



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y DE LA CONSTRUCCIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA Y DEL MEDIO AMBIENTE



“Análisis de la presencia de microplástico a través del índice de vegetación diferenciada con imágenes satelitales en Los Manglares Cayapas Mataje, Rio Muisne e Isla Santay”

Autoras: Centeno Chacón, Mariela Alexandra y Valverde Tapia, Katherine Lisbeth.

Directora del proyecto

Ing. Guevara García, Paulina Valeria, PhD.

Director de Carrera

Ing. Robayo Nieto, Alexander Msc

Docente Evaluador

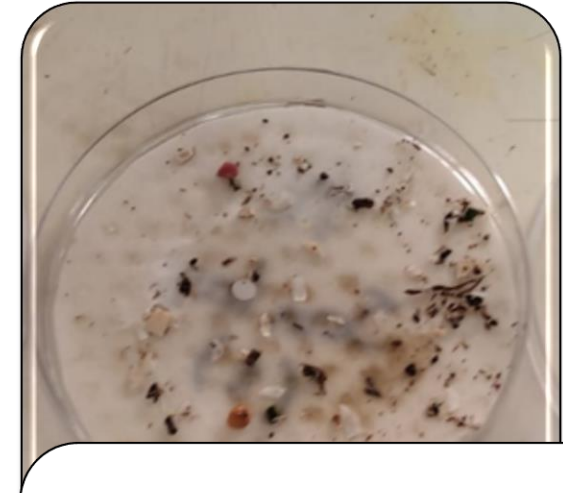
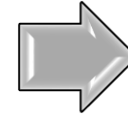
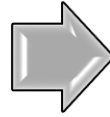
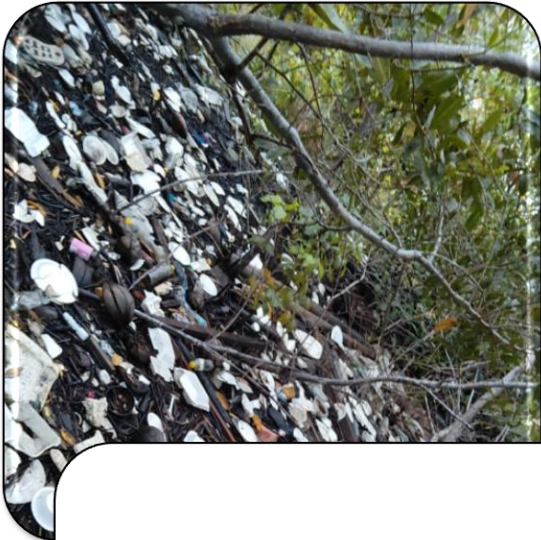
Ing. Izar, Sinde Gonzales, PhD

Secretaria Académica

Ab. Michelle Benavides Guzmán



Antecedentes



Contaminación Marina

- Problema de índole mundial.
- Acumulación de basura arrastradas por corrientes.
- Afecta especies marinas, naturales y al ser humano

Ecosistemas de Manglar

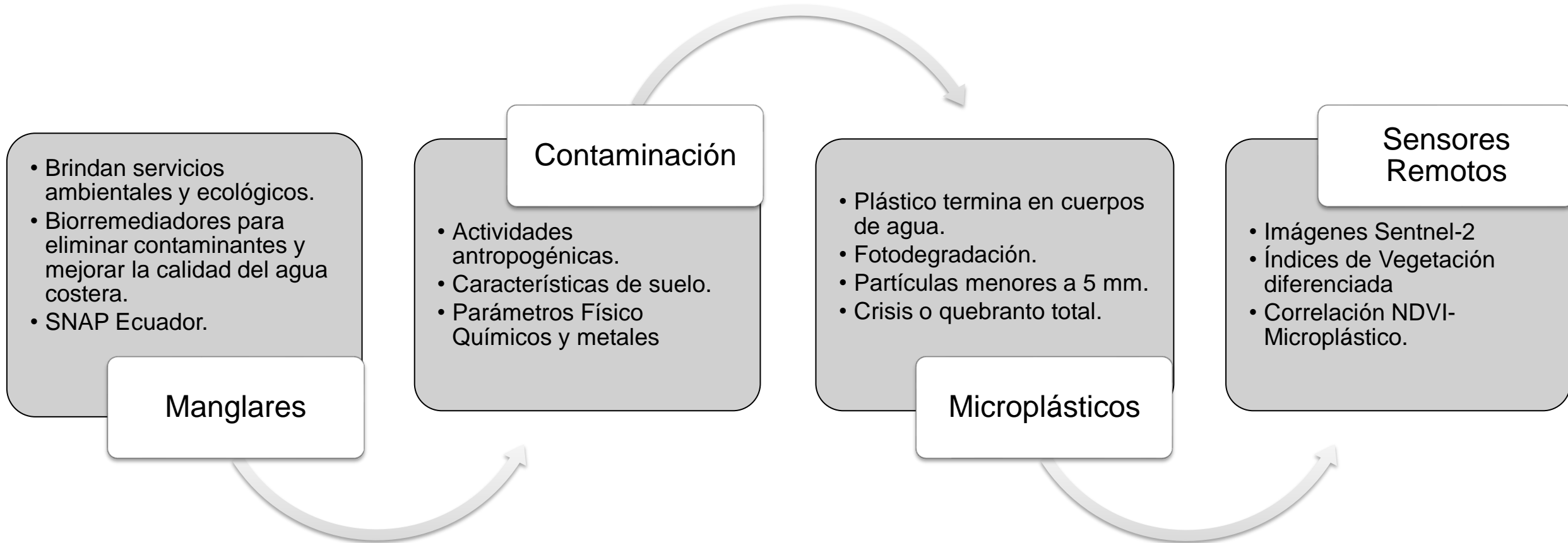
- Las principales barreras en la acumulación de estos residuos
- Los escasos remanentes de manglar que se sitúan principalmente en las costas de Panamá, Costa Rica, Colombia, Ecuador y Perú.
- 26% de manglar en el mundo

Plásticos-Microplásticos

- Degradación de desechos plásticos, ocasionados por diversos componentes
- Acumulación en organismos vivos.
- Afectan al ecosistema



Planteamiento del Problema



Objetivos

Objetivo General:

Determinar la presencia de microplástico a través del índice de vegetación diferenciada (NDVI) mediante un análisis multitemporal 2015-2021 de imágenes satelitales Sentinel 2 y muestras de sedimentos de los manglares Cayapas Mataje, Rio Muisne e Isla Santay para generar un modelo predictivo al año 2025.

Objetivos Específicos:

Objetivo. 1

- Recolectar muestras para determinar la cantidad de microplásticos, porcentaje de materia orgánica y presencia de metales en suelos de manglar

Objetivo. 2

- Obtener valores del índice de vegetación diferenciada (NDVI) en las zonas de manglar del periodo 2015 -2021 mediante las correcciones, tratamiento y procesamiento de imágenes satelitales Sentinel 2.

Objetivo. 3

- Establecer la correlación entre microplástico – NDVI con criterios de afectaciones antropogénicas (población baja, media y alta), mediante un modelo predictivo al año 2025.

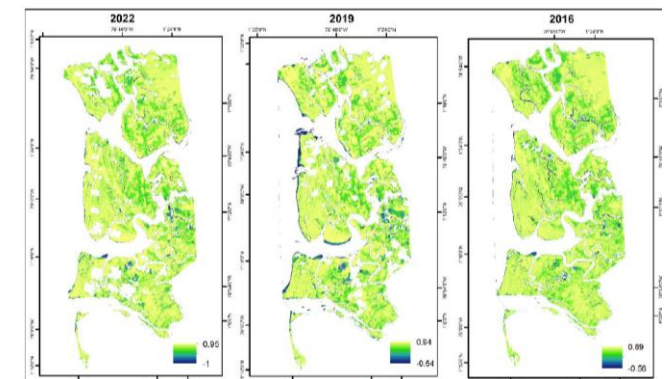
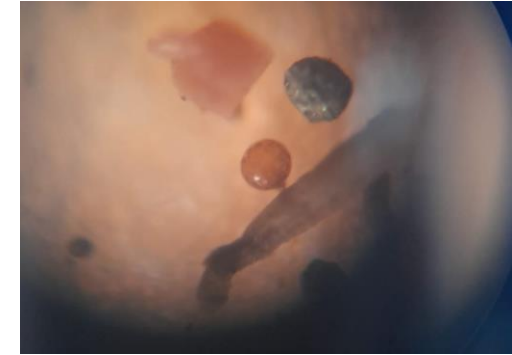


Justificación e Importancia

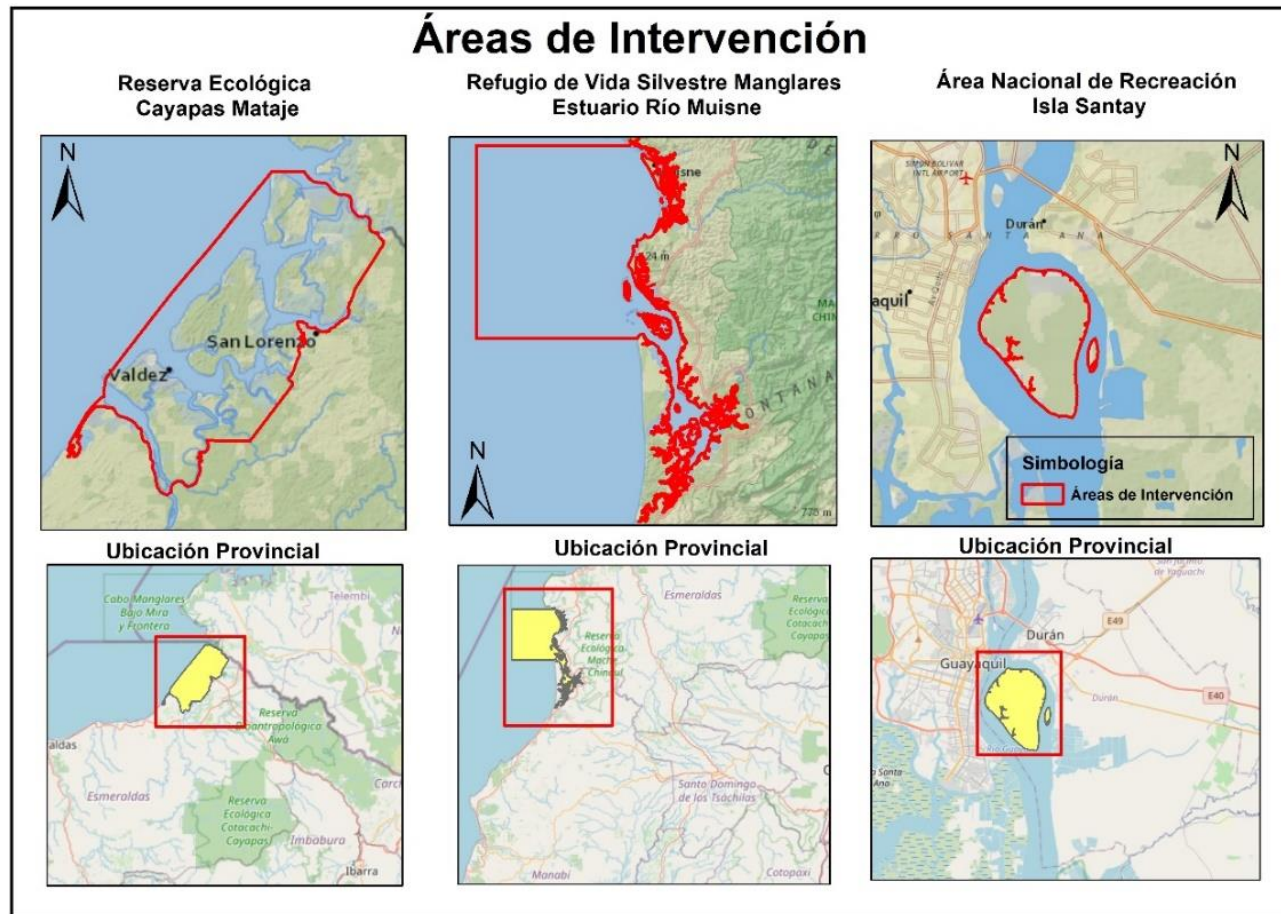
Producción anual mundial de plásticos es de alrededor de 280 millones de toneladas, la gran mayoría para uso desechable, están sujetos a la erosión por el viento y la lluvia llegando a zonas costeras, generalmente estos elementos se acumulan como desechos en el medio ambiente, incluidos los mares, manglares y vertederos (Rocha-Santos & Duarte, 2015).

Contribuir al conocimiento de la contaminación por microplásticos. En Ecuador, pocos estudios abordan el problema de los MSP, es por ello que el objetivo fue evaluar la contaminación de estos contaminantes en suelos de manglar con ayuda de información geográfica .

Análisis estadísticos a más de concluir cuál área protegida tiene mayor incidencia de MSP y contaminación ambiental dependiendo cada situación y sector, lo cual ayudara a aplicar en cada caso las medidas correctivas y preventivas para mejorar estos ecosistemas.



Descripción del área de estudio



Región:

Costa

Provincias:

Esmeraldas,
Manabí y
Guayas

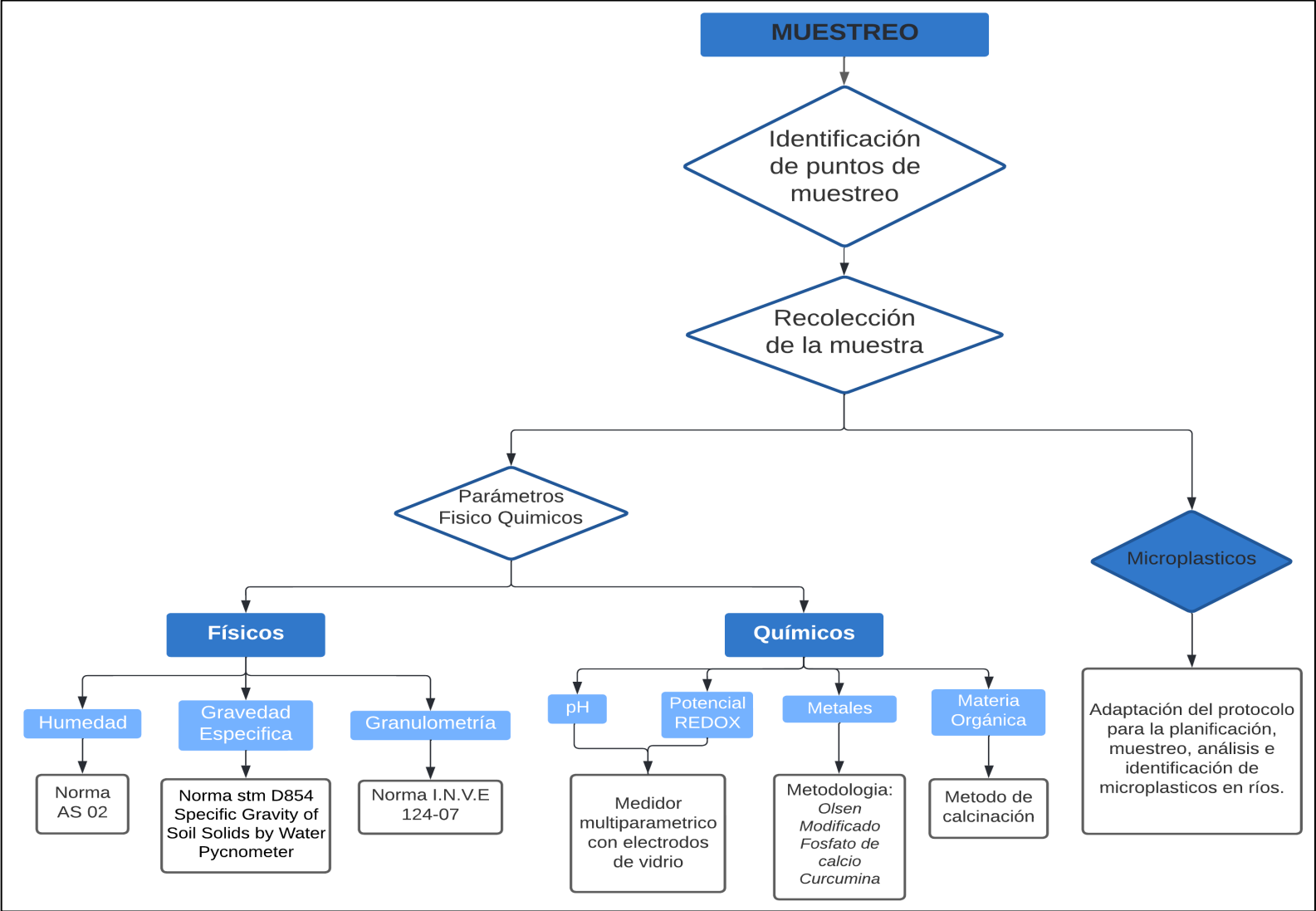
Cantones:

San Lorenzo,
Muisne,
Guayaquil

Lugar	Ubicación Geográfica
Reserva Ecológica Cayapas Mataje	1°18'07"N 78°54'19"O
Refugio de vida silvestre Manglares Estuario Río Muisne	0°35'58"N 80°01'38"O
Área Nacional de Recreación Isla Santay	2°13'05"S 79°51'13"O

Tabla 1 Ubicación Geográfica de los focos de estudio.
 Nota. Coordenadas de las reservas a estudiar (SNAP, 2022)

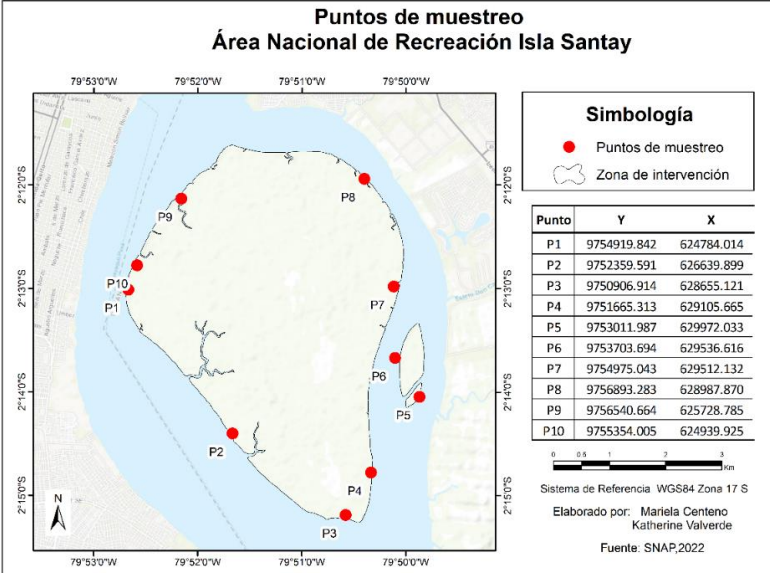
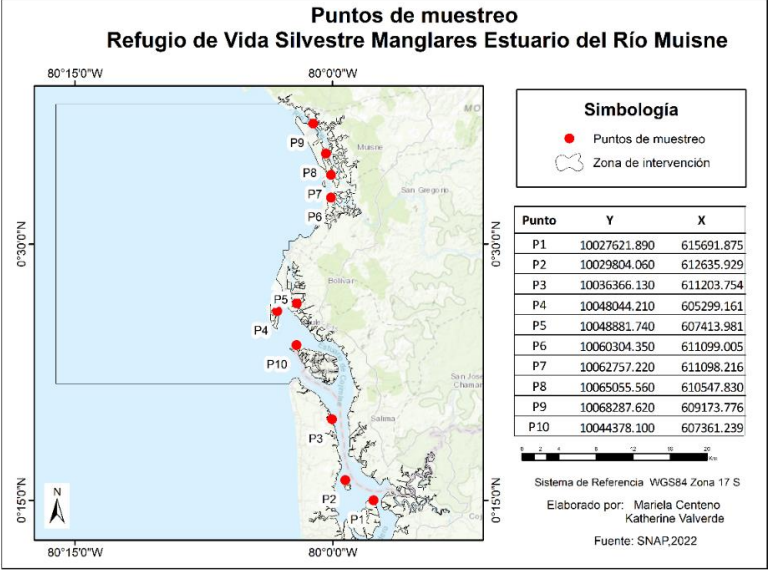
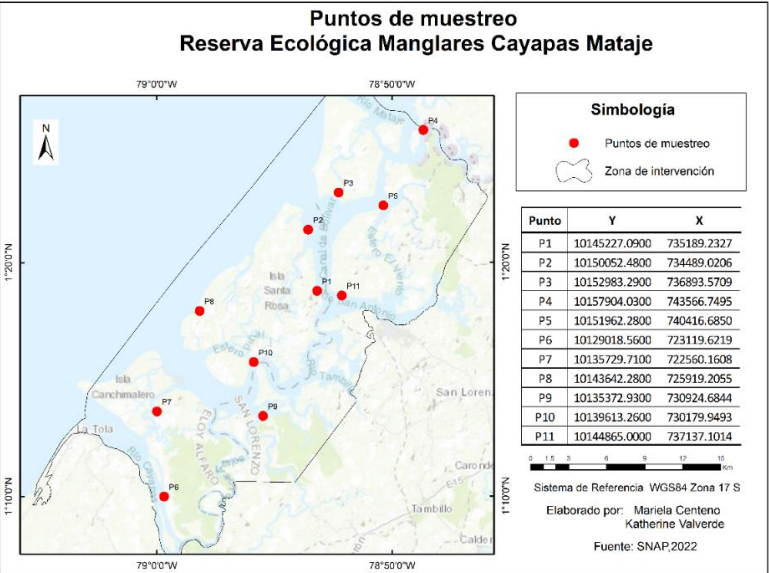
Metodología :



Metodología :

Primera Etapa

Puntos de muestreo



Metodología: Muestreo en Suelo



*Remanentes de Manglar refugio de vida silvestre
Manglares Estuario Río Muisne.*



*Zonas de Manglar en el área nacional de
recreación Isla Santay*



*Zona de Manglar reserva ecológica
Cayapas Mataje*



Metodología: Muestreo en Suelo

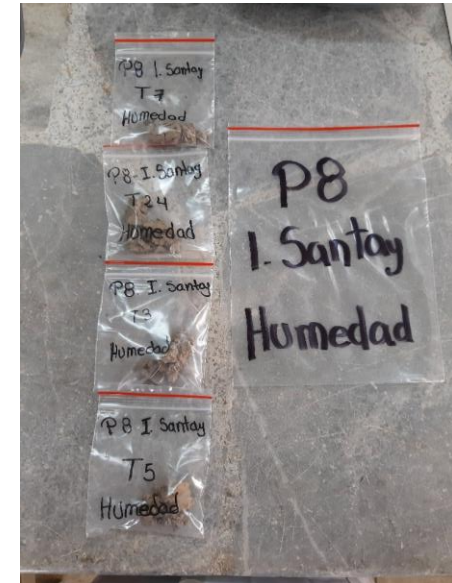


ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Metodología : Análisis de laboratorio parámetros físicos .

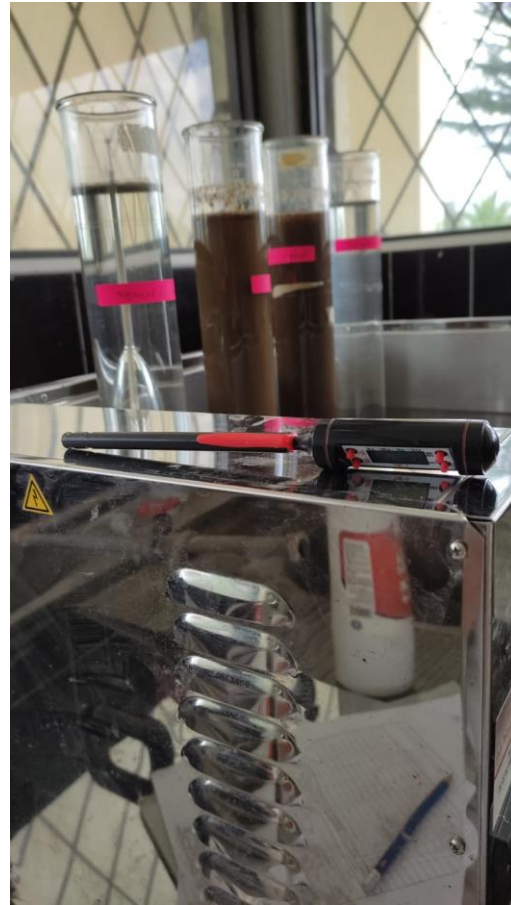
PARÁMETRO	UNIDAD	MÉTODO
Humedad	%	Norma AS 02
Gravedad Especifica	g/cm ³	Norma stm D854
Granulometría	%, mm	Norma I.N.V.E 124-07

Humedad

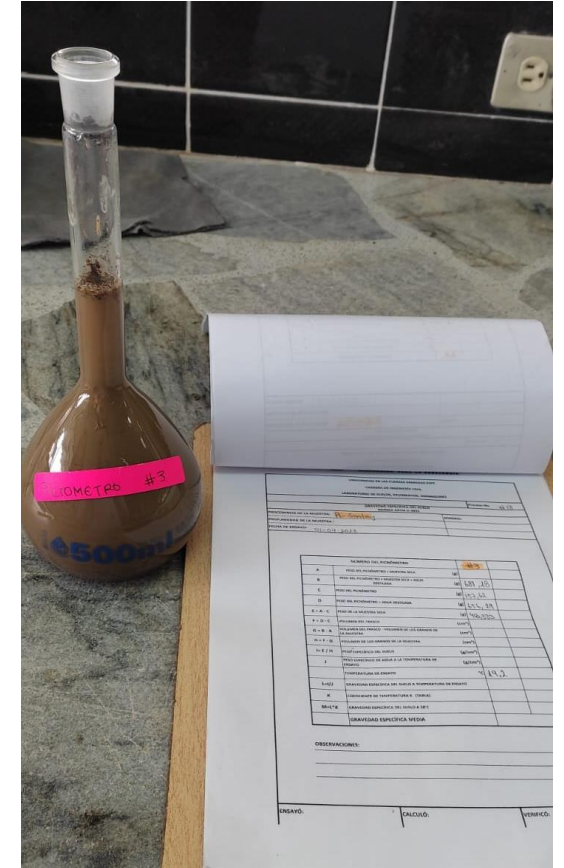


Metodología : Análisis de laboratorio parámetros físicos .

Gravedad Específica



Granulometría



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Metodología : Análisis de laboratorio parámetros químicos

PARÁMETRO	UNIDAD	MÉTODO
pH	Unidades de pH	Electrodo de vidrio
Potencial Redox	mV	
Materia Orgánica	%	Calcinación
pH*	Unidades de pH	Suelo: Agua (1:2.5)
S*	ppm	Fosfato de Calcio
Cu, Fe, Mn, Zn*	ppm	Olsen Modificado



Metodología : Análisis de laboratorio parámetros químicos

pH

Potencial Redox

Materia Orgánica

Metales



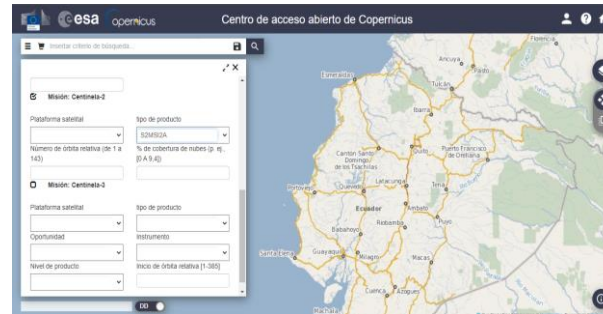
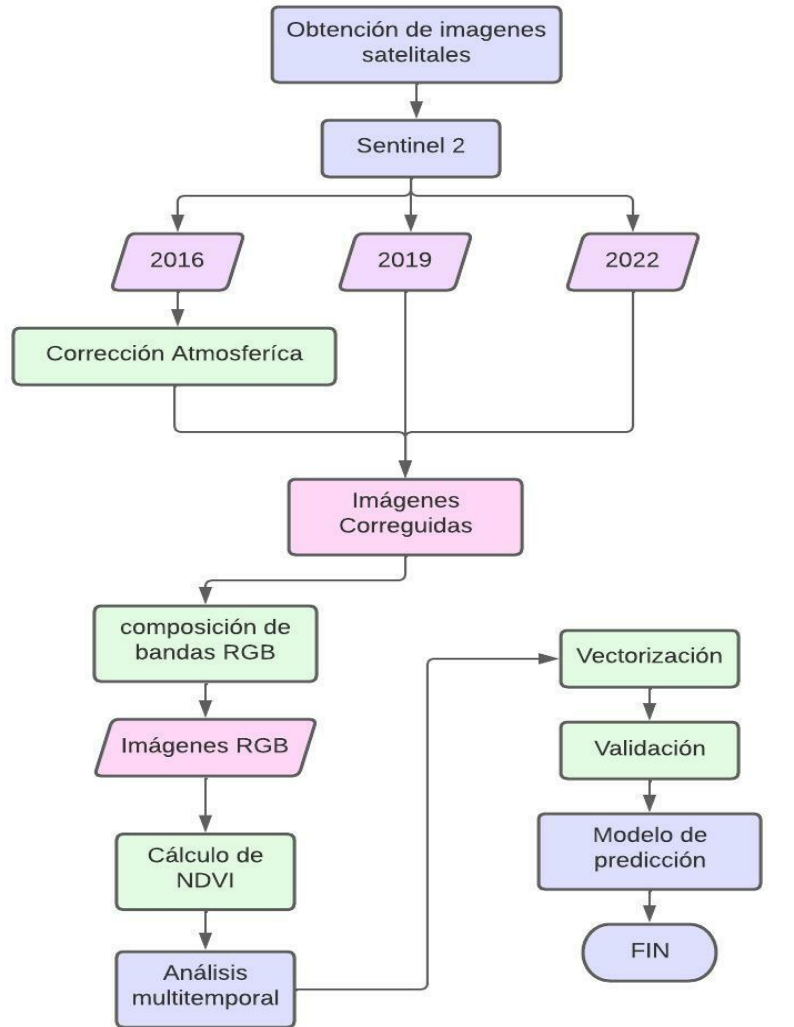
ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Metodología : Análisis de laboratorio microplásticos

PARÁMETRO	UNIDAD	MÉTODO
Microplásticos	Numérico	Adaptación del protocolo para la planificación, muestreo,
	Muestra 0 -20 cm	análisis e identificación de microplásticos en ríos.



Metodología : Imágenes Satelitales



Obtención de imágenes satelitales: European Space Agency

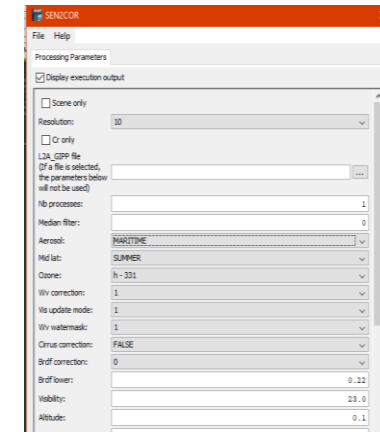
Periodos de toma:

- Cayapas: Enero y Septiembre.
- Muisne: Febrero, Marzo y Abril.
- Isla Santay: Abril y Mayo.

Porcentaje de nubes: Mínima

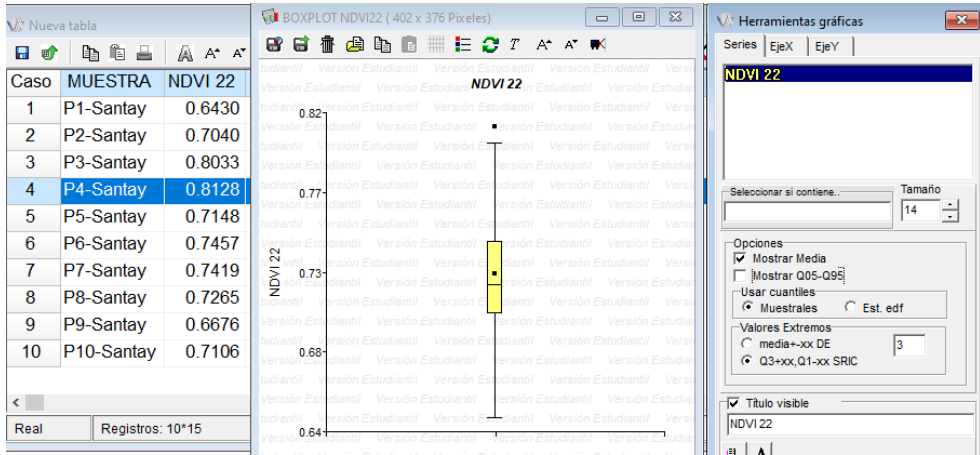
Satélite: Sentinel 2

Sensor	Resolución espectral	Resolución espacial	Resolución temporal	Resolución radiométrica	
Sentinel 2	13 Bandas	Banda 1	60 m	5 días	12 bits
		Banda 2	10 m		
		Banda 3	10 m		
		Banda 4	10 m		
		Banda 5	20 m		
		Banda 6	20 m		
		Banda 7	20 m		
		Banda 8	10 m		
		Banda 8A	20 m		
		Banda 9	60 m		
		Banda 10	60 m		
		Banda 11	20 m		
Banda 12	20 m				

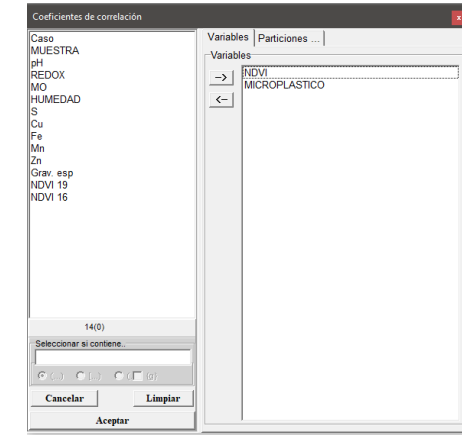


Metodología : Análisis Estadísticos InfoStat

Correlación Lineal



Regresión Lineal



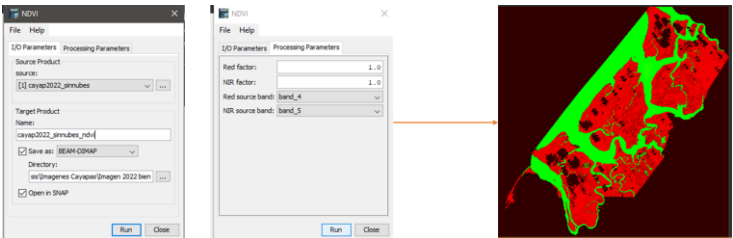
	NDVI	pH	Redox	Materia Orgánica	Humedad	Azufre	Cobre	Hierro	Manganeso	Zinc	Gravedad específica	Microplástico
NDVI	1.00											
pH	0.14	1.00										
Redox	-0.15	-0.86	1.00									
Materia Orgánica	-0.34	-0.15	0.010	1.00								
Humedad	0.14	0.25	0.14	-0.28	1.00							
Azufre	0.43	0.73	-0.79	-0.12	0.03	1.00						
Cobre	-0.11	-0.49	0.74	0.32	0.26	-0.37	1.00					
Hierro	-0.09	-0.77	0.83	0.15	-0.17	-0.83	0.52	1.00				
Manganeso	-0.001	0.58	-0.31	-0.03	0.74	0.34	0.10	-0.57	1.00			
Zinc	0.44	-0.15	0.30	0.08	0.18	0.25	0.70	0.06	0.13	1.00		
Gravedad específica	0.30	0.05	-0.03	-0.69	0.41	0.07	-0.28	-0.25	0.34	-0.21	1.00	
Microplástico	-0.45	-0.45	0.24	0.00	-0.10	-0.62	-0.30	0.23	-0.21	-0.73	0.34	1.00

Coeficientes de regresión y estadísticos asociados									
Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF	
const	0.86	0.09	0.63	1.09	9.14	0.0001			
MICROP	-0.01	4.30E-03	-0.02	1.30E-03	-2.13	0.0768	4.56	1	

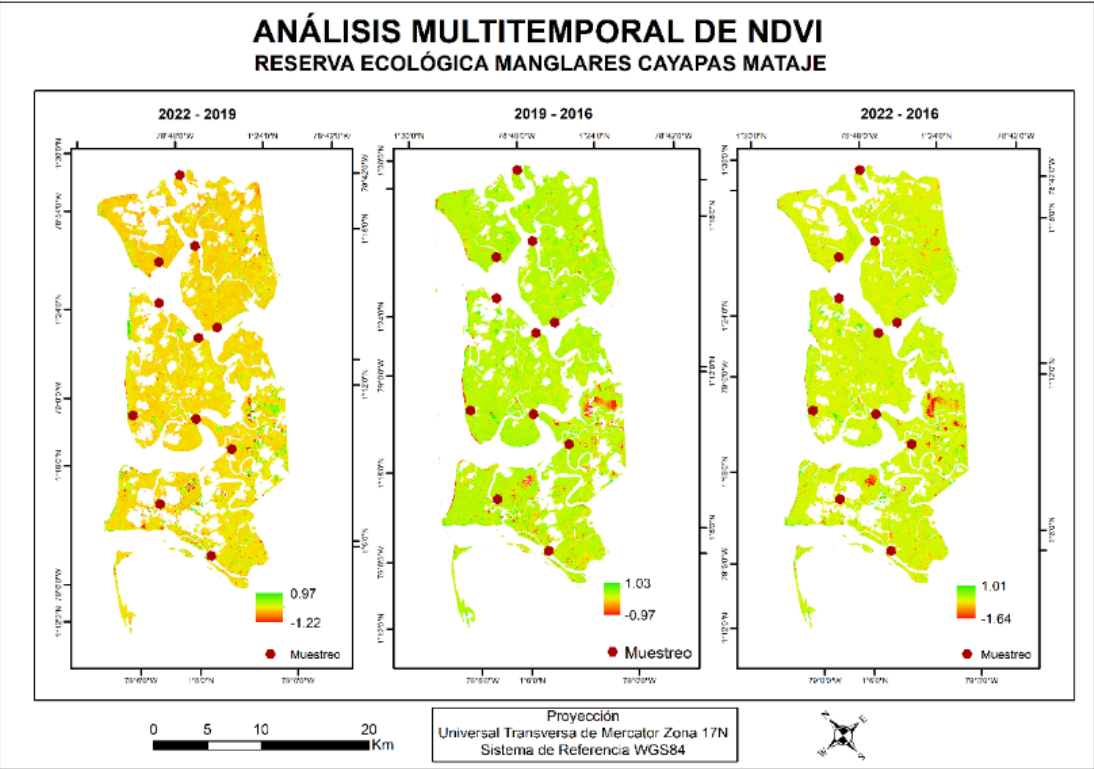
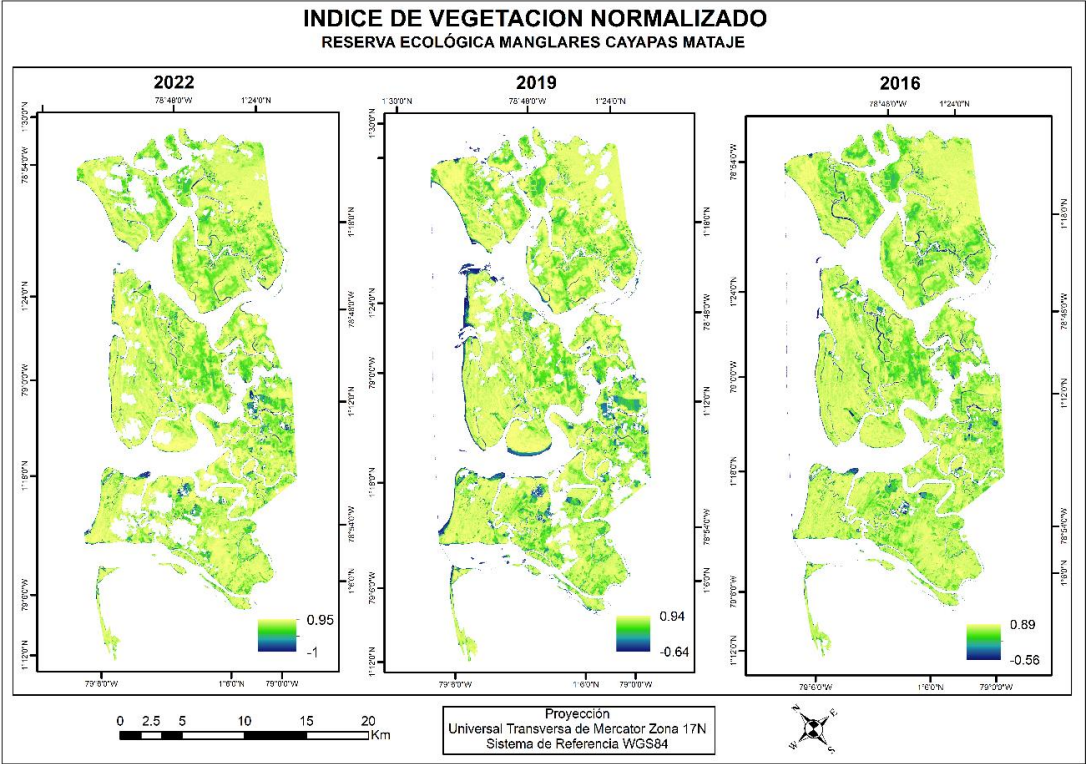
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.04	1	0.04	4.56	0.0768
MICROP	0.04	1	0.04	4.56	0.0768
Error	0.05	6	0.01		
Total	0.09	7			



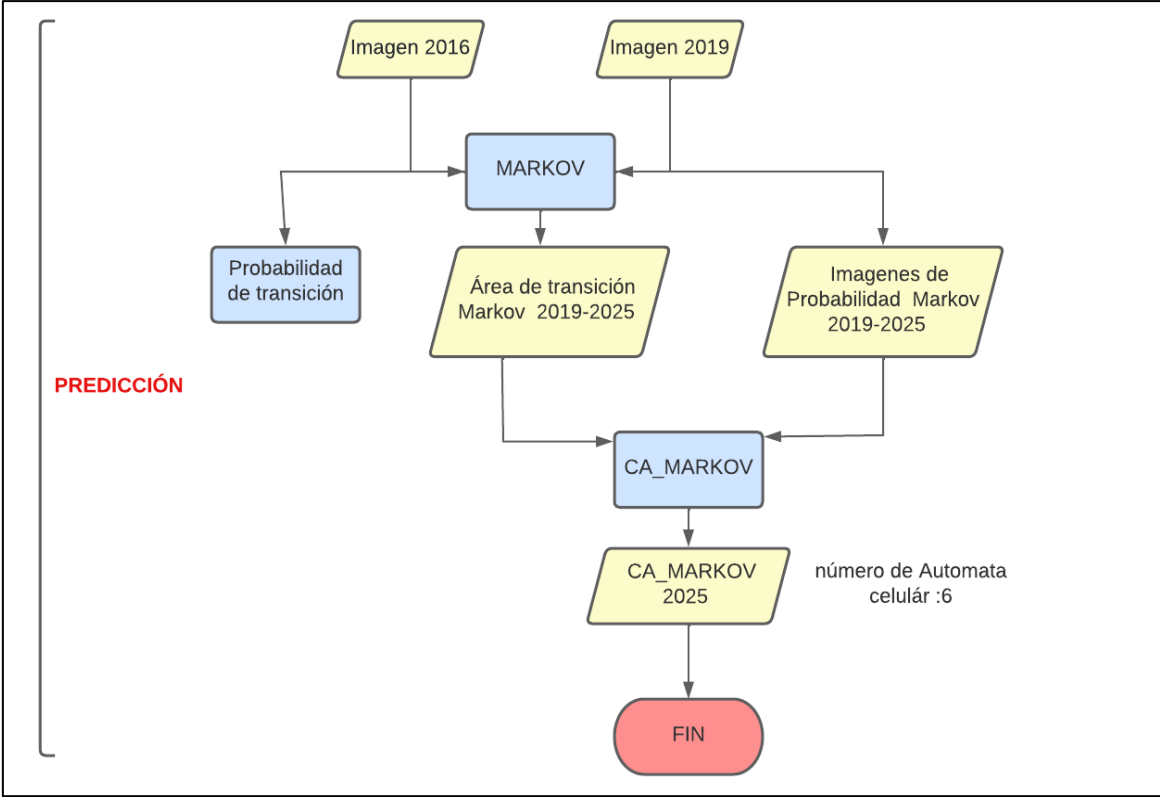
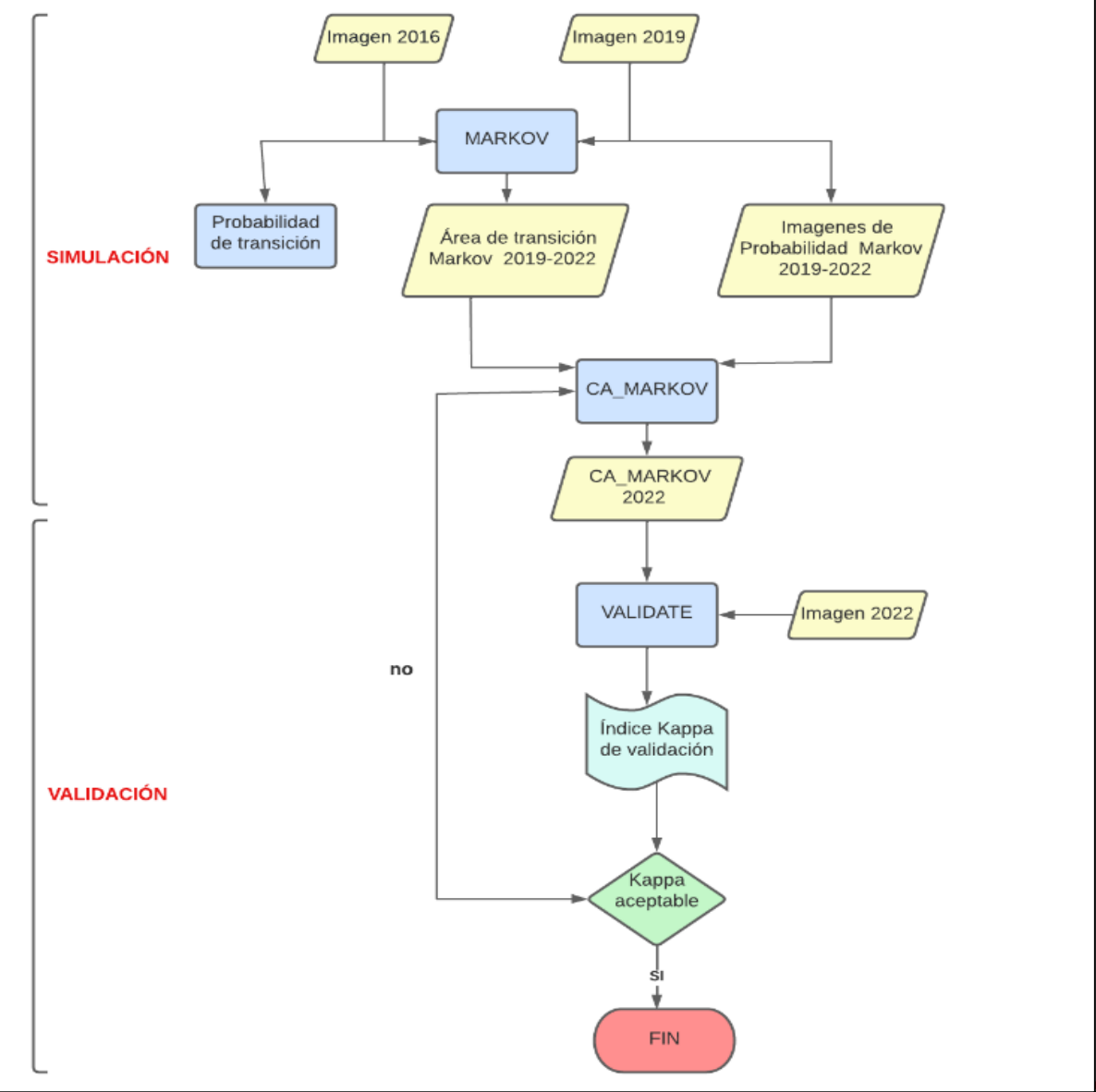
Metodología : NDVI y Análisis Multitemporal



Cayapas 2019-2016		
ha	%	
3061.42212	9.29841584	disminuyó
29862.7036	90.7015842	aumento



Metodología : Modelo de Predicción



Simulación y predicción mediante cadenas de Markov



Resultados : Parámetros físicos.

Humedad

PUNTO	PROFUNDIDAD			
	0-10	10-20	20-30	30 o más
CAYAPAS (%)				
P1	27.7	24.9	31.7	27.9
P2	14.2	27.6	31.3	25.8
P3	15.3	16.0	16.4	18.6
P4	7.2	14.2	17.9	16.9
P5	30.3	18.9	30.0	22.3
P6	18.9	18.0	21.4	
P7	19.1	37.2	28.2	
P8	16.4	14.5	12.4	
P9	23.6	20.5	16.6	
P10	11.8	17.5	21.4	
P11	10.4	12.4	10.2	

PUNTO	PROFUNDIDAD			
	0-10	10-20	20-30	30 o más
MUISNE (%)				
P1	8.5	7.9	7.7	7.4
P2	5.2	9.2	6.2	
P3	29.8	29.8	25.6	22.8
P4	8.5	11.7	14.8	12.8
P5	9.3	10.4	12.3	16.0
P6	18.8	15.7	14.7	16.1
P7	9.4	11.8	9.8	
P8	18.4	12.4	19.2	17.9
P9	8.0	10.4	17.7	16.3
P10	17.1	12.9	15.9	

PUNTO	PROFUNDIDAD			
	0-10	10-20	20-30	30 o más
SANTAY (%)				
P1	12.8	14.6	13.6	12.5
P2	13.7	10.6	11.4	
P3	30.2	24.1	34.2	
P4	22.6	22.7	19.2	
P5	19.9	23.1	29.9	25.5
P6	21.7	33.6	22.5	
P7	24.3	23.9	22.8	
P8	39.8	39.8	27.3	26.8
P9	30.2	29.7	32.2	
P10	32.5	19.8	20.1	18.8

Muisne el punto 3 presenta el valor más alto en los 4 núcleos con un promedio 27%, y el punto 2 el valor más bajo en los 3 núcleos con un promedio de 6.8%

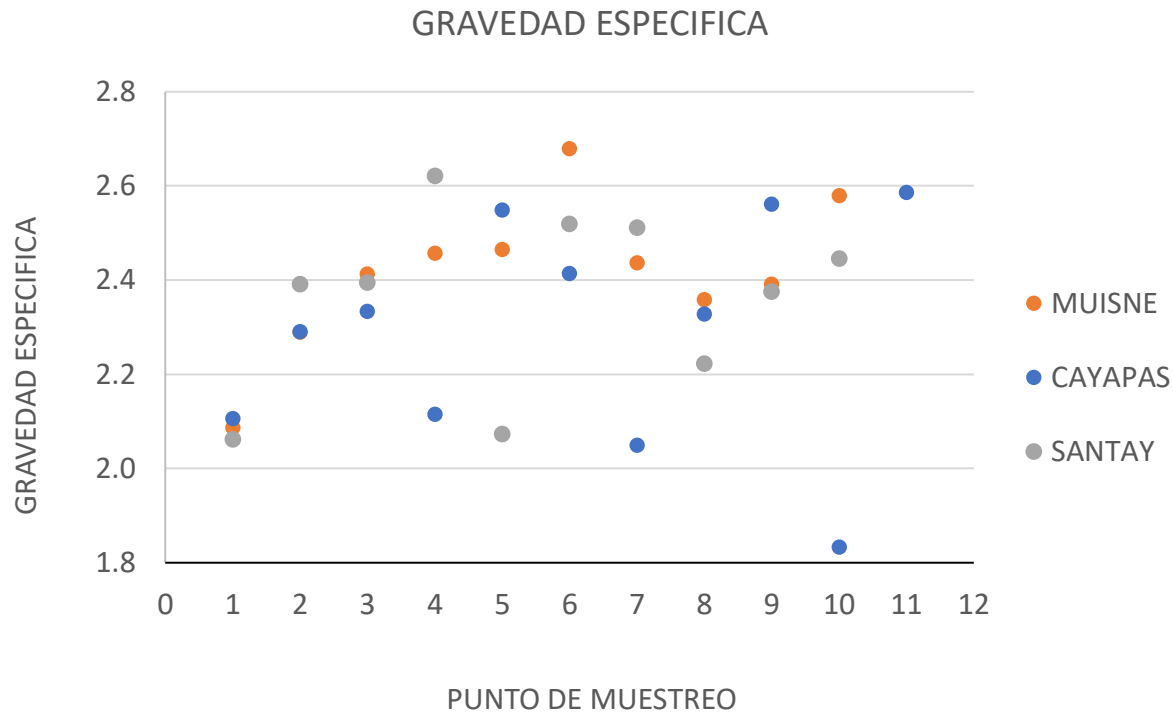
Cayapas el punto 7 presenta el valor más alto con un promedio de 28.2% y el punto 11 el valor más bajo con un promedio de 11%

Santay el punto 8 contiene la mayor humedad con promedio de 33.4% y el punto 2 el valor más bajo con promedio de 11.9%



Resultados : Parámetros físicos.

Gravedad Específica



En las 3 áreas la gravedad específica es menor a 2.67 denotando 3 tipos de suelos: granulares, orgánicos y arcillas.

	Tipo de Suelo	Gravedad Específica (Gs)
Inorgánico	Grava	2,65
Inorgánico	Arena	2,65
Inorgánico	Arena arcillosa	2,67
Inorgánico	Limo arenoso	2,66
Inorgánico	Limo	2,64 - 2,68
Inorgánico	Limo arcillo arenoso	2,67
Inorgánico	Arcilla	2,68 - 2,70
Orgánico	Limos con trozos de materia orgánica	2,30
Orgánico	Lodos aluviales	2,13 - 2,60
Orgánico	Turba	1,50 - 2,15
Orgánico	Arcilla	2,60

Valores promedio de gravedad específica para suelos



Resultados : Parámetros físicos.

Granulometría

PUNTO	ELEMENTO			CLASE TEXTURAL
	ARENA	LIMOS	ARCILLAS	
CAYAPAS				
P1	20.0	54.1	25.9	Franco limoso
P10	17.3	58.5	24.2	Franco limoso
P11	84.3	10.4	5.4	Areno francoso
P2	54.1	28.4	17.5	Franco arenoso
P3	23.0	54.6	22.4	Franco limoso
P4	80.5	12.1	7.4	Areno francoso
P5	27.1	48.7	24.3	Franco
P6	8.0	59.8	32.2	Franco arcillo limoso
P7	15.0	52.3	32.8	Franco arcillo limoso
P8	52.5	30.3	17.2	Franco arenoso
P9	67.9	19.5	12.6	Franco arenoso

PUNTO	ELEMENTO			CLASE TEXTURAL
	ARENA	LIMOS	ARCILLAS	
MUISNE				
P1	24.4	45.7	30.0	Franco
P10	68.4	13.6	17.9	Franco arenoso
P2	66.7	16.5	16.7	Franco arenoso
P3	52.6	24.9	22.5	Franco arcillo arenoso
P4	79.1	12.9	8.0	Areno francoso
P5	79.6	13.4	7.0	Areno francoso
P6	52.6	25.7	21.6	Franco arcillo arenoso
P7	87.4	5.8	6.8	Arena
P8	31.7	31.7	36.6	Franco arcilloso
P9	65.2	17.8	17.1	Franco arenoso

PUNTO	ELEMENTO			CLASE TEXTURAL
	ARENA	LIMOS	ARCILLAS	
SANTAY				
P1	10.9	52.1	37.0	Franco arcillo limoso
P10	11.9	52.3	35.9	Franco arcillo limoso
P2	16.5	42.0	41.5	Arcillo limoso
P3	7.0	48.5	44.5	Arcillo limoso
P4	21.7	47.4	30.9	Franco arcilloso
P5	2.2	52.8	44.9	Arcillo limoso
P6	12.9	51.4	35.7	Franco arcillo limoso
P7	12.8	52.3	35.0	Franco arcillo limoso
P8	9.0	60.6	30.4	Franco arcillo limoso
P9	11.3	53.4	35.2	Franco arcillo limoso

En Cayapas las clases texturales predominantes son Franco limoso y franco arenoso, en Muisne predomina franco arenoso y en La Isla Santay la clase Franco arcillo limoso, las clases texturales se realizaron en base al triángulo textural de (FAO, 2014)



Resultados: Análisis de laboratorio parámetros químicos

pH

PUNTO	PROFUNDIDAD			
	0-10	10-20	20-30	30 o más
MUISNE				
P1	7.18	7.75	7.34	7.34
P2	7.52	7.10	7.07	
P3	7.15	7.46	7.89	8.17
P4	6.62	6.87	7.02	6.95
P5	6.95	7.20	7.36	6.96
P6	7.05	7.15	7.14	7.18
P7	7.79	7.99	7.75	
P8	7.01	7.15	6.91	7.45
P9	6.03	6.75	6.93	6.84
P10	6.61	7.21	6.98	

PUNTO	PROFUNDIDAD			
	0-10	10-20	20-30	30 o más
CAYAPAS				
P1	7.10	7.16	7.26	7.25
P2	7.68	7.47	7.55	7.85
P3	6.92	7.59	7.76	7.65
P4	7.12	7.01	7	6.89
P5	7.8	7.95	7.76	7.79
P6	6.11	5.8	6.19	
P7	5.73	6.61	6.32	
P8	6.91	6.86	6.82	
P9	6.06	5.98	5.87	
P10	6.71	6.61	6.88	
P11	5.95	6.18	6.28	

PUNTO	PROFUNDIDAD			
	0-10	10-20	20-30	30 o más
SANTAY				
P1	6.73	6.38	6.22	6.12
P2	6.83	6.57	6.43	
P3	6.61	6.38	6.41	
P4	7.62	6.14	6.03	
P5	6.67	6.50	6.53	7.42
P6	6.27	6.83	6.58	
P7	7.09	6.76	6.55	
P8	6.17	6.79	6.64	6.42
P9	6.63	6.53	6.55	
P10	5.86	6.84	6.15	6.42

Muisne es de tipo neutral a excepción del punto 9 que se ubica en la escala débilmente ácida.

Cayapas 6 puntos son de tipo neutro y 5 se ubican en la escala débilmente ácida.

Isla Santay todos los puntos se ubican en la escala débilmente ácido.



Resultados: Análisis de laboratorio parámetros químicos

Potencial Redox

PUNTO	PROFUNDIDAD			
	0-10	10-20	20-30	30 o más
MUISNE				
P1	-177.7	-325.9	-353.5	-366.5
P2	-281.1	-284	-366.9	
P3	-161.5	-93.9	-361.1	-316.2
P4	21.9	-149.9	-107.8	-142.7
P5	-58.2	-278.9	-40.3	-225.8
P6	137.6	23.6	141.6	92.9
P7	125.6	110.6	121.6	
P8	182.2	-237.6	-373.1	-370.5
P9	-186.50	-202.00	-42.00	-129.90
P10	-14.7	-266.5	-305.5	

PUNTO	PROFUNDIDAD			
	0-10	10-20	20-30	30 o más
CAYAPAS				
P1	-210.3	-241.1	-196.2	-161.5
P2	-289.3	-383.4	-391.7	-383.4
P3	-285.4	-355.2	-380.3	-360.7
P4	-60.5	-274	-337.4	-327.4
P5	-220.2	-227.1	-270.1	-263.6
P6	95.2	179.1	92.4	
P7	143.3	85.3	-88.9	
P8	-140.2	-38	1.5	
P9	44.1	113.5	112	
P10	-141.1	19.1	-178.2	
P11	-72.8	77.3	109.3	

PUNTO	PROFUNDIDAD			
	0-10	10-20	20-30	30 o más
SANTAY				
P1	231.1	85.9	101	167.5
P2	133.5	166.9	156.4	
P3	-80.4	206.8	212.9	
P4	199.2	102.6	239.8	
P5	163.3	177.2	269.6	247.2
P6	152.8	6.2	123.9	
P7	217.9	16.4	114.7	
P8	181.6	143	35	140.5
P9	205	10.2	-50.2	
P10	15.6	145.5	182.1	220.9

Muisne los puntos 1,2,3,5,9 y 10 se encuentran en capacidad reductora mostrando valores negativos de oxígeno, así mismo los puntos 6 y 7 se encuentran en capacidad oxidante con niveles de oxígeno medios a altos, finalmente, los puntos 4 y 8 en su núcleo inicial presentan datos oxidantes y en los núcleos restantes reductores debido a la variedad del material de formación encontrado.

Cayapas los puntos 1, 2, 3, 4, 5, 8 son suelos reductores, los puntos 6 y 9 son suelos oxidantes adicionalmente, los puntos 7, 10 y 11 presentan suelos reductores y oxidantes en sus diferentes núcleos,

Isla Santay los puntos 3 y 10 presentan suelos oxidantes y reductores en sus núcleos y los puntos restantes presentan suelos oxidantes.



Resultados: Análisis de laboratorio parámetros químicos

Materia Orgánica

PUNTO	PROFUNDIDAD			
	0-10	10-20	20-30	30 o más
MUISNE				
P1	63.9	58.8	60.9	59.6
P2	47.1	32.5	51.0	
P3	38.3	38.2	33.0	32.1
P4	19.7	32.0	22.0	26.0
P5	45.0	46.2	26.4	25.5
P6	38.3	23.3	21.7	29.2
P7	27.6	2	25.6	
		2.4		
P8	52.3	74.0	82.2	79.4
P9	51.5	38.4	40.8	35.8
P10	34.0	24.4	43.0	

PUNTO	PROFUNDIDAD			
	0-10	10-20	20-30	30 o más
CAYAPAS				
P1	49.4	50.1	46.3	48.2
P2	37.2	45.7	44.2	42.5
P3	63.3	65.0	49.4	60.4
P4	27.5	58.7	63.2	55.4
P5	42.9	35.3	35.2	39.7
P6	53.7	50.9	44.4	
P7	53.2	44.1	47.0	
P8	36.9	42.7	38.3	
P9	39.0	34.4	33.9	
P10	72.2	67.9	69.0	
P11	40.6	41.0	47.4	

PUNTO	PROFUNDIDAD			
	0-10	10-20	20-30	30 o más
SANTAY				
P1	55.5	51.8	41.2	44.6
P2	49.6	49.1	42.6	
P3	39.7	39.7	34.1	
P4	39.3	36.3	35.2	
P5	45.2	41.4	38.4	41.9
P6	40.7	39.3	44.8	
P7	41.1	41.8	40.5	
P8	23.7	37.8	36.5	35.5
P9	41.9	41.3	37.5	
P10	38.2	42.0	40.8	40.7

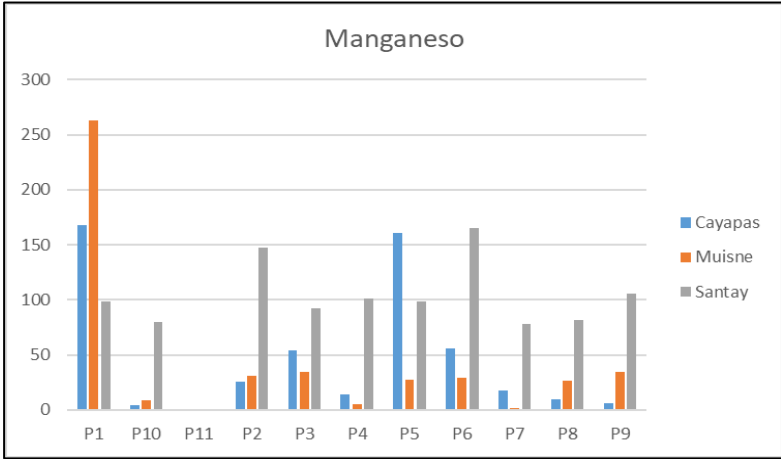
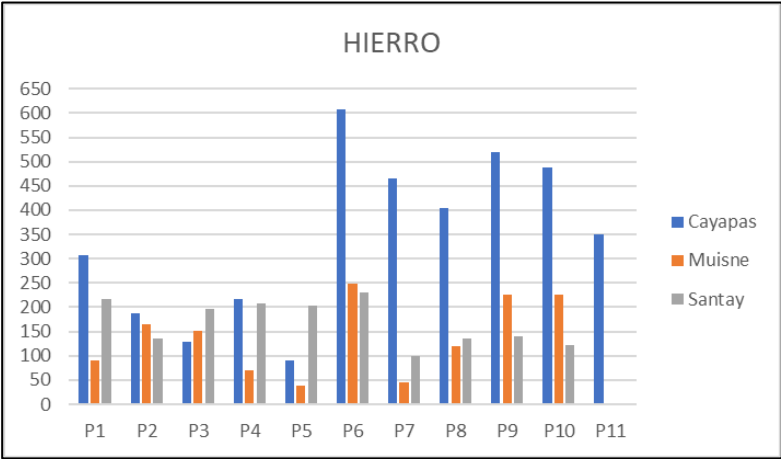
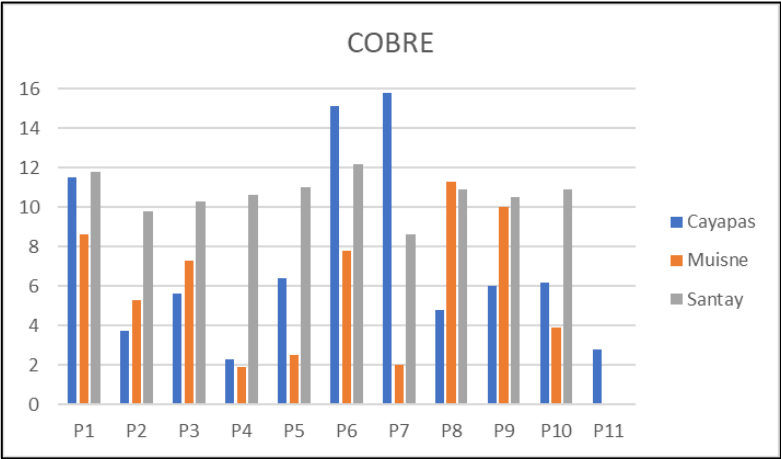
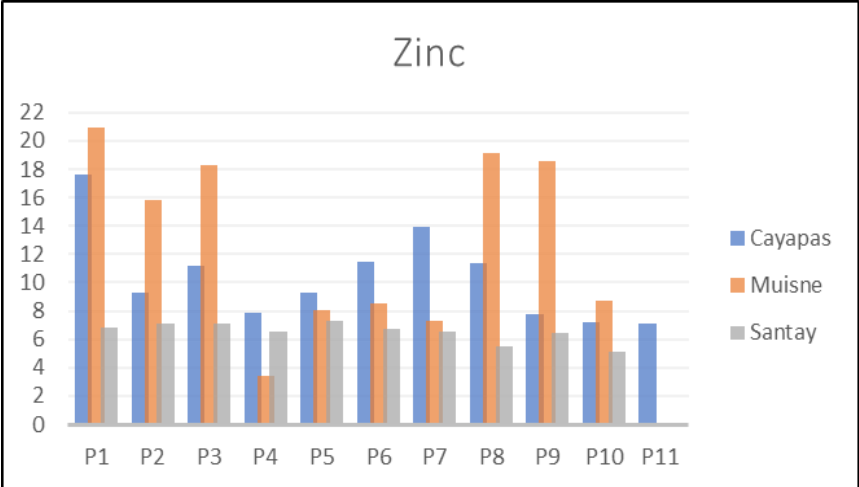
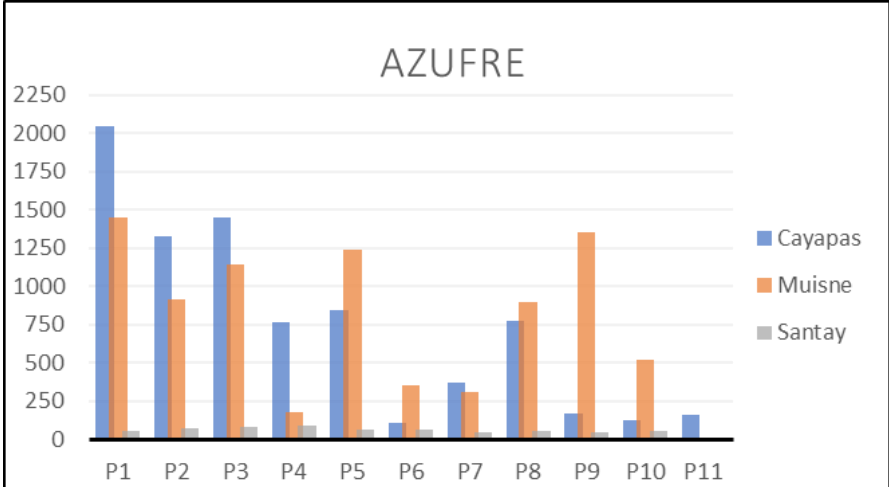
Muisne el punto 1 y punto 8 presentan los valores más altos con un promedio superior a 60% y el punto 4 el valor más bajo.

Cayapas el punto 10 presenta el valor promedio más alto con 69,7% y el punto 9 el valor promedio más bajo con 35,7%.

Isla Santay el valor más alto se encuentra en el punto 1 con promedio de 48,35 y el más bajo en el punto 8 con promedio de 33,4%, en esta zona los valores no presentan una variación como en las zonas anteriormente descritas.



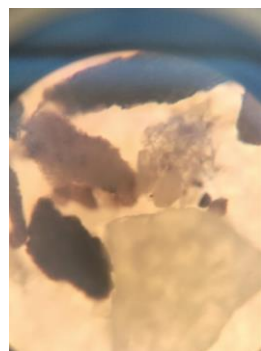
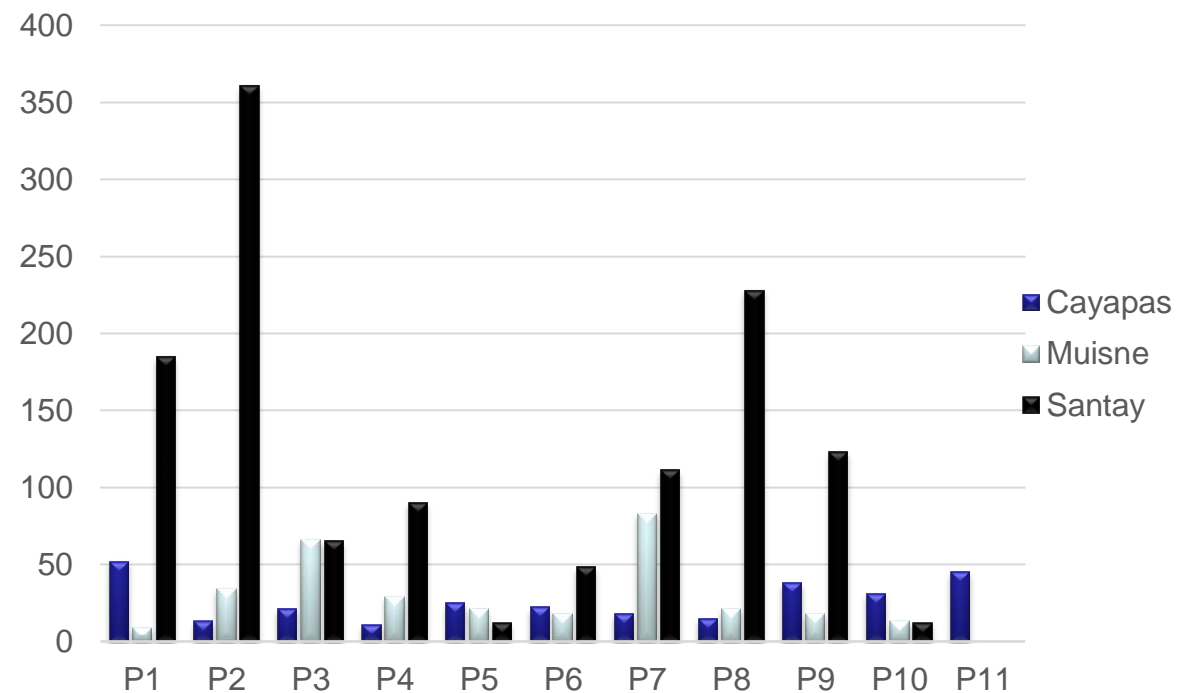
Resultados: Metales



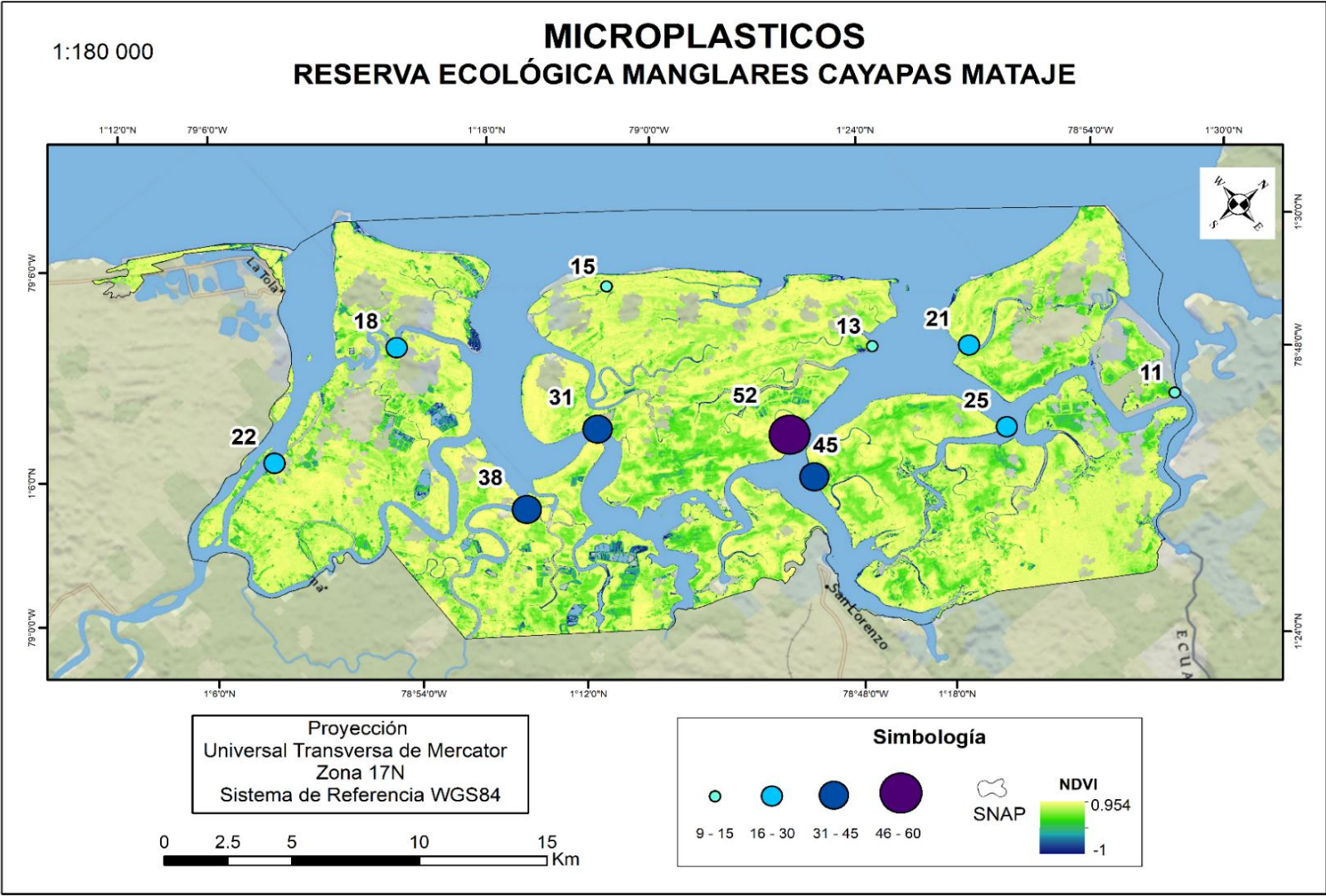
Resultados : Microplásticos

PUNTO	UBICACIÓN		
	Cayapas	Muisne	Santay
P1	52	9	185
P2	13	34	361
P3	21	66	65
P4	11	29	90
P5	25	21	12
P6	22	18	48
P7	18	83	111
P8	15	21	228
P9	38	18	123
P10	31	13	12
P11	45		
Suma	291	312	1235

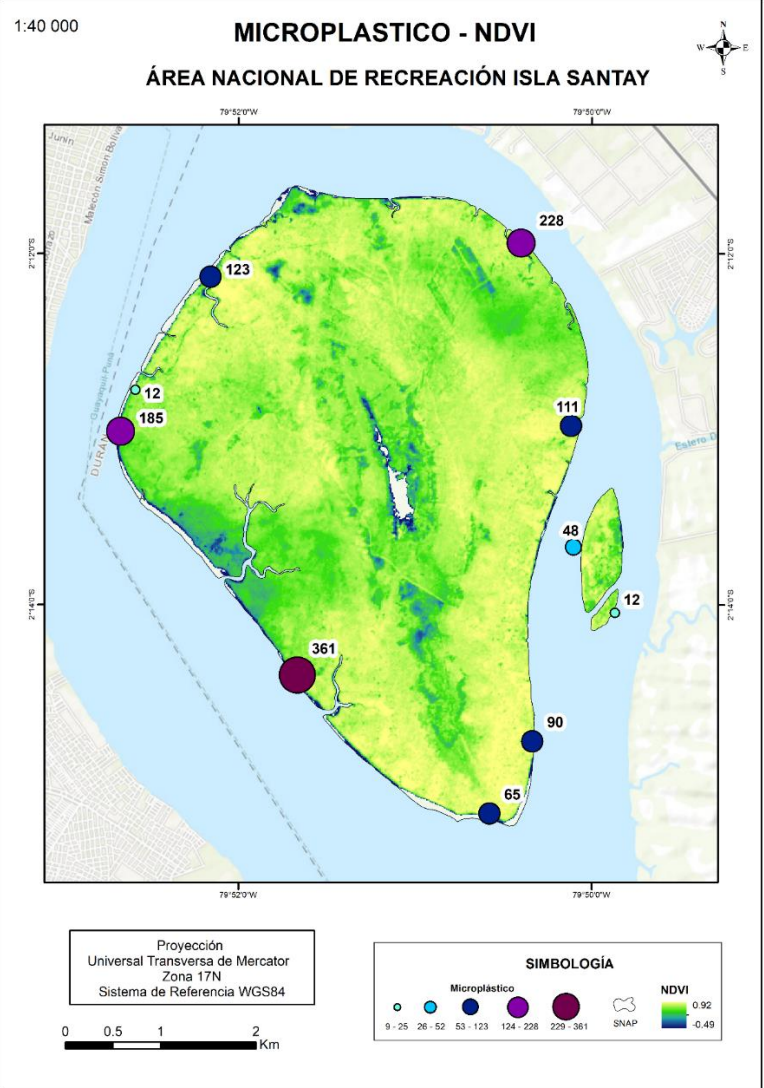
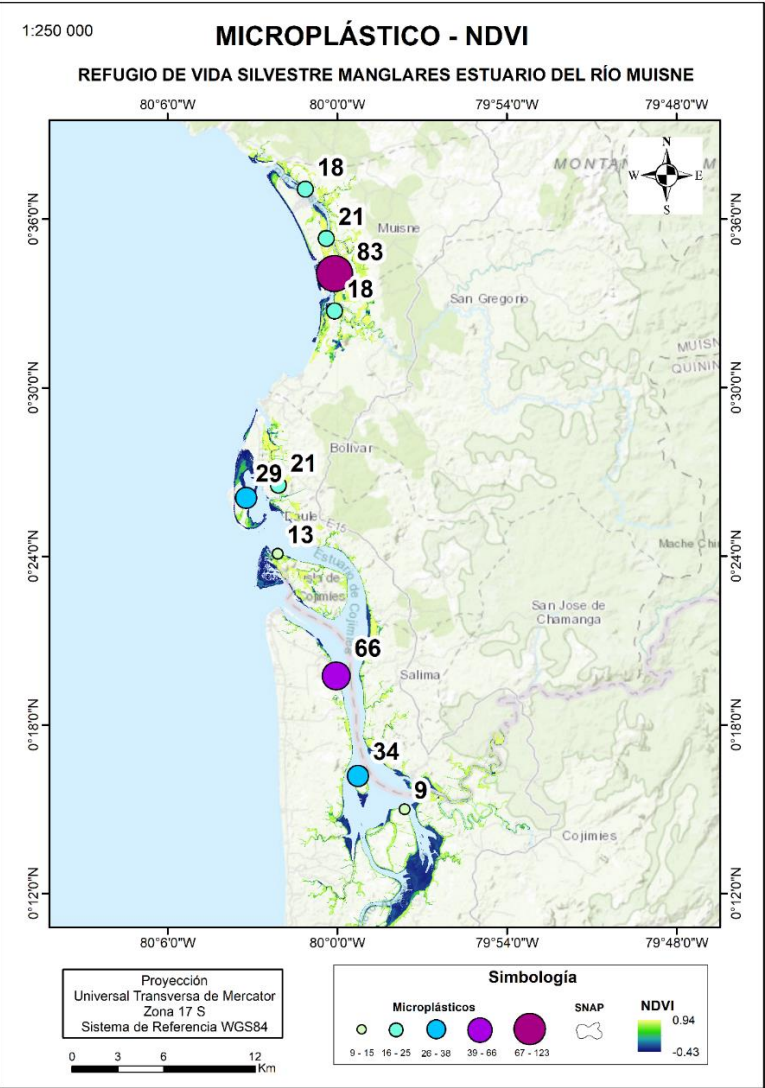
MICROPLÁSTICO



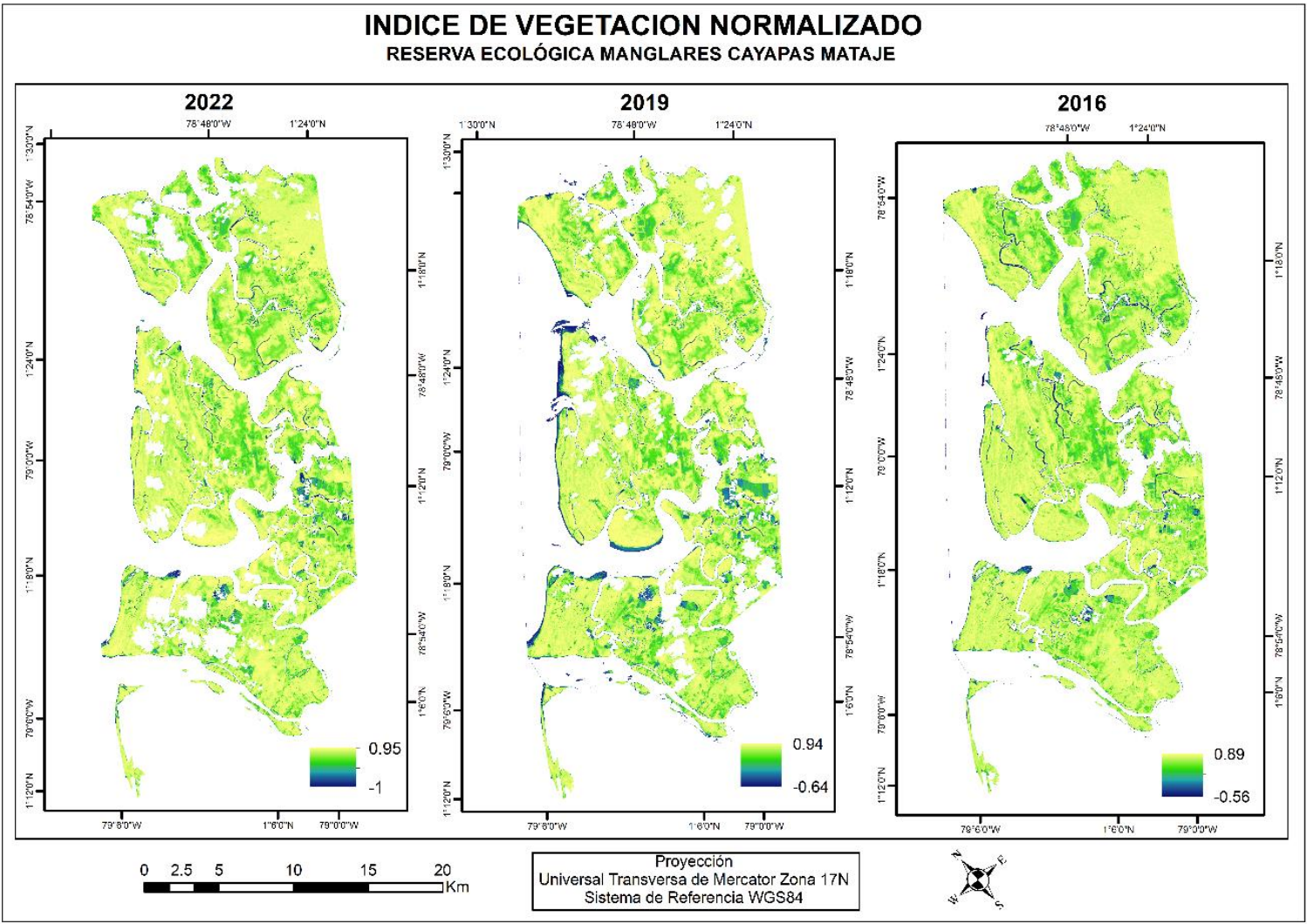
Resultados : Microplásticos



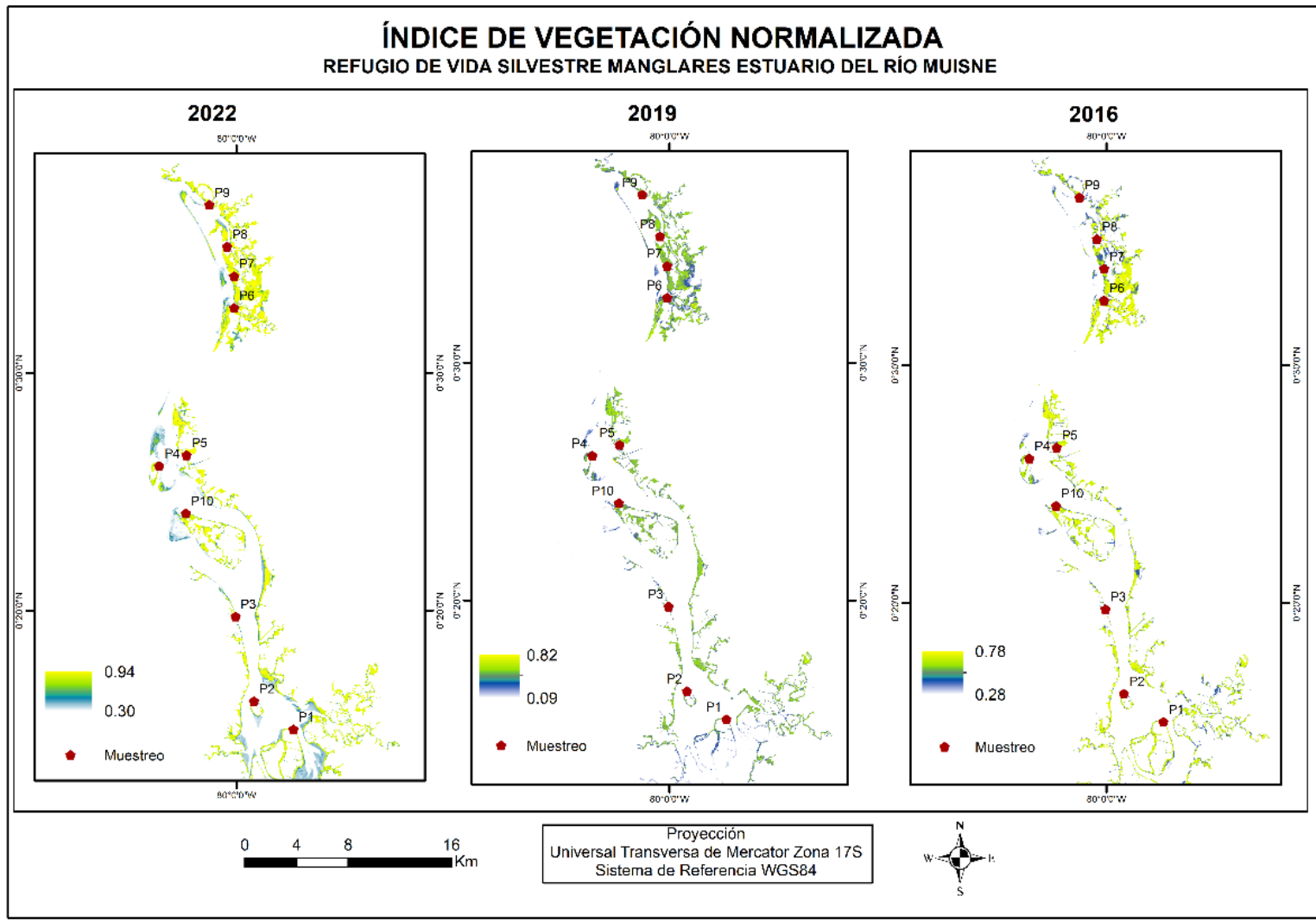
Resultados : Microplásticos



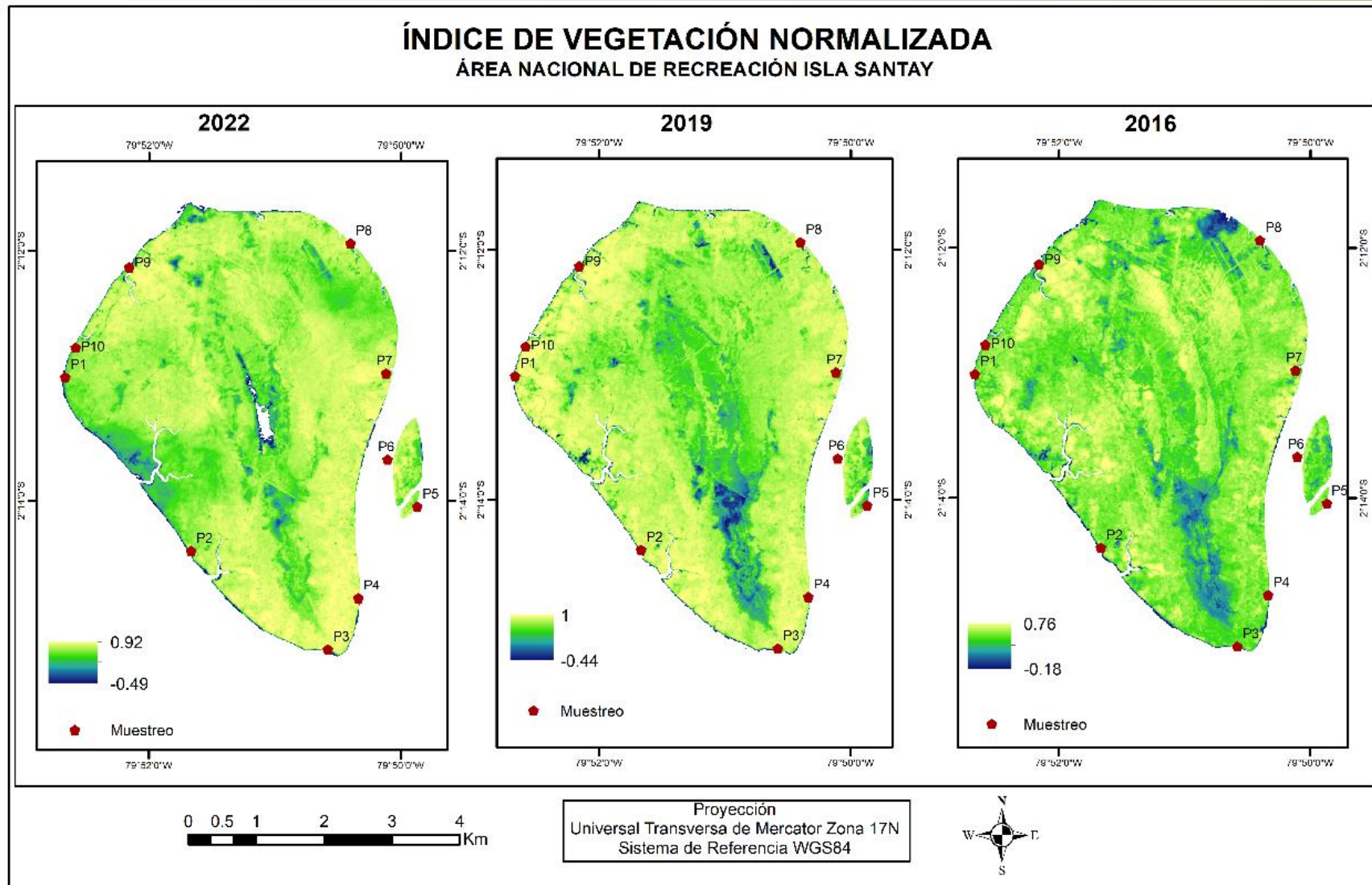
Resultados: Índice de vegetación diferenciado Cayapas



Resultados: Índice de vegetación diferenciado Muisne



Resultados: Índice de vegetación diferenciado Isla Santay

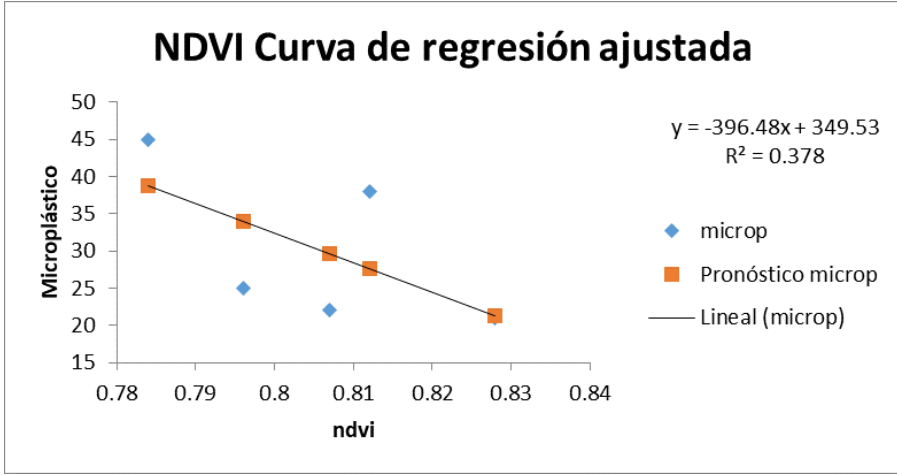


Resultados: Análisis estadísticos Cayapas

Correlación Lineal

	NDVI	pH	Redox	Materia Orgánica	Humedad	Azufre	Cobre	Hierro	Manganeso	Zinc	Gravedad específica
NDVI	1.00										
pH	0.14	1.00									
Redox	-0.15	-0.86	1.00								
Materia Orgánica	-0.34	-0.15	0.010	1.00							
Humedad	0.14	0.25	0.14	-0.28	1.00						
Azufre	0.43	0.73	-0.79	-0.12	0.03	1.00					
Cobre	-0.11	-0.49	0.74	0.32	0.26	-0.37	1.00				
Hierro	-0.09	-0.77	0.83	0.15	-0.17	-0.83	0.52	1.00			
Manganeso	-0.001	0.58	-0.31	-0.03	0.74	0.34	0.10	-0.57	1.00		
Zinc	0.44	-0.15	0.30	0.08	0.18	0.25	0.70	0.06	0.13	1.00	
Gravedad específica	0.30	0.05	-0.03	-0.69	0.41	0.07	-0.28	-0.25	0.34	-0.21	1.00
Microplástico	-0.45	-0.45	0.24	0.00	-0.10	-0.62	-0.30	0.23	-0.21	-0.73	0.30

Regresión Lineal



Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows
Ndvi	0.83	0.02	0.78	0.88	38.19	<0.0001	
Microplástico	-1.10E-03	8.00E-04	-2.90E-03	8.30E-04	-1.32	0.2277	1.75

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.00E-03	1	1.00E-03	1.75	0.2277
Microplástico	1.00E-03	1	1.00E-03	1.75	0.2277
Error	4.10E-03	7	5.90E-04		
Total	0.01	8			

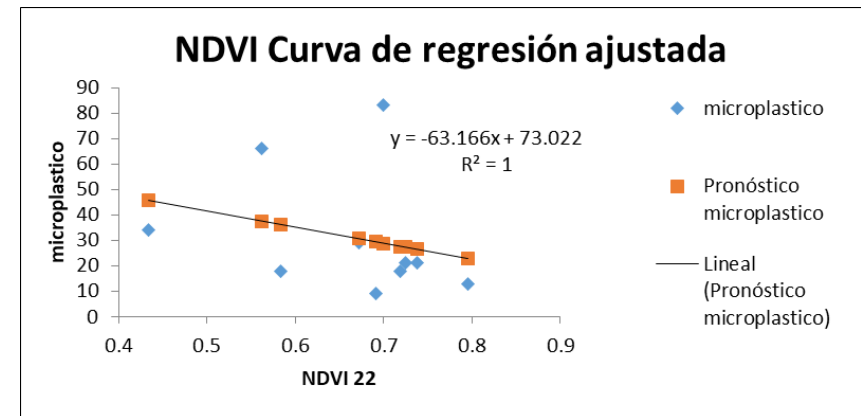


Resultados: Análisis estadísticos Muisne

Correlación Lineal

	NDVI	Microplástico	Azufre	Cobre	Hiero	Manganeso	Zinc	Gravedad Específica	Materia Orgánica	Potencial Redox	Humedad	pH
NDVI	1.00											
Microplástico	-0.66	1.00										
Azufre	0.14	-0.34	1.00									
Cobre	0.01	-0.36	0.42	1.00								
Hiero	-0.15	-0.19	-0.22	0.37	1.00							
Manganeso	0.03	-0.56	0.57	0.32	-0.26	1.00						
Zinc	-0.08	-0.29	0.75	0.82	0.10	0.57	1.00					
Gravedad Específica	0.14	0.06	-0.68	-0.31	0.47	-0.75	-0.73	1.00				
Materia Orgánica	-0.02	-0.42	0.88	0.70	-0.04	0.68	0.92	-0.69	1.00			
Humedad	0.36	-0.41	-0.44	0.30	0.41	-0.26	-0.14	0.59	-0.15	1.00		
Potencial Redox	0.36	-0.14	-0.57	0.13	0.03	-0.36	-0.36	0.58	-0.37	0.86	1.00	
pH	-0.63	0.27	0.002	-0.06	-0.27	0.30	0.13	-0.31	0.26	-0.04	-0.07	1.00

Regresión Lineal



Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF
const	0.86	0.09	0.63	1.09	9.14	0.0001		
MICROP	-0.01	4.30E-03	-0.02	1.30E-03	-2.13	0.0768	4.56	1

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.04	1	0.04	4.56	0.0768
MICROP	0.04	1	0.04	4.56	0.0768
Error	0.05	6	0.01		
Total	0.09	7			

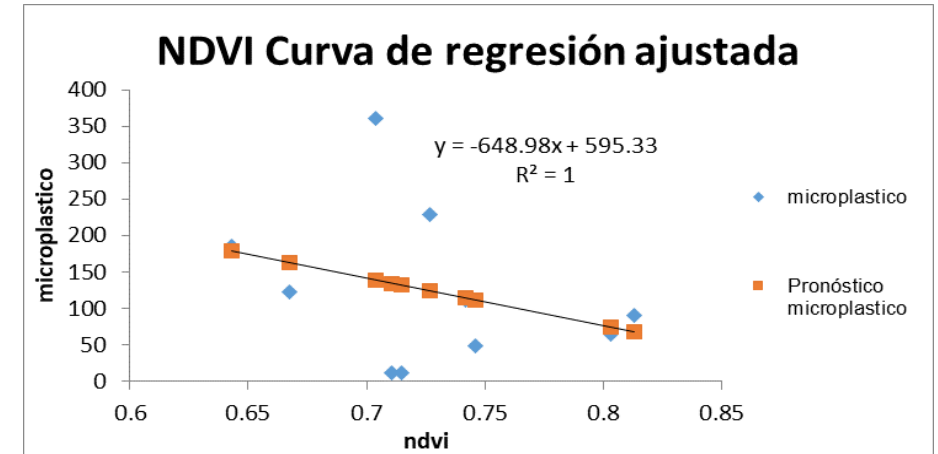


Resultados: Análisis estadísticos Isla Santay

Correlación Lineal

	NDVI	pH	Potencial Redox	Materia Orgánica	Humedad	Azufre	Zinc	Cobre	Hierro	Manganeso	Gravedad Específica	Microplástico
NDVI	1											
pH	-0.07	1										
Potencial Redox	-0.67	0.38	1									
Materia Orgánica	-0.47	0.55	0.19	1								
Humedad	0.37	-0.58	-0.32	-0.92	1							
Azufre	0.5	0.03	-0.63	0.22	-0.29	1						
Zinc	0.11	0.73	0.06	0.64	-0.71	0.58	1					
Cobre	-0.26	-0.57	0.03	0.07	-0.09	0.18	-0.06	1				
Hierro	0.05	-0.05	-0.08	0.36	-0.41	0.55	0.54	0.76	1			
Manganeso	-0.01	0.04	0.1	0.33	-0.52	0.4	0.44	0.36	0.45	1		
Gravedad Específica	0.48	-0.09	-0.31	-0.25	0.24	-0.1	-0.22	-0.38	-0.39	0.27	1	
Microplástico	-0.31	0.33	0.33	0.13	-0.27	0.06	0.11	-0.25	-0.28	0.25	-0.11	1

Regresión Lineal



Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

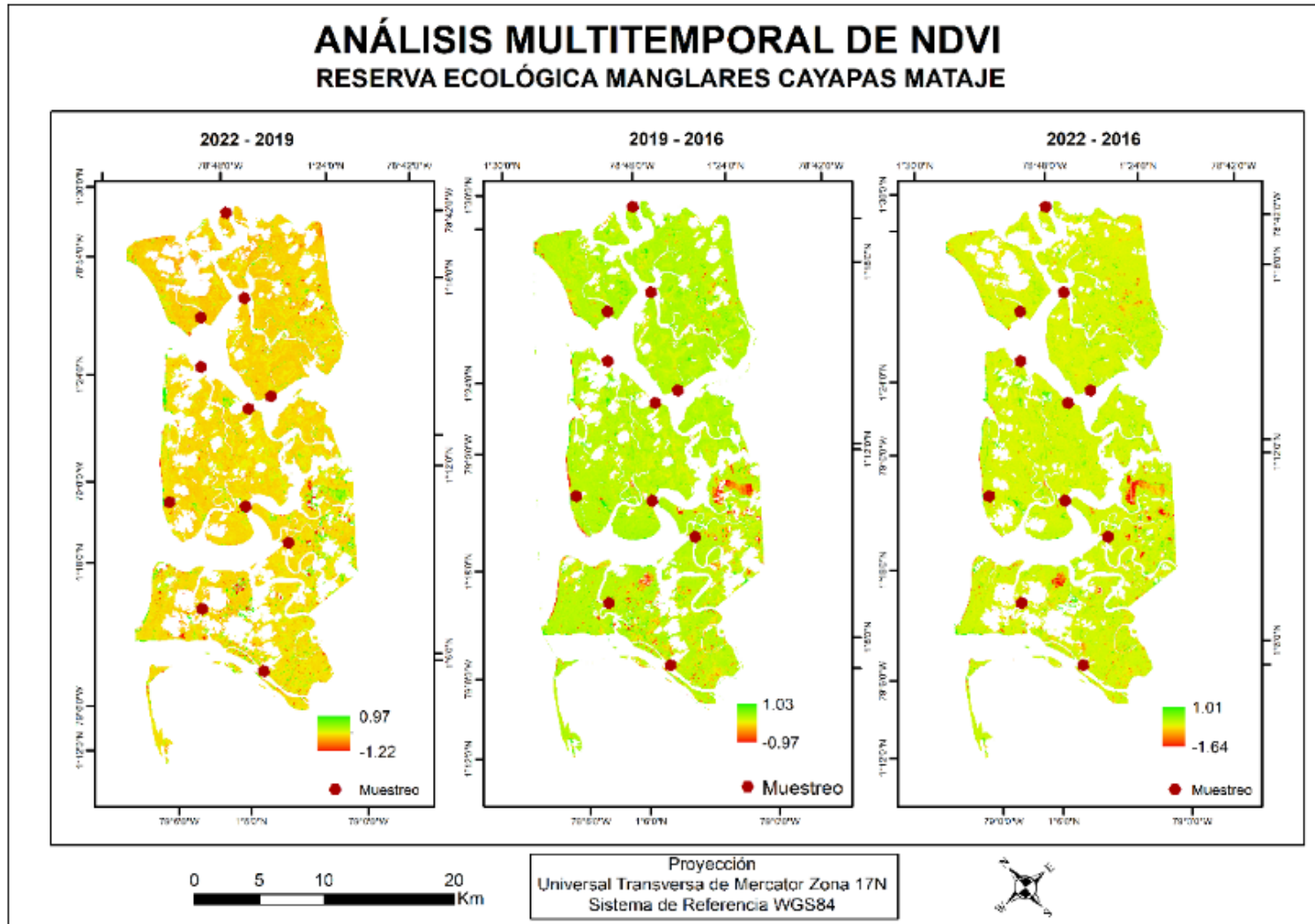
Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF
const	0.73	0.02	0.68	0.79	30.33	<0.0001		
microp	-1.30E-04	1.40E-04	-4.70E-04	2.20E-04	-0.87	0.4144	0.75	1

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.70E-03	1	1.70E-03	0.75	0.4144
microp	1.70E-03	1	1.70E-03	0.75	0.4144
Error	0.02	7	2.20E-03		
Total	0.02	8			



Resultados: Análisis Multitemporal Cayapas



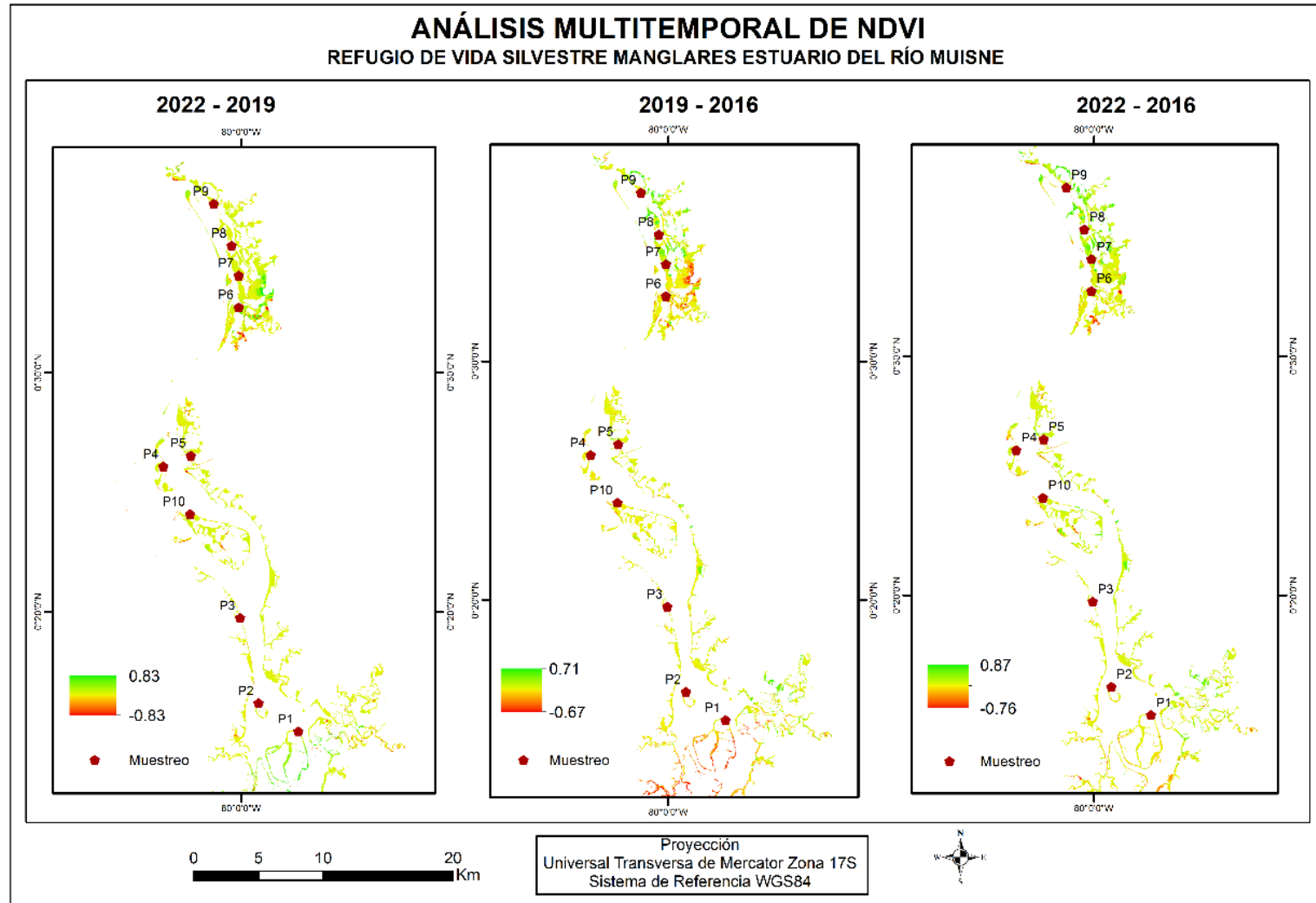
Cayapas 2022-2019		
ha	%	
12300.63698	44.1940725	disminuyó
15532.59106	55.8059275	aumento

Cayapas 2019-2016		
ha	%	
3061.42212	9.29841584	disminuyó
29862.7036	90.7015842	aumento

cayapas 2022-2016		
ha	%	
1849.71268	5.59064235	disminuyó
31236.1577	94.4093577	aumento



Resultados: Análisis Multitemporal Muisne



Muisne 2022 -2019		
ha	%	
412.64	8.17	disminuyó
4635.29	91.83	aumento

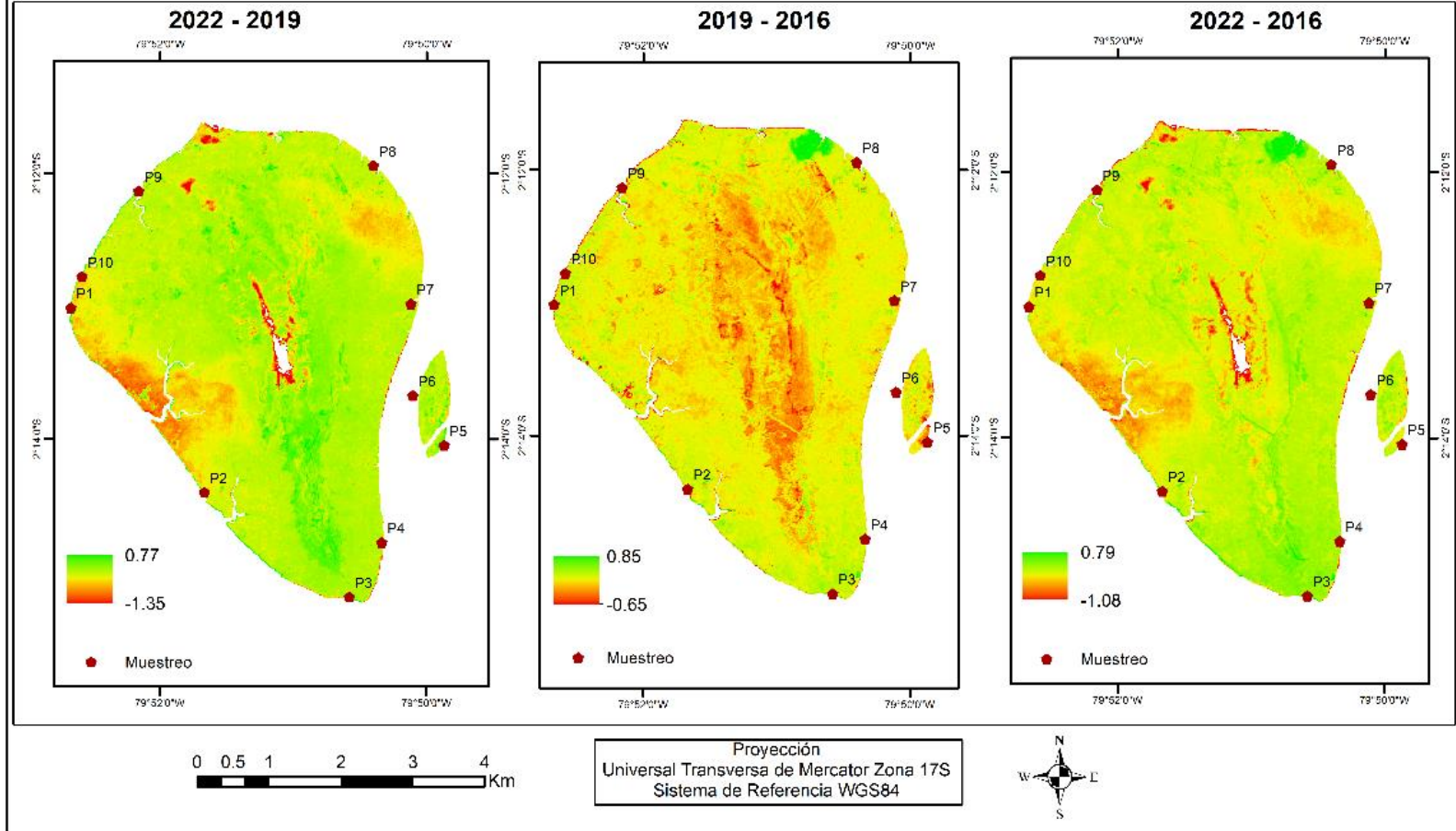
Muisne 2019-2016		
ha	%	
1513.07	32.44	disminuyó
3150.64	67.56	aumento

Muisne 2022 -2016		
ha	%	
514.33	10.23	disminuyó
4511.12	89.77	aumento



Resultados: Análisis Multitemporal Isla Santay

ANÁLISIS MULTITEMPORAL DE NDVI ÁREA NACIONAL DE RECREACIÓN ISLA SANTAY



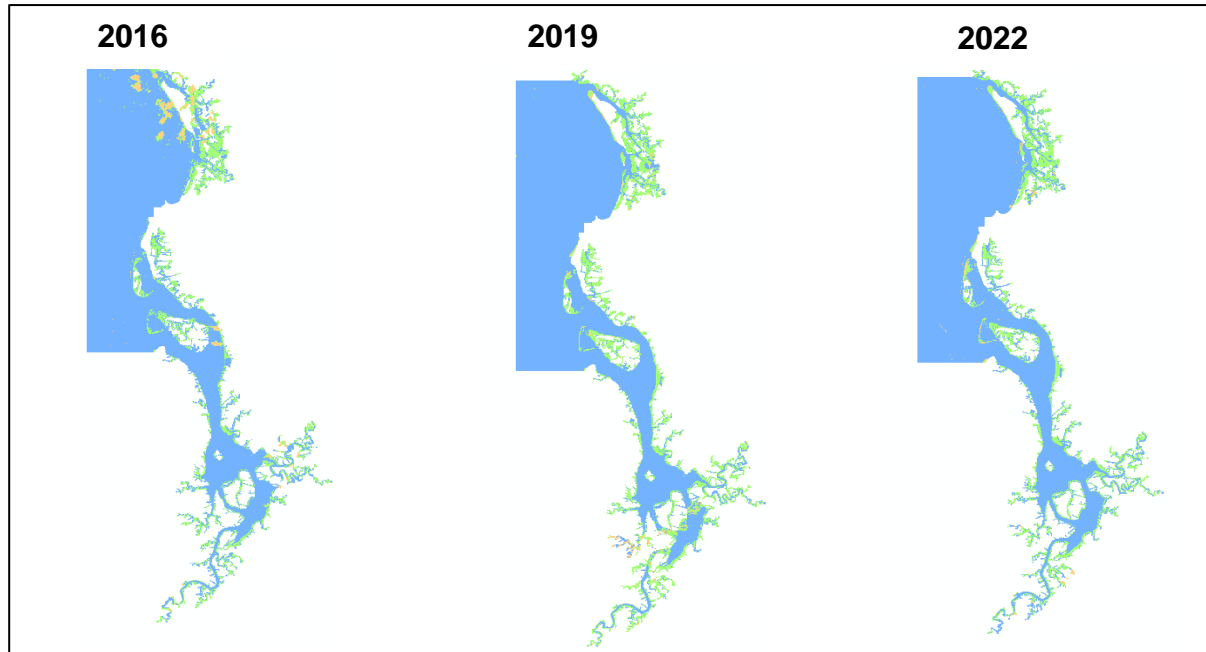
Isla Santay 2019 - 2016		
ha	%	
26.566627	1.22453003	disminuyó
2142.96995	98.77547	aumento

Isla Santay 2022 - 2016		
ha	%	
163.710168	7.55956627	disminuyó
2001.89249	92.4404337	aumento

Isla Santay 2022 - 2019		
ha	%	
1802.80017	83.3285645	disminuyó
360.683841	16.6714355	aumento



Resultados: Predicción



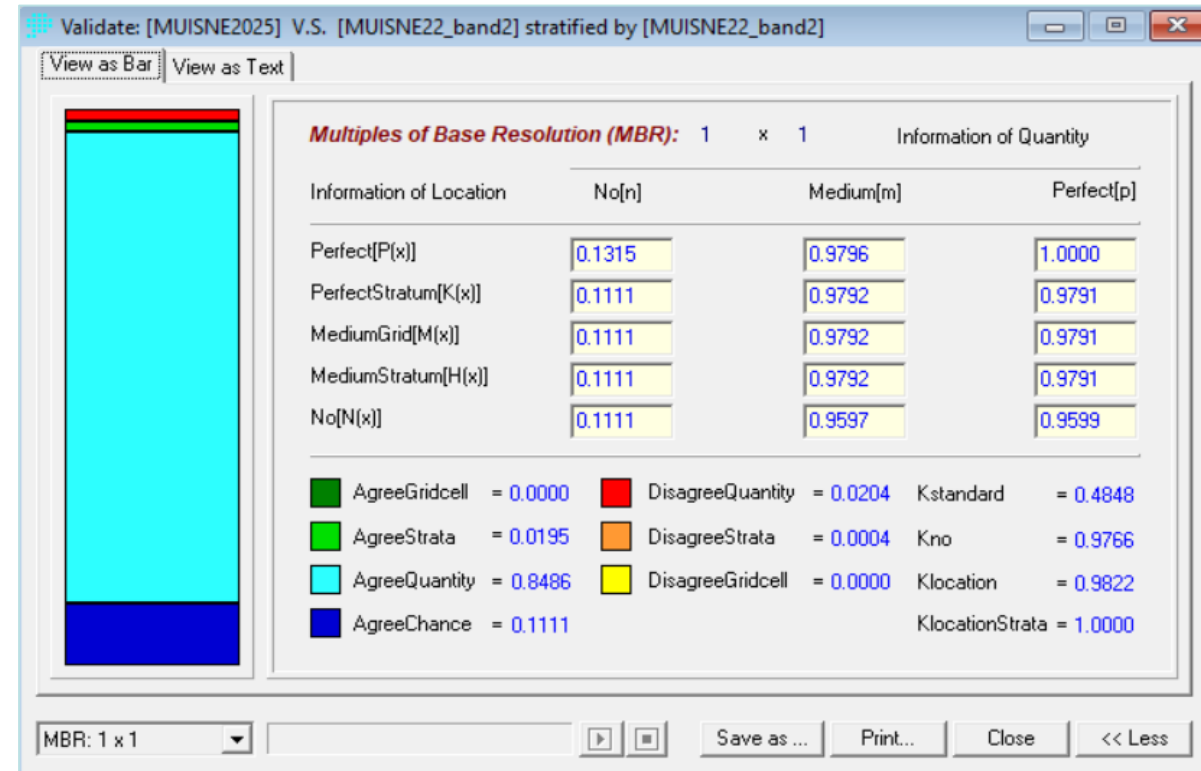
Coeficiente kappa

0,00
0,01 – 0,20
0,21 – 0,40
0,41 – 0,60
0,61 – 0,80
0,81 – 1,00

Fuerza de la Concordancia

Pobre
Leve
Aceptable
Moderada
Considerable
Casi Perfecta

kappa de localización de 0.9822, de cantidad de 0.9766 y estándar o global de 0.4848 el ultimo muestra que el modelo está en un rango aceptable

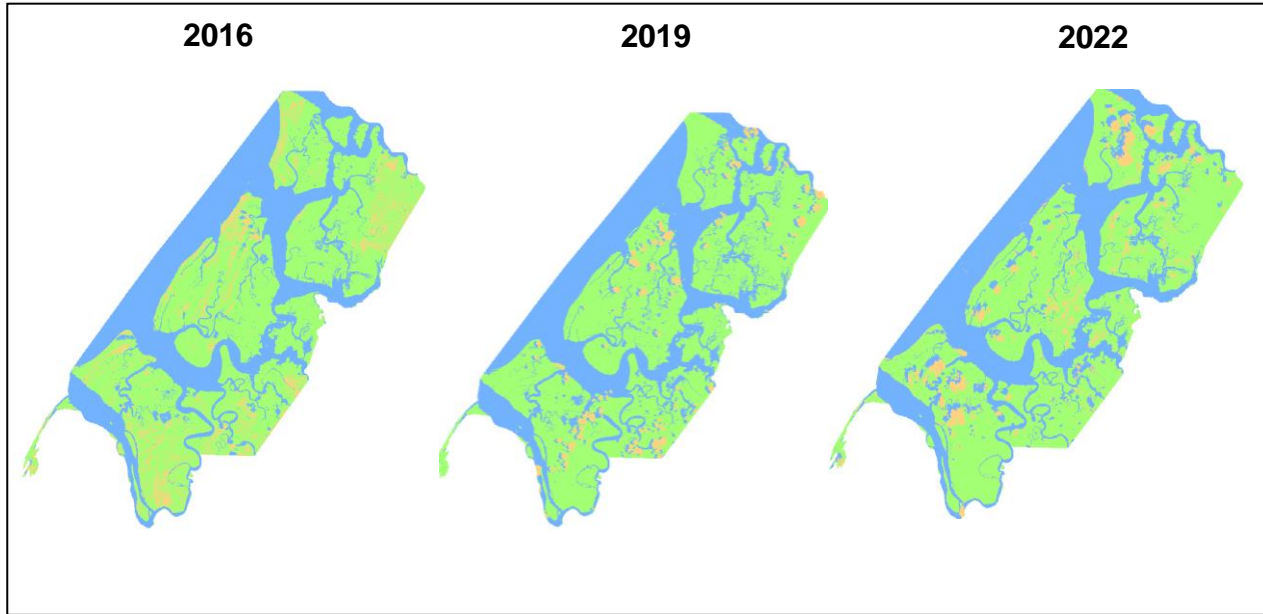


*Manglar refugio de vida silvestre Manglares
Estuario Río Muisne.*



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Resultados: Predicción



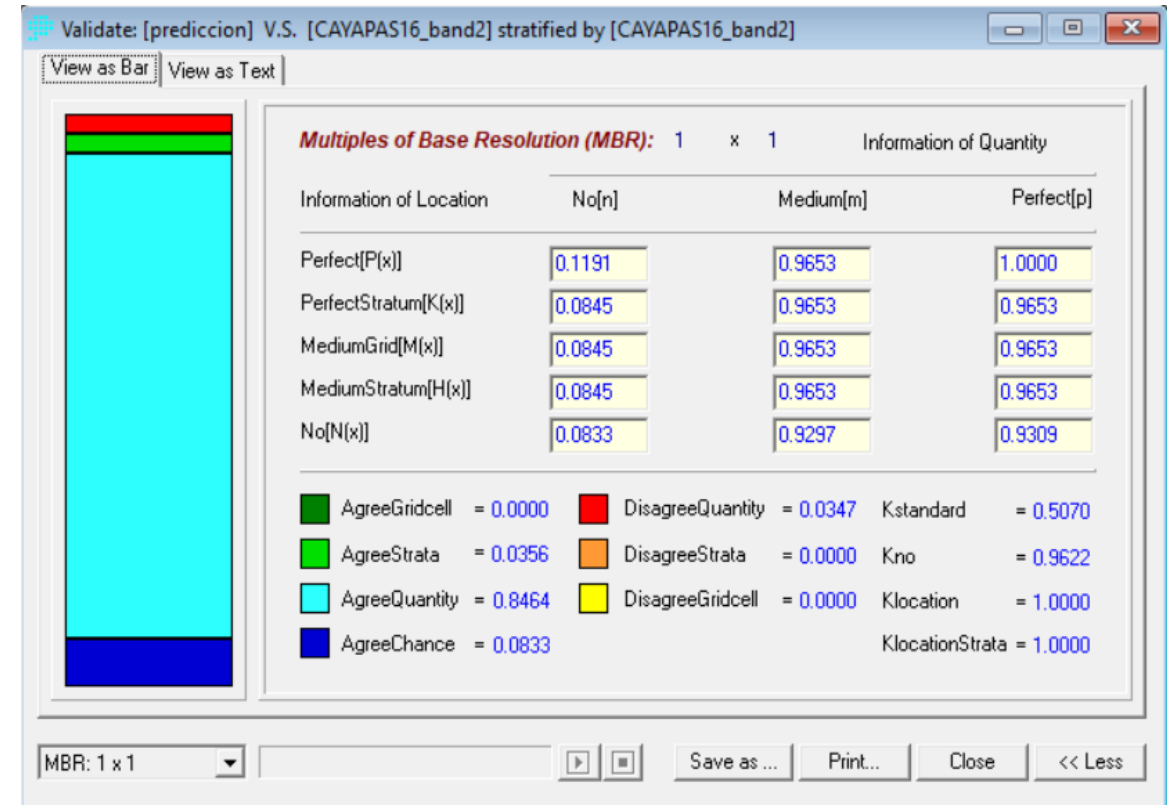
Coeficiente kappa

0,00
0,01 – 0,20
0,21 – 0,40
0,41 – 0,60
0,61 – 0,80
0,81 – 1,00

Fuerza de la Concordancia

Pobre
Leve
Aceptable
Moderada
Considerable
Casi Perfecta

kappa de localización de 1, kappa de cantidad de 0.9622 y estándar o global de 0.5070

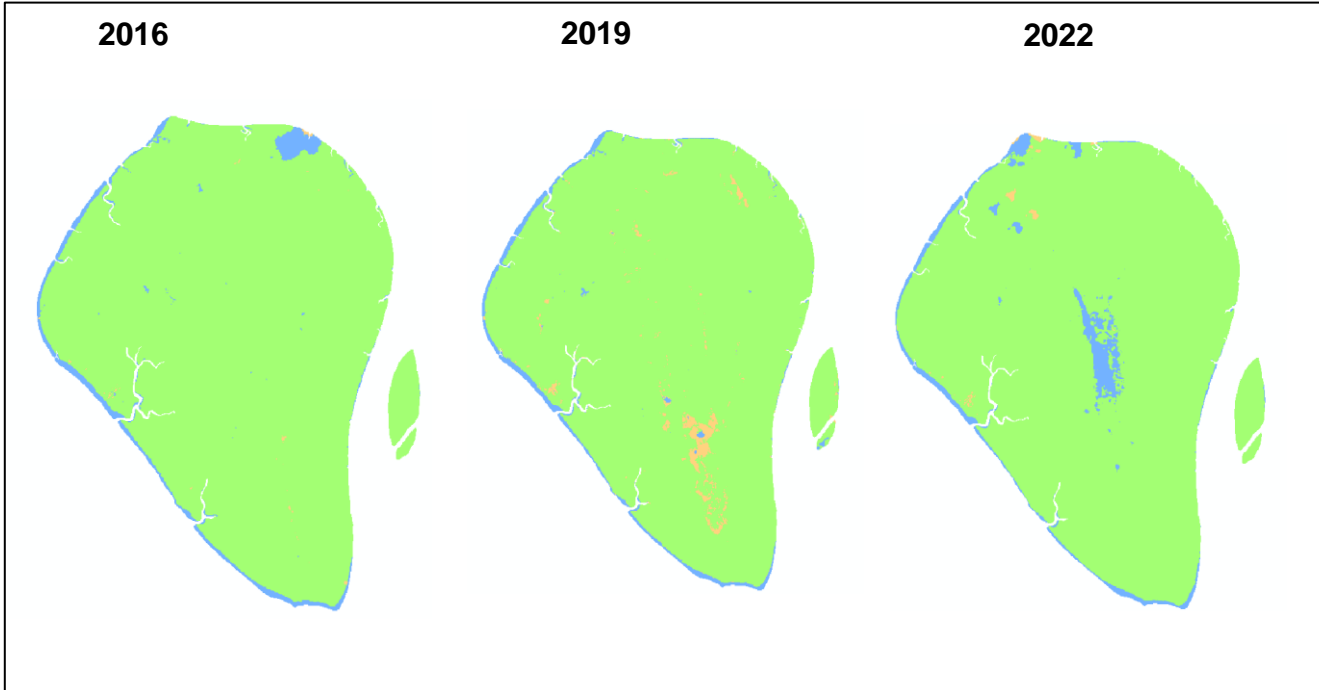


Zona de Manglar reserva ecológica
Cayapas Mataje



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Resultados: Predicción



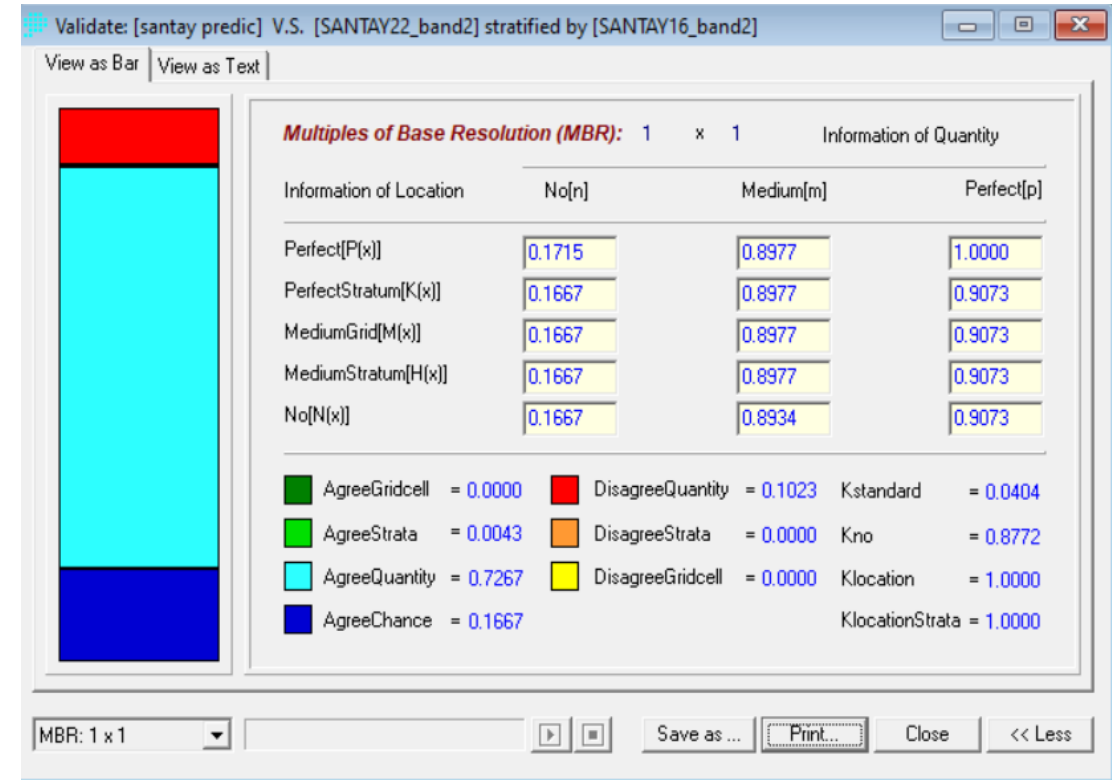
Coeficiente kappa

0,00
0,01 – 0,20
0,21 – 0,40
0,41 – 0,60
0,61 – 0,80
0,81 – 1,00

Fuerza de la Concordancia

Pobre
Leve
Aceptable
Moderada
Considerable
Casi Perfecta

kappa de localización de 1, kappa de cantidad de 0.8772 y estándar o global de 0.0404 el ultimo muestra que el modelo está en un rango leve



Zonas de Manglar en el área nacional de recreación Isla Santay



Conclusiones.

Como resultado general para la Reserva Ecológica Manglares Cayapas Mataje se encontró que la vegetación mantiene su estado en la mayor parte del área, la cantidad de microplástico encontrada es en promedio baja, los metales que predominan son hierro, azufre, manganeso, el zinc y cobre presentan valores medios y el manganeso bajo debido a que estos minerales son absorbidos por las plantas y la materia orgánica alta promueve a la vigorosidad de la vegetación de la zona.

En cuanto a los valores obtenidos para el Refugio de vida silvestre Manglares Estuario Río Muisne la vegetación es escasa ya que la mayor parte del área es marina, y el remanente de manglar existente colinda con las camaroneras, debido a esto la materia orgánica es baja, la presencia de microplásticos es media, y el metal que predomina es el zinc, el manganeso y el azufre tienen una presencia media mientras que el cobre y el hierro su presencia es escasa, debido a que el suelo no tiene fijación de estos nutrientes por la escasa vegetación y se produce un lavado de minerales.

Por último en el área de Recreación Isla Santay la vegetación es abundante entre manglar y bosque que se ha adaptado a las condiciones del ambiente, por lo que la materia orgánica encontrada es alta, a pesar de esto la presencia de microplástico fue muy alta en relación a las otras zonas estudiadas, los metales con más presencia en la zona fueron el manganeso y el cobre, el hierro tiene una presencia media y el azufre y zinc escasa, esto se debe principalmente al tipo de suelo encontrado en su mayoría franco arcillo limoso con potencial redox oxidante, lo que ayuda a la adaptación de la vegetación a cualquier ambiente.



Conclusiones.

En cuanto al análisis multitemporal se encontró que todas las áreas presentan pérdida de vegetación en los límites costeros y cercanos a los poblados, adicional a esto la presencia de camaroneras en las áreas protegidas influyen en la pérdida de vegetación ya que su expansión es incontrolable en cierta medida, en cuanto a las zonas centrales se denota que la vegetación no presenta cambios y aumenta en un porcentaje bajo.

El realizar cadenas de Markov con autómatas celulares no es un proceso acertado para poder determinar si existe un cambio en la vegetación de manglar con influencia de microplástico ya que, al tener un análisis estadístico previo, se prueba que la información recolectada es insuficiente para este modelo.

Se realizó una clasificación para el modelo de predicción con la cual se obtuvo valores kappa muy bajos probando una vez más que para la investigación se necesita una clasificación supervisada más extensa, minuciosa y más puntos de muestreo que nos permitan tener una correlación acertada para aplicar este modelo.



Recomendaciones:

Se recomienda implementar la misma metodología de investigación mejorando el muestreo en el área con obtención de más puntos de manera que los análisis estadísticos y predictivos tengan mayor validez.

En cuanto a las imágenes satelitales a utilizar se recomienda verificar si las zonas presentan nubosidad permanente ya que esto dificulta los estudios.

Se recomienda analizar todas las variables obtenidas en el estudio para verificar cuáles tienen mayor correlación y realizar una regresión lineal múltiple que se ajuste a los datos obtenidos.





¡Gracias!



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y DE LA CONSTRUCCIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA Y DEL MEDIO AMBIENTE



“Análisis de la presencia de microplástico a través del índice de vegetación diferenciada con imágenes satelitales en Los Manglares Cayapas Mataje, Rio Muisne e Isla Santay”

Autoras: Centeno Chacón, Mariela Alexandra y Valverde Tapia, Katherine Lisbeth.

Directora del proyecto

Ing. Guevara García, Paulina Valeria, PhD.

Director de Carrera

Ing. Robayo Nieto, Alexander Msc

Docente Evaluador

Ing. Izar, Sinde Gonzales, PhD

Secretaria Académica

Ab. Michelle Benavides Guzmán

