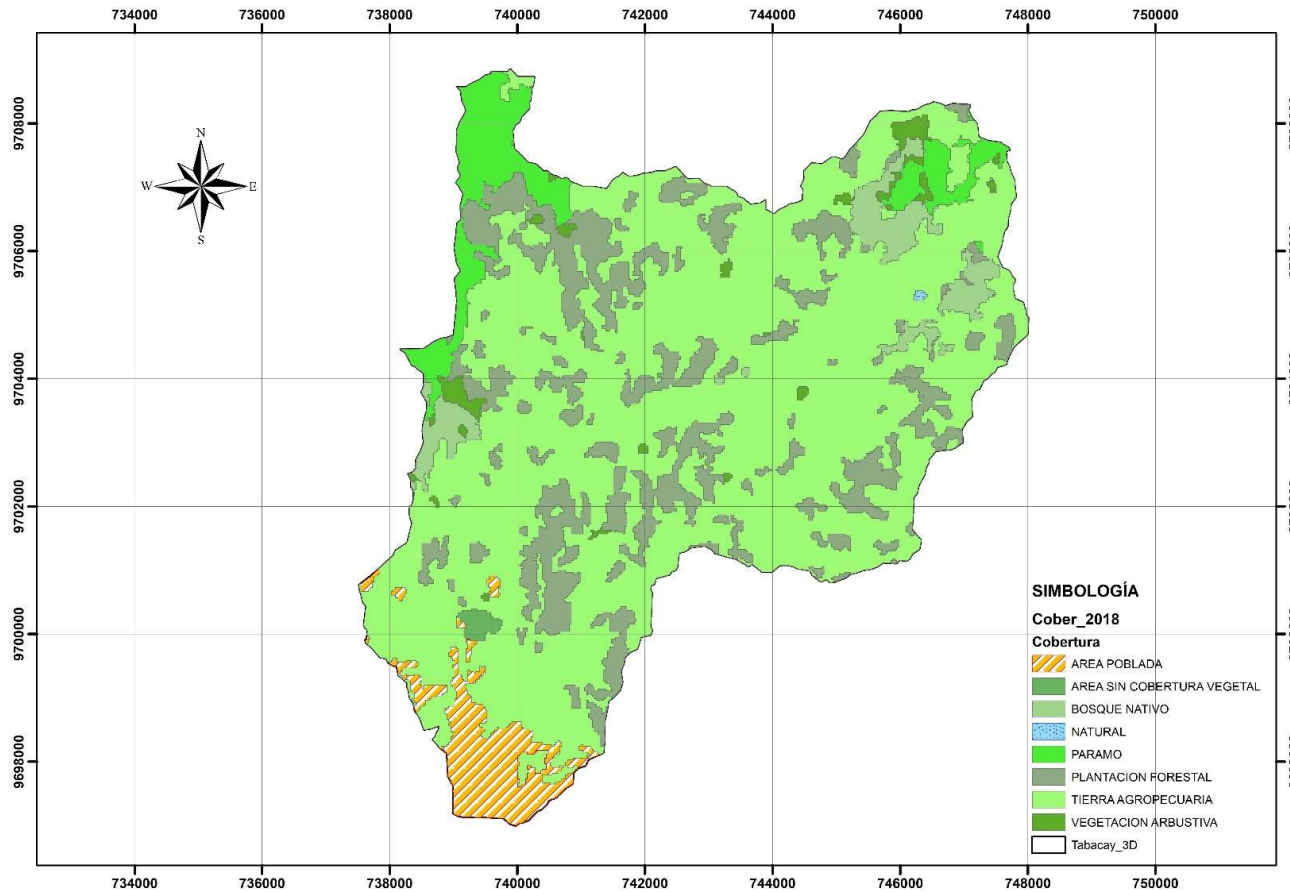
TIPO DE COBERTURA	AÑO		
	2016		
	Área (km2)	%	
Conservación	Bosque Nativo	2.542	3.725
	Páramo	4.375	6.411
	Cuerpo Agua	0.0261	0.038248
	Vegetación Arbustiva	0.935	1.37
	Vegetación Herbácea		
	Pastizal		
Producción	Plantación Forestal	11.749	17.217
	Tierra Agropecuaria	45.551	66.752
Infraestructura	Tierra sin Cobertura vegetal	0.24	0.352
Erosión	Área Poblada	2.822	4.135

## Microcuenca Aguilan

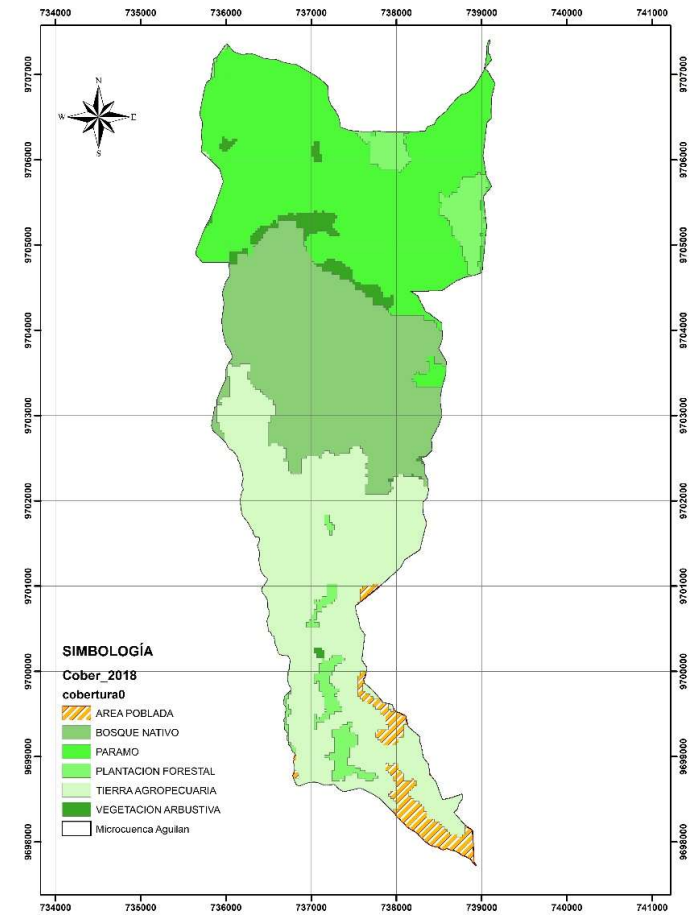
TIPO DE COBERTURA	AÑO		
	2016		
	Área (km2)	%	
Conservación	Bosque Nativo	5.01	26.824
	Páramo	6.043	32.354
	Cuerpo Agua		
	Vegetación Arbustiva		
	Vegetación Herbácea	0.326	1.745
	Pastizal		
Producción	Plantación Forestal	1.274	6.821
	Tierra Agropecuaria	5.517	29.535
Infraestructura	Tierra sin Cobertura vegetal		
Erosión	Área Poblada	0.509	2.725

# COBERTURA VEGETAL 2018

MAPA COBERTURA VEGETAL 2018 - MICROCUENCA TABACAY - ESCALA 1:70.000 - 2023



MAPA COBERTURA VEGETAL 2018 - MICROCUENCA AGUILAN ESCALA 1:40.000 - 2023



## Microcuenca Tabacay

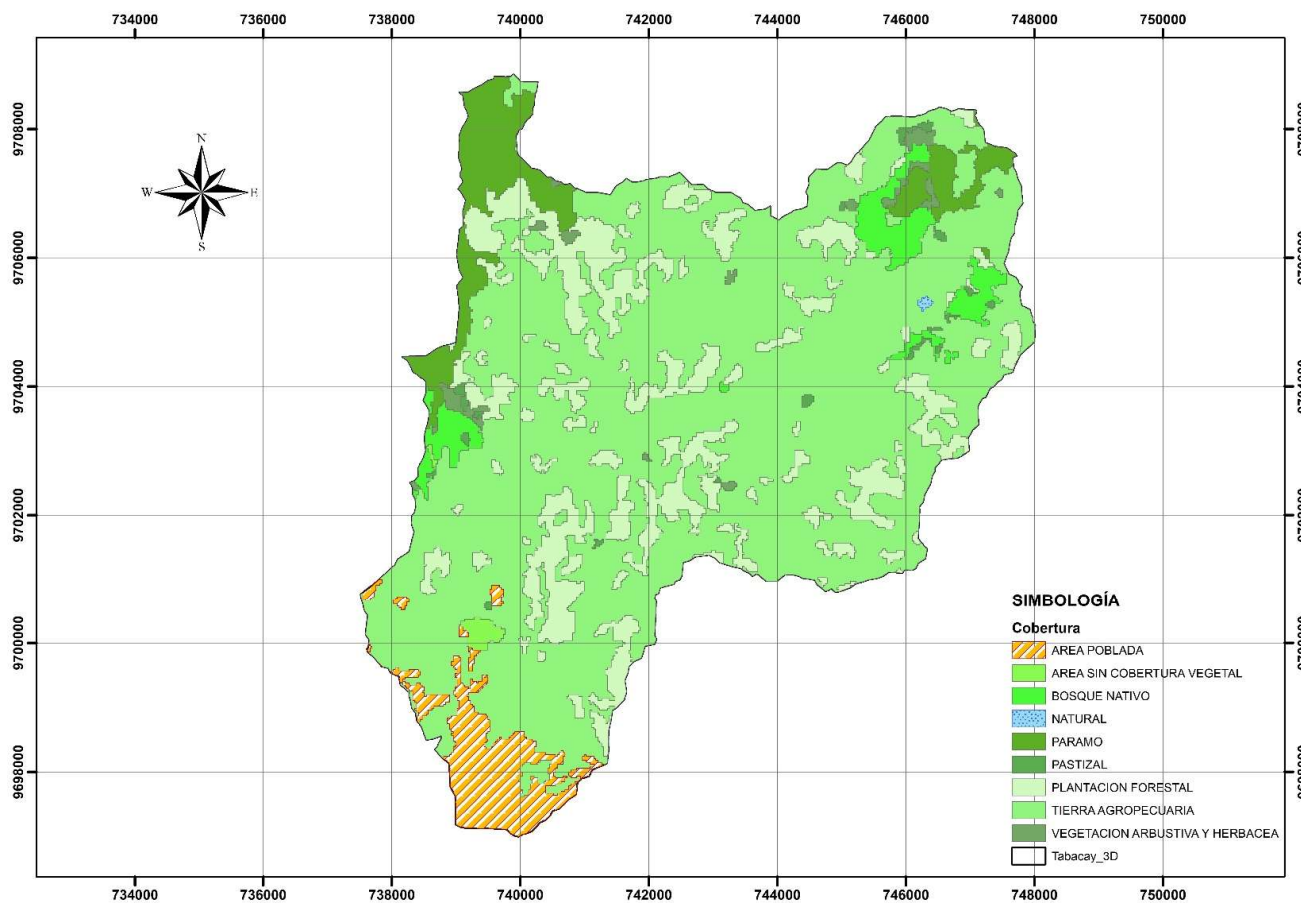
TIPO DE COBERTURA	AÑO		
	2018		
	Área (km2)	%	
Conservación	Bosque Nativo	2.54	3.722
	Páramo	4.015	5.884
	Cuerpo Agua	0.0243	0.03561
	Vegetación Arbustiva	0.947	1.387
	Vegetación Herbácea		
Producción	Pastizal		
	Plantación Forestal	11.773	17.253
Infraestructura	Tierra Agropecuaria	45.766	67.067
	Tierra sin Cobertura vegetal	0.234	0.343
Erosión	Área Poblada	2.941	4.31

## Microcuenca Aguilan

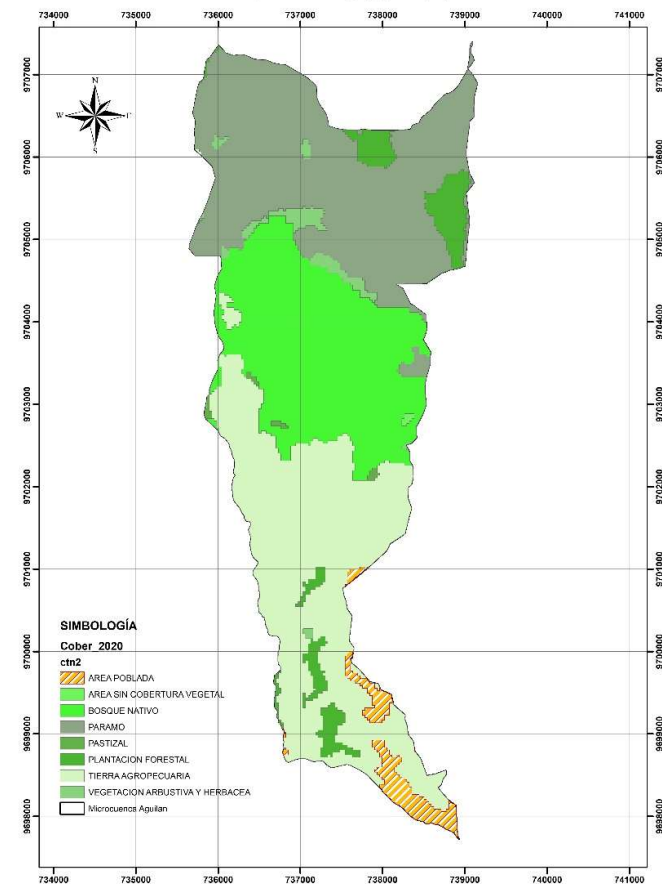
TIPO DE COBERTURA	AÑO		
	2018		
	Área (km2)	%	
Conservación	Bosque Nativo	5.02	26.877
	Páramo	6.039	32.331
	Cuerpo Agua		
	Vegetación Arbustiva	0.357	1.911
	Vegetación Herbácea		
Producción	Pastizal		
	Plantación Forestal	0.981	5.252
Infraestructura	Tierra Agropecuaria	5.766	30.871
	Tierra sin Cobertura vegetal		
Erosión	Área Poblada	0.516	2.763

# COBERTURA VEGETAL 2020

MAPA COBERTURA VEGETAL 2020 - MICROCUENCA TABACAY - ESCALA 1:70.000 - 2023



MAPA COBERTURA VEGETAL 2020 - MICROCUENCA AGUILAN ESCALA 1:40.000 - 2023



## Microcuenca Tabacay

TIPO DE COBERTURA	AÑOS		
	2020		
	Área (km2)	%	
Conservación	Bosque Nativo	2.258	3.309
	Páramo	4.04	5.92
	Cuerpo Agua	0.0306	0.044
	Vegetación Arbustiva	0.629	0.922
	Vegetación Herbácea		
Producción	Pastizal	0.368	0.539
	Plantación Forestal	11.271	16.516
Infraestructura	Tierra Agropecuaria	46.436	68.049
	Tierra sin Cobertura vegetal	0.257	0.376
Erosión	Área Poblada	2.953	4.328

## Microcuenca Aguilan

TIPO DE COBERTURA	AÑO		
	2020		
	Área (km2)	%	
Conservación	Bosque Nativo	4.886	26.159
	Páramo	6.056	32.423
	Cuerpo Agua		
	Vegetación Arbustiva	0.337	1.803
	Vegetación Herbácea		
Producción	Pastizal	0.052	0.277
	Plantación Forestal	0.937	5.014
Infraestructura	Tierra Agropecuaria	5.877	31.464
	Tierra sin Cobertura vegetal		
Erosión	Área Poblada	0.521	2.787



# Variación de los años con respecto a las coberturas vegetales

## Microcuenca Tabacay

Tipo de suelo	Año						
	1990	2000	2008	2014	2016	2018	2020
Suelo Rural de Conservación	17.078	15.798	9.991	8.21	7.878	7.527	6.957
Suelo Rural de Producción	50.801	52.082	57.041	57.06	57.3	57.539	58.075
Áreas Pobladas	0.359	0.359	1.067	2.732	2.822	2.9408	2.953
Suelo Erosionado			0.141	0.2385	0.2403	0.234	0.2565

## Microcuenca Aguilan

Tipo de suelo	Año						
	1990	2000	2008	2014	2016	2018	2020
Suelo Rural de Conservación	12.724	12.966	12.149	11.403	11.38	11.416	11.279
Suelo Rural de Producción	5.955	5.713	6.529	6.778	6.791	6.747	6.865
Áreas Pobladas			0.002	0.497	0.509	0.516	0.521
Suelo Erosionado							0.015

# Área correspondiente a la disminución de cobertura vegetal

## Microcuenca Tabacay

Tipo de suelo	Disminución de la cobertura						
	1990	2000	2008	2014	2016	2018	2020
Suelo Rural de Conservación		99.91	36.76	17.83	4.04	4.46	7.57
Suelo Rural de Producción							
Áreas Pobladas							
Suelo Erosionado							2.62

## Microcuenca Aguilan

Tipo de suelo	Disminución de la cobertura						
	1990	2000	2008	2014	2016	2018	2020
Suelo Rural de Conservación			6.301	6.138	0.206		1.2
Suelo Rural de Producción		4.064				0.64	
Áreas Pobladas							
Suelo Erosionado							

# Área correspondiente a la aumento de cobertura vegetal

## Microcuenca Tabacay

Tipo de suelo	Aumento de la cobertura						
	1990	2000	2008	2014	2016	2018	2020
Suelo Rural de Conservación							
Suelo Rural de Producción		2.52	9.52	0.03	0.42	0.42	0.93
Áreas Pobladas		0.07	197.21	156.04	3.29	4.21	0.41
Suelo Erosionado				69.15	0.75		9.62

## Microcuenca Aguilan

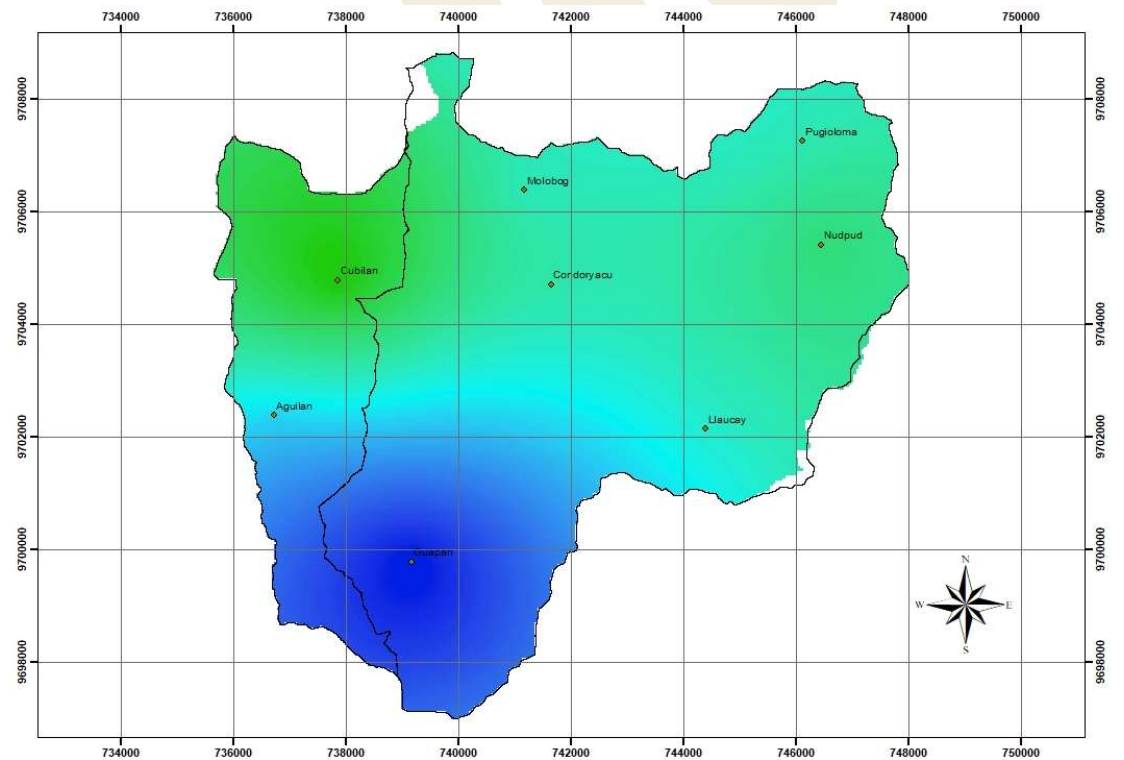
Tipo de suelo	Aumento de la cobertura						
	1990	2000	2008	2014	2016	2018	2020
Suelo Rural de Conservación		1.899				0.322	
Suelo Rural de Producción			14.283	3.814	0.187		1.752
Áreas Pobladas					2.414	1.375	0.889
Suelo Erosionado							



# ESTACIONES METEOROLÓGICAS

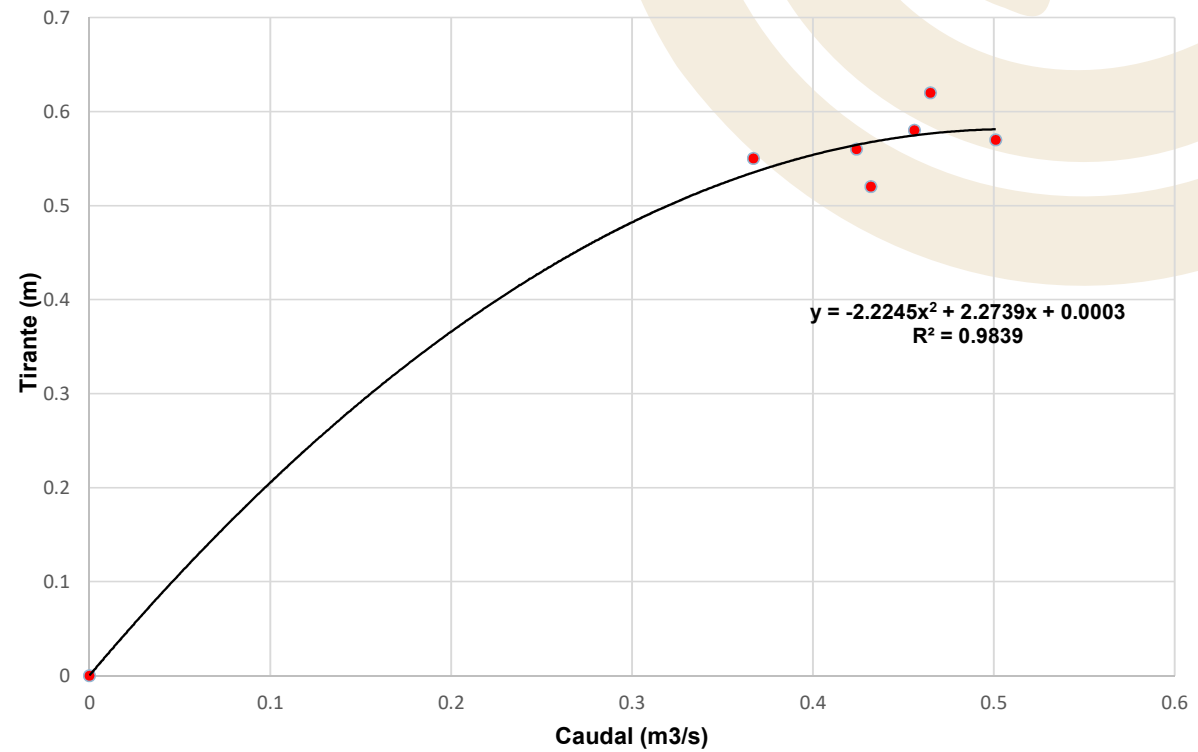
---

ESTACION	X	Y	Z
Aguilan	736721	9702382	2953
Condoryacu	741649	9704711	2899
Guapan	746125	9707260	2626
Llaucay	744400	9702146	2980
Molobog	741162	9706386	3360
Pugioloma	746125	9707260	3440
Cubilan	737853	9704782	3485
Nudpud	746460	9705415	3230
Uchupucum	739151	9695736	2472



# Curva de gasto

PUNTO DE DESCARGA	
X	Y
739766.30	9698961.50



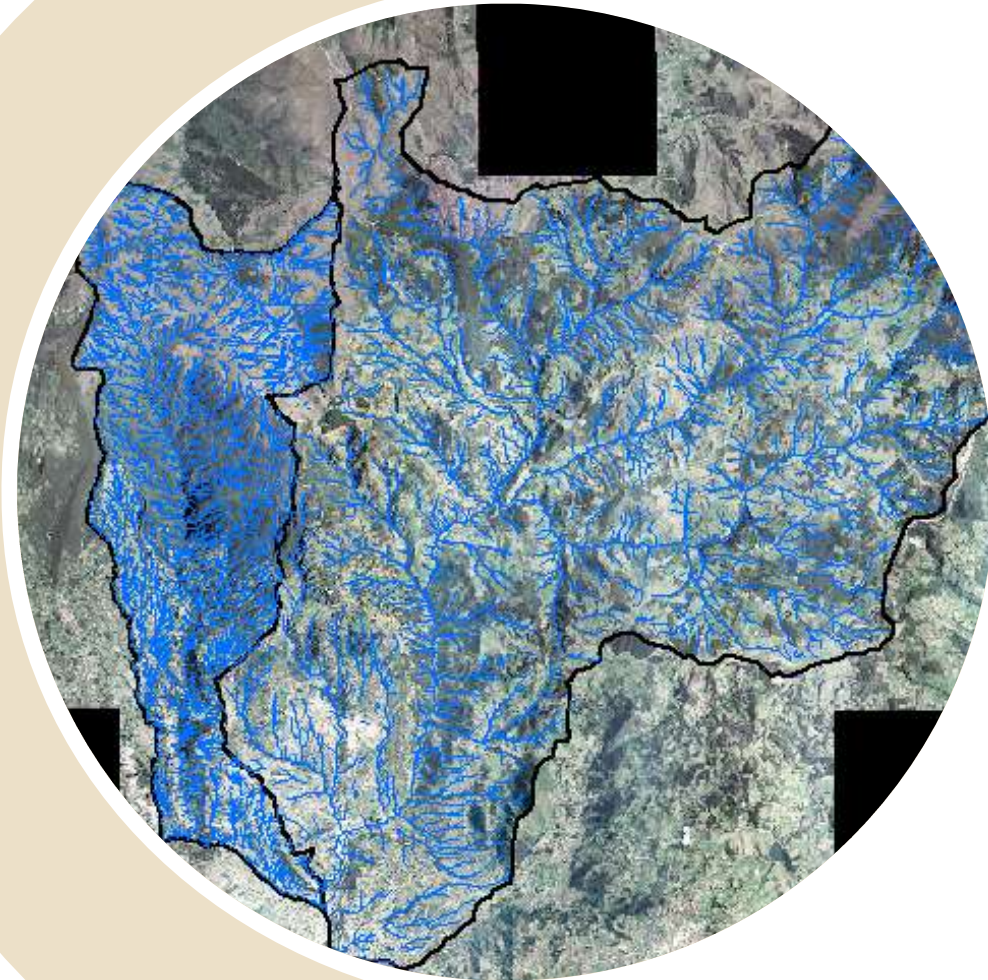
# Análisis de temperatura

**AÑOS TIPO**

Año	Aguilan	Condoryacu	Llaucay	Molobog	Puglioma	Cubilan	Guapan	Nudpub	Uchupucun
2010	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco
2011	Humedo	Humedo	Humedo	Humedo	Humedo	Humedo	Humedo	Humedo	Humedo
2012	Medio	Humedo	Humedo	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Humedo
2013	Medio	Medio	Humedo	Medio	Medio	Medio	Humedo	Humedo	Medio
2014	Medio	Medio	Seco	Medio	Medio	Medio	Humedo	Medio	Medio
2015	Medio	Medio	Seco	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio
2016	Medio	Medio	Seco	Medio	Medio	Medio	Medio	Seco	Medio
2017	Humedo	Humedo	Humedo	Humedo	Humedo	Humedo	Humedo	Medio	Humedo
2018	Seco	Seco	Medio	Seco	Seco	Seco	Humedo	Seco	Seco
2019	Medio	Seco	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Humedo	Seco
2020	Humedo	Humedo	Humedo	Humedo	Medio	Medio	Medio	Humedo	Humedo
2021	Humedo	Humedo	Humedo	Humedo	Humedo	Humedo	Medio	Humedo	Humedo
2022	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco

**MESES TIPO**

Meses	Aguilan	Condoryacu	Llaucay	Molobog	Puglioma	Cubilan	Guapan	Nudpub	Uchupucun
Enero	Seco	Medio	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Medio
Febrero	Seco	Medio	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Medio
Marzo	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Humedo	Medio	Medio
Abril	Humedo	Humedo	Humedo	Humedo	Humedo	Humedo	Humedo	Humedo	Humedo
Mayo	Humedo	Medio	Humedo	Medio	Humedo	Humedo	Medio	Humedo	Medio
Junio	Humedo	Medio	Humedo	Humedo	Humedo	Humedo	Medio	Humedo	Medio
Julio	Humedo	Humedo	Humedo	Humedo	Humedo	Humedo	Medio	Humedo	Humedo
Agosto	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco
Septiembre	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco
Octubre	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio
Noviembre	Humedo	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Humedo	Medio	Medio
Diciembre	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Humedo	Seco	Medio



# MODELO HIDROLÓGICO

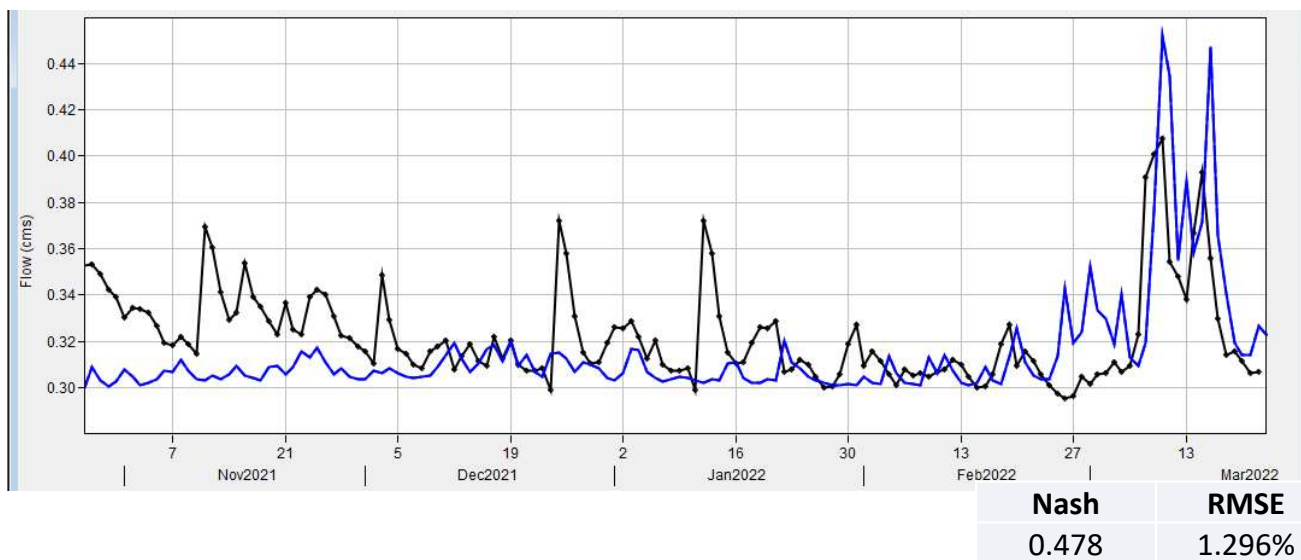
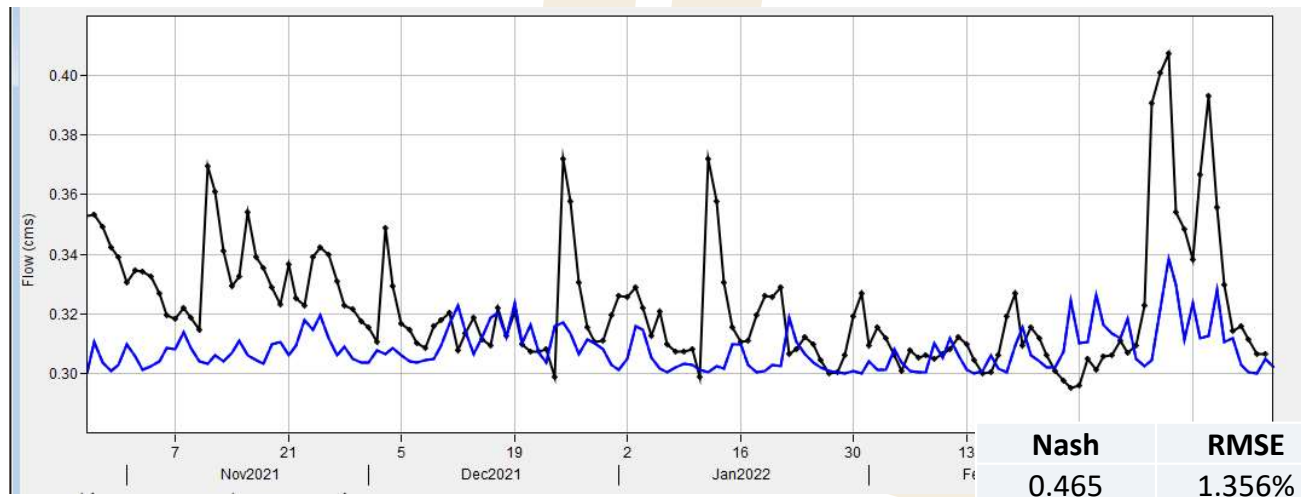
---

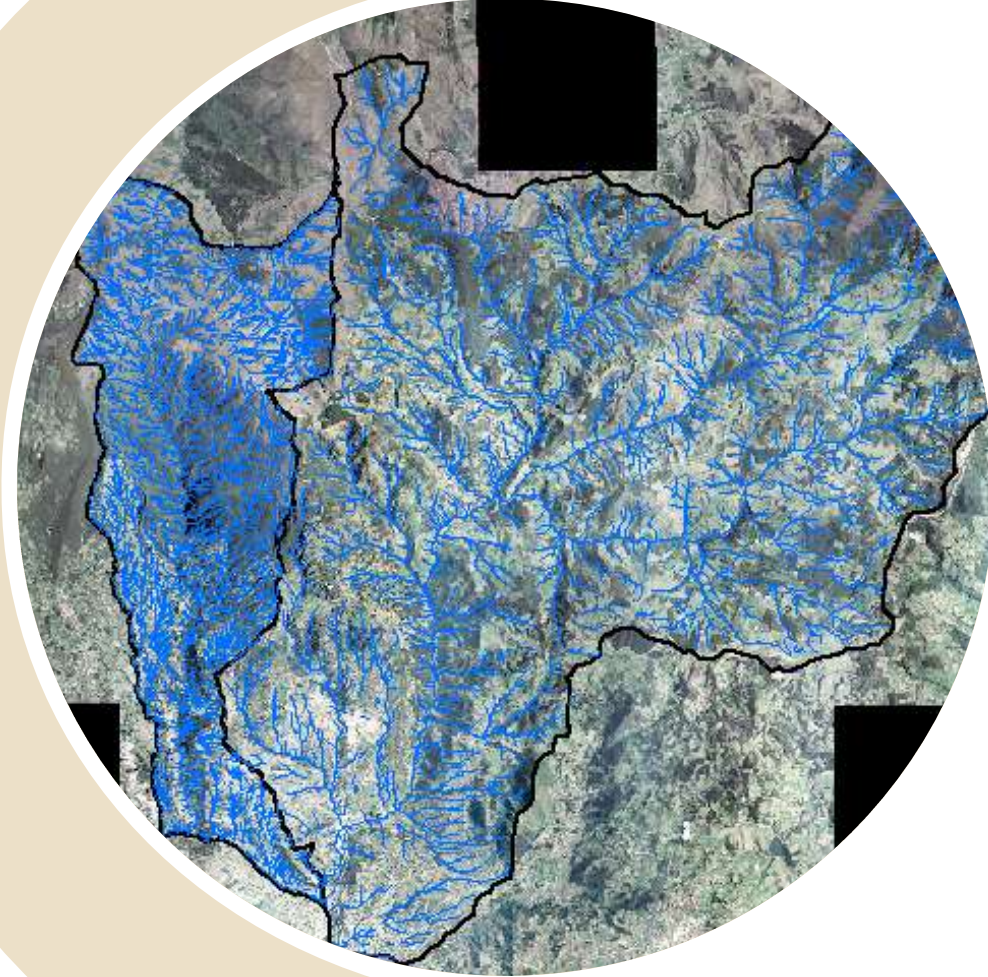


Índice	Ajuste
$NSE < 0.2$	Insuficiente
$0.2 \leq NSE < 0.4$	Satisfactorio
$0.4 \leq NSE < 0.6$	Bueno
$0.6 \leq NSE \leq 0.8$	Muy Bueno
$NSE > 0.8$	Excelente

Microcuenca	CN
Llaucay	74.11
Nudpud	78.29
Condoryacu / Rosario	80.86
Mapayacu	78.93
Tabacay	74.71

Microcuenca	Abstracción inicial
Llaucay	41.00
Nudpud	37.49
Condoryacu / Rosario	35.25
Mapayacu	36.33
Tabacay	34.70



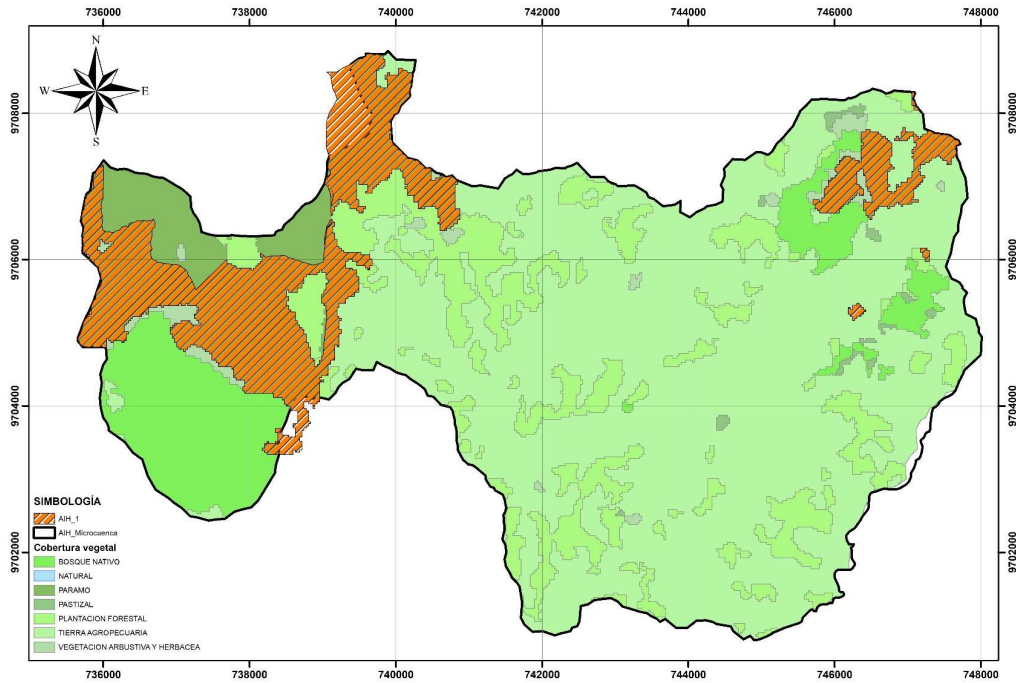


# ÁREAS DE INTERÉS HÍDRICO

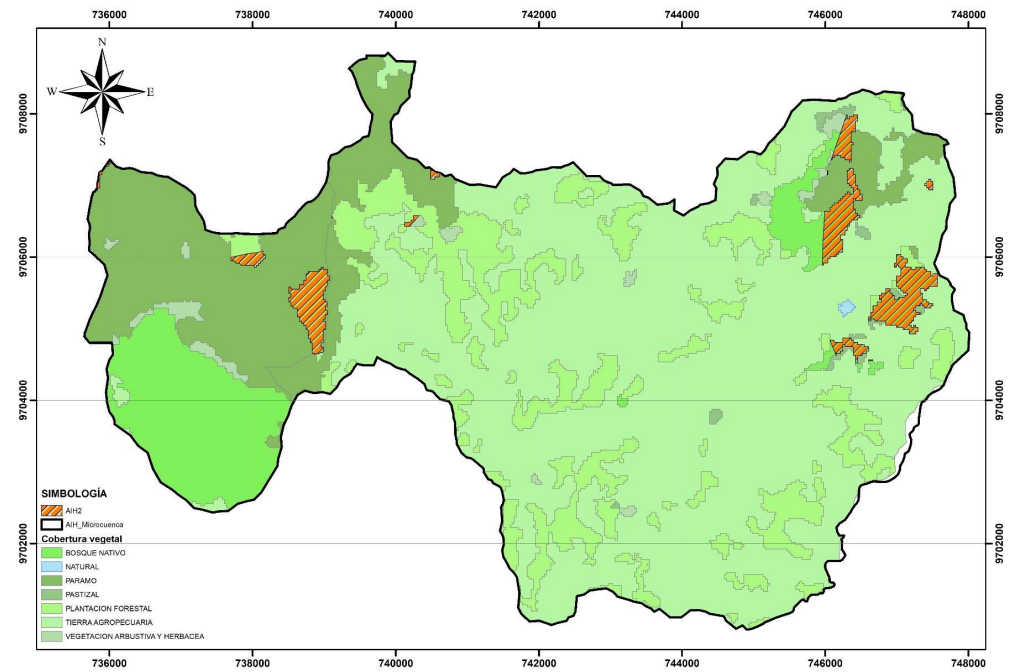
---

# ÁREAS DE INTERES HÍDRICO

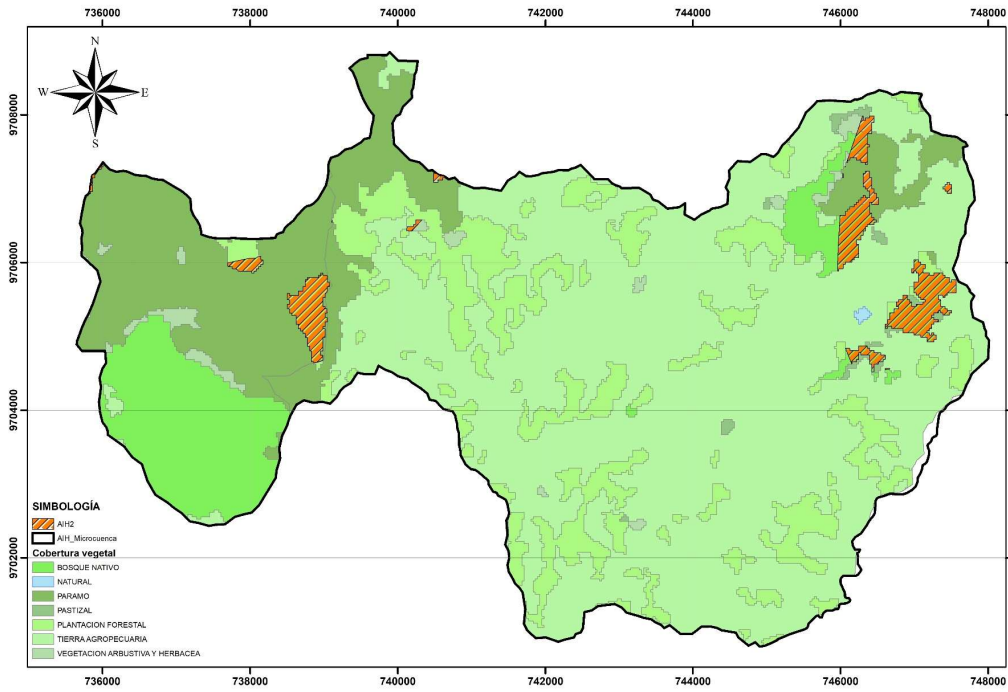
MAPA DE ÁREAS DE INTERES HÍDRICO - ESCALA 1:50.000 - 2023



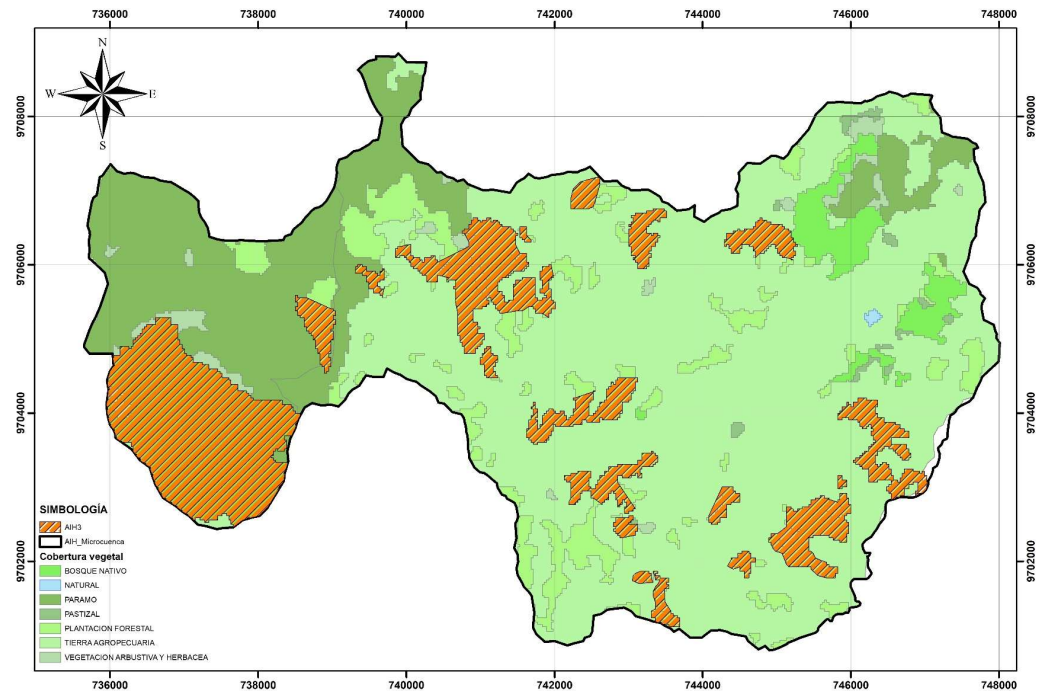
MAPA DE ÁREAS DE INTERES HÍDRICO - ESCALA 1:50.000 - 2023

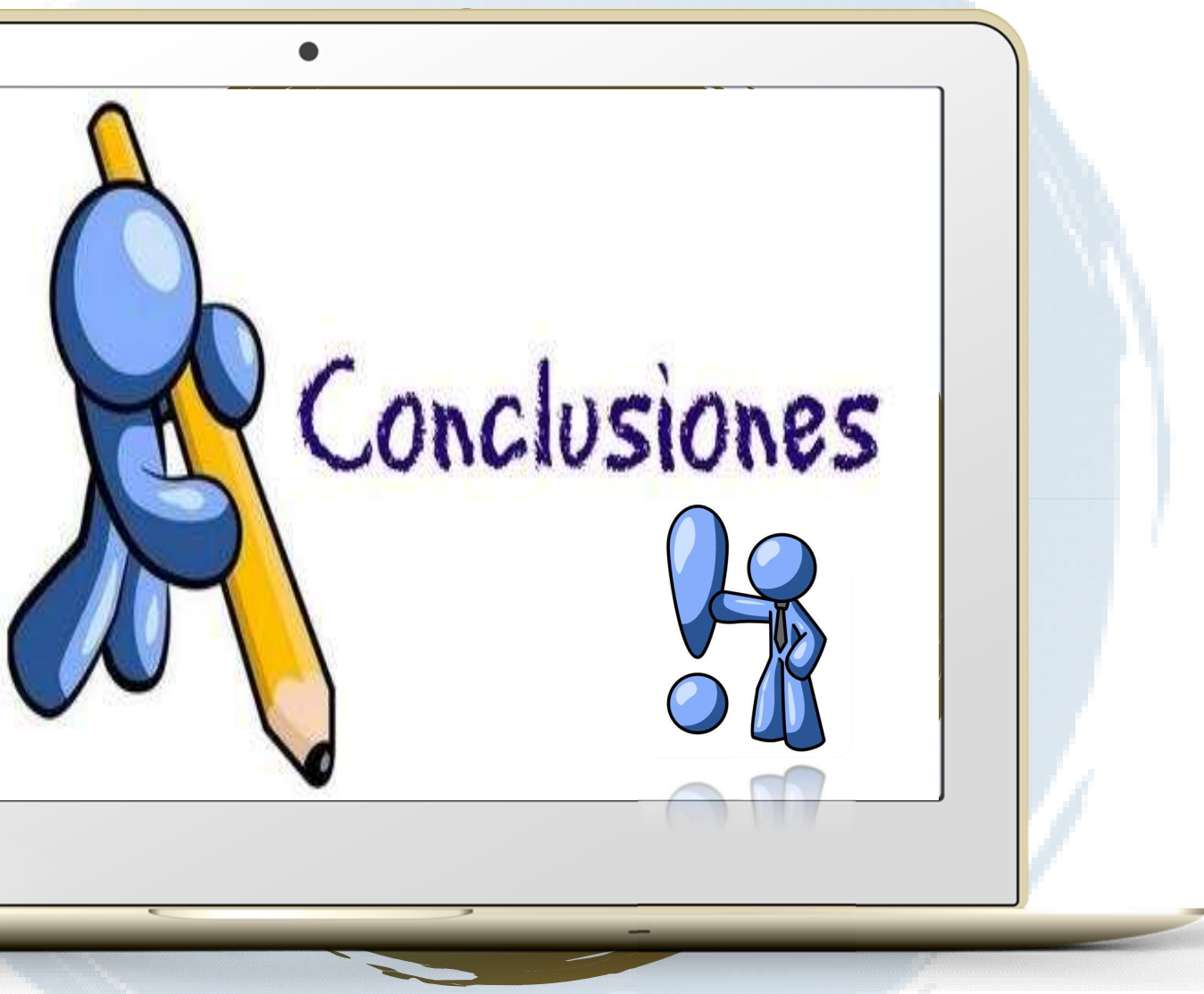


### MAPA DE ÁREAS DE INTERES HÍDRICO - ESCALA 1:50.000 - 2023



### MAPA DE ÁREAS DE INTERES HÍDRICO - ESCALA 1:50.000 - 2023







Muchas gracias

