



Reporte N°2

Priorización de áreas para la restauración de bosques nativos en la provincia del Ranco.

Investigadores y profesionales: **Dr. Christian Little C**
Dr. Bastienne Schlegel.
M.Sc. Felipe Labra
Ing. Miguel Labra
Tec. Luis Barrales

1. INTRODUCCIÓN

En el marco del proyecto “Forestación Sustentable y Manejo Integrado de Cuencas Etapa 2”, ejecutado por la Corporación Nacional Forestal (CONAF), cuya finalidad busca recuperar bosques nativos degradados en predios de pequeños propietarios y comunidades indígenas en la Provincia del Ranco, se ha propuesto realizar un análisis a escala de cuencas, para encontrar áreas para la restauración de bosques nativos. Considerando la estrecha relación entre los ecosistemas forestales y la provisión de agua, y que en el territorio existen una serie de cuencas vinculadas al abastecimiento de agua para el consumo humano, el presente reporte tiene por objetivo dar a conocer los resultados de un análisis de priorización de áreas para dicha restauración y un avance en la selección de dos cuencas que pudieran ser consideradas como piloto para la ejecución de actividades.

2. MÉTODO

2.1 Ubicación de captaciones de agua y cuencas proveedoras de agua

Para la elección de áreas se revisó una base de puntos georreferenciados asociadas al programa de Agua Potable Rural de la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH) además del chequeo de cuencas disponibles en la plataforma www.bosquesyagua.cl. Esto último, ya que dicha plataforma proporciona información respecto a la ubicación de captaciones de agua para el consumo humano en áreas concentradas y semiconcentradas. Además de lo anterior, se acudió las oficinas de la Secretaría Comunal de Planificación (SECPLAN) de cada municipio de la provincias del Ranco, con el objetivo de validar información de gabinete y localizar otras captaciones asociadas a cursos de agua superficial. Cabe señalar que la verificación del punto exacto de la captura de agua por parte de la población es lo que permite delinear el área de drenaje de las cuencas proveedoras de agua (CPA).

Para la delineación de cuencas se utilizó un modelo de elevación digital (DEM) de resolución 1 arcosegundo (≈ 30 metros) del proyecto Shuttle Radar Topography Mission (SRTM). Se utilizaron tres modelos digitales de elevación (DEM por sus siglas en inglés).

Tabla 1. Características básicas archivos DEM utilizados.

<i>DEM ID</i>	<i>Fecha</i>	<i>Resolución</i>
SRTM1S41W074V3	23-Sept-14	1-Arc
SRTM1S41W073V3	23-Sept-14	1-Arc
SRTM1S41W072V3	23-Sept-14	1-Arc

Para el geoproceso se utilizó en conjunto los softwares QGIS, SAGA GIS, ArcMap y Google Earth. Para discriminar la cuenca proveedora de agua, se analizó visualmente el relieve, permitiendo acotar las dimensiones de la máscara. A modo de ejemplo, se observa en la Figura 1 el visor de Google Earth en modo relieve y un polígono amarillo como área de trabajo. Con los archivos DEM simplificados, se realizó un análisis topográfico rápido con el objetivo de identificar la presencia de canales (Drenajes) y finalmente delinear el área de la cuenca, incluyendo una corrección manual (Anexo 1).

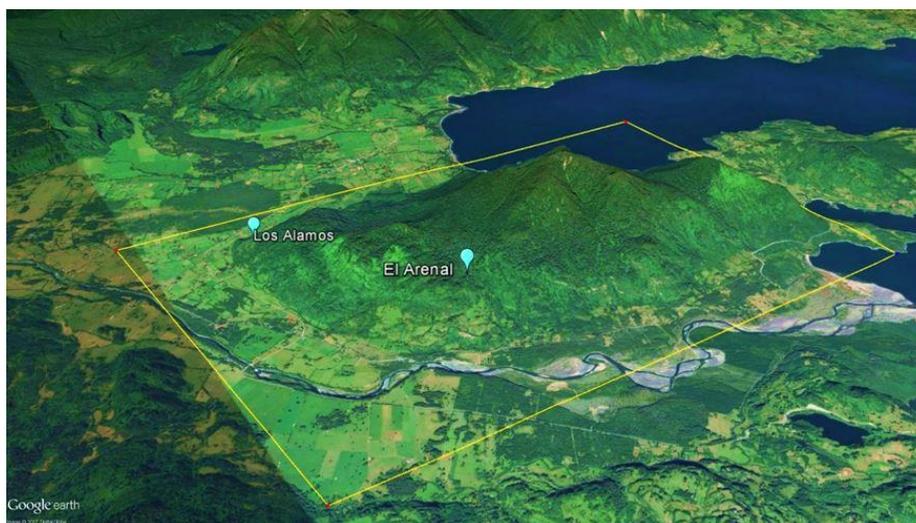


Figura 1. Visualización áreas de trabajo.

Como fase final de este proceso se cuantificó el área de la CPA, la dominancia de pendientes y el uso del suelo. Sobre esta última variable, el análisis fue efectuado para toda la cuenca y también para un área aledaña a los cursos de agua, definida como un buffer de 30 metros hacia ambos lados. Para el uso de suelo se utilizó información proveniente del Catastro de Bosque Nativo, teniendo como base los vectores asociados al área de la cuenca y una red de drenaje proveniente de CIREN. Del proceso anterior y de otras fuentes de

información, fueron derivadas una serie de variables asociadas a las cuencas y que son presentadas en el Tabla 2.

Tabla 1. Variables derivadas de la caracterización biofísica de las cuencas.

Variable	Unidad	Descripción
Área	ha	Área del polígono que cierra la cuenca en el punto de captación de agua.
Pendientes	%	Ocupación relativa de rangos de pendientes <15%, 15-35%, 35-45% y >45%.
Cobertura CC	%	Participación relativa de los usos de suelo según Bosque nativo, Plantación, Matorral, Praderas y matorral, Bosque nativo con exóticas, Agropecuaria, Urbana e industrial, Nieves y glaciares, Sin vegetación, Cuerpos de agua.
Cobertura ZP	%	Participación relativa de las coberturas vegetacionales según la clasificación antes descritas en un área asociada la protección de cauce en un ancho de 30 metros de ambos lados del curso de agua
Precipitación	mm	Valor promedio observado entre los años 2010-2015.
Escorrentía	mm	Monto de la precipitación multiplicado por el coeficiente de escorrentía de la cuenca.
Coeficiente de escorrentía	%	Coeficiente calculado a partir de Lara et al. (2009).
Arranques	Nº	Dispositivos que distribuyen el agua a la población. Se considera que en promedio un arranque abastece a 4 personas con un consumo diario de 120 litros.

2.2 Priorización de áreas

La identificación de áreas prioritarias de restauración de bosques nativos requiere de un análisis que integre la información biofísica de todas las cuencas, la demanda de agua por parte de la población y una caracterización de las unidades identificadas en terreno. De las variables seleccionadas anteriormente se generaron indicadores que dan cuenta de la necesidad de restauración a escala de cuencas (Tabla 2). La cuantificación de estos indicadores, su transformación a valores discretos y un análisis de componentes principales permite generar una priorización de áreas sobre la base de una integración de criterios.

Tabla 2: Indicadores seleccionados y valores discretos según calificación.

Indicador	Valor			
	1	2	3	4
a) Presencia de bosque nativo	0 -25	25-50	50-75	>75
b) Presencia de bosque nativo en la zona de protección	0 -25	25-50	50-75	>75
c) Presencia de uso de suelo agropecuario	>75	50-75	25-50	0 -25
d) Presencia de uso de suelo agropecuario zona de protección	>75	50-75	25-50	0 -25
e) Pendientes sobre 45%:	>75	50-75	25-50	0 -25
f) Relación oferta y demanda de agua	0-15	16-50	51-150	151-450
g) Matorrales	>75	50-75	25-50	0 -25
h) Matorrales en la zona de protección	>75	50-75	25-50	0 -25

3. RESULTADOS

3.1 Captaciones y cuencas

Durante los meses de Mayo y Junio de 2017 se validaron todos los puntos de captación coincidentes con captaciones superficiales que abastecen a localidades concentradas y semiconcentradas en la provincia del Ranco. En las comunas de Futrono, Río Bueno, Lago Ranco y La Unión se identificaron 22 de estos puntos los cuales corresponden al mismo número de cuencas. La ubicación de estas cuencas se presenta en la Figura 1 y un detalle de uso de suelo y contactos en Anexo 2.

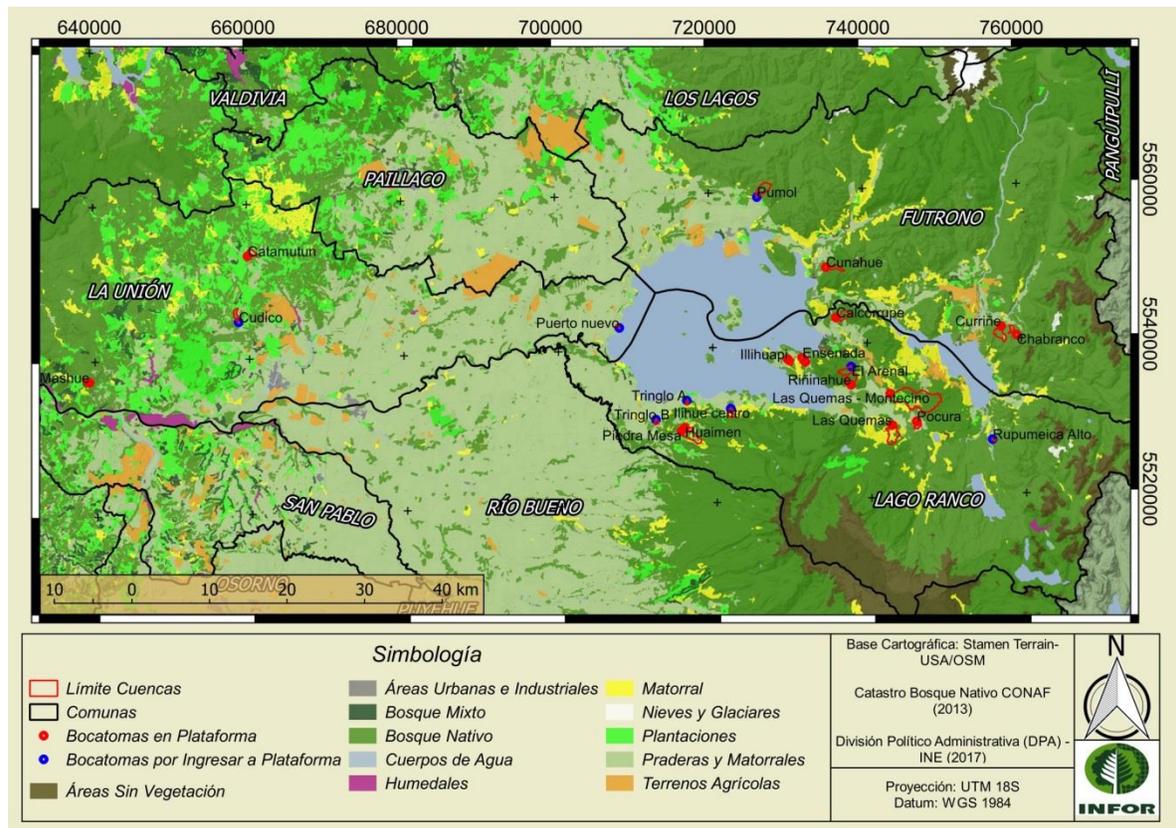


Figura 2. Detalle de ubicación de cuencas proveedoras de agua en la provincia del Ranco.

El tamaño promedio de las CPA fue de 140 ha, con un mínimo y máximo de 8 y 1.231 ha, respectivamente. La sumatoria de las áreas de las alcanzó aproximadamente las 3.100 hectáreas. En algunas CPA destaca la dominancia de bosques nativos y en otras la

presencia de praderas y matorrales. La figura 3 muestra un gradiente de la dominancia relativa de los principales usos de suelo.

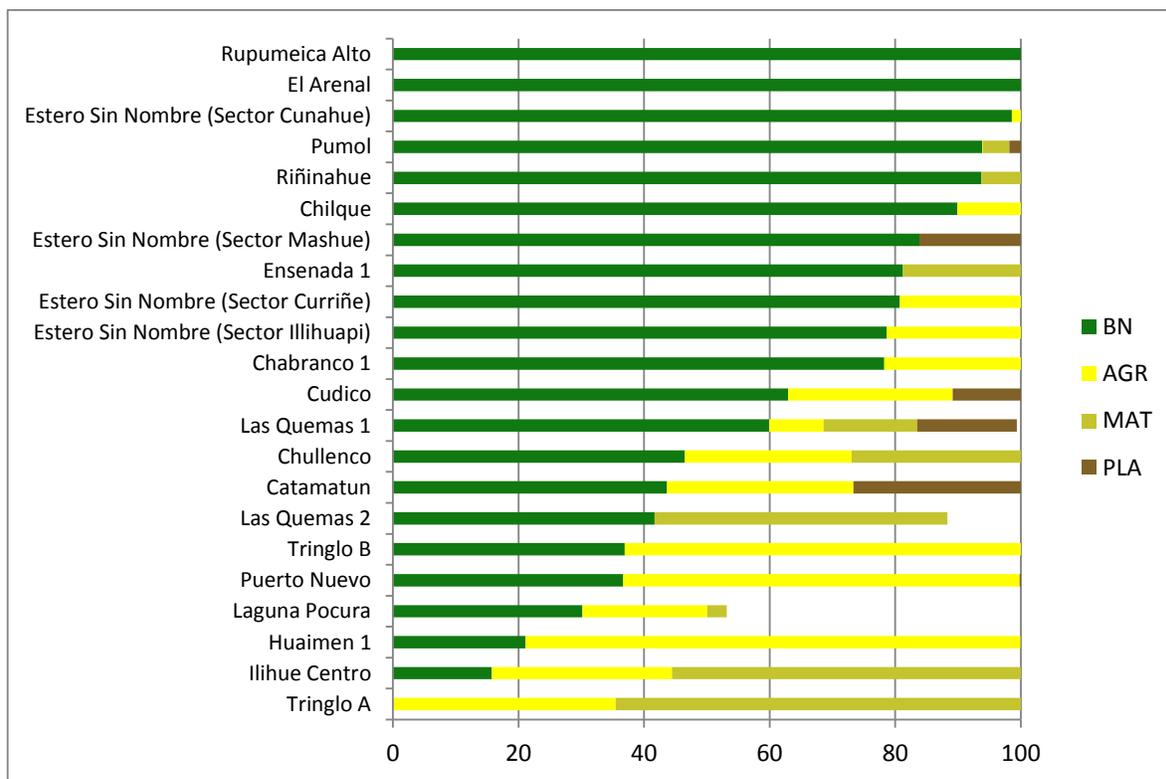


Figura 3. Dominancia relativa de los principales usos de suelo en las CPA.

En conjunto, las CPA se vinculan a una demanda total aproximada de 7.000 personas con un consumo de agua diario aproximado de 815.00 litros. Si bien esta cifra está muy por debajo de la oferta total de agua derivada de la sumatoria de las CPA en forma individual, también se observa una gran variabilidad determinada por el tamaño de las cuencas y la demanda de agua por parte de los usuarios. La figura 3 la variabilidad de la relación en un gradiente de la relación oferta de agua anual proveniente de las cuencas y la demanda por parte de la población.

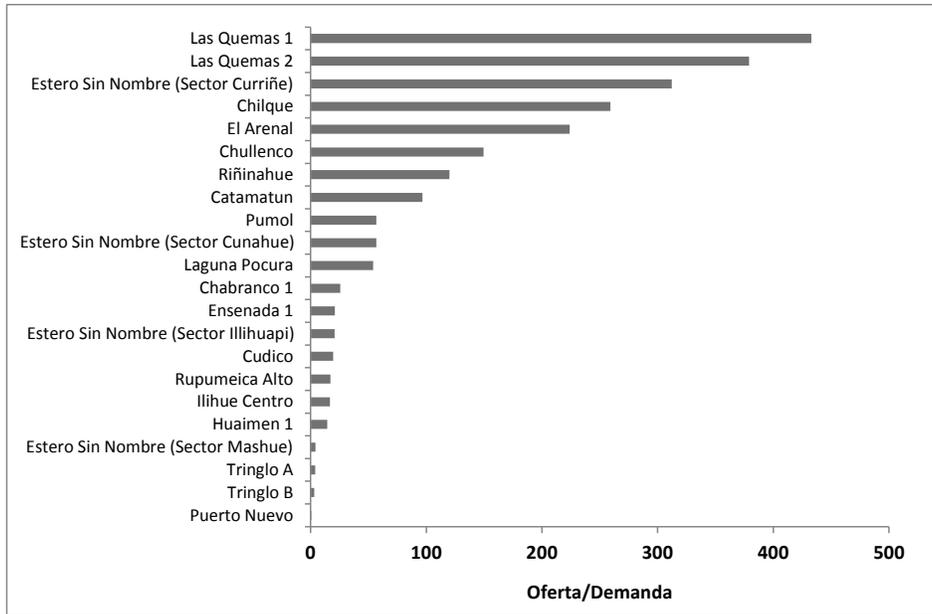


Figura 4. Relación oferta y demanda de agua

4. Selección y priorización de áreas de restauración

El análisis de componentes principales arrojó que los tres primeros explican cerca del 86% de la varianza. La presencia de bosques nativos, terrenos de uso agropecuario y la relación de oferta y demanda tuvieron una estrecha relación con los componentes principales 1, 2 y 3, respectivamente (Figura 5).

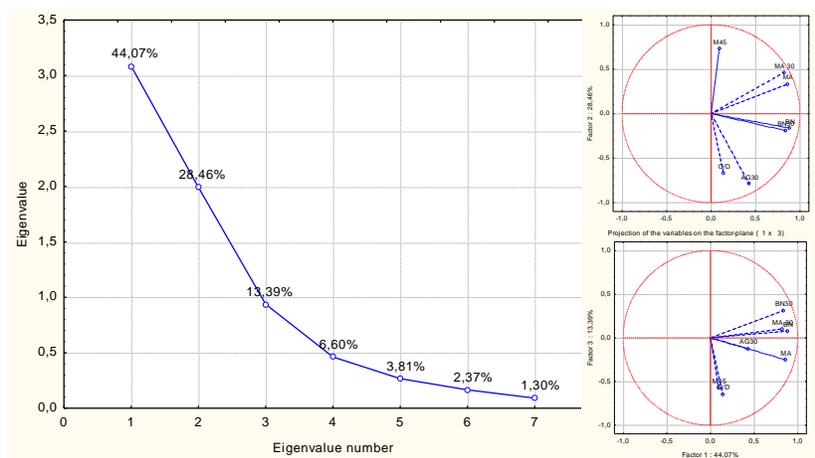


Figura 5. Resultados del análisis de componentes principales.

Considerando la jerarquía de la puntuación asociada a los componentes principales CPA, se seleccionaron cuencas Tringlo A, Puerto Nuevo, Ilihue Centro y Huaimen 1 ya que éstas contiene al menos dos de los componentes con un valor $Z > 0$. (Anexo 3). De estas cuencas se seleccionaron Tringlo A e Ilihue Centro, ya que claramente presentan problemas de degradación y/o pérdida de boques nativos y de abastecimiento de agua para la población. EL detalle cartográfico de pendientes y usos de suelo se presenta de las cuatro cuencas se presenta en el Anexo 4, mientras que la ubicación de las dos cuencas seleccionadas para el ejercicio de restauración se presenta en el la figura 6.

Una aproximación al ecosistemas a restaurar en las cuencas, Tringlo A e Ilihue Centro, corresponden a bosques laurifolios templados interior de coigüe (*Nothofagus dombeyi*) y ulmo (*Eucryphia cordifolia*). Según Luebert & Pliscoff (2006) estos bosques se localizan en las laderas occidentales bajas de la cordillera de los Andes. Coigüe junto con ulmo, son las especies características que dominan el dosel principal, destacando la presencia de otras especies laurifolias como lingue (*Persea lingue*), mañío de hojas largas (*Podocarpus nubigena*), tineo (*Weinmannia trichosperma*), tepa (*Laureliopsis philippiana*), mañío de hojas cortas (*Saxogothaea conspicua*) y arrayán (*Luma apiculata*).

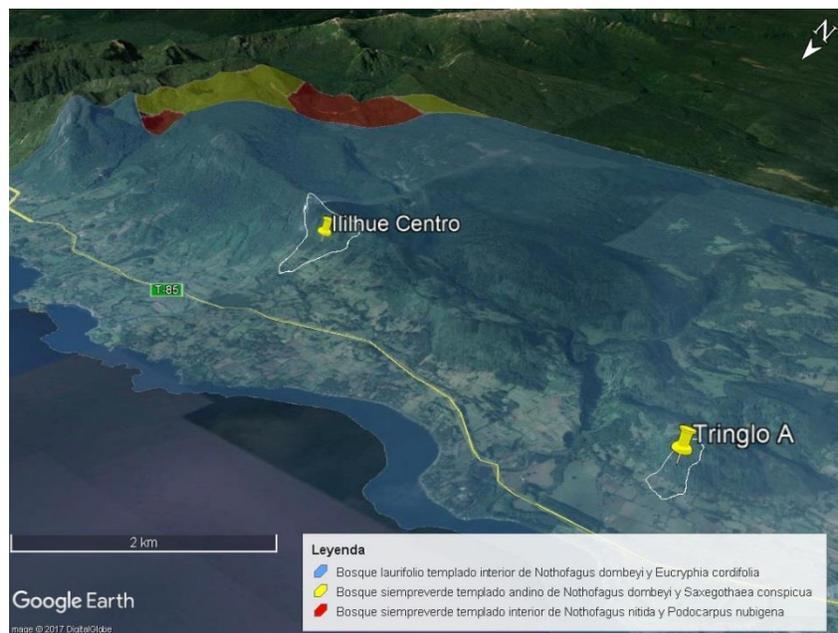


Figura 6. Cuencas bajo estudio y pisos vegetacionales presentes en la zona.

Cabe señalar que en esta zona la dinámica natural de regeneración se asocia a grandes perturbaciones como deslizamientos de gran escala producto de terremotos o erupciones volcánicas (Veblen et al. 1995). En ausencia de estas alteraciones, son las especies latifoliadas de mayor tolerancia a la sombra las que regeneran y con el tiempo dominan el dosel superior. Coigüe junto con ulmo, son las especies características que dominan el dosel principal, destacando la presencia de otras especies laurifolias como lingue (*Persea lingue*), mañío de hojas largas (*Podocarpus nubigena*), tineo (*Weinmannia trichosperma*), tepa (*Laureliopsis philippiana*), mañío de hojas cortas (*Saxogothaea conspicua*) y arrayán (*Luma apiculata*). En el caso de coigüe, también puede regenerar en claros generados por la caída de grupos de árboles (Veblen et al. 1995). A su vez, ulmo puede regenerar tras incendios de baja intensidad, debido a su capacidad de rebrote vegetativo, y en claros o bajo dosel abierto debido a su tolerancia intermedia. A medida que avanza la sucesión forestal, en los doseles más cerrados, existe regeneración de especies laurifolias sombra tolerantes, incrementando la dominancia de estas especies. En el caso de la cuenca Iihue Centro, que presenta una cota sobre los 700 m s.n.m, podrían encontrarse comunidades características del piso vegetacional de bosque siempreverde andino, donde especies como el mañío de hojas cortas y el mañío de hojas larga dominan el dosel intermedio junto con otras, como tepa, luma (*Amomyrtus luma*) y trevo (*Dasyphyllum diacanthoides*).

De una visita preliminar a ambas cuencas, fue posible observar que los bosques han sido sometidos a fuertes alteraciones de origen antrópico, entre los cuales destaca los incendios forestales, el floreo y la habilitación de terrenos para el pastoreo, presentando una alta presión por herbivoría. Estos impactos han generado comunidades de gramíneas ruderales y matorrales de zarzamora (*Rubus ulmifolius*), *Chusquea spp* y espinillo (*Ulex europeaeus*). En algunos casos, además existe invasión de especies exóticas como *Hypericum sp.*, *Retama sp.*, *Acacia sp.* En el caso de Tringlo A, además existe regeneración espontánea de *Pinus radiata* y *Eucalyptus sp.* que provienen de plantaciones ya cosechadas. En el área alterada de ambas cuencas destaca la presencia de especies propias del sotobosque del piso vegetacional, tales como chilco (*Fuchsia magellanica*) y maqui (*Aristotelia chilensis*), los que crecen cerca de los cursos de agua y sitios abandonados. Otras especies observadas fueron pillo-pillo (*Ovidia pillo-pillo*), arrayanes (*Luma apiculata*), pitra (*Myrceugenia exsucca*) y canelo (*Drymis winteri*) y la presencia de especies trepadoras como coralito

(*Nertera granadensis*), medallita (*Sarmienta scandens*) e *Hydrangea serratifolia* y epífitas como *Asplenium dareoides* y helechos película (*Hymenophyllaceae*).

En el caso de Tringlo A, el agua proveniente de esta cuenca abastece aproximadamente a 150 familias. Entre los meses de diciembre a mayo se debe recurrir al camión aljibe. La cuenca asociada a la captación posee predios de comunidades mapuches que han dominado al cerro como “Tren Tren”. Uno de los comuneros, Sra. Delfina Calfuléf Huenuman, muestra interés en realizar actividades de recuperación de bosques degradados en su terreno siempre que estas actividades mejoren su calidad de vida. En el caso de Ilihue Centro, la cuenca abastece aproximadamente a 70 familias y, producto de la degradación de bosques es posible observar pérdida de suelo producto de procesos erosivos, sectores muy alterados y, en lugares abandonados, una presión por loteos. En ambas cuencas existen problemas asociados a la tenencia de la tierra lo que podría ser una limitante para el proceso de restauración.

Referencias

Gajardo, R. 1994. La Vegetación Natural de Chile. Clasificación y Distribución Geográfica. Editorial Universitaria, Santiago. 165 p.

Gutiérrez, A. G., Armesto, J. J., & Aravena, J. C. (2004). Disturbance and regeneration dynamics of an old-growth North Patagonian rain forest in Chiloé Island, Chile. *Journal of Ecology*, 92(4), 598-608.

Luebert, F., & Pliscoff, P. (2006). *Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile*. Editorial Universitaria.

Veblen, T., Kitzberger, T., Burns, B., & Rebertus, A. (1995). Perturbaciones y dinámica de regeneración de bosques andinos del sur de Chile y Argentina. 169-198. *Ecología de los bosques nativos de Chile. Monografías. Ed. Universitaria. Santiago de Chile*.

ANEXO 1

Procesamiento geográfico para el delineamiento de las
cuencas proveedoras de agua

Figura 1. Área de trabajo buscador USGS.

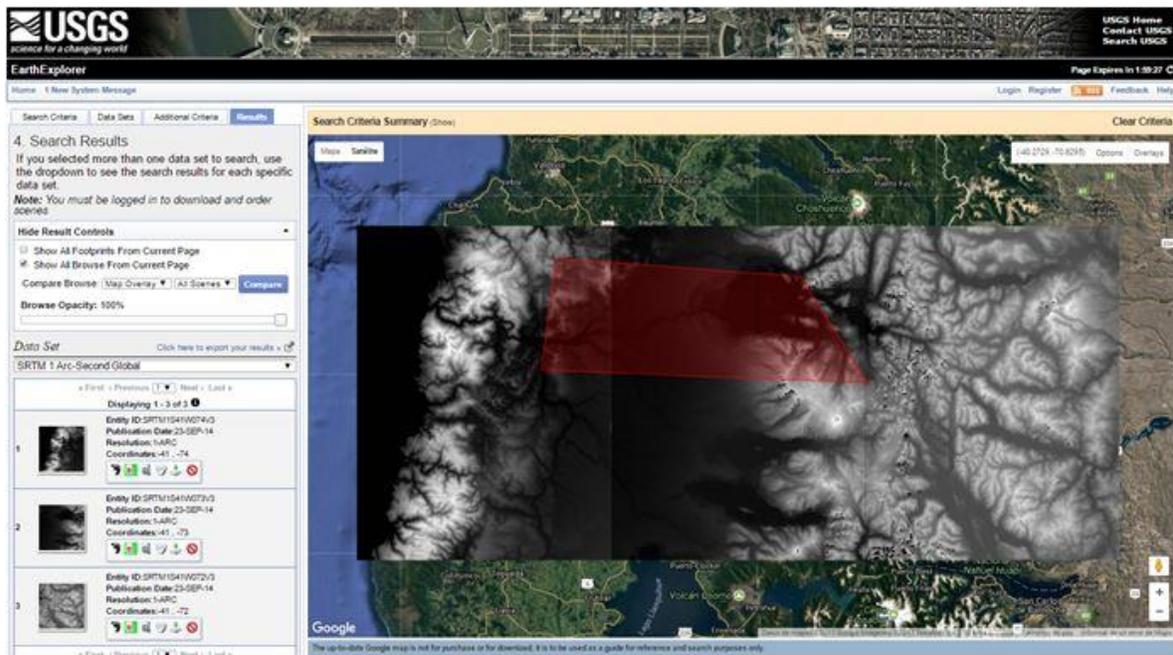


Figura 2. Ejemplo de identificación de canales y área de drenaje.

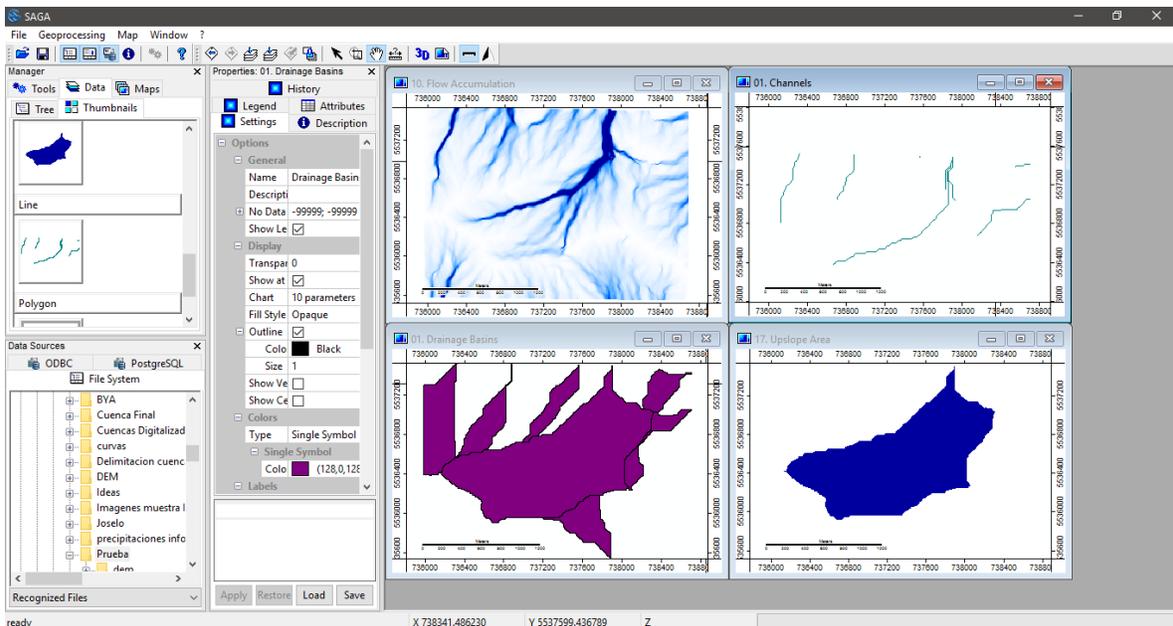
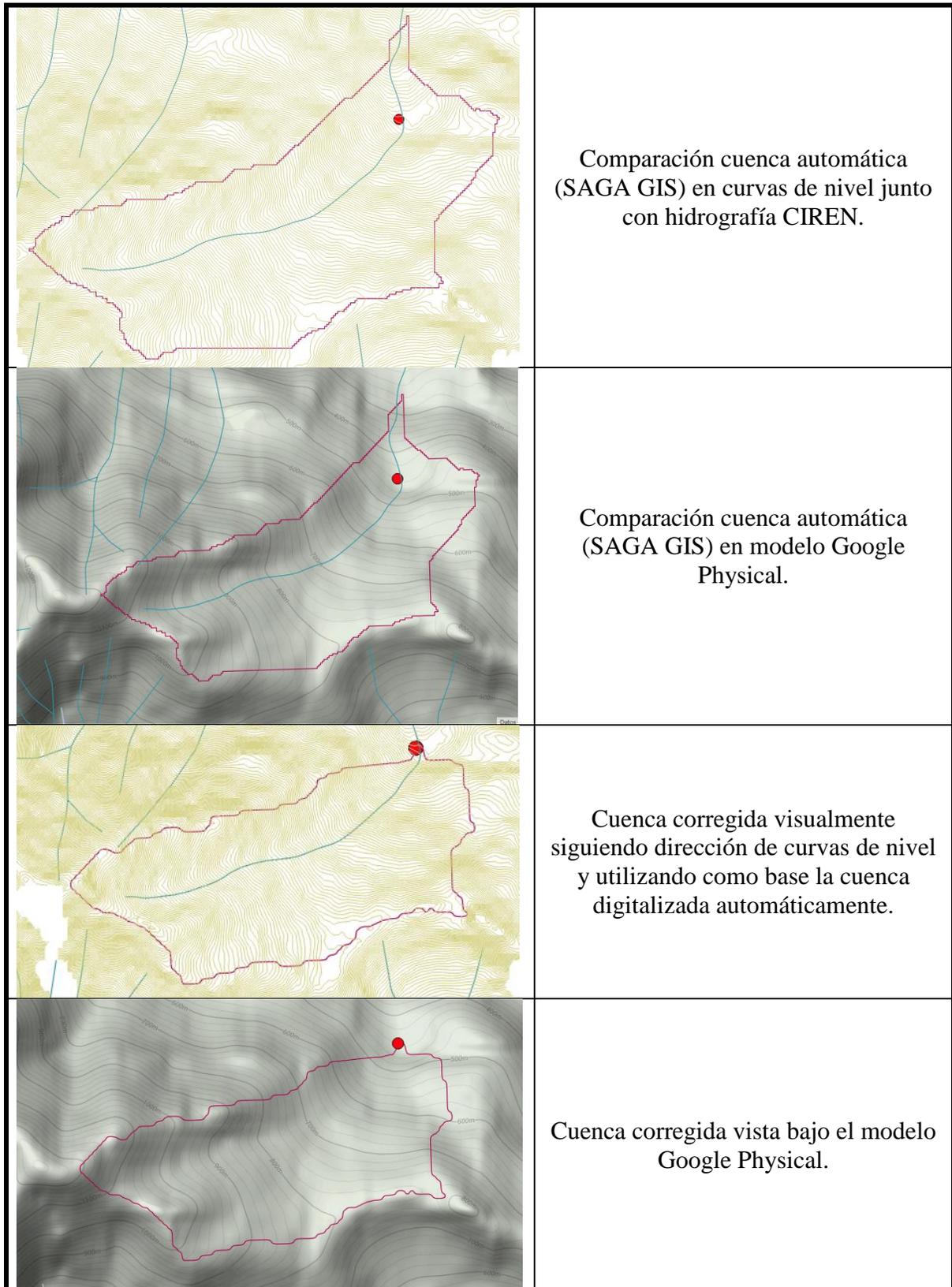
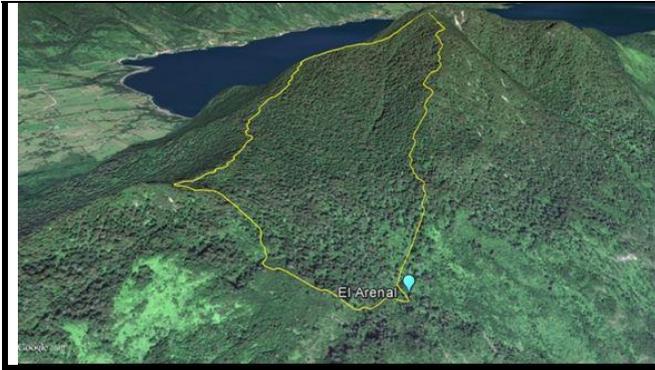


Figura 3. Ejemplo de corrección manual de cuencas.





Cuenca visualizada en modo relieve en Google Earth.

ANEXO 2

Usos de suelo a escala de cuenca e información
vinculada a la demanda de agua

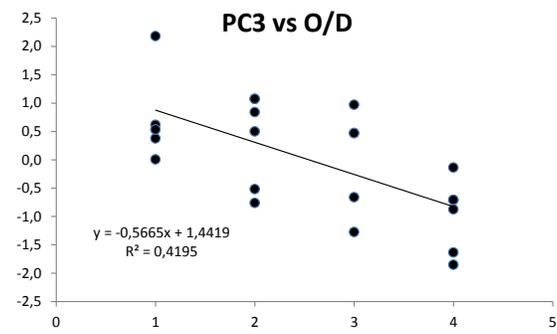
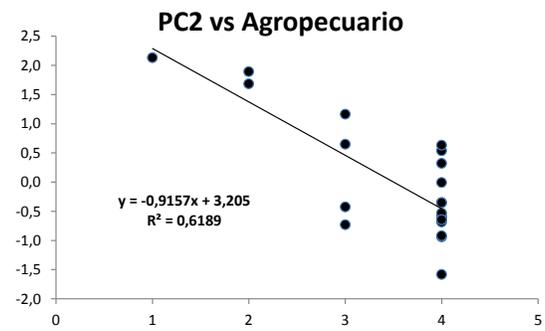
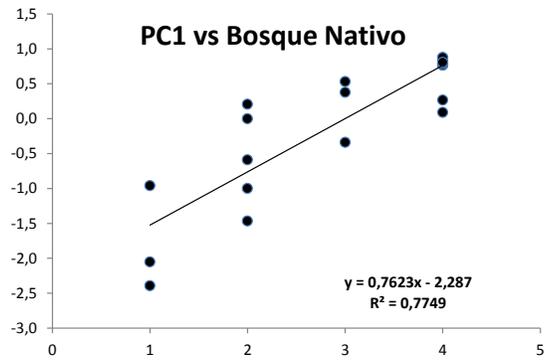
Cuenca	Comuna	Área	Bosque Nativo	Plantaciones	Matorral	Pradera	Matorral	Terrenos	Cursos d	S. vegetación
Cudico	La Unión	63	62,93	10,83	-	26,24	-	-	-	-
El Arenal	Lago Ranco	131,9	100	-	-	-	-	-	-	-
Pumol	Futrone	198,9	93,88	1,83	4,22	0,07	-	-	-	-
Tringlo A	Lago Ranco	12,9	-	-	64,51	35,49	-	-	-	-
Tringlo B	Lago Ranco	21,7	36,91	-	-	63,09	-	-	-	-
Rupumeica Alto	Lago Ranco	8,03	100	-	-	-	-	-	-	-
Puerto Nuevo	La Unión	10,2	36,65	0,16	-	63,18	-	-	-	-
Iihue Centro	Lago Ranco	61,3	15,71	-	55,55	28,74	-	-	-	-
Chilque	Lago Ranco	142,79	89,9	-	-	10,1	-	-	-	-
Catamatun	La Unión	81,35	43,64	26,64	-	29,72	-	-	-	-
Estero Sin Nombre (Sector Cunahue)	Futrone	78,69	98,57	-	-	-	1,43	-	-	-
Estero Sin Nombre (Sector Curriñe)	Futrone	163,19	80,69	-	-	19,31	-	-	-	-
Chabranco 1	Futrone	41,80	78,26	-	-	21,74	-	-	-	-
Ensenada 1	Lago Ranco	14,32	81,24	-	18,76	-	-	-	-	-
Huaimen 1	Lago Ranco	49,42	21,1	-	0,12	76,78	2	-	-	-
Estero Sin Nombre (Sector Illihuapi)	Lago Ranco	45,07	78,65	-	-	21,35	-	-	-	-
Las Quemadas 1	Lago Ranco	1.232,41	59,9	15,87	14,91	1,26	-	7,42	-	0,63
Las Quemadas 2	Lago Ranco	267,98	41,67	-	46,64	-	-	-	-	11,69
Estero Sin Nombre (Sector Mashue)	La Unión	23,82	83,87	16,13	-	-	-	-	-	-
Chullenco	Lago Ranco	222,29	46,48	-	26,96	21,83	4,73	-	-	-
Laguna Pocura	Lago Ranco	55,18	30,18	-	3,1	19,88	-	-	46,83	-
Riñinahue	Lago Ranco	170,31	93,7	-	6,3	-	-	-	-	-

Cuenca	Comuna	Nombre contacto	Teléfono contacto	UTM bocatoma	N° arranques total/funcionando
Cudico	La Unión	Sonia/Verónica/Erwin Garcés		658687-5544801	83
El Arenal	Lago Ranco	Antonio		737856-5537012	25
Pumol	Futrone	Jorge Sánchez Leal	9-81516390	726284-5559292	120
Tringlo A	Lago Ranco	Miguel Caballero Flores	9-83940739	716451-5533267	100
Tringlo B	Lago Ranco	Sonia Rehel / Willi Solis	9-74845057 / 9-98630678	712385-5530923	153
Rupumeica Alto	Lago Ranco	José Jaramillo	52049922	246405-5527118	20
Puerto Nuevo	La Unión	Arnoldo Uribe Solis/Jorge Jaramillo	64-2636098	707970-5542890	375
Iihue Centro	Lago Ranco	Elizabeth Mora Morales	52325685	722105-5532073	70
Chilque	Lago Ranco	www.bosquesvagua.cl			22
Catamatun	La Unión	www.bosquesvagua.cl			17
Estero Sin Nombre (Sector Cunahue)	Futrone	www.bosquesvagua.cl			60
Estero Sin Nombre (Sector Curriñe)	Futrone	www.bosquesvagua.cl			20
Chabranco 1	Futrone	www.bosquesvagua.cl			60
Ensenada 1	Lago Ranco	www.bosquesvagua.cl			25
Huaimen 1	Lago Ranco	www.bosquesvagua.cl			70
Estero Sin Nombre (Sector Illihuapi)	Lago Ranco	www.bosquesvagua.cl			80
Las Quemadas 1	Lago Ranco	www.bosquesvagua.cl			90
Las Quemadas 2	Lago Ranco	www.bosquesvagua.cl			20
Estero Sin Nombre (Sector Mashue)	La Unión	www.bosquesvagua.cl			168
Chullenco	Lago Ranco	www.bosquesvagua.cl			34
Laguna Pocura	Lago Ranco	www.bosquesvagua.cl			28
Riñinahue	Lago Ranco	www.bosquesvagua.cl			59

ANEXO 3

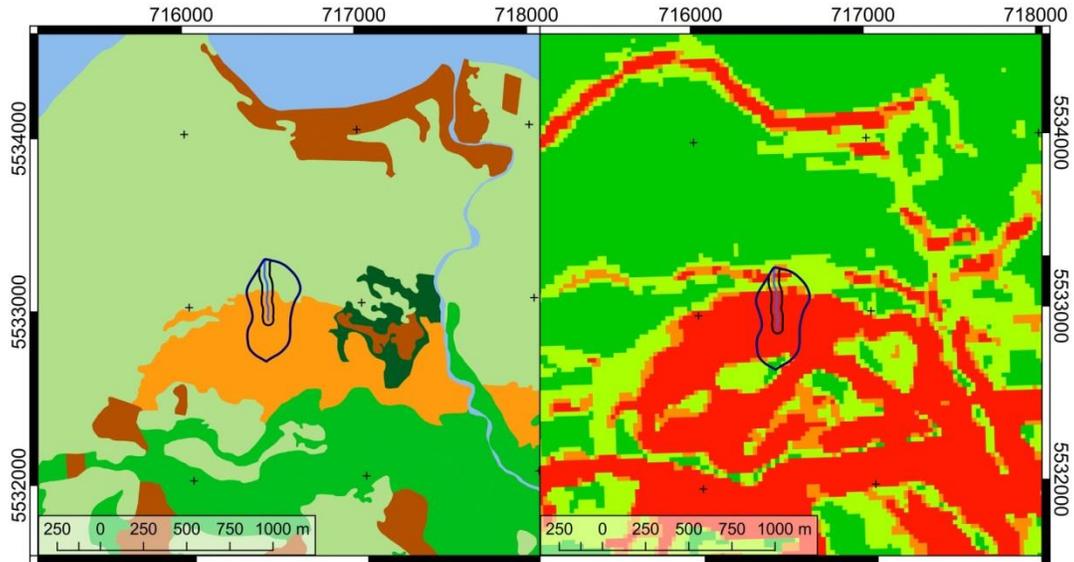
Resultado del análisis de componentes principales y selección de cuecas

<i>pc1</i>	<i>pc2</i>	<i>pc3</i>	CCA
0,37641	1,16347	0,61694	Cudico
0,84655	-0,93924	-0,13523	El Arenal
0,53192	-0,92084	0,97108	Pumol
-2,05088	-0,42525	2,18347	Tringlo A
0,09013	1,68367	0,37568	Tringlo B
0,76810	-0,35266	1,07327	Rupumeica Alto
-0,58992	1,89171	0,00630	Puerto Nuevo
-2,39398	-0,73129	0,84246	Ilihue Centro
0,87482	-0,59323	-0,70654	Chilque
0,20773	0,64800	-0,66081	Catamatun
0,80732	-0,64595	0,46902	Estero Sin Nombre (Sector Cunahue)
0,87482	-0,59323	-0,70654	Estero Sin Nombre (Sector Curriñe)
0,79637	-0,00665	0,50196	Chabranco 1
0,76810	-0,35266	1,07327	Ensenada 1
-0,95970	2,12924	-0,51592	Huaimen 1
0,26732	0,53678	-0,76202	Estero Sin Nombre (Sector Illihuapi)
-0,34024	-0,68346	-1,63391	Las Quemadas 1
-1,46638	-1,58290	-0,87269	Las Quemadas 2
0,78542	0,63265	0,53490	Estero Sin Nombre (Sector Mashue)
-0,99925	-0,53213	-1,84985	Chullenco
-0,00195	0,31991	-1,27387	Laguna Pocura
0,80732	-0,64595	0,46902	Rifinahue

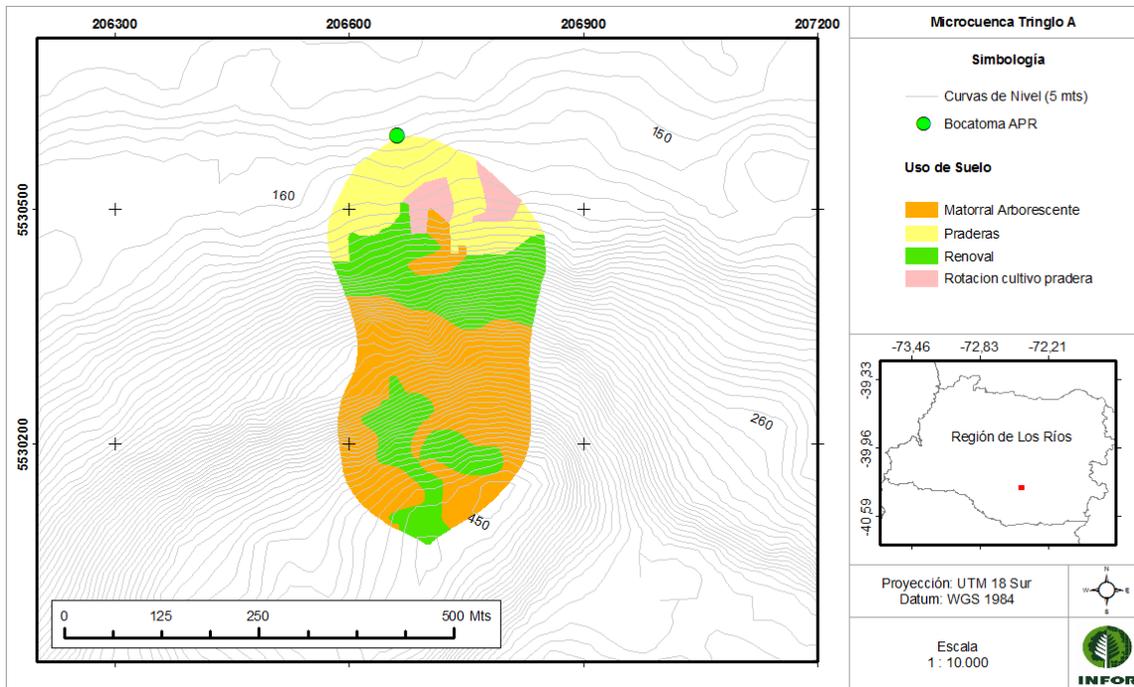


ANEXO 4

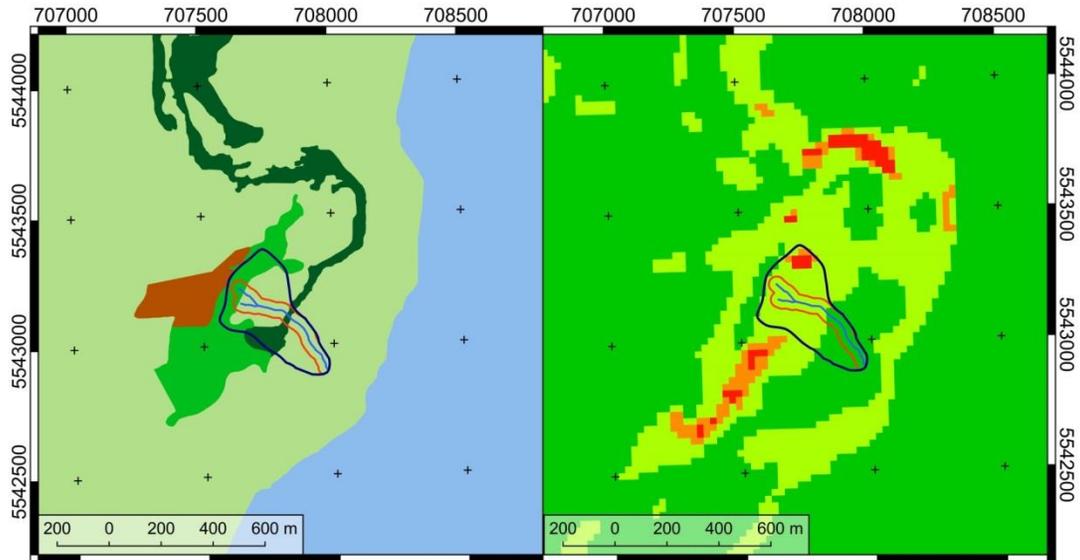
Detalle cartográfico de la preselección de cuencas



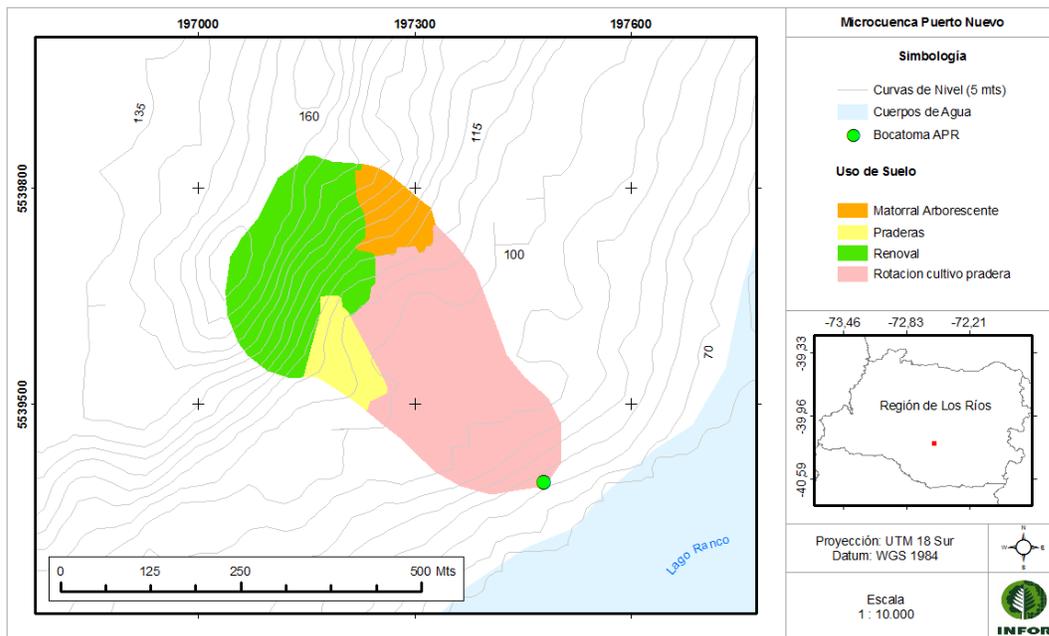
Cuenca Tringlo A	Simbología		Catastro Bosque Nativo CONAF Cuencas Proveedoras de Agua (CPA) INFOR Categorización de Pendientes INFOR	
	<ul style="list-style-type: none"> Límite Cuenca Hidrografía Área de Protección > 45% 35 - 45% 15 - 35% 0 - 15% 	<ul style="list-style-type: none"> Bosque Mixto Bosque Nativo Cuerpos de Agua Matorral Plantaciones Praderas y Matorrales 		



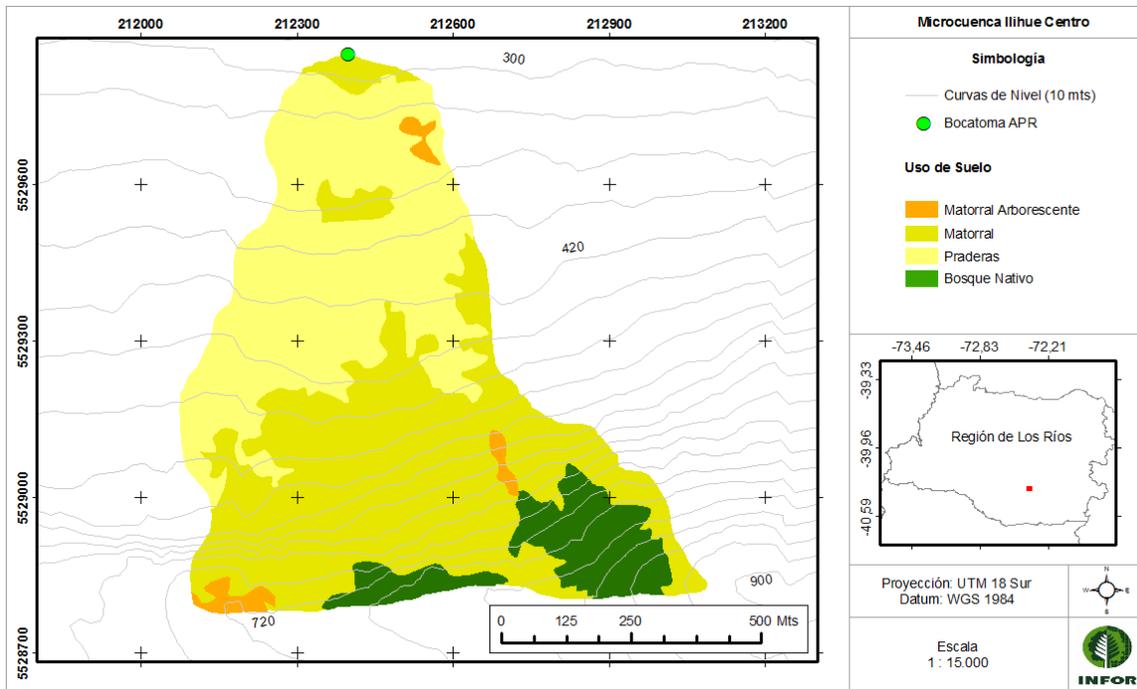
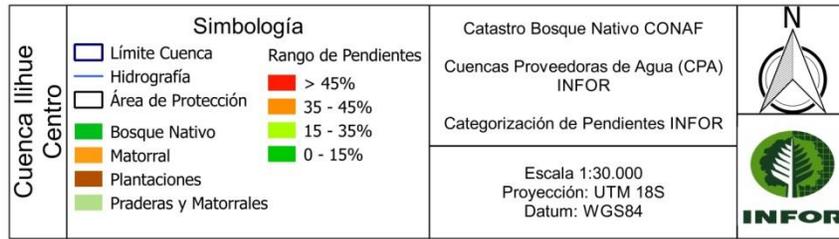
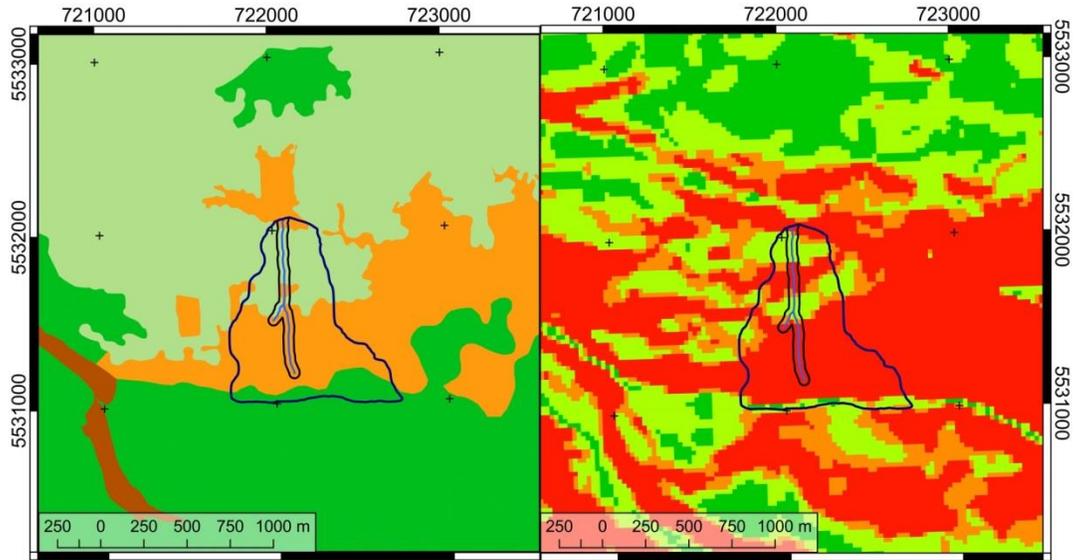
Tringlo A



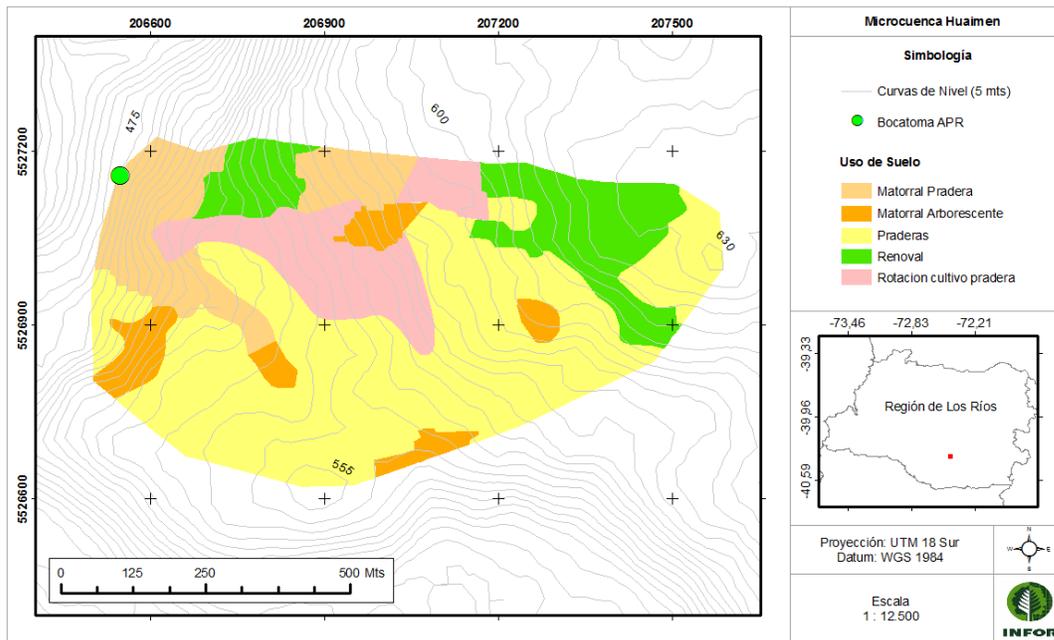
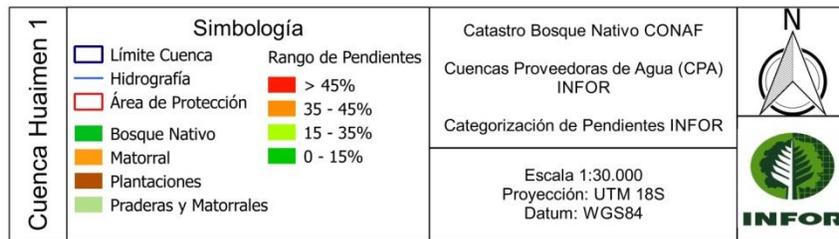
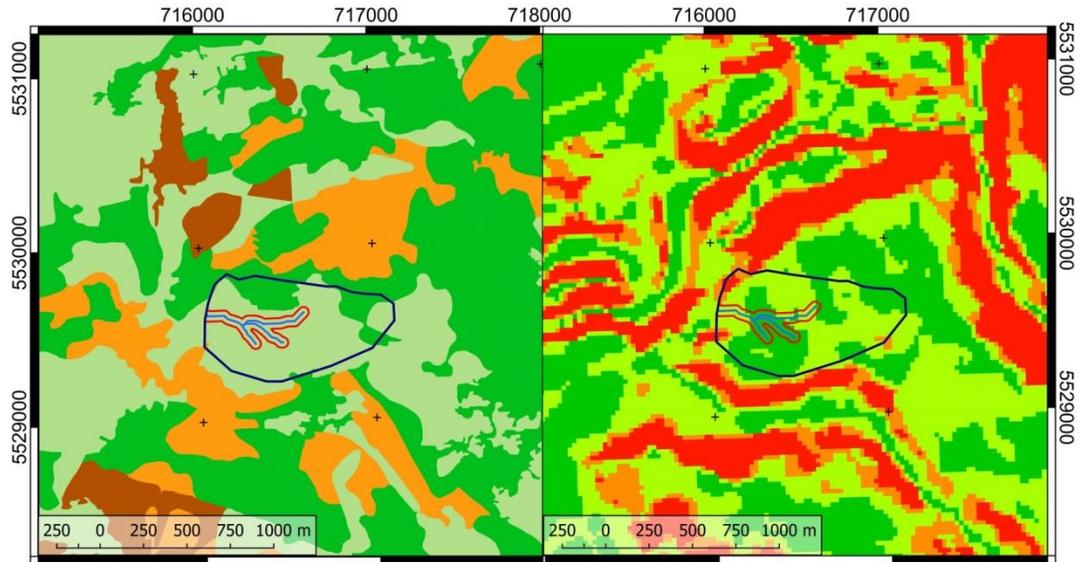
Cuenca Puerto Nuevo	Simbología		Catastro Bosque Nativo CONAF Cuencas Proveedoras de Agua (CPA) INFOR Categorización de Pendientes INFOR	
	<ul style="list-style-type: none"> Límite Cuenca Hidrografía Área de Protección > 45% 35 - 45% 15 - 35% 0 - 15% 	<ul style="list-style-type: none"> Bosque Mixto Bosque Nativo Cuerpos de Agua Plantaciones Praderas y Matorrales 		



Puerto Nuevo



Iihue Centro



Huaimen 1