

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE CAUDAL AMBIENTAL A NIVEL REGIONAL

**Seminario Taller de Expertos:
Caudal Ambiental: insumo para la sostenibilidad de
la prestación de los servicios ecosistémicos**



Federico González Cuéllar



**El ambiente
es de todos**

Minambiente

AGRUPACIÓN ECOHIDROLÓGICA DE CORRIENTES EN LA CUENCA MAGDALENA- CAUCA DENTRO DEL MARCO DE REFERENCIA ELOHA, EMPLEANDO MAPAS AUTORGANIZADOS DE KOHONEN

**Proyecto de grado para optar al título
de Magister en Hidrosistemas**

Estudiante: Federico González Cuéllar

Director: Nelson Obregón Neira



**Pontificia Universidad
JAVERIANA**
Bogotá

CONTINUIDAD DE LOS RÍOS

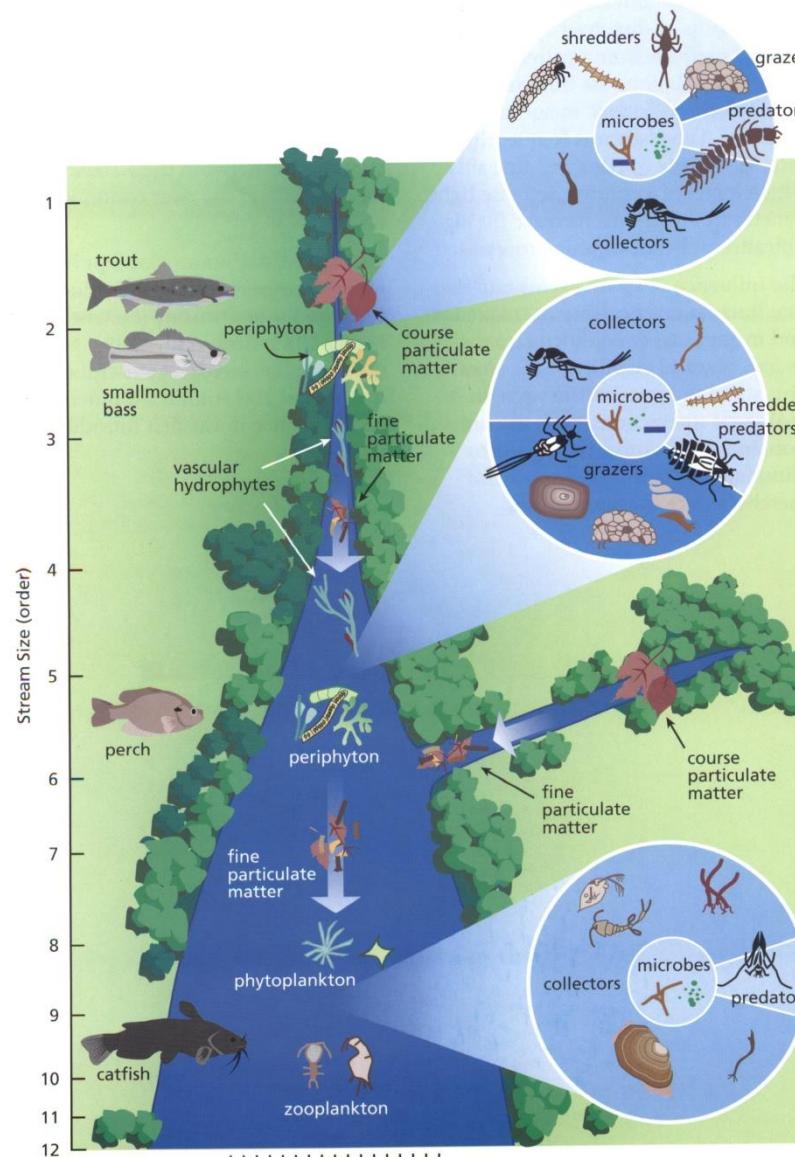


Figura tomada de TNC, 2010. Metodología ELOHA, Un nuevo marco para la determinación y el manejo de caudales ambientales en grandes regiones

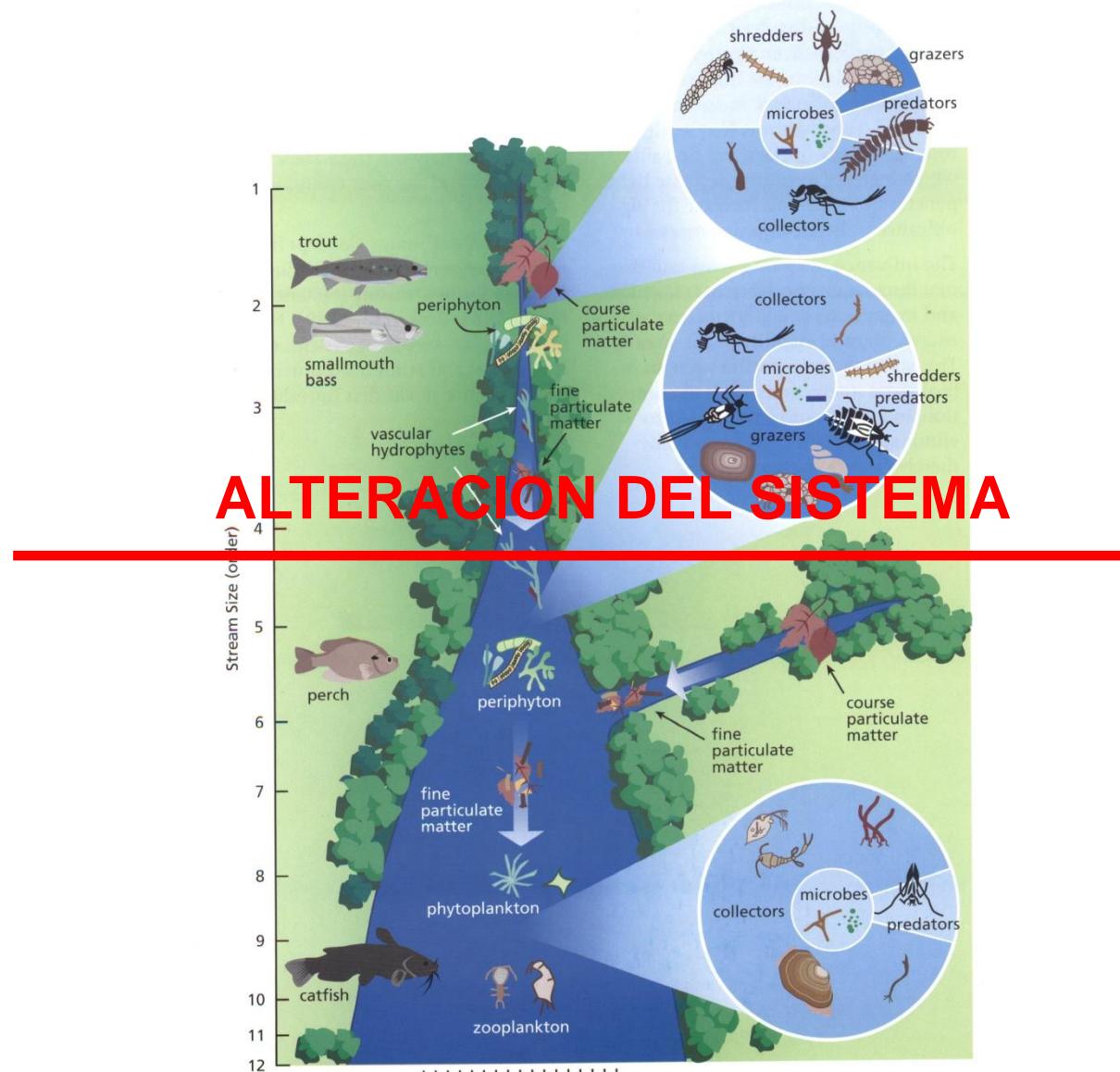


Figura tomada de TNC, 2010. Metodología ELOHA, Un nuevo marco para la determinación y el manejo de caudales ambientales en grandes regiones

IMPORTANCIA DEL RÉGIMEN NATURAL DE CAUDALES

RÍO TRINITY, CALIFORNIA, EUA

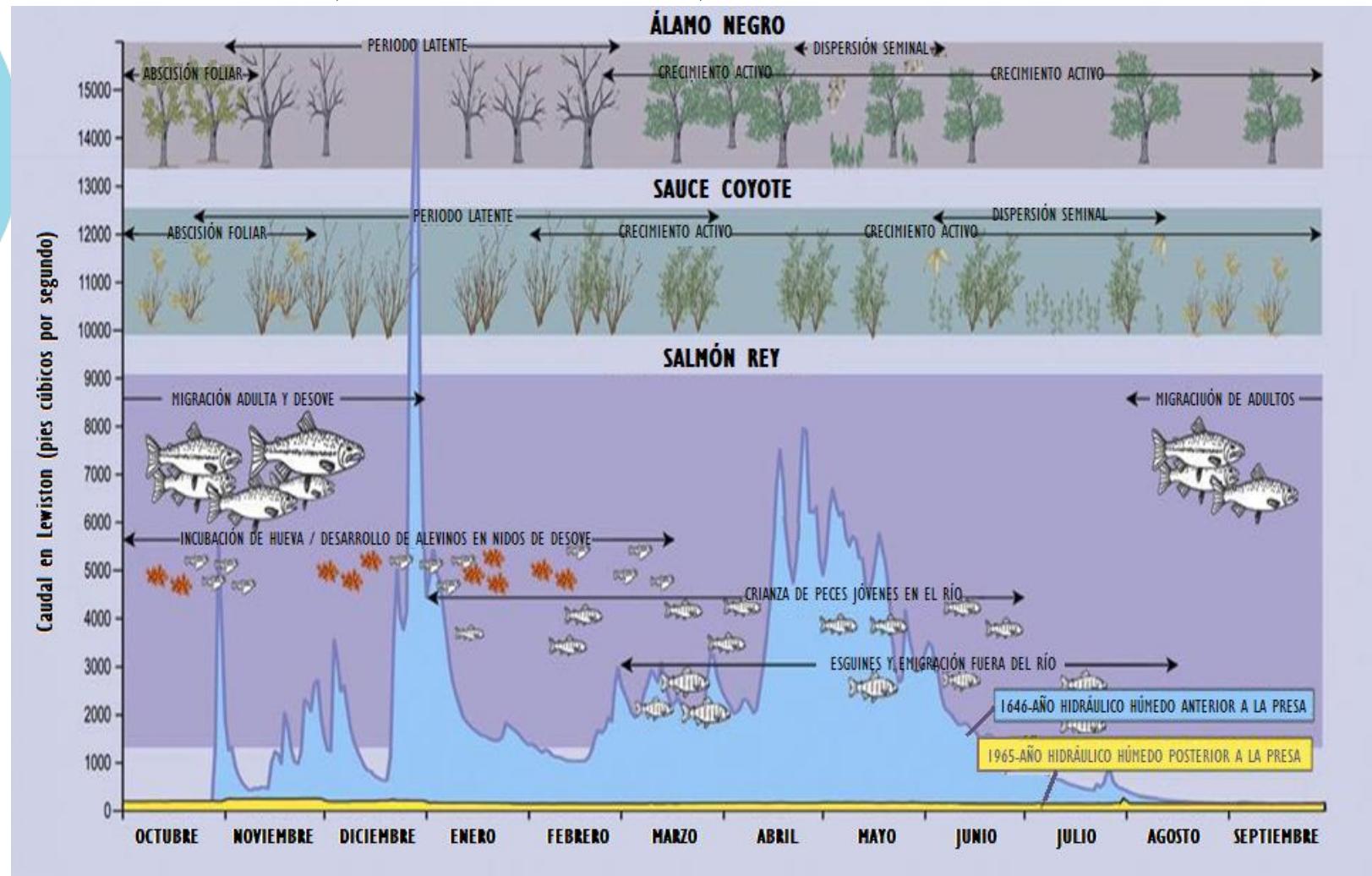
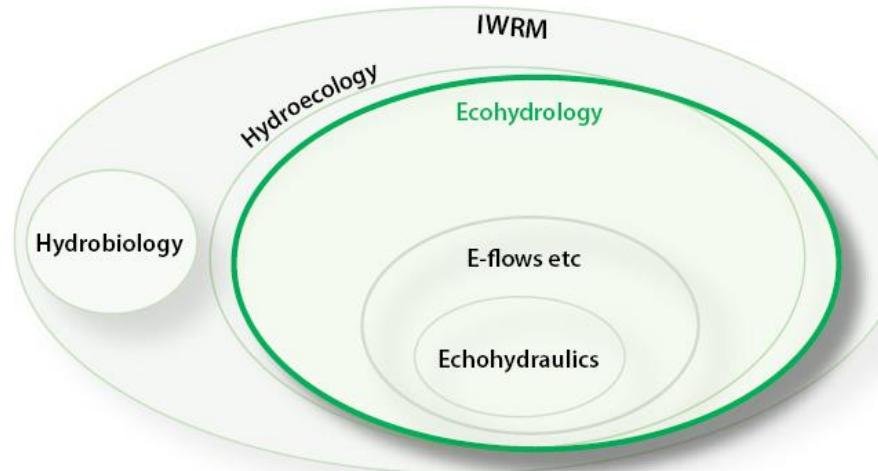


Figura tomada de TNC, 2010. Metodología ELOHA, Un nuevo marco para la determinación y el manejo de caudales ambientales en grandes regiones

EL CONCEPTO DE CAUDAL AMBIENTAL (CA)

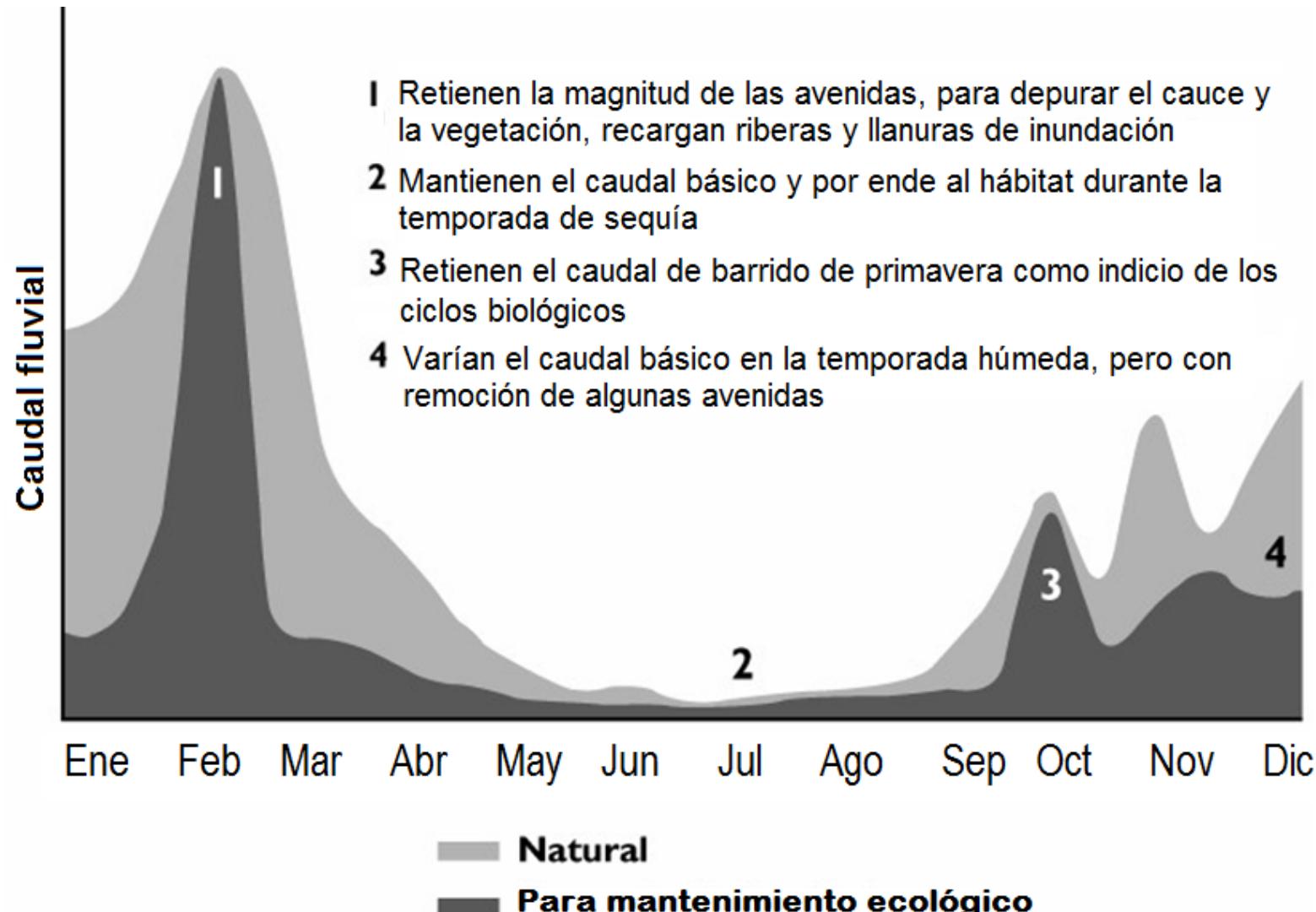


Definición de Caudal Ambiental: Volumen de agua necesario en términos de calidad, cantidad, duración y estacionalidad para el sostenimiento de los ecosistemas acuáticos y para el desarrollo de las actividades socioeconómicas de los usuarios aguas abajo de una fuente

Figura tomada de UNESCO, 2007. Ecohydrology: An Interdisciplinary Approach for the Sustainable Management of Water Resources

Definición tomada de MAVDT, 2010. Proyecto de Resolución por la cual se establecen los lineamientos y criterios técnicos para la estimación del caudal ambiental y se toman otras determinaciones

REGIMEN DE CAUDALES AMBIENTALES

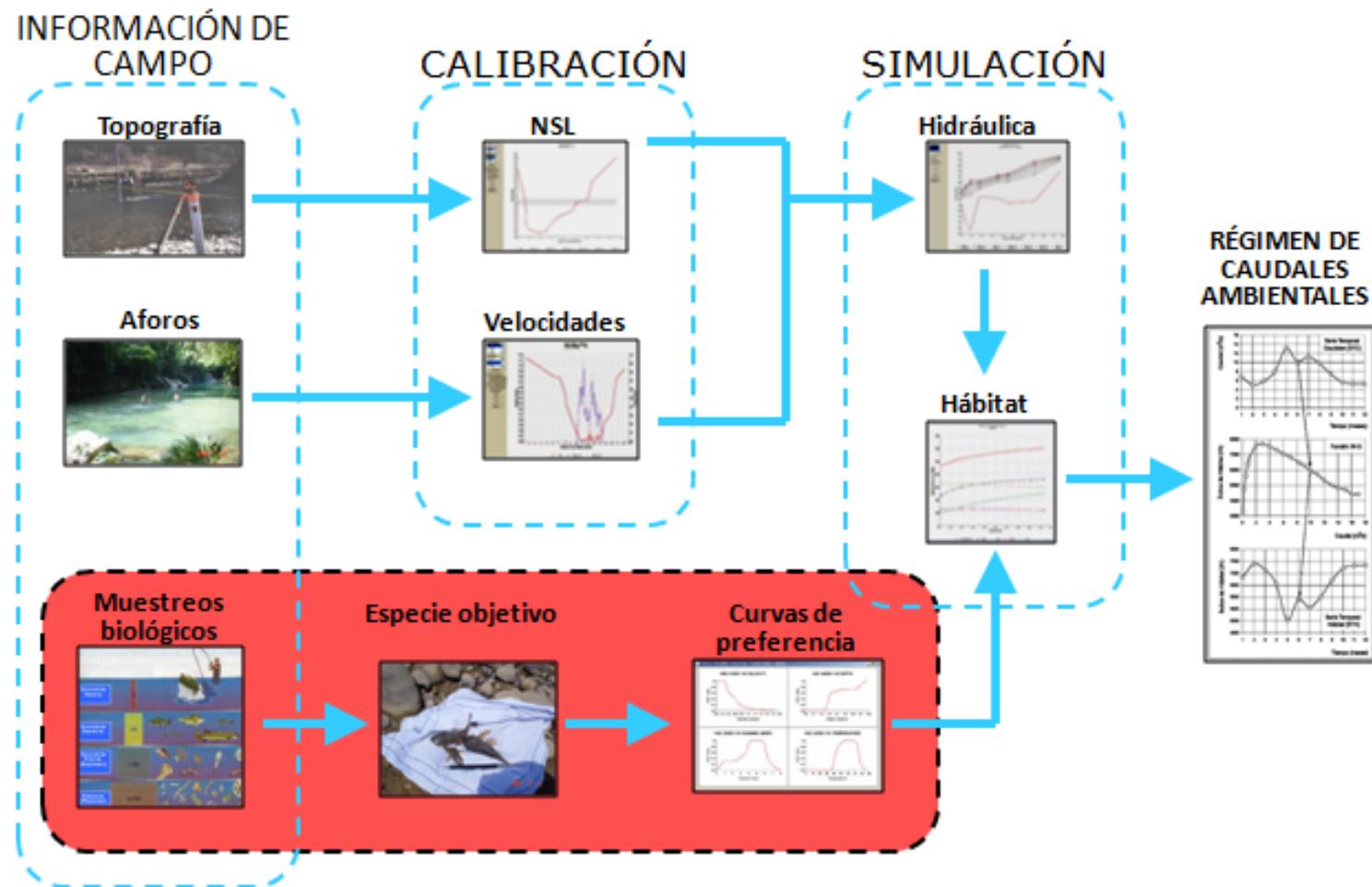


METODOLOGÍAS PARA DETERMINAR CA

1. Metodologías hidrológicas
2. Metodología hidráulicas
3. Metodologías de simulación de hábitat o Ecohidráulicas
4. Metodologías holísticas

La gran mayoría se aplica a un tramo de río específico

Ejemplo: Metodología IFIM

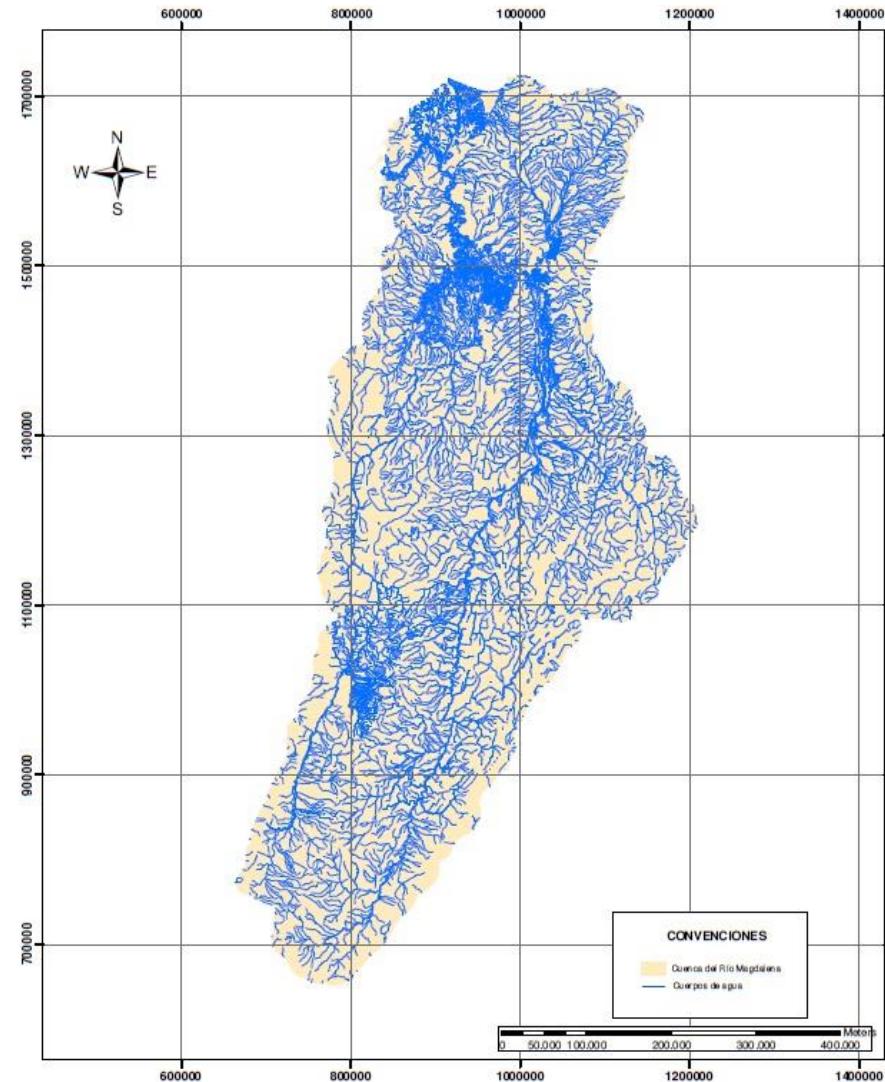


NECESIDAD DE CA REGIONALES



— Rivers for which environmental flows prescribed (< 2%)

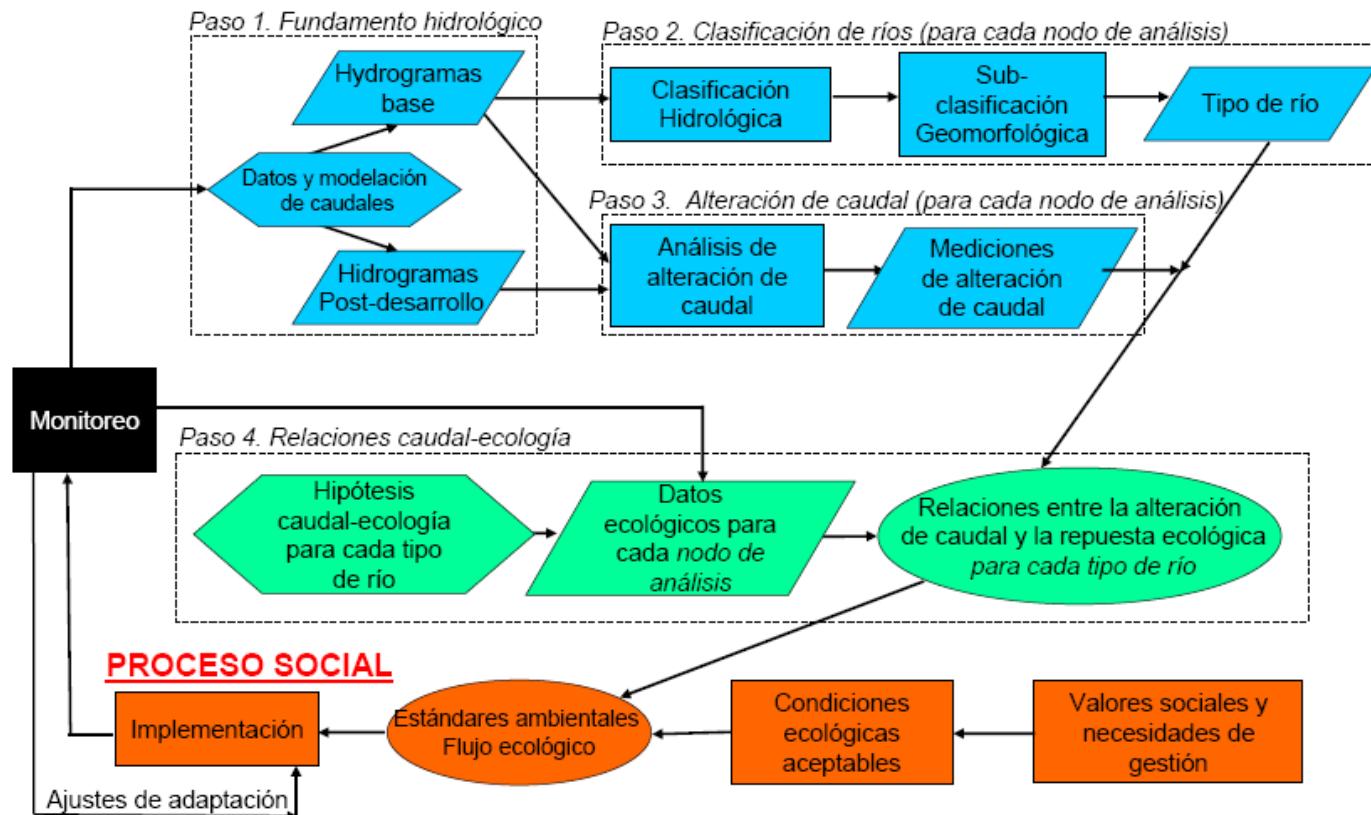
CUENCA MAGDALENA - CAUCA



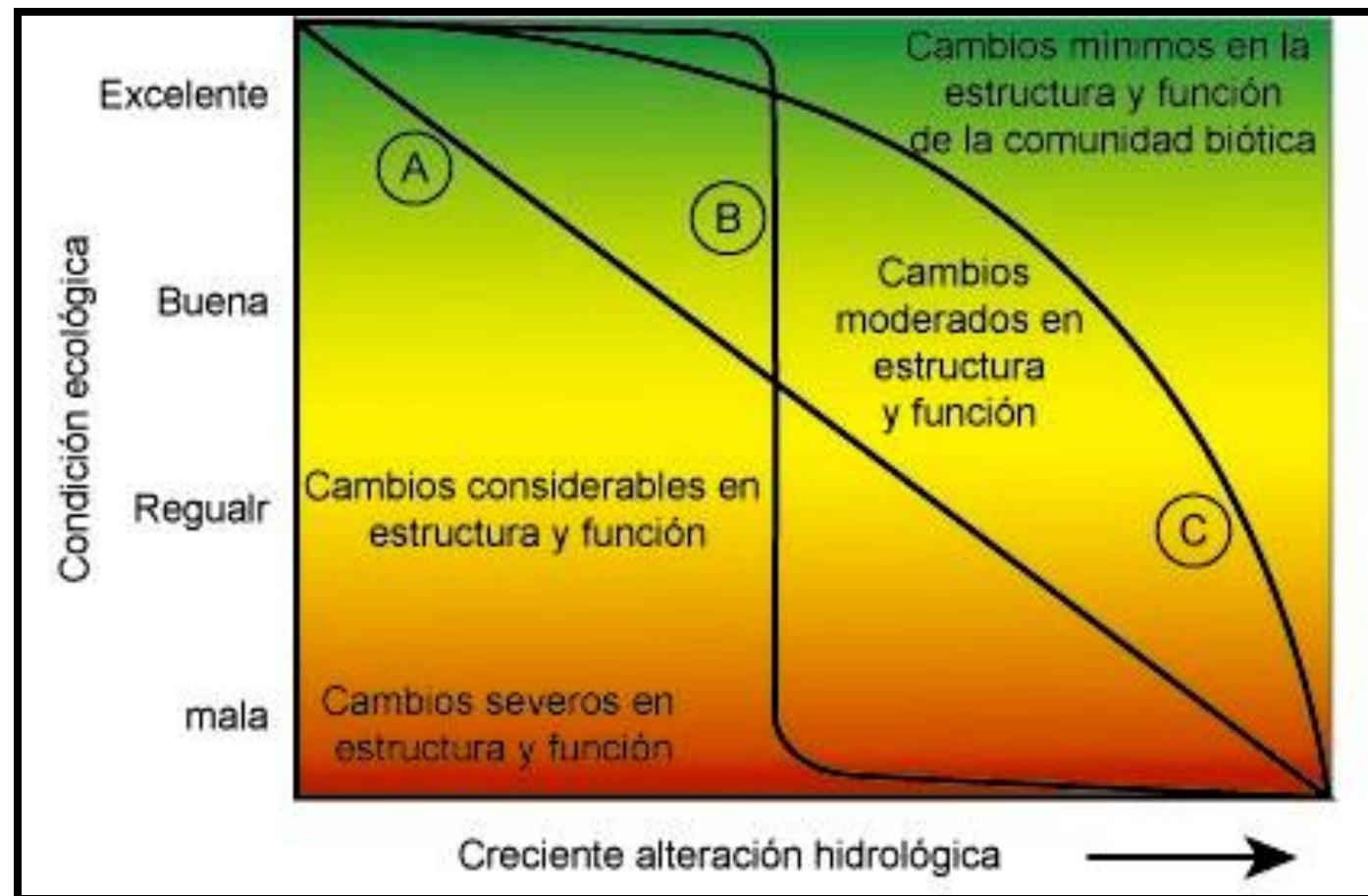
LIMITES ECOLÓGICOS DE ALTERACIÓN HIDROLÓGICA (ELOHA)



PROCESO CIENTÍFICO

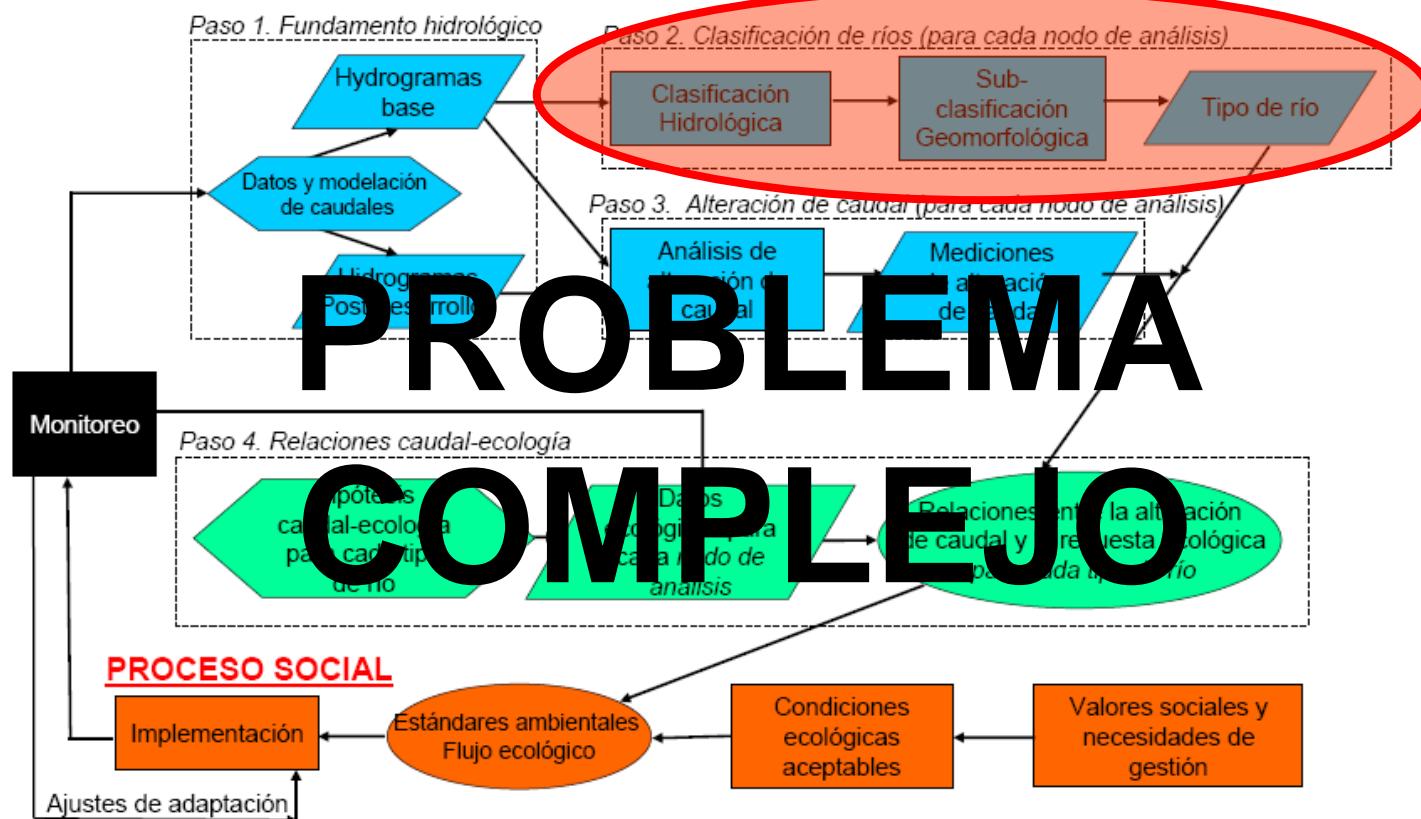


LIMITES ECOLÓGICOS DE ALTERACIÓN HIDROLÓGICA (ELOHA)



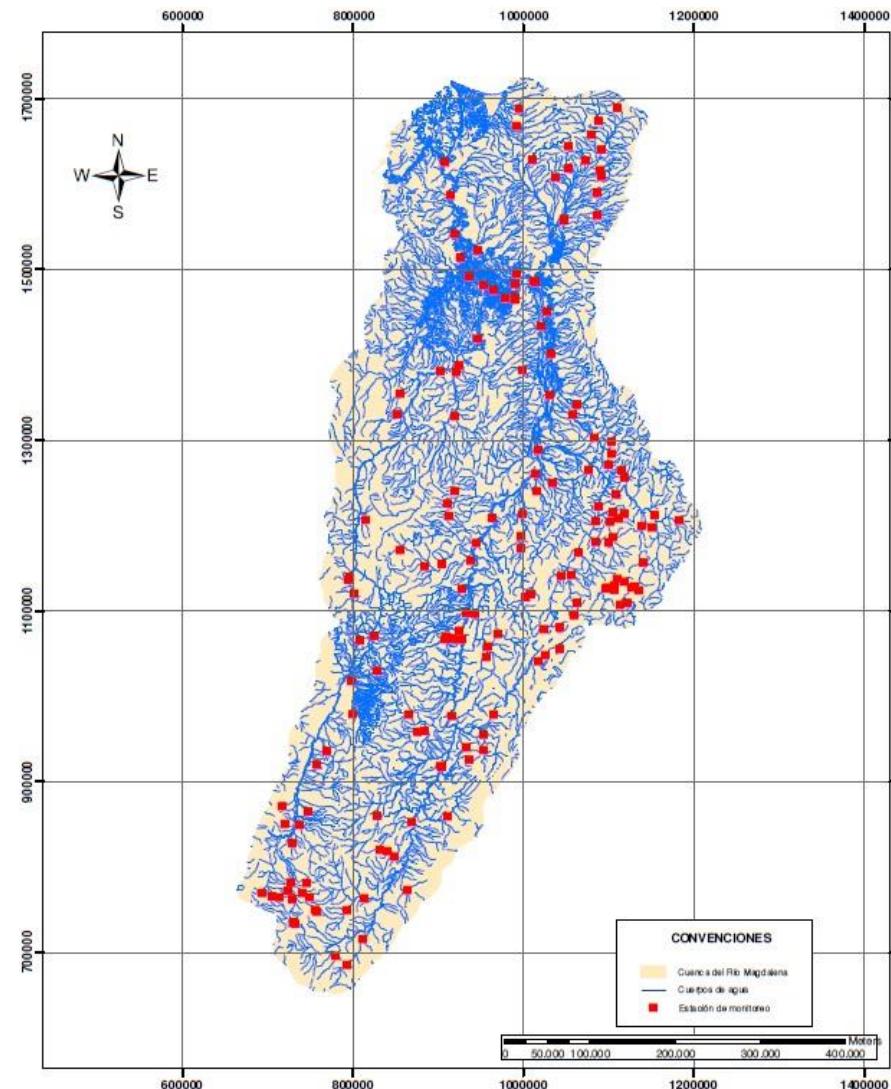
LIMITES ECOLÓGICOS DE ALTERACIÓN HIDROLÓGICA (ELOHA)

PROCESO CIENTÍFICO



PROBLEMA DE CLASIFICACIÓN COMPLEJO

CUENCA MAGDALENA - CAUCA



PASOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE CORRIENTES:

1. ANÁLISIS DE COMPONENETES PRINCIPALES, CORRELACIÓN LINEAL, REPRESENTATIVIDAD ECOLÓGICA, ANÁLISIS DE CLUSTERS, ÁRBOLES DE DECISIÓN.
2. CRITERIO DE EXPERTOS (FAMILIAS)
Clasificación de las estaciones por rango altitudinal (6 familias ecológicamente significativas)
3. ANÁLISIS DE LOS HIDROGRAMAS DE CADA FAMILIA
Filtro para análisis de clusters en familias complejas
4. ANÁLISIS DE CLUSTERS PARA FAMILIAS COMPLEJAS
23 subfamilias en total

INFORMACIÓN DISPONIBLE PARA LA CLASIFICACIÓN: 174 CORRIENTES Y 73 VARIABLES

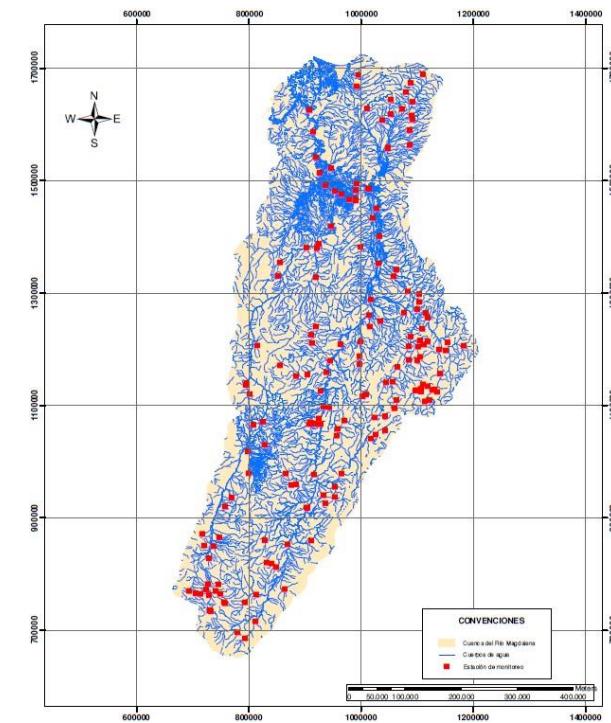
No.	TIPO	NOMBRE
1		October
2		November
3		December
4		January
5		February
6		March
7		April
8		May
9		June
10		July
11		August
12		September
13		1-day min
14		3-day min
15		7-day min
16		30-day min
17		90-day min
18		1-day max
19		3-day max
20		7-day max
21		30-day max
22		90-day max
23		Zero days
24		Base flow
25		Date min
26		Date max
27		Nm
28		Lo pulse #
29		Lo pulse L
30		Hi pulse #
31		Hi pulse L
32		Rise rate
33		Fall rate
34		Reversals

IHA - PARÁMETROS IHA (INDICADORES DE ALTERACIÓN HIDROLÓGICA)

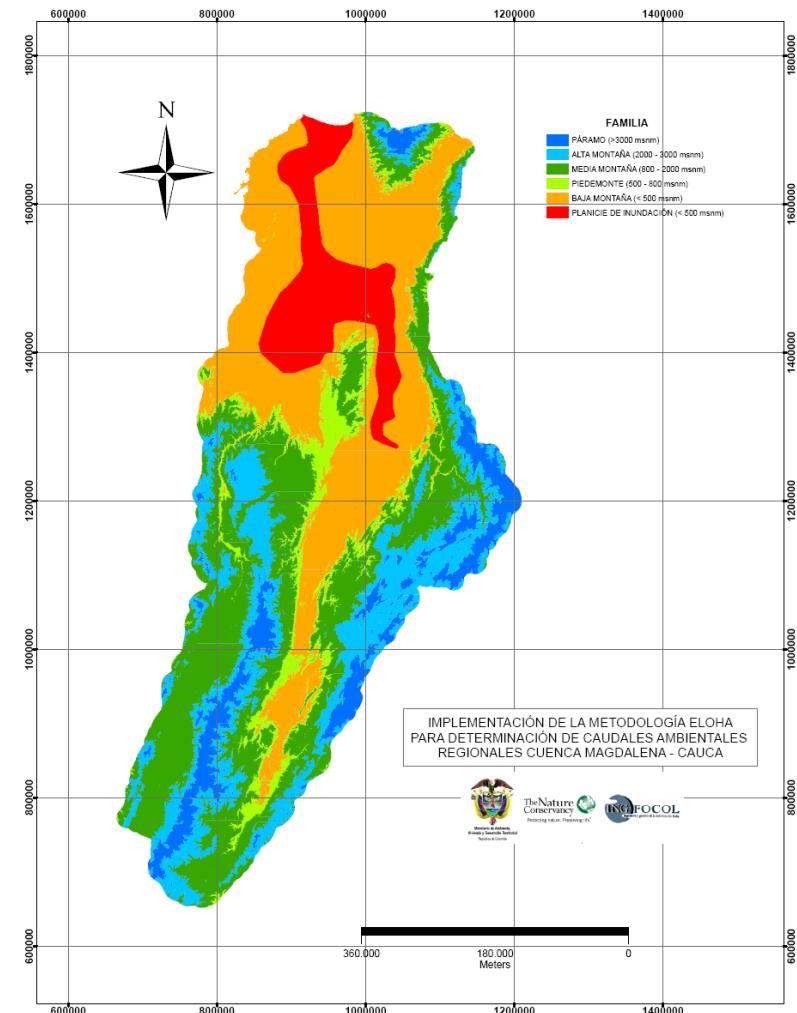
No.	TIPO	NOMBRE
35		Oct lowf
36		Nov lowf
37		Dec lowf
38		Jan lowf
39		Feb lowf
40		Mar lowf
41		Apr lowf
42		May lowf
43		June lowf
44		July lowf
45		Aug lowf
46		Sept lowf
47		Xlow1 peak
48		Xlow1 dur
49		Xlow1 time
50		Xlow1 freq
51		High1 peak
52		High1 dur
53		High1 time
54		High1 freq
55		High1 rise
56		High1 fall
57		Sfld1 peak
58		Sfld1 dur
59		Sfld1 time
60		Sfld1 freq
61		Sfld1 rise
62		Sfld1 fall
63		Lfld1 peak
64		Lfld1 dur
65		Lfld1 time
66		Lfld1 freq
67		Lfld1 rise
68		Lfld1 fall

IHA - PARÁMETROS EFC (COMPONENTES DEL CAUDAL ECOLÓGICO)

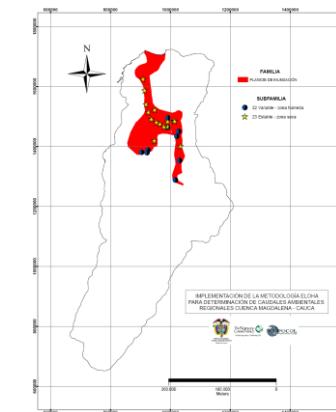
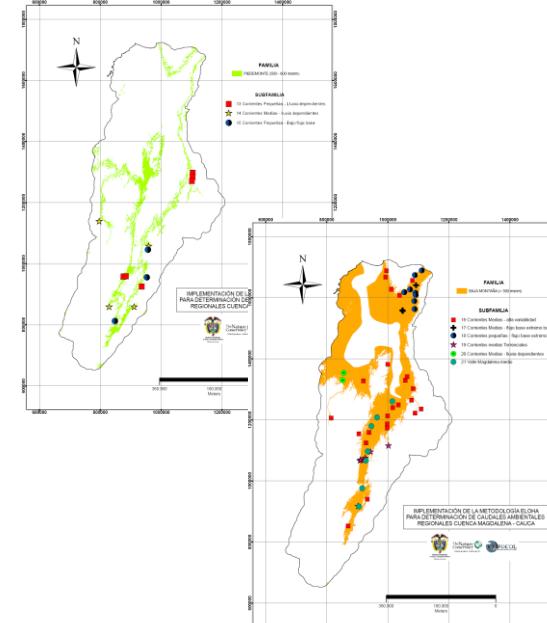
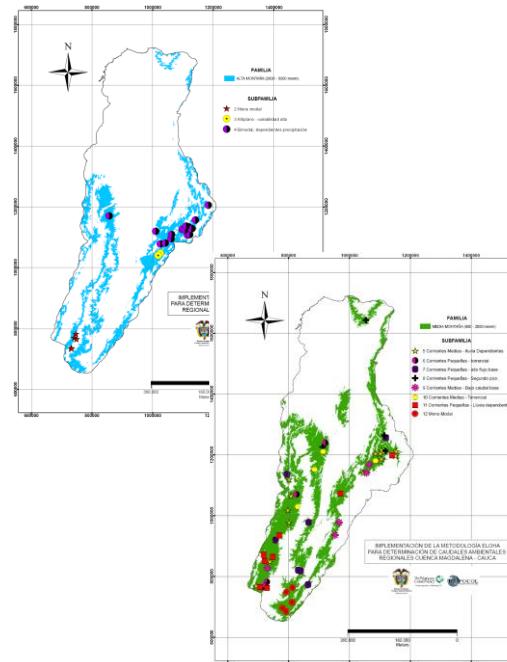
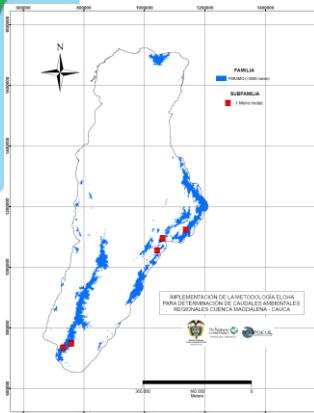
No.	TIPO	NOMBRE
69		Media
70		CV
71		Elev
72		X
73		Y



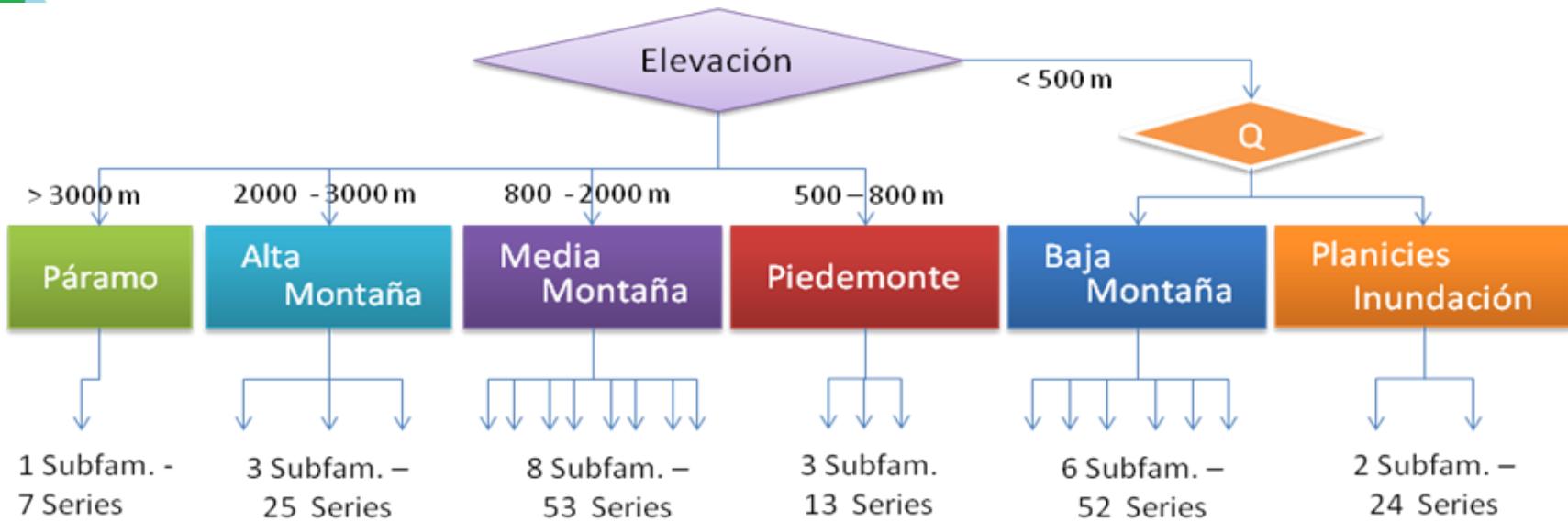
CRITERIO DE EXPERTOS (6 FAMILIAS)



RESULTADOS FINALES 23 SUBFAMILIAS EN TOTAL



RESULTADOS FINALES - RESUMEN



EL PROBLEMA DE LA CLASIFICACIÓN IDEAL



1. Dividir la información en grupos de elementos homogéneos que comparados entre sí sean lo suficientemente heterogéneos para poderse diferenciar
2. Identificar qué variables condicionan el agrupamiento
3. Identificar el número de grupos que en realidad subyace a la información



Cuál es el grado de invariancia del número de grupos y corrientes familiares de la cuenca Magdalena-Cauca para diferentes tipologías de variables de clasificación y qué variables determinan dicha invariancia dentro del marco de referencia *ELOHA*?

Principal

Agrupar con criterio ecohidrológico las corrientes de la cuenca Magdalena-Cauca dentro del marco de referencia ELOHA mediante [mapas autorganizados de Kohonen](#).

Específicos

- Identificar el número óptimo de familias en función de cada tipología de variables empleada en el proceso de clasificación de corrientes en la cuenca Magdalena-Cauca y dentro del marco de referencia ELOHA.
- Identificar cuáles son los posibles grupos de corrientes que son invariantes a la tipología de variables empleada en la clasificación.
- Identificar las variables más relevantes de cada tipología de variables empleada en el proceso de clasificación.

1. Tipologías de variables

Tipología 1 - todas la variables

Tipología 2 – variables IHA

Tipología 3 – variables CCE

Tipología 4 – variables Ingfocol 2010

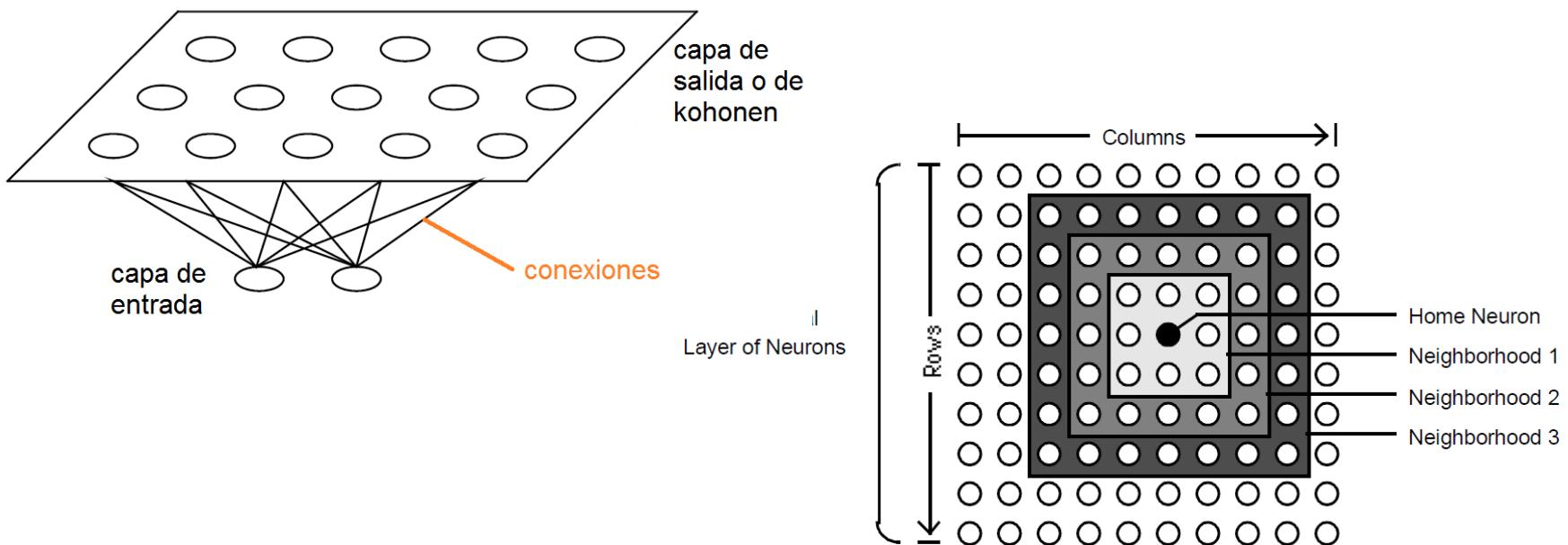
Tipología 5 – 12 Q mensuales y elevación

Tipología 6 – cuatrimestre donde se presenta el flujo más alto, Q medio extremadamente bajo, Q medio grandes inundaciones, Q medio y elevación.

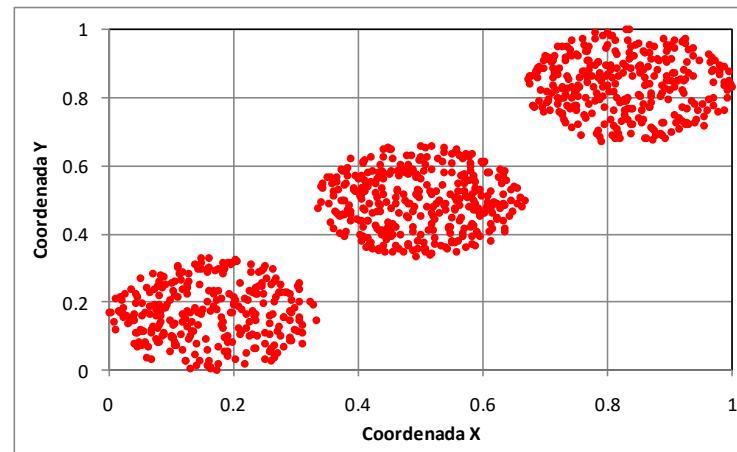
2. Configuración de los modelos de Kohonen

MAPAS AUTORGANIZADOS DE KOHONEN

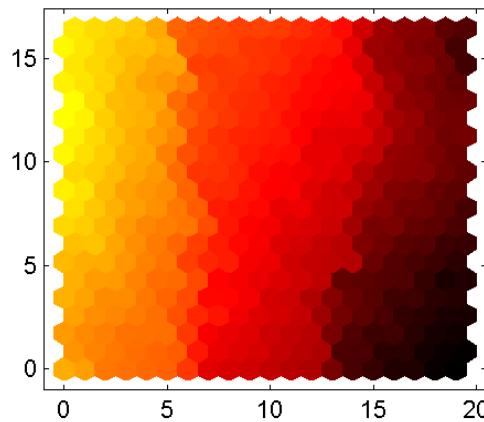
1. Aprendizaje competitivo
2. Entrenamiento no supervisado
3. No necesita predeterminadamente el número de clústeres
4. Auto-organización en función de la vecindad
5. Visualización de la clasificación en mapas bidimensionales



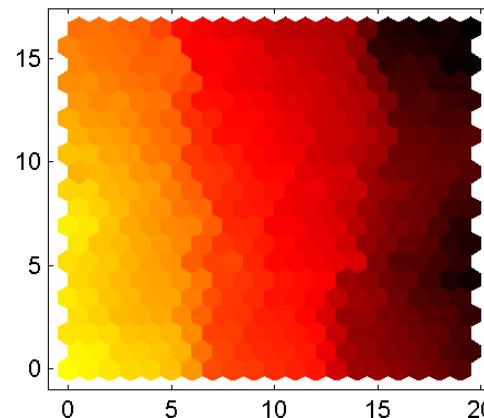
MAPAS AUTORGANIZADOS DE KOHONEN - EJEMPLO



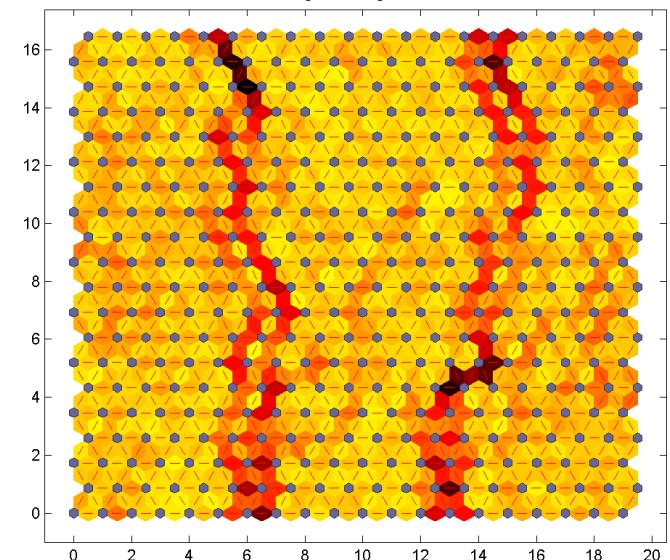
Weights from Input 1



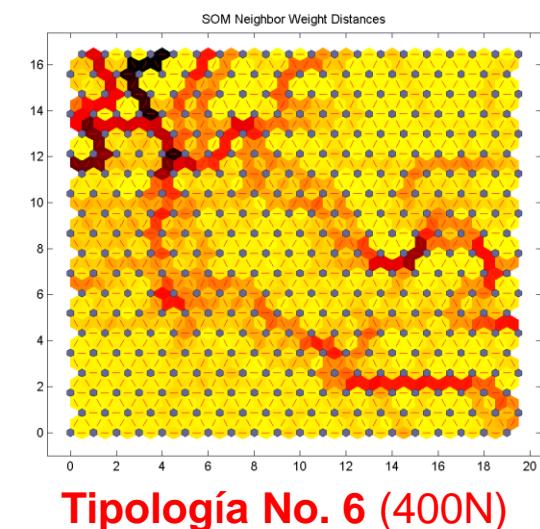
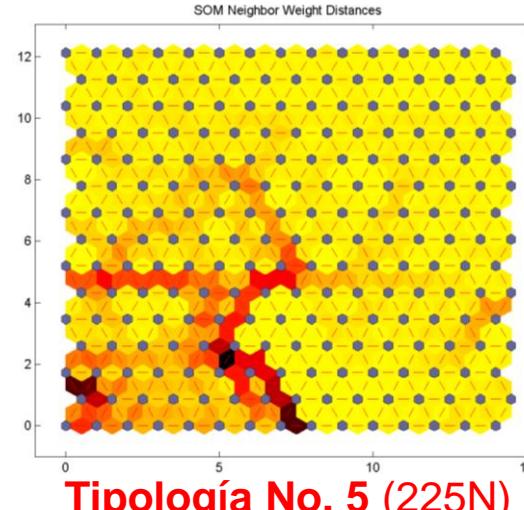
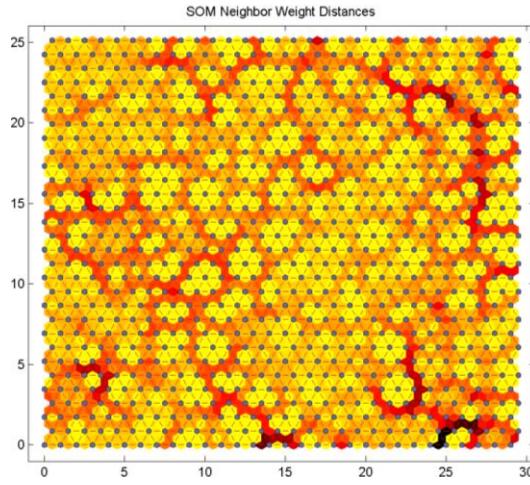
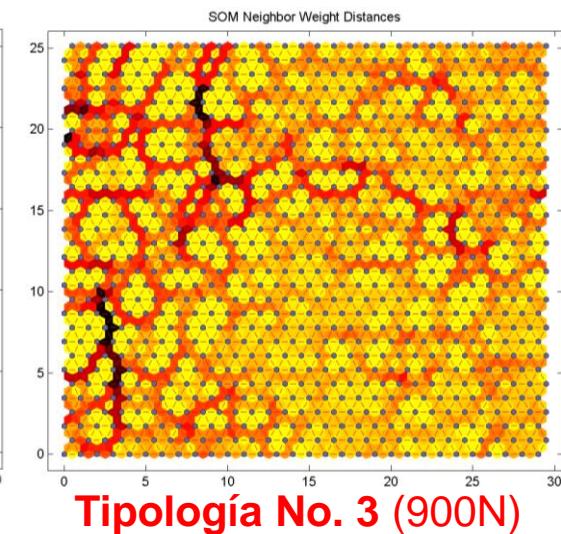
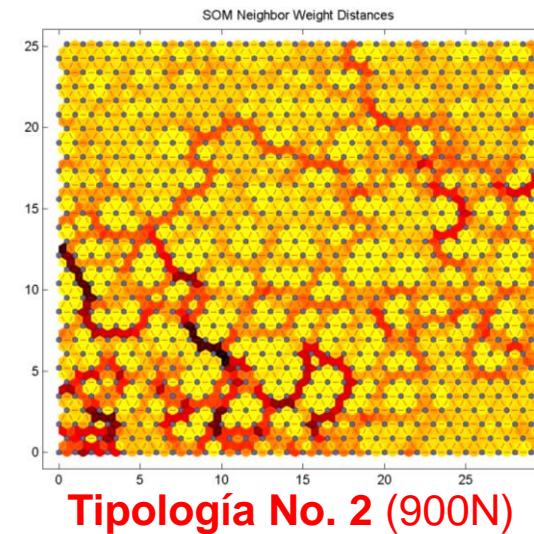
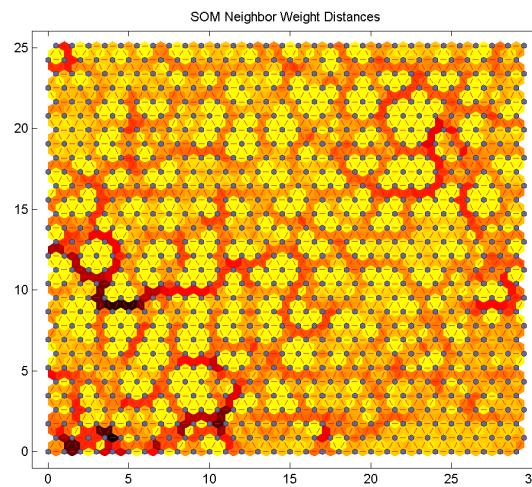
Weights from Input 2



SOM Neighbor Weight Distances

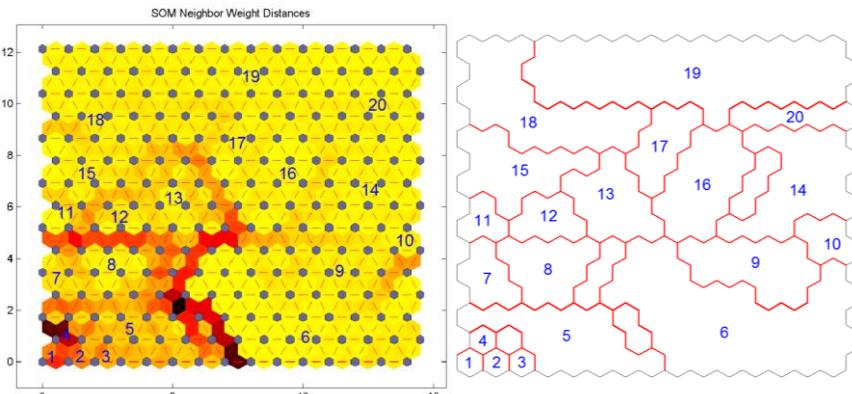


RESULTADOS DE LA CLASIFICACIÓN

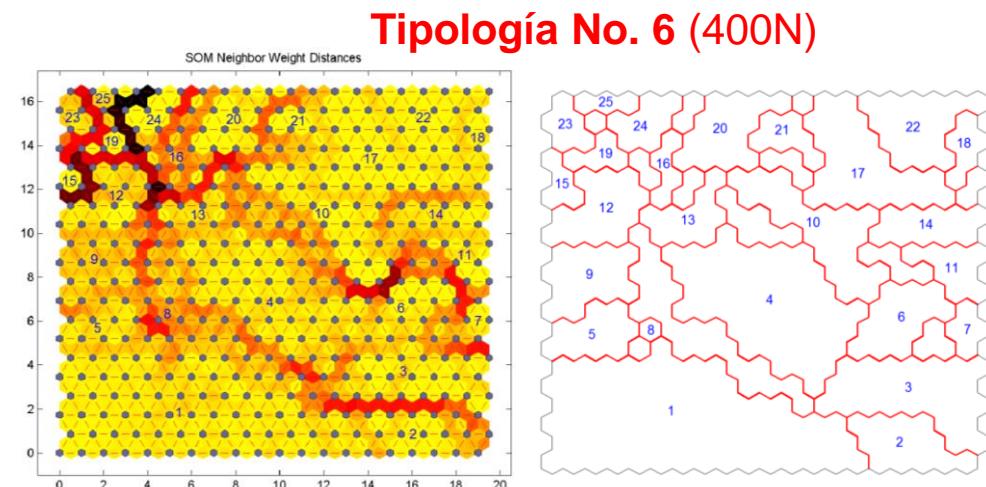


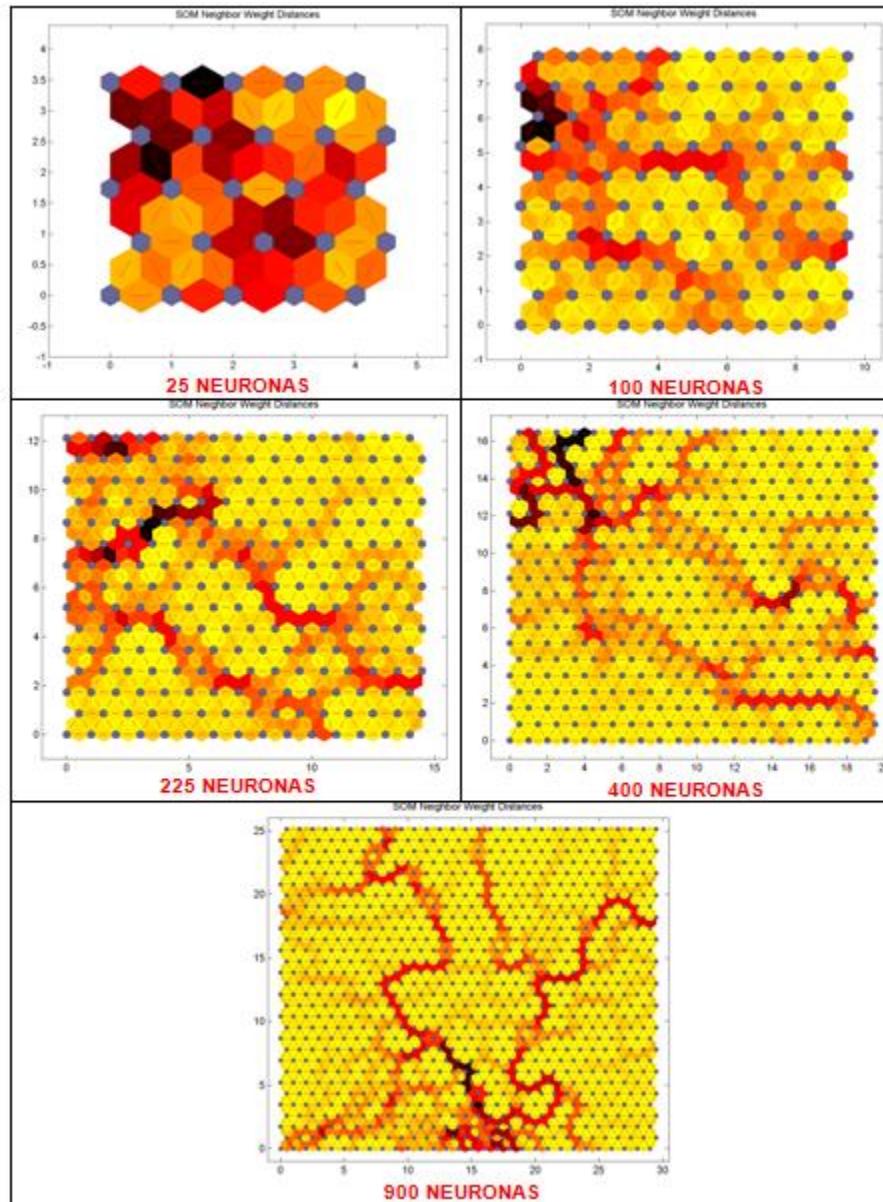
Criterio experto: número de grupos deseables cercano a 20

Tipología de variables	Cantidad de variables	Cantidad de neuronas del modelo representativo	Cantidad de grupos obtenido
1	73	900	>> 23
2	34	900	>> 23
3	34	900	>> 23
4	26	900	>> 23
5	13	225	20
6	5	400	25

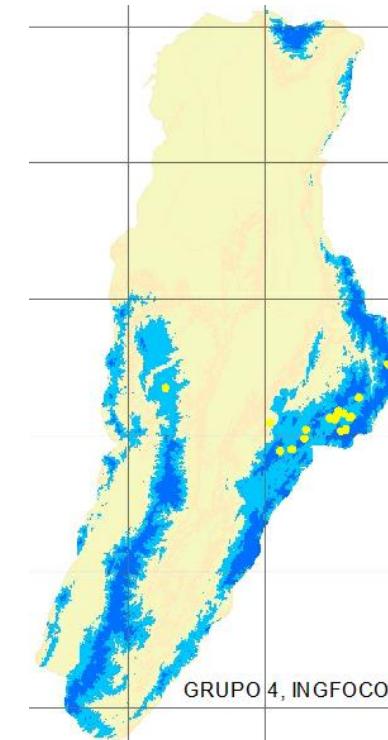
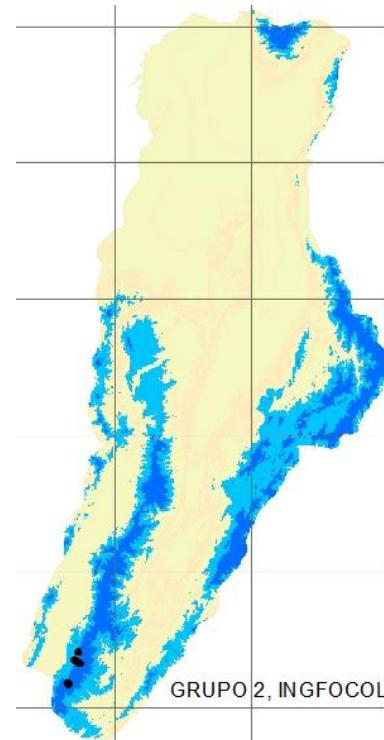
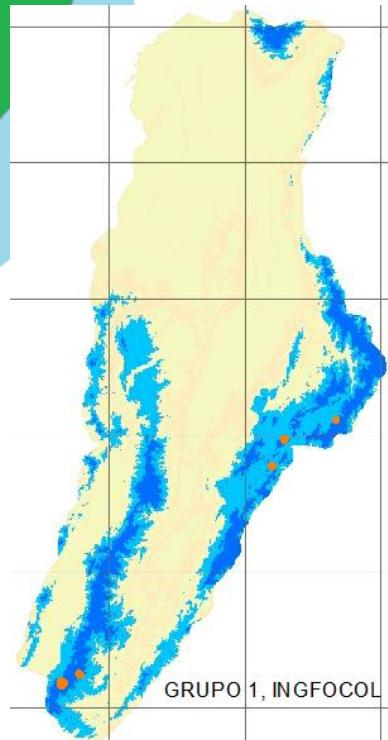


Tipología No. 5 (225N)

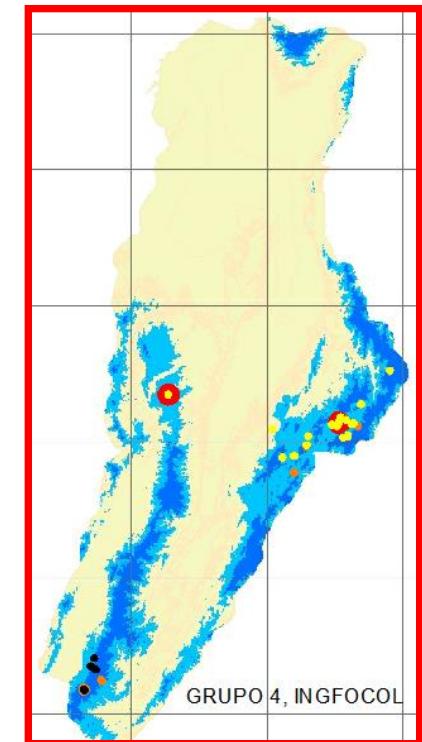




Grupos No. 1, 2 y 4, Ingfocol



Grupo No. 6 Tipología No. 5



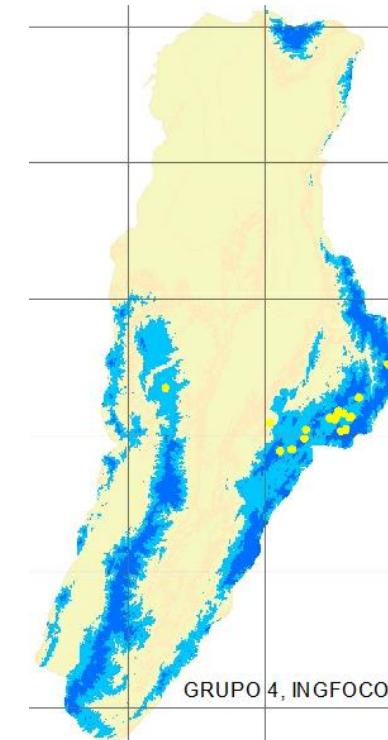
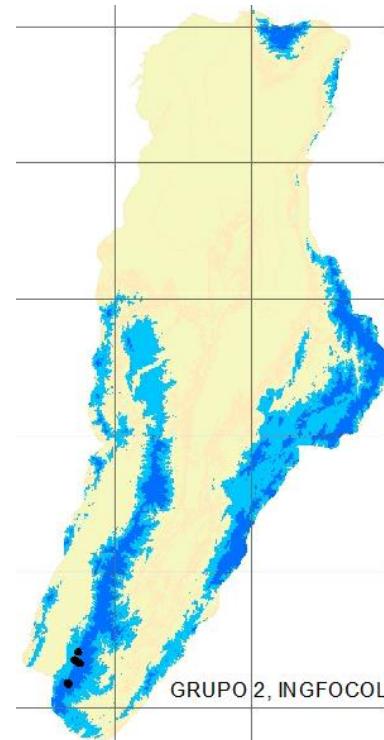
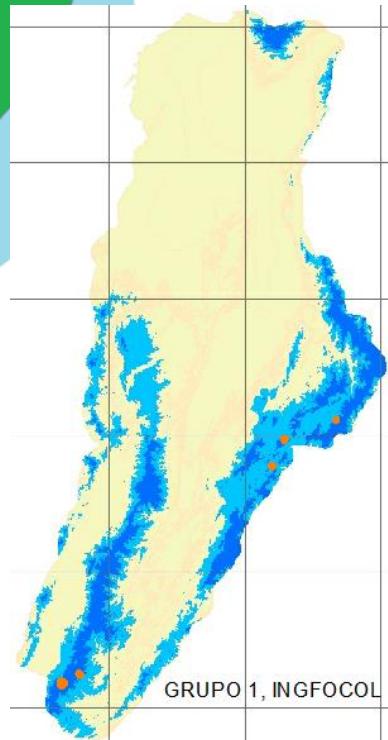
154 CORRIENTES
89%

	Clusters T6																									# patr.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
Clusters T5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	# patr.
1																										1
2																										1
3																										2
4																										1
5																										7
6		12	11				3	2																		28
7																		2								2
8																		4								6
9		1					2	1										1								5
10	1																	1								3
11							1																			1
12						2																				2
13																										3
14	6			5														3								14
15					2													1								3
16	1			1														1								3
17	1			2																						3
18	27								1									2								30
19	22				7						7									7	1				2	6
20	1				3																					6
# patr.	59	13	11	18	5	5	3	1	6	7	2	6	3	5	1	2	7	3	1	3	2	6	3	1	1	174

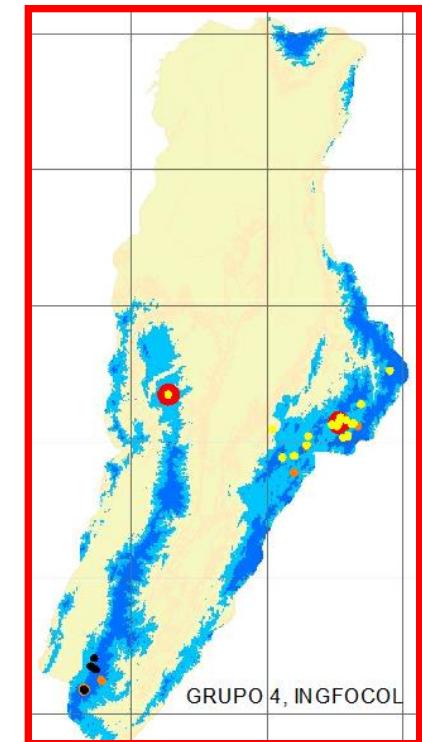
151 CORRIENTES
87%

	Clusters T5																				# patr.	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
Clusters Ingfocol 2010	1					7																
2						5																
3								2														
4						16		2														
5														5	2	2	5	1				
6														3				2				
7																		4	3			
8								1										3				
9								1					2	1				1				
10													2					2				
11								1	1				1					5				
12													1			1	1	2				
13																		6				
14																		4				
15																		3				
16																		17	9			
17																		3				
18																		6	2			
19																		1	5			
20																		2				
21						1		2					3	1								
22						2		1	1			1	2			1			1			
23	2	1	2	1	4	1	3									1						
# patr.	2	1	2	1	7	28	2	6	5	3	1	2	3	14	3	3	3	30	52	6	174	

Grupos No. 1, 2 y 4, Ingfocol



Grupo No. 6 Tipología No. 5



141 CORRIENTES
81%

		Clusters T6																									# patr.	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
Clusters Ingfocol 2010	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		# patr.	
1		2	5																								7	
2			4																								5	
3									1	1																	2	
4			11	2					4	1																	18	
5	11				4																						15	
6	2				3																						5	
7	1			2																							7	
8	4																										4	
9	1									1																	5	
10	1			1																							4	
11											1																8	
12				5																							5	
13	4										1																6	
14				1							1																4	
15											1																3	
16	22			2				1	1																		26	
17	3																											3
18	8																											8
19										3																	6	
20	1																											2
21												1															7	
22	1				4				2		2																9	
23					1				4		4																15	
# patr.	59	13	11	18	5	5	3	1	6	7	2	6	3	5	1	2	7	3	1	3	2	6	3	1	1	174		

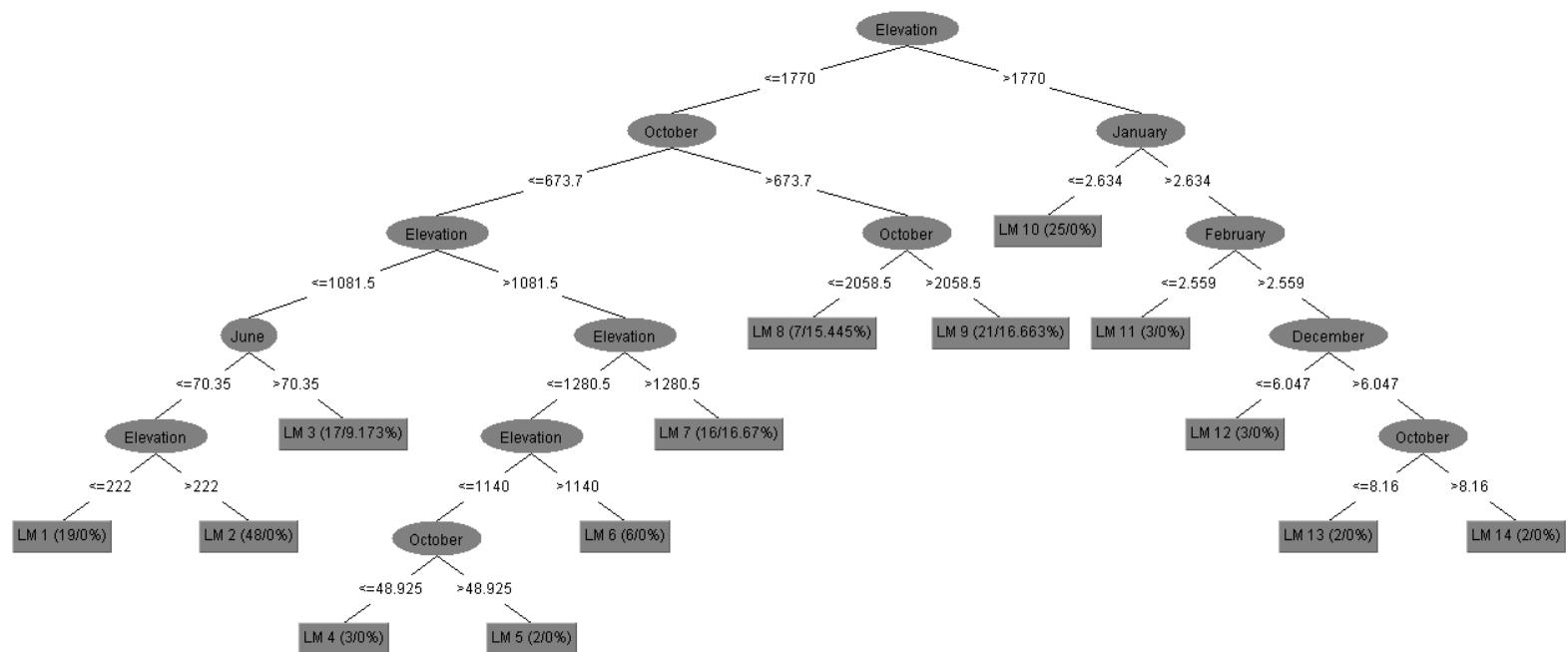
RESULTADOS – GRUPOS CON INVARIANCIA NULA

Grupos de corrientes con invariancia nula	
Tipología No. 5	2, 4, 7, 10, 11 y 15
Tipología No. 6	7, 8, 10, 11, 13, 15, 17, 19, 24, 25

Tipología No. 5 (mejor tipología para clasificación): Familias de Planicie de Inundación, Baja Montaña o Parte Baja y Media Montaña

Tipología No. 6: Familias Alta Montaña, Media Montaña, Piedemonte, Baja Montaña y Planicie de Inundación (todas menos Páramo)

Tipología No. 5 (la más acertada)



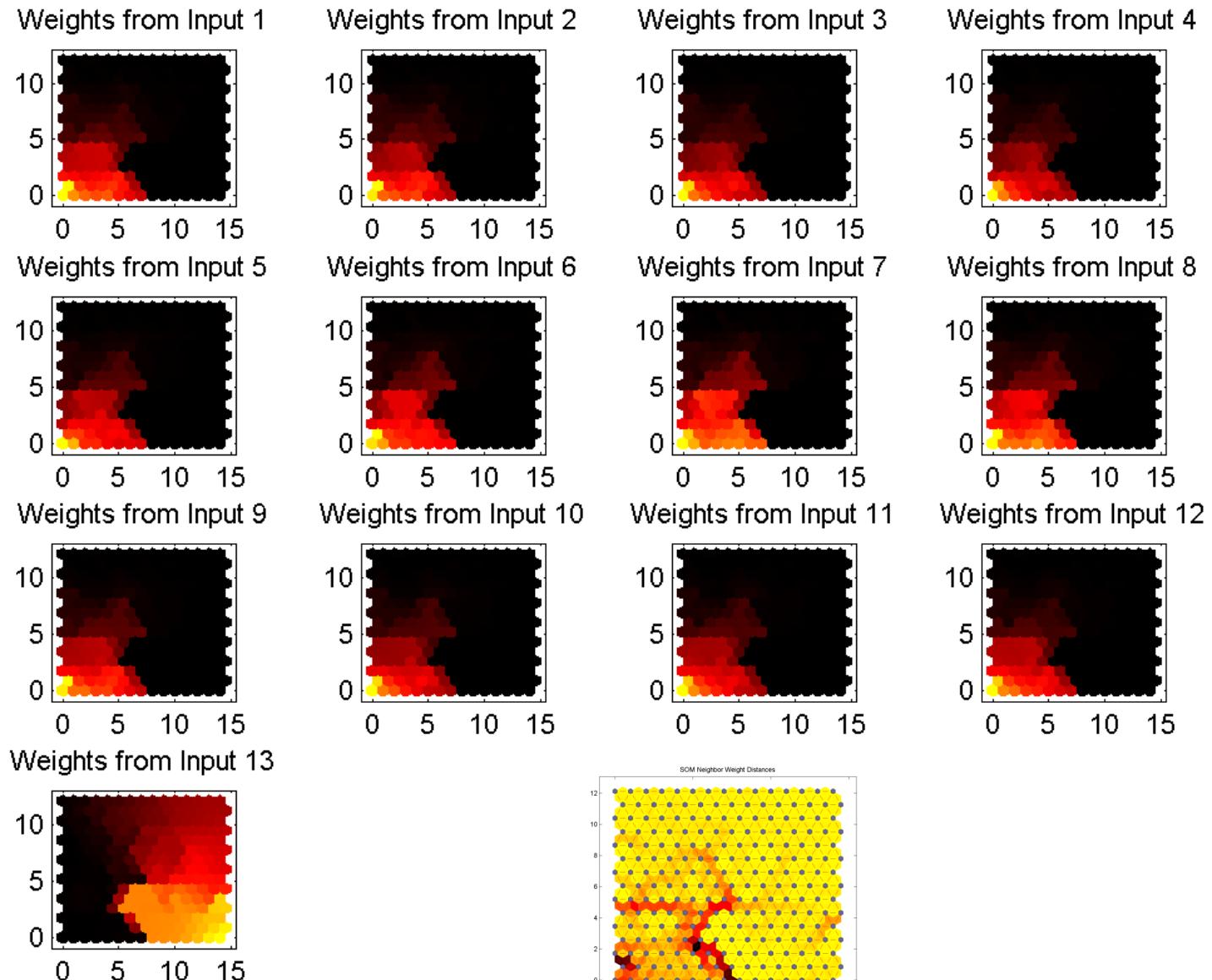
Variables importantes de acuerdo al nivel de importancia:

1. **Elevación**
2. Octubre y Qenero
3. Elevación, Octubre y Qfebrero

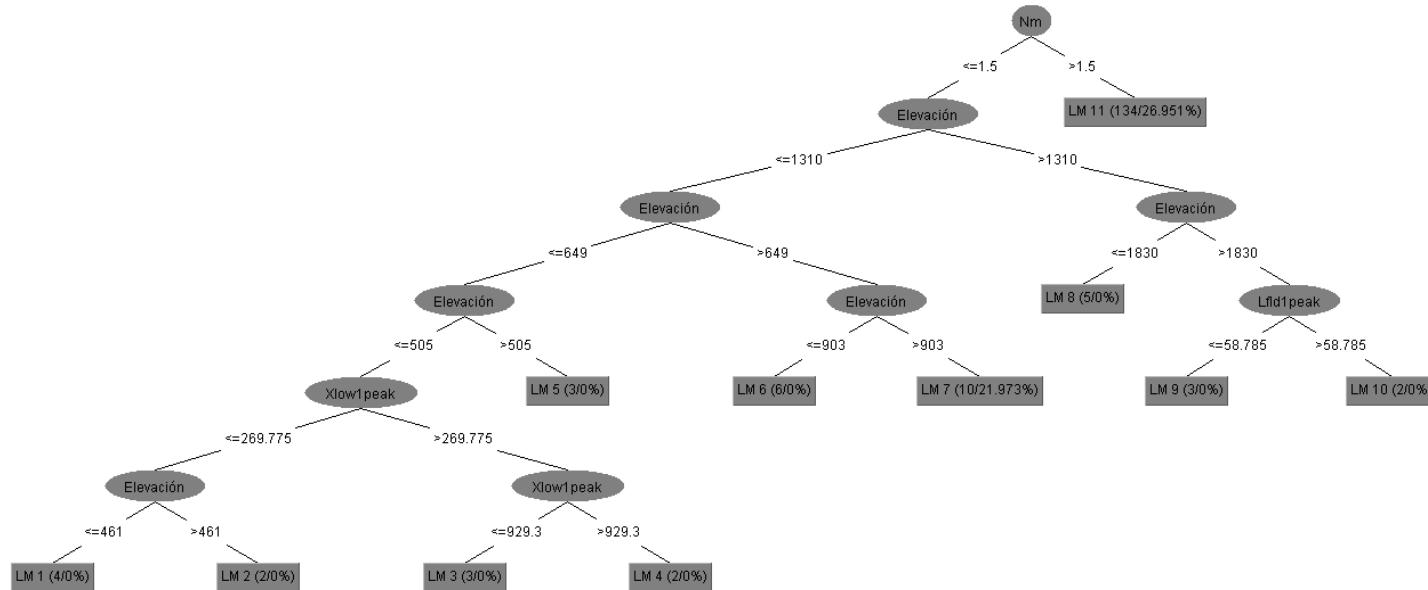
RESULTADOS – VARIABLES IMPORTANTES

Tipología No. 5

1. Qene
2. Qfeb
3. Qmar
4. Qabr
5. Qmay
6. Qjun
7. Qjul
8. Qago
9. Qsep
10. Qoct
11. Qnov
12. Qdic
- 13. Elevación**



Tipología No. 6



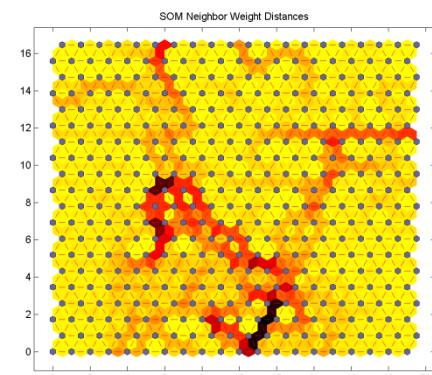
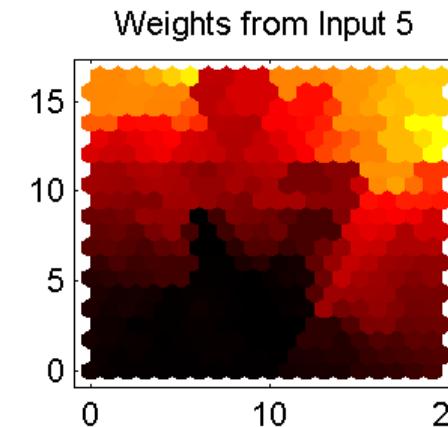
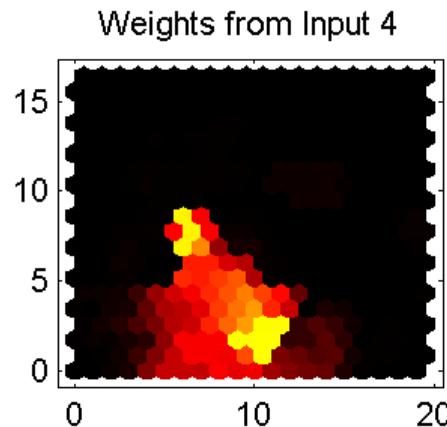
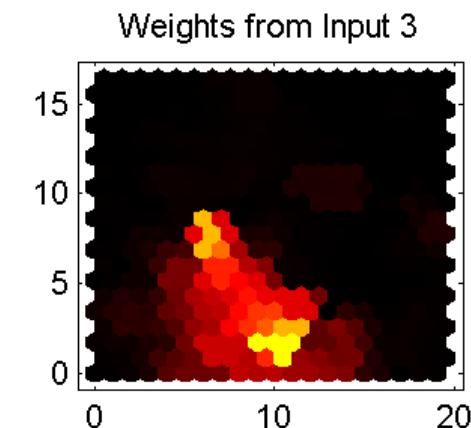
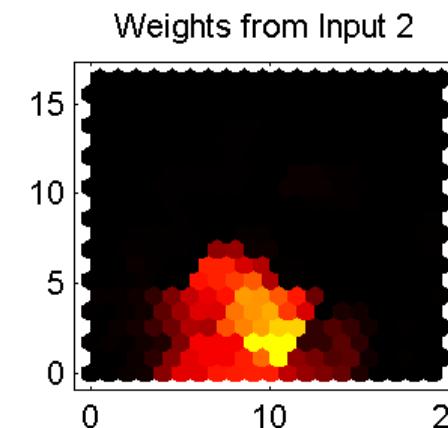
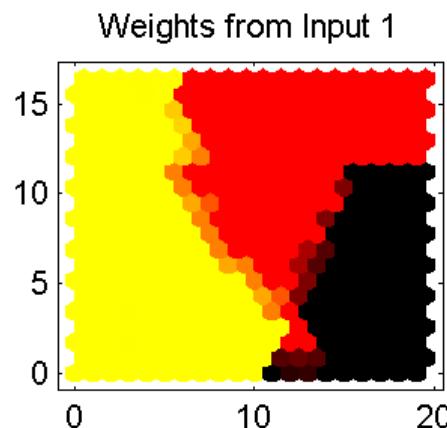
Variables importantes de acuerdo al nivel de importancia:

1. Cuatrimestre en el que se presenta el pico más alto
2. **Elevación**
3. **Elevación**

RESULTADOS – VARIABLES IMPORTANTES

Tipología No. 6

1. Cuatrimestre pico alto
2. Qmed_min
3. Qmed_max
4. Qmed
5. **Elevación**



- Kohonen proporciona una buena clasificación preliminar
- Se deben emplear pocas variables y orientadas a los hidrogramas
- Tipologías 5 y 6 con números de grupos similares (20 y 25) a clasificación de Ingfocol (23)
- Tipología No. 5 la más parecida a Ingfocol con 87% de invariancia (Tipología No. 6: 81% de invariancia)
- Enfocado a ELOHA, Kohonen clasifica más fácilmente las corrientes de las partes altas y lo hace con dificultad a medida que la altitud de la corrientes es menor
- La elevación de la estación variable más importante
- Kohonen proporcionó mejores resultados del Clustering Difuso

- Proporciona el número de grupos
- Fácil visualización de los resultados
- Se conserva la estructura topológica
- Se deben filtrar previamente variables
- Existe proporcionalidad entre el número de neuronas y número de variables
- Con Kohonen se puede hacer análisis de variables importantes



GRACIAS