

## CARACTERIZACIÓN REGIONAL DE LOS USOS DEL SUELO Y PROBLEMÁTICAS AMBIENTALES ASOCIADAS EN LA CUENCA INFERIOR DEL RÍO CHUBUT, ARGENTINA

*María Isabel Márquez<sup>1</sup>, Patricia Susana Vázquez<sup>2</sup>, Diego Ricardo González Zevallos<sup>3</sup>*  
Instituto Patagónico de Ciencias Sociales y Humanas (CCT CONICET - CENPAT)

### RESUMEN

La cuenca es reconocida como la unidad territorial más adecuada para la gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH). Sin embargo, debido a su complejidad, muchos de los abordajes no logran considerar las interrelaciones que ocurren en la totalidad del sistema. En este contexto, las imágenes satelitales resultan herramientas efectivas para describir los usos del suelo en grandes extensiones, mapeándolos y caracterizándolos a escala regional. El objetivo del presente estudio fue analizar los usos del suelo y las problemáticas ambientales en la Cuenca Inferior del Río Chubut (CIRCh) a fin de obtener un diagnóstico territorial que contribuya a una futura gestión integrada de los recursos. Se desarrolló un mapa de siete clases de usos del suelo a partir de una clasificación supervisada, (imagen Landsat 8, sensor OLI, año 2020). Los resultados indican que del total de la superficie de la CIRCh (571.230,09 hectáreas), 76,80% corresponde al monte, el 12,98% a los afloramientos rocosos, el 6,06% al terreno natural, un 2,62% a áreas cultivadas, 1,10% a áreas urbanas, 0,37% corresponde a cuerpos de agua y 0,007% a costas. Las acciones a seguir deberían estar enfocadas en fomentar estudios a escala de cuenca y fortalecer la GIRH.

**Palabras clave:** cuenca hidrográfica; sensores remotos; sistemas de información geográfica; diagnóstico territorial; gestión integrada del recurso hídrico.

### REGIONAL CHARACTERISATION OF LAND USE AND ASSOCIATED ENVIRONMENTAL ISSUES IN THE LOWER CHUBUT RIVER BASIN, ARGENTINA

### ABSTRACT

The river basin is recognised as the most appropriate territorial unit for integrated water resources management. However, due to its complexity, many approaches fail to consider the interrelationships that occur in the whole system. In this context, satellite images are an effective tool to describe land uses over large areas, mapping and characterising them on a regional scale. The objective of the present study was to analyse the land uses and their environmental problems in the Lower Chubut River Basin in order to obtain a territorial diagnosis that contributes to future integrated resource management. For this, a map of seven land use classes was developed from a supervised classification (Landsat 8, OLI sensor, 2020). The results obtained indicate that of the total surface of the CIRCh (571,230.09 hectares), 76.80% corresponds to the monte class, 12.98% to rocky outcrops, 6.06% to natural terrain, 2.62% is used by cultivated areas, 1.10% by urban areas, 0.37% corresponds to water bodies and 0.007% to coasts. Further action should focus on promoting basin-scale studies and strengthening integrated water management.

**Keywords:** river basin; remote sensing; geographic information system; territorial diagnosis; integrated management of water resources.

<sup>1</sup>Instituto Patagónico de Ciencias Sociales y Humanas (CCT CONICET - CENPAT) E-mail. [mmarquez@cenpat-conicet.gob.ar](mailto:mmarquez@cenpat-conicet.gob.ar)

<sup>2</sup>CONICET, Centro de Estudios Sociales de América Latina (CESAL). E-mail. [patriciavazquez@conicet.gov.ar](mailto:patriciavazquez@conicet.gov.ar)

<sup>3</sup>Instituto Patagónico de Ciencias Sociales y Humanas (CCT CONICET - CENPAT). E-mail: [diegue@cenpat-conicet.gob.ar](mailto:diegue@cenpat-conicet.gob.ar)

## 1. INTRODUCCIÓN

El agua es un elemento indispensable para la vida en nuestro planeta. El carácter esencial de este recurso está fuera de todo debate, siendo de conocimiento universal que lo que ocurra en él nos afecta a todos y al funcionamiento del sistema ambiental. Cuidar el agua no sólo representa proteger un recurso natural de disposición más o menos libre, sino también resguardar un derecho humano, un bien económico, un valor ecológico y un símbolo paisajístico y cultural. En este sentido, las políticas hídricas deberían ser capaces de satisfacer las necesidades de las poblaciones de una manera integral y sustentable (WCED, 1987) y tender a una gestión integrada basada en la percepción del agua como parte del ecosistema, un recurso natural y un bien económico y sociocultural (PARDO, 2003).

El recurso hídrico proporciona un lente particularmente importante a través del cual se fundamentan y comprenden las dinámicas urbanas y territoriales y sus vías de conexión. Como recurso de flujo, el agua en sus múltiples modalidades y sustancias, se mueve desde espacios rurales, a través de ciudades, pasando y conectando una diversidad de sectores y barrios (posicionados de manera desigual) y fluye nuevamente de regreso al río o a otros lugares. En el camino, el agua toma literalmente características y “huellas” de los diversos lugares por los que circula (SALAMANCA VILLAMIZAR *et al.*, 2020). Es justamente a escala de territorio donde se produce la interrelación e interdependencia entre los sistemas físico, biótico y socioeconómico, posibilitando la evaluación de los impactos a nivel sistema, como así también la adquisición de conocimiento acerca de la situación ambiental y el uso sostenible del recurso (GWP, 2009; HASDENTEUFEL *et al.*, 2008).

La disponibilidad y calidad decrecientes del agua y su distribución desigual, llevan a presiones crecientes de la sociedad sobre la naturaleza, amenazando la disponibilidad futura e intensificando a su vez los conflictos ambientales que surgen por la falta de calidad y cantidad del recurso hídrico (SALAMANCA VILLAMIZAR *et al.*, 2020). Los cambios en el uso de los recursos naturales al interior de la cuenca, implican impactos ambientales especialmente cuando nos referimos a los usos de la tierra que ocurren aguas arriba; debido a que conllevan a la alteración del ciclo hidrológico, afectando consecuentemente la cantidad y calidad de los recursos, y disminuyendo la oportunidad posterior de su utilización. Es por lo anteriormente mencionado que en el ámbito de una cuenca se puede lograr una mejor integración entre la gestión y el aprovechamiento del agua, y las acciones de manejo, explotación y control de uso de otros recursos naturales que tienen repercusiones en el sistema hídrico (DOUROJEANI *et al.*, 2002). De esta manera y desde un concepto integrador, una cuenca hidrográfica puede ser definida como un sistema de relaciones sociales, económicas y ecológicas, cuya base geográfica es una red de drenaje superficial que fluye a un mismo río, lago o mar con un territorio que lo comprende (GASPARI *et al.*, 2016).

La relevancia de llevar a cabo un abordaje a escala de cuenca se fundamenta en que permite dimensionar su complejidad y funcionamiento como un sistema de captación y concentración de agua, en donde se establecen asentamientos humanos que hacen uso de los recursos, y en el cual todas las piezas se encuentran interconectadas. En este sentido, cabe aclarar que cada pueblo tiene un peculiar desarrollo cultural y tecnológico dado los condicionamientos ecosistémicos a los cuales deben adaptarse. Esto resulta de las interacciones entre la oferta natural (los recursos naturales disponibles) y su cultura, entendida en su sentido más amplio (desde el sistema de creencias hasta la red de intereses económicos y las relaciones de poder existentes) y es un reflejo de los diversos modos de apropiación, uso y significado del territorio. De esta manera, el concepto de ambiente es tanto espacial como temporal, por lo que el análisis de los cambios demográficos y de los procesos de modificación de usos del suelo son claves a la hora de abordar las cuestiones ambientales y comprender cómo se fueron gestando las problemáticas actuales. El estudio geográfico-ambiental se ubica en la sociedad, siendo el ambiente el medio físico construido, humano y natural, en el cual un individuo o un grupo social se desarrollan (BOCCO *et al.*, 2010).

La gestión hídrica requiere de un entendimiento interdisciplinario y transdisciplinario, entrelazando sistemas de conocimiento académico y no académico. La deconstrucción de los límites de la geografía y las ciencias naturales y sociales, y el entrelazado creativo de los marcos de conocimiento científico y vernáculo, son cruciales si queremos entender cómo los flujos de agua atraviesan los dominios físicos, agro-productivos, normativos, organizativos, políticos y

culturales (SALAMANCA VILLAMIZAR *et al.*, 2020). Para comprender estas diversas relaciones, es necesario abordar los estudios ambientales desde una perspectiva sistémica, en la cual es posible reconocer componentes, interrelaciones, organizaciones y emergentes particulares. Esta caracterización de lo ambiental requiere de un diálogo de saberes, en donde las distintas disciplinas combinan sus diferentes objetos y métodos (BRAILOVSKY, 2014), dando lugar a un sistema complejo, en el cual los elementos no son separables y, por tanto, no pueden ser estudiados aisladamente (GARCÍA, 2006).

El abordaje de las problemáticas hidrológicas desde el enfoque de la Gestión Integrada del Recurso Hídrico (GIRH) permite un tratamiento de los temas del agua de una manera sustentable y sistémica. En este sentido, busca contribuir a administrar y desarrollar los recursos hídricos en forma sostenible y equilibrada, teniendo en cuenta los intereses sociales, económicos y ecológicos. Una de las definiciones más aceptadas sobre la GIRH es la brindada por la Asociación Mundial del Agua (GWP, 2000): “un proceso que promueve el manejo y desarrollo coordinado del agua, la tierra y los recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar social y económico resultante de manera equitativa sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales”. Según JOURAVLEV (2003) la GIRH debe comprender la interrelación de la gestión del agua para todos sus usos; el manejo del agua a nivel de cuencas; las diferentes fases del ciclo hidrológico; los intereses económicos, sociales, culturales y ambientales; aquellas características del recurso que tengan influencia sobre los usuarios (como la calidad o disponibilidad del agua); y las interrelaciones del agua con otros recursos naturales relacionados. Por lo tanto, para resolver problemáticas complejas es recomendable recurrir a alguna forma de acción ciudadana (BRAILOVSKY, 2014), concibiendo a la ciudadanía como una práctica política, y un ejercicio a partir del cual las y los ciudadanas/os tienen la capacidad de influir, incidir, intervenir y transformar los contextos socioculturales de los que forman parte (TELIAS *et al.*, 2014). De esta manera, la/el ciudadana/o ambiental es todo aquel habitante de un espacio público que, en un contexto comunitario y democrático y tras un proceso de formación continua en Educación Ambiental, logra comprender y conocer cómo funcionan los sistemas ambientales (barrio, ciudad, región) en los que habita, generando un profundo sentido de pertenencia y corresponsabilidad. Esto le posibilita integrar a su bagaje de sabiduría empírica y cultural nuevos aspectos provenientes del saber académico y de otras culturas, en un permanente diálogo de saberes que favorecen la construcción de conocimientos ambientales, permitiéndole participar activa y capacitadamente en los procesos de cogestión de los espacios públicos junto a las estructuras gubernamentales, con la intención de generar respuestas sustentables para el desarrollo de todas/os las/os habitantes de su entorno (BARCIA, 2013).

En función de lo expuesto, el análisis de los usos del suelo adquiere importancia en la gestión ambiental de territorios urbanos, periurbanos y rurales. Un insumo básico para lograr estos objetivos es contar con información actualizada, confiable y espacialmente explícita sobre la cobertura y uso del suelo, así como sus cambios a lo largo del tiempo.

La percepción remota o teledetección consiste en un conjunto de técnicas que permiten obtener información de los objetos de la superficie terrestre a partir del análisis de su respuesta espectral. En general, los sistemas de captura de datos están constituidos por sensores transportados por aeronaves o satélites, que son capaces de recibir y almacenar la respuesta espectral de estos objetos en varias bandas del espectro electromagnético. La información así obtenida es plasmada en material fotográfico, conformando archivos digitales que pueden ser analizados mediante algoritmos de clasificación numérica o a través de análisis visuales. Independientemente del método de interpretación que se utilice, las imágenes satelitales, incluidas las fotografías, resultan una herramienta efectiva para derivar mapas de cobertura del terreno, distribución de las formas del relieve (mismas que permiten diferenciar tipos de roca y de suelos), así como cartografiar fielmente cauces, cuerpos de agua y otros elementos culturales del territorio (localidades, infraestructura). Asimismo, estos insumos ofrecen la posibilidad de describir usos del suelo en grandes extensiones (GUERSCHMAN *et al.*, 2003), mapeándolos y caracterizándolos a escala regional (ALPERÍN *et al.*, 2002); al mismo tiempo que permiten identificar las diversas actividades y recursos naturales, y monitorear sus transformaciones de una manera relativamente sencilla y a bajo costo (VAZQUEZ *et al.*, 2009).

En este contexto, el objetivo del presente trabajo es analizar los usos del suelo y las problemáticas ambientales presentes en la Cuenca Inferior del Río Chubut (CIRCh) para el año 2020, a fin de obtener un diagnóstico territorial que contribuya a una futura gestión integrada de los recursos. Se espera poder integrar este aporte y los resultados de trabajos venideros a aquellos ya efectuados y a los que están en marcha en el área de estudio, en pos de contribuir a la GIRH en la CIRCh y al monitoreo de los problemas ambientales asociados.

### 1.1 ÁREA DE ESTUDIO

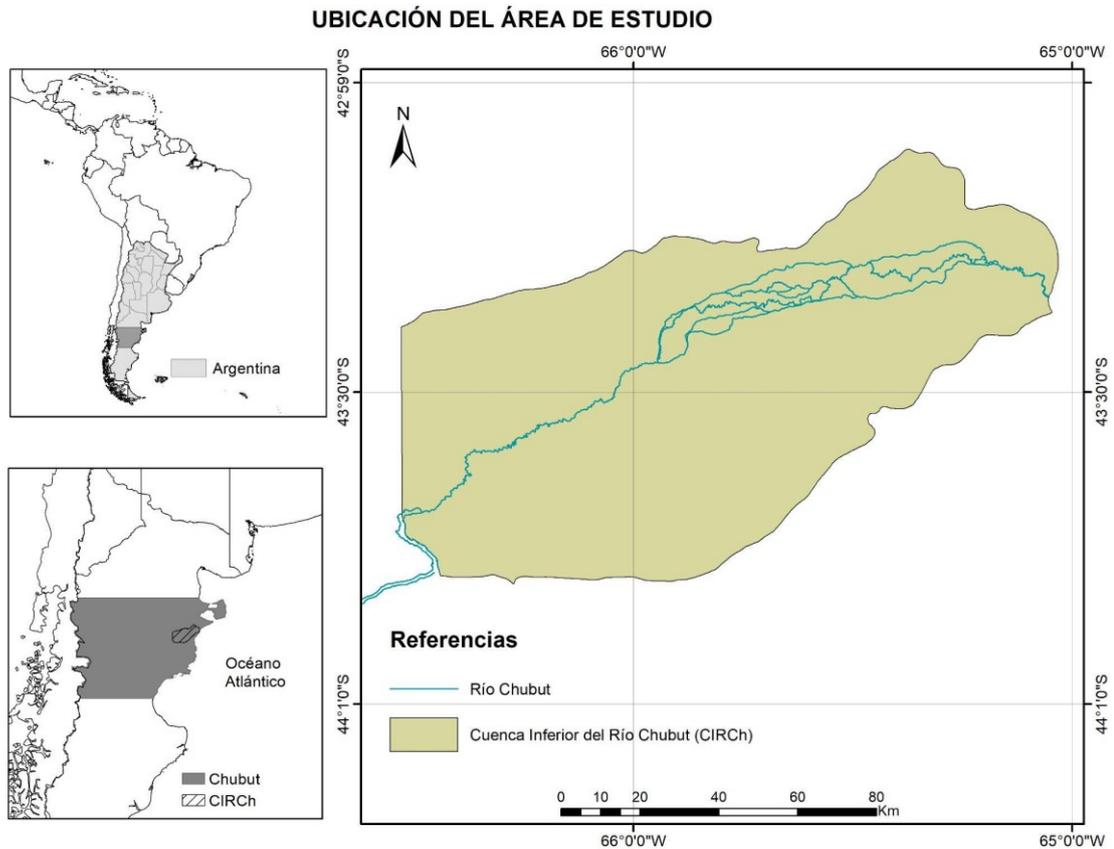
La cuenca del Río Chubut es la segunda más extensa de la Patagonia, abarca una superficie de 53.234 km<sup>2</sup> y su cauce principal se extiende por 1080 km desde las nacientes en las áreas húmedas cordilleranas de las provincias de Río Negro y Chubut hasta su desembocadura en el Océano Atlántico. El último tramo de 200 km del río está regulado por el Dique Florentino Ameghino y en los últimos 100 km se desarrolla el segundo valle irrigado en extensión de la Patagonia y un conjunto de ciudades y pueblos asociados originariamente con la actividad agrícola. El caudal del Río Chubut depende de las precipitaciones que recibe en sus nacientes. Sus crecientes son torrenciales e irregulares y se presentan fundamentalmente en otoño e invierno. La zona productora de agua comprende una franja de apenas 30 km de ancho sobre la cordillera de los Andes, hacia el este de la cual la cuenca se extiende a través de una de las zonas más áridas de la Patagonia (KALESS *et al.*, 2008; PASCUAL *et al.*, 2020).

Geomorfológicamente se localiza en la meseta patagónica, y el clima correspondiente a este sector de la Patagonia extra andina es semiárido. La temperatura media anual es de 13,5 °C, registrándose máximas absolutas en los meses de verano (diciembre, enero y febrero) que superan los 31 °C, y temperaturas mínimas absolutas en los meses de junio, julio y agosto con registros de hasta -1,4 °C (MARCH, 2016). El viento es un elemento característico del lugar, siendo su dirección predominante del oeste-suroeste (los denominados “westerlies”). Su intensidad máxima supera los 90 km/h en las estaciones de primavera y verano y el valor medio anual de intensidad es de 18 km/h. La persistencia del viento es en parte la responsable de la típica sequedad de la zona conjuntamente con la escasa y variable precipitación (PROSAP, 2012a). En cuanto a las precipitaciones, la mayor parte de la región integra la denominada diagonal árida, que comienza a manifestarse al sur de las costas ecuatorianas (golfo de Guayaquil) y se extiende hasta la costa atlántica de la Patagonia. Según registros meteorológicos aportados por la estación agrometeorológica de INTA EEA Chubut (serie 2008-2015) las precipitaciones anuales oscilan entre 112 y 190 mm. Biogeográficamente, y de acuerdo con la clasificación propuesta por CABRERA *et al.*, (1973), pertenece al Distrito Austral de la Provincia Fitogeográfica del Monte.

Emplazada en la Ecorregión Monte de llanuras y mesetas (BURKART *et al.*, 1999), la irregularidad de la topografía y la disponibilidad de agua potable condicionan el establecimiento de las urbanizaciones, encontrándose la mayoría de ellas en las zonas próximas al Río Chubut. Esta cuenca es entendida como eje de la dinámica regional, dado que constituye el principal recurso hídrico de sectores y localidades de interés arqueológico, cultural, turístico, geológico, tecnológico y productivo en la provincia de Chubut. El área de estudio del presente trabajo es la CIRCh (Figura 1), la cual comprende el área del Río Chubut desde el Dique Florentino Ameghino hasta la desembocadura en la Bahía Engaño, e incluye al Valle Inferior del Río Chubut (VIRCh) y a las localidades de 28 de julio, Dolavon, Gaiman, Trelew, Rawson y Playa Unión, las cuales presentan el 45% de la población total de la provincia (FUNDACIÓN PATAGONIA TERCER MILENIO, 2016). El VIRCh constituye la segunda zona productiva de toda la Patagonia Argentina, generando alrededor de la mitad de la producción agropecuaria de la provincia y albergando el 12% de la población patagónica (PASCUAL, 2017).

FIGURA 1.

Ubicación del área de estudio. Cuenca Inferior del Río Chubut (CIRCh), Chubut, Argentina.



## 2. METODOLOGÍA

El primer paso para determinar los usos del suelo en la CIRCh consistió en la elección y descarga de una imagen satelital Landsat 8 sensor OLI (Path/Row: 228/90), con fecha de adquisición del 22/11/2020 y un 3,05% de cobertura de nubes, obtenida del portal de imágenes satelitales EarthExplorer (<https://earthexplorer.usgs.gov/>) del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS). Posteriormente, a partir de la utilización del software ENVI 4.7 (VIS, 2011) se llevó a cabo el procesamiento de la imagen, el cual consta de tres etapas: preprocesamiento, procesamiento propiamente dicho y postprocesamiento.

El preprocesamiento hace alusión a la corrección radiométrica, atmosférica y geométrica. Para la corrección radiométrica, en primer lugar, se transformaron los números digitales (ND) a valores de radiancia, con la herramienta Band Math de ENVI, utilizando los metadatos de la imagen, y en segundo lugar se convirtieron los valores de radiancia en valores de reflectividad a tope de la atmósfera (TOA). Seguidamente, se realizó la corrección atmosférica, transformando la reflectividad TOA en reflectividad superficial, asumiendo una superficie uniforme Lambertiana bajo condiciones libre de nubes (SCHROEDER *et al.*, 2006).

Para este trabajo, no fue necesario efectuar una corrección geométrica, ya que la imagen seleccionada fue previamente preprocesada por el Sistema de Generación de Productos Landsat (LPGS) y corresponde a un nivel de procesamiento L1TP. Esta nomenclatura hace referencia a que las imágenes se encuentran georreferenciadas, en este caso en la proyección UTM, Zona 19 y datum WGS-84.

Una vez finalizada la etapa de preprocesamiento, se aplicó sobre la imagen el vector de la CIRCh (MÁRQUEZ *et al.*, 2019) a través de la creación y superposición de una máscara. Este vector se realizó como capa de polígono en ArcMap 10.5 (ESRI, 2017) utilizando la capa de Cuencas Hídricas de Argentina (GeoINTA), y delimitando el área de estudio a través de las herramientas Clip y Cut Polygon. Para facilitar la visualización de vegetación, principalmente

cultivos, se efectuó una composición falso color con las bandas del infrarrojo cercano, rojo y verde (5,4,3). Por otra parte, se combinaron las bandas 7, 6 y 4 (SWIR 2, SWIR 1 y rojo) para distinguir las áreas urbanas.

Posteriormente, se llevó a cabo el procesamiento propiamente dicho, el cual consistió en realizar una clasificación supervisada de la imagen. Para ello, primeramente, se obtuvo información previa del terreno a partir de obtener puntos de GPS (Global Positioning System) mediante salidas a campo y también fué complementado con datos de posicionamiento obtenidos desde el Google Earth Pro. La localización al interior de la cuenca de diversos usos facilitó la definición de las áreas de entrenamiento, llamadas Regiones de Interés (ROIs), para distintas clases de uso del suelo (cuerpos de agua, área urbana, área cultivada, terreno natural, afloramientos rocosos y monte). Las ROIs, fueron separadas en dos grupos, uno empleado para entrenar el clasificador, y otro utilizado en la post clasificación para comparar en la matriz de confusión, utilizando el visor de imágenes del software Google Earth Pro, las composiciones de bandas mencionadas previamente y el archivo Shapefile de Cultivos para el VIRCh provisto por la Compañía de Riego de Gaiman (Com. Pers. Pedro Tagliabue, Compañía de Riego del VIRCh, datos sin publicar). La determinación de las clases se reafirmó con informantes clave. Previa a la clasificación, fue evaluada la separabilidad espectral entre las ROIs, y se corroboró que esta fuera adecuada. Dicha separabilidad indica la confusión espectral, es decir, qué tan parecidos o no son unos de otros, y su valor varía entre 0 y 2, siendo el 2 el valor ideal de separación, y entre 1 y 1,80 advirtiendo mayor confusión entre clases. Seguidamente, se probaron varios métodos de clasificación, y se decidió aplicar el clasificador utilizando el método de Distancia de Mahalanobis (MHD), por ser el que obtuvo mejores resultados. Por último, el postprocesamiento incluyó, inicialmente, la construcción de la matriz de confusión por medio de la cual se conoció la efectividad de la clasificación, a partir de los valores de Precisión Global o Total y el coeficiente Kappa. Luego, se obtuvieron los estadísticos de cada clase, y a partir de estos fue posible calcular la superficie real de cada una de ellas, además de confeccionar el mapa temático final.

Por último, es relevante destacar que para cada uso del suelo determinado se analizaron las problemáticas ambientales asociadas a los mismos, a partir de trabajos antecedentes del área de estudio y observación directa, esto permitió obtener un diagnóstico territorial preliminar de la cuenca, además de generar información relevante para la GIRH.

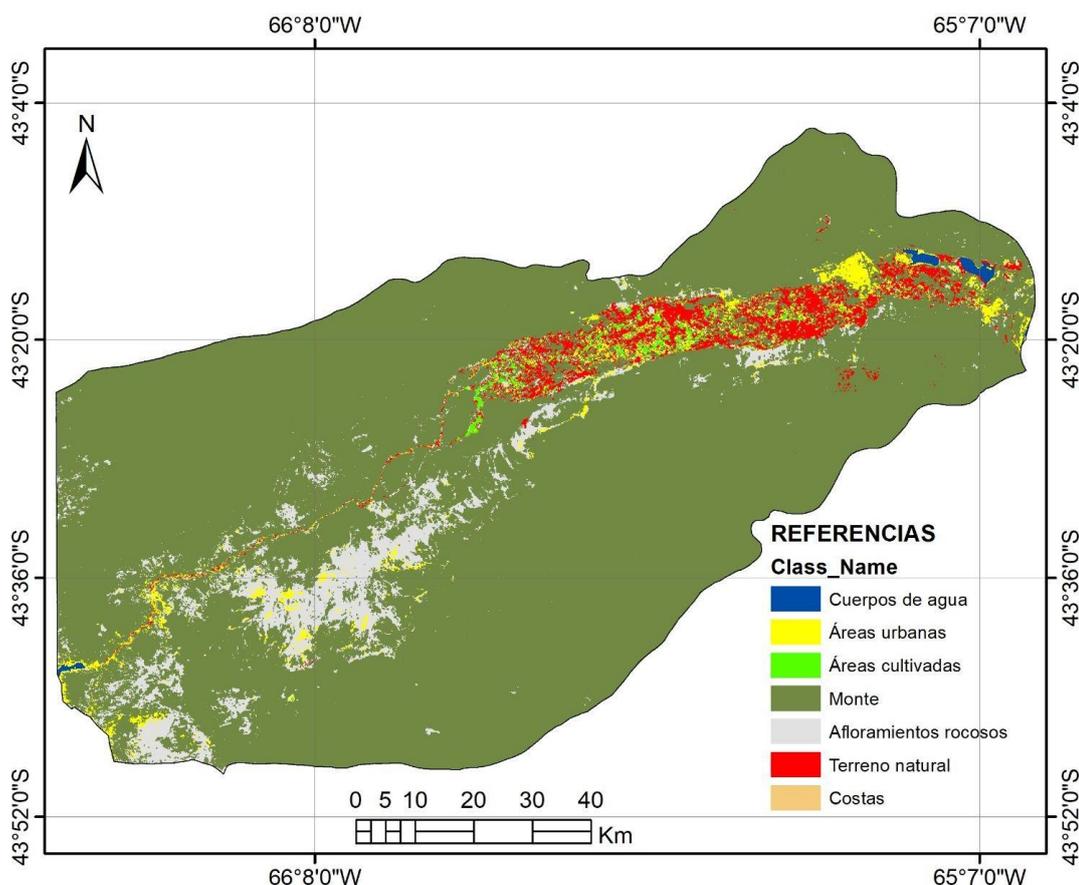
### **3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **3.1 USOS DEL SUELO Y PROBLEMÁTICAS AMBIENTALES ASOCIADAS.**

En la CIRCh se evidenciaron siete clases principales de usos del suelo: monte; afloramientos rocosos; terreno natural; áreas cultivadas; áreas urbanas; cuerpos de agua y costas (Figura 2). Los estadísticos obtenidos para cada una de ellas se encuentran en la Tabla 1.

FIGURA 2.

Clasificación Supervisada de la Cuenca de la Cuenca Inferior del Río Chubut, Argentina.



Fuente: Elaboración propia

TABLA 1.

Usos del suelo en la Cuenca Inferior del Río Chubut, año 2020.

| CLASES DE USO         | SUPERFICIE        |            |
|-----------------------|-------------------|------------|
|                       | (ha)              | (%)        |
| Monte                 | 438.717,94        | 76,80      |
| Afloramientos rocosos | 74.123,28         | 12,98      |
| Terreno natural       | 34.635,41         | 6,06       |
| Áreas cultivadas      | 14.966,91         | 2,62       |
| Áreas urbanas         | 6.288,11          | 1,10       |
| Cuerpos de agua       | 2.087,44          | 0,37       |
| Costas                | 411               | 0,07       |
| <b>Total CIRCh</b>    | <b>571.230,09</b> | <b>100</b> |

Fuente: Elaboración propia

Luego de realizar la clasificación se determinó la exactitud de la precisión del proceso, analizando la matriz de confusión. La imagen obtuvo una precisión global de 98,51% y un coeficiente Kappa de 0,87. La mayoría de las clases obtuvieron una separabilidad de 2, a

excepción de las clases áreas urbanas y afloramientos rocosos, que alcanzaron un valor medio de 1,5, es decir, que son superficies con reflectancia similar.

En primer lugar, de las 571.230,09 ha correspondientes al área total de la CIRCh, las áreas de monte ocupan 438.717,94 ha, es decir, el 76,80% de la superficie del área de estudio, localizándose en el norte y en el sur de la misma. Esta categoría refiere a las zonas de vegetación natural que no se encuentran bajo riego, sujetas a la influencia de los procesos de erosión eólica e hídrica. En esta oportunidad no se distinguió según cantidad de cobertura de vegetación, ni el grado de degradación de la misma.

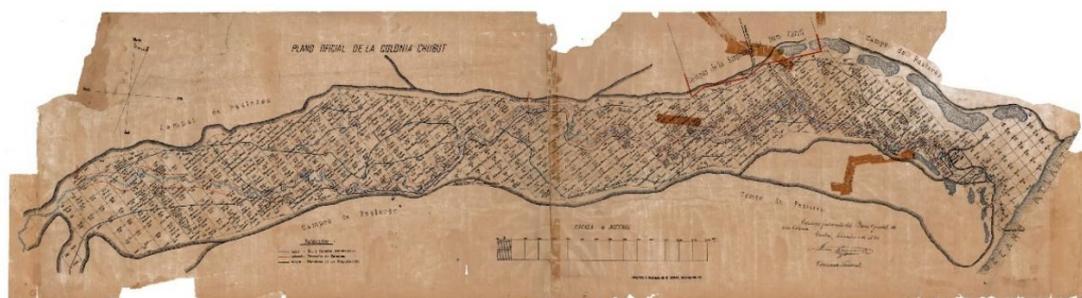
Los suelos del monte son del orden Aridisol, propios de zonas áridas, con alto porcentaje de arena en superficie, pobres en estructuras, con baja retención hídrica y poco contenido de materia orgánica (INTA, 1990).

La vegetación de esta zona se conforma por una estepa de Zigofiláceas de baja cobertura (Monte Austral o Típico). La comunidad zonal es la estepa arbustiva de *Larrea divaricata*, *L. cuneifolia*, *Parkinsonia aculeata*, *L. ameghinoi* y *L. nitida*, que se presenta con varios estratos, muy poca cobertura y particularmente con escasez de Cactáceas. El estrato inferior (menor a 0,5 m) es de gramíneas, hierbas y arbustos bajos; presenta 10 a 20% de cobertura, que puede aumentar notablemente por el crecimiento de efímeras. Los estratos bajo y medio (0,5 a 1,5 m) son los de mayor cobertura, raramente superan el 40%. El estrato superior (hasta 2 m) es muy disperso. Las especies más frecuentes en las comunidades, además de las pertenecientes al género *Larrea* ya nombradas, corresponden a los géneros *Lycium*, *Chuquiraga*, *Prosopis*, *Ephedra*, *Gutierrezia*, *Verbena* y *Baccharis* (OYARZABAL *et al.*, 2018).

Desde el año 1865, con el asentamiento de la colonia galesa en el VIRCh, se han destinado las tierras del monte para el pastoreo del ganado de dichos colonos, tal como se observa en el Plano de la Colonia Galesa del año 1886 (JONES, 1898), en donde son denominadas campos de pastoreo (Figura 3). Actualmente, en estas áreas se practica la ganadería ovina extensiva, es decir que persiste el mismo uso del suelo. Sin embargo, las condiciones ambientales determinan la baja productividad forrajera de los campos naturales de la Patagonia extraandina, que sustentan dicha actividad.

Dentro de los trabajos de investigación de la Estación Experimental Agropecuaria Chubut (INTA EEA Chubut) se encuentran algunos asociados al monitoreo satelital del estado de la vegetación de la provincia de Chubut y a la disponibilidad de forraje para el ganado ovino en pastizales naturales de la zona árida y semiárida. En la provincia, con una superficie de 224.686 km<sup>2</sup>, la producción ovina extensiva ocupa más del 80% de dicha área y, particularmente en el monte (NAKAMATSU *et al.*, 2013), esto genera esencialmente problemáticas ambientales asociadas a la pérdida de biodiversidad, afectando a los ecosistemas con pérdida de especies nativas y del hábitat en general, en consecuencia se produce una disminución de servicios ecosistémicos, como también un aumento en el riesgo de erosión eólica debido a la disminución de la vegetación y presencia de suelos desnudos que facilitan la volatilidad de los mismos. Íntimamente vinculada al estado de la vegetación, también se encuentra la problemática de la erosión hídrica (LUQUE *et al.*, 2002); dada la evaluación de las áreas bajo riego afectadas por salinidad y/o sodicidad (SANCHEZ *et al.*, 2015), y además considerando la problemática asociada a la salinización del suelo en el VIRCh debido a que se encuentra constituido por material fino y muy fino; y los intentos de revegetación de esta cuenca degradada (LLANOS *et al.*, 2000). Por lo tanto, el conjunto de impactos ambientales mencionados conlleva posteriormente a la alteración de ciclos biológicos y biogeoquímicos, y es necesario considerar los diferentes manejos de la tierra que se realizan en el área estudiada con la finalidad de lograr la sustentabilidad del área de estudio.

FIGURA 3.  
Plano de la colonia galesa de 1886.



Fuente: Jones (1898)

En segundo lugar, las áreas de *afloramientos rocosos* suman 74.123,28 ha, correspondientes a un 12,98% de la CIRCh, e incluyen las zonas de roca, caolín y algo de suelo desnudo, ubicadas al centro sur de la CIRCh. Sus suelos del orden Entisol no muestran ningún desarrollo definido de perfiles, carecen de horizontes diagnósticos, y son en su mayor parte un material parental inalterado (INTA, 1990).

Por la abundancia de rocas vulcanitas ácidas y sedimentitas en la zona, y por sus características geológicas (LIZUAIN *et al.*, 1995), son aprovechadas para su explotación y uso en construcción como piedra laja. Se considera también la roca madre que dio origen a los depósitos de caolín de la comarca, cuya explotación se inició hace más de medio siglo. En la actualidad hay alrededor de una docena de minas de arcilla caolín y bentonita y de roca caliza en actividad.

En tercer lugar, las áreas de *terreno natural*, 34.635,41 ha, son aquellas zonas dentro del VIRCh, que en noviembre de 2020 no se encontraban cultivadas, lo cual puede significar que algunas de ellas estuviesen recién cosechadas o sin cultivos en ese momento, pero que forman parte de las áreas destinadas a la agricultura. No se consideraron como monte, debido a que son zonas con un historial de producción agrícola-ganadero, y se encuentran en constante cambio, correspondiendo a un 6,06% de la CIRCh y aproximadamente a un 50% del VIRCh.

En cuarto lugar, las *áreas cultivadas* abarcan 14.966,91 ha, un 2,62% del total de la CIRCh. Los cultivos principales del valle son pasturas (principalmente alfalfa en los mejores suelos, festuca con trébol blanco en los de calidad intermedia y agropiro en los suelos más pobres y salinos), así como también producción fruti-hortícola, siendo posible su existencia gracias a los canales de riego. La superficie total de los predios de los productores oscila entre 1,5 y 70 ha y la actividad predominante es la horticultura a campo, existiendo sólo un pequeño porcentaje que realiza cultivos bajo cubierta, en general complementado con cultivo a campo (PROSAP, 2012 b). La producción del valle también incluye sistemas de engorde a corral y producción de porcinos, bovinos, caprinos y actividad apícola.

Tanto la categoría terreno natural como áreas cultivadas presentan suelos del orden Molisol, es decir, suelos de textura arcillosa cuyos minerales predominantes son expansibles y por lo tanto poseen una alta capacidad de dilatación y contracción ante variaciones en su contenido de humedad. Manifiestan buena estructuración y corresponden a sitios con cubierta vegetal y materia orgánica, asociados a áreas con alta humedad. Poseen colores oscuros, grados altos de saturación y contienen un gran aporte de arenas eólicas (INTA, 1990).

Estudios antecedentes a escala del VIRCh han logrado entrenar y comparar siete métodos diferentes de aprendizaje automático para la clasificación basada en píxeles de imágenes del satélite Sentinel con el objetivo de generar un mapa de uso y cobertura del suelo, incluyendo las siguientes clases principales: cultivos (pasturas, horticultura y cultivos frutales), cobertura vegetal natural más abundante, construcciones y recursos hídricos (LIBEROFF *et al.*, 2021; TRUJILLO-JIMÉNEZ *et al.*, 2021). Cabe destacar que previo a dicha investigación, el único mapa de uso y cobertura del suelo disponible fue producido manualmente con una combinación de inspección visual de fotografías aéreas y toma de datos de campo por una institución gubernamental local en el año 2015 (Com. Pers. Pedro Tagliabue, Compañía de Riego del VIRCh, datos sin publicar).

En cuanto a la producción frutihortícola se presenta la problemática de la contaminación por agroquímicos. Sumando aportes en este aspecto se encuentra el documento Estudio integral del Valle Inferior del Río Chubut, realizado por la Fundación Patagonia Tercer Milenio (FUNDACIÓN PATAGONIA TERCER MILENIO, 2016), el cual menciona que el acopio, distribución y uso de agroquímicos están deficientemente controlados. Dichos insumos (fertilizantes y pesticidas) generan efectos negativos, afectando a la biodiversidad de los sistemas (SARANDÓN *et al.*, 2014). Por su parte, la ganadería bovina y ovina también contribuyen a los impactos ambientales negativos en el área, por sus posibles efectos en la contaminación de las napas de agua, la contaminación del aire por olores y la emisión de gases de efecto invernadero (PROSAP, 2012 a).

En quinto lugar, las *áreas urbanas* alcanzan 6.288,11 ha, representando sólo un 1,10% de la superficie total de la CIRCh, e incluyendo a las ciudades de Trelew, Rawson, Playa Unión y a los pueblos de Gaiman, Dolavon y 28 de julio, con un total de 141.948 habitantes (INDEC, 2010). Dichas áreas urbanas y rurales y sus respectivas actividades económicas dan lugar a la transformación de suelos potencialmente productivos en loteos para construcción.

Dichos poblados también propician el turismo, particularmente el agroturismo, el turismo cultural específico de la cultura galesa (visitas a capillas, ceremonia del té gales), el turismo científico (ABBONDIO, 2019) y, por último, actividades industriales en las principales ciudades. Entre las problemáticas ambientales asociadas a estos usos del suelo se pueden mencionar la contaminación por residuos sólidos urbanos e industriales, contaminación hídrica y de suelos por efluentes cloacales e industriales, la contaminación atmosférica por gases de efecto invernadero, tanto provenientes de los medios de transporte y usos domiciliarios urbanos como de las actividades industriales, contaminación sonora, entre otras.

También es importante rescatar en este punto lo referido a la Red Argentina de Municipios Frente al Cambio Climático (RAMFCC) dado que se constituye como una instancia de coordinación e impulso de las políticas públicas locales para enfrentar el cambio climático en las ciudades y pueblos de la Argentina. Dentro de la red de conglomerados de la RAMFCC se inserta Rawson y Trelew, a una distancia de 20km entre sí, pertenecientes a la CIRCh. Se observa que el porcentaje de la población de los municipios que conforman los aglomerados pertenecientes a la RAMFCC, alcanzan valores inferiores a la media del conjunto, y en el caso de Trelew el valor aún es considerado como bajo hasta el año 2020 (Zulaica y Vazquez, 2021). Por lo tanto, se considera esencial apoyar a la red que coordina e impulsa planes estratégicos para hacer frente al cambio climático, con la finalidad de que las ciudades y pueblos que integran la cuenca se mantengan con valores mínimos. La RAMFCC considera tanto a los gobiernos locales como a los actores, claves para transformar los desafíos en acciones concretas de mitigación y adaptación al cambio climático.

En sexto lugar, los *cuerpos de agua*, donde se observa que el río Chubut discurre a través de terrenos poco accidentados, con un cauce variable entre 60 y 120 m y el valle se va ensanchando hasta tener más de 6 km. El diseño de drenaje es meandriforme, muy variable, con tramos rectos o de baja sinuosidad y otros con curvas muy cerradas. A 150 km de su desembocadura en el Océano Atlántico y a unos 20 km al este de la localidad de las Plumas, se construyó el Dique Florentino Ameghino, cuya obra finalizó en el año 1968 creando un lago artificial de 65 km<sup>2</sup> que embalsa 2.000 hm<sup>3</sup> de agua y se conforma como punto de inicio del curso inferior del Río Chubut, que da lugar al valle inferior al llegar a Boca Toma. El dique tiene por objetivos regular el caudal del río para regadío en el VIRCh y producir energía hidroeléctrica. Existen además más de 360 km de canales de riego principales, secundarios y terciarios, casi en su totalidad construidos en tierra, que permiten regar unas 20.000 ha de cultivos en el VIRCh. Como se puede apreciar en la Figura 2, el río no aparece en su totalidad en la clasificación debido a que el tamaño del pixel para la imagen Landsat 8 es de 30 m, y el ancho medio del río es de 28 m (KALESS *et al.*, 2008). En conjunto, el río, parte del Dique Florentino Ameghino, las lagunas negras localizadas entre las ciudades de Trelew y Rawson y otras lagunas temporales conforman 2.087,44 ha, equivalentes sólo a un 0,37% de la CIRCh.

Respecto a las denominadas popularmente como Lagunas Negras, las mismas integran un sistema lagunar en el extremo este, en el área periurbana oriental de Trelew, de régimen temporario, el cual funcionó como una cuenca endorreica alimentado por aguas subterráneas y

precipitaciones. En el año 1956 se comenzó a verter los líquidos domiciliarios y pluviales de la ciudad a este sistema y como consecuencia se convirtieron en grandes lagunas de estabilización, transformando así el paisaje en cuestión y dando lugar a diversos problemas ambientales asociados. Dicha modificación del paisaje, sumado a la degradación de los suelos por salinización o inundación, generan una pérdida del valor de las tierras y por consiguiente en la tasación inmobiliaria. Muchas de estas antiguas chacras fueron abandonadas por sus propietarios y la población actual aledaña a las lagunas se presenta conformando asentamientos aislados, en ambientes degradados y precarios que le dan cierto carácter de espacio marginal. La problemática actual del aumento de la superficie de dicho sistema, vinculada directamente con el recurso hídrico, ha sido planteada en diversos trabajos (ALCARRAZ *et al.*, 2008; MARCH, 2007; MARCH, 2016), quienes la abordaron desde un análisis del territorio a través de técnicas de teledetección y Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Son numerosos los estudios precedentes a nivel local que investigan desde distintos puntos de vista aspectos relacionados con los recursos hídricos y las problemáticas ambientales asociadas en la CIRCh. En relación a la producción de agua, autores como BRANDIZI *et al.*, (2014), PESSACG *et al.*, (2015) y FLAHERTY *et al.*, (2018) analizaron los efectos del cambio climático sobre la precipitación, evapotranspiración, humedad del suelo, escorrentía superficial y el ciclo hidrológico; concluyendo que en un período de 70 años se podría dar una baja promedio del 30% del caudal del Río Chubut. SERRA *et al.*, (2000), analizan en uno de sus trabajos las limitaciones de disponibilidad hídrica del Río Chubut para nuevas áreas bajo riego, concluyendo que “al ritmo de crecimiento poblacional actual se impone una obligada preservación y cuidado en calidad y cantidad de nuestra principal fuente de agua”.

Por su parte, los análisis de sedimentos y nutrientes, en torno a la calidad del agua, se deben a que la escasa vegetación es incapaz de atrapar el agua en los suelos y retrasar la escorrentía. Cuando llueve, se inunda, y grandes cantidades de sedimentos se transportan hacia los ríos. Por estos motivos, luego de precipitaciones relevantes en el área de estudio se ha alterado la calidad del agua para consumo de Rawson, Trelew, Gaiman, Dolavon, 28 de Julio y Puerto Madryn debido al aporte de sedimentos provenientes del Río Chico, tal como ocurrió en el año 2017, cuando varias comunidades pertenecientes a la CIRCh quedaron sin abastecimiento de agua potable. Algunas investigaciones estudian también la dinámica de producción y transporte de sedimentos y sus efectos en el tratamiento del agua potable (FLAHERTY *et al.*, 2018; PASCUAL *et al.*, 2018). Los estudios de nutrientes, por otra parte, analizan la dinámica de nutrientes y su conexión con el uso de la tierra y actividades humanas en el Valle Inferior del Río Chubut (LIBEROFF *et al.*, 2019). En cuanto a los estudios de gobernanza, evalúan percepciones y patrones de colaboración entre las organizaciones tomadoras de decisión, para proporcionar recomendaciones institucionales y políticas que contribuyan a la gobernanza del agua, particularmente en el VIRCh (PASCUAL *et al.*, 2020; OLIVIER *et al.*, 2018). Recientemente, MÁRQUEZ *et al.*, (2021) han determinado y caracterizado las unidades de paisaje (UP) que conforman la CIRCh desde su configuración histórico-ambiental, lo cual contribuye a caracterizar la evolución del uso del suelo y a detectar problemáticas ambientales vinculadas a cada UP.

Por último, las áreas de *costas* suman 411 ha, correspondientes a un 0,007% del total de la CIRCh. Hacen referencia a la desembocadura del Río Chubut, a las zonas costeras de la localidad de Playa Unión y al área de intersección entre las Lagunas Negras.

Entre las actividades presentes en dichas áreas se encuentran la pesca industrial, representada por la flota pesquera en la desembocadura del Río Chubut, Puerto de Rawson, la cual industrializa y procesa diversas especies tales como merluza, abadejo, salmón, lenguado, mero, pejerrey, centolla, langostino, calamar y vieyra. Además, también se practica pesca artesanal de moluscos y bivalvos. Ligada a estas actividades, se evidencia una problemática ambiental asociada a la contaminación por residuos sólidos urbanos en la Bahía Engaño (ESTEVEZ *et al.*, 1997) y la contaminación por residuos pesqueros de la Flota Amarilla en el Puerto de Rawson (GONZÁLEZ ZEVALLOS *et al.*, 2020).

Por su parte, el turismo de playa también genera impactos ambientales asociados a la contaminación por residuos sólidos urbanos, principalmente plásticos, los cuales terminan en el mar y atentan contra la fauna y flora de los ecosistemas marinos. Al respecto, surge la iniciativa desde el Centro para el Estudio de los Sistemas Marinos (CESIMAR) de la comunicación y

educación respecto a la problemática de contaminación por microplásticos en el mar (RÍOS *et al.*, 2020).

Finalmente, el análisis de los cambios de uso del suelo constituye una herramienta útil para tomar dimensión de las externalidades asociadas a las problemáticas ambientales y la futura implementación de planes de gestión ambiental del territorio. En los mismos, se vuelve pertinente considerar la heterogeneidad paisajística del territorio que permita la adopción de acciones encaminadas a lograr la máxima racionalidad ambiental respecto de los usos de la tierra (Somoza y Vazquez, 2022).

### 3.2 GESTIÓN INTEGRADA DEL RECURSO HÍDRICO

Los componentes principales que determinan el funcionamiento de una cuenca son los elementos biofísicos (geología, hidrología, clima, suelo y subsuelo, flora y fauna) y los antrópicos (socio-económicos-culturales como infraestructura, tecnología, niveles de calidad de vida, sistemas de producción, tenencia de tierra, entre otros), demográficos (tamaño y distribución de la población) y jurídico-institucionales. Estos conforman diversos subsistemas, el biofísico, el social, el económico y el demográfico, los cuales interactúan definiendo a la cuenca hidrográfica como un territorio que compone un sistema integral. Por lo tanto, la cuenca es un “continuo” de clima, suelos, cobertura vegetal, hábitats, red de drenaje, sistemas de producción y presencia humana a lo largo de su pendiente, que interactúa en el espacio y en el tiempo (GASPARI *et al.*, 2010).

En este sentido, la cuenca es reconocida como la unidad territorial más adecuada para la gestión integrada de los recursos hídricos. Sin embargo, dado que las jurisdicciones político-administrativas (provincias, municipios o regiones) no coinciden con los límites territoriales de la cuenca, gran parte de las decisiones que afectan el ciclo hidrológico, el aprovechamiento del agua y a la población, no consideran las interrelaciones que ocurren en la totalidad de este sistema integrado. Además, es común que la gestión del agua se fragmente por sectores responsables de su control y aprovechamiento, por tipos de usos, por la fuente donde se capta y otras arbitrariedades similares. En otras palabras, se administra un sistema integrado y un recurso compartido en forma parcelada y en consecuencia se crean mayores situaciones de conflicto con relación al aprovechamiento del agua en lugar de evitarlas, minimizarlas o solucionarlas. La complejidad ambiental que ofrece la CIRCh no escapa a este contexto frecuente de desafíos en torno a la GIRH que atraviesan la mayoría de las diversas cuencas del mundo. Si bien la presente propuesta se acota a la cuenca inferior, futuros abordajes considerarán las cuencas media y alta.

El Plan director de Recursos Hídricos del Río Chubut (CFI, 2013), postula que el principal problema es que existe un alto riesgo de utilización desordenada del recurso hídrico por falta de planificación integrada. Recientemente, y en línea con dicho Plan, Pascual *et al.*, (2020) mencionan una carencia de diagnósticos integrales de la situación hídrica en la CIRCh y la necesidad de establecer un sistema integral de medición y micromedición de la distribución y los consumos de agua urbana para las distintas localidades de la cuenca, y reducir la huella hídrica de las localidades del Valle Inferior, promoviendo un cambio en la cultura del uso del agua urbana.

El desarrollo de una metodología para producir periódicamente mapas precisos de uso y cobertura de suelo es un elemento clave para supervisar los cambios en el paisaje, en la matriz de desarrollo y aportar elementos para el manejo integrado del agua, así como para promover futuras investigaciones en esta región (TRUJILLO-JIMÉNEZ *et al.*, 2021).

## 4. CONCLUSIONES

En el presente trabajo se ha desarrollado un mapa de clases de usos del suelo en la CIRCh a partir de la clasificación supervisada de una imagen Landsat 8, distinguiéndose siete clases y se determinaron las superficies que ocupan cada una de ellas. Luego de su análisis, es posible destacar una notable superficie ocupada por el monte, el cual supera ampliamente a los demás usos. Si bien en esta instancia la clasificación resultó exitosa, sería de relevancia para futuros trabajos volver a delimitar las ROIs para superficies que poseen una reflectancia similar, tales como afloramientos rocosos y áreas urbanas, perfeccionando los resultados obtenidos, así como

también transitar del uso de imágenes de mediana resolución espacial (Landsat), a otras de alta resolución (SPOT), a modo de evaluar con detalle los cambios que acontecen en el paisaje de la región.

La importancia de realizar un abordaje a escala de cuenca consiste en que contribuye a dimensionar la complejidad y el funcionamiento de una cuenca hídrica como un sistema de captación y concentración de agua, en donde se establecen asentamientos humanos que hacen un uso diverso de los recursos. El concepto de ambiente es tanto espacial como temporal, por lo que el análisis de los procesos de modificación de uso del suelo son claves a la hora de abordar las cuestiones ambientales y comprender cómo se fueron gestando las problemáticas actuales.

Las diversas clases de usos de suelo consideradas para la clasificación supervisada de esta investigación (monte, afloramientos rocosos, terreno natural, áreas cultivadas, áreas urbanas, cuerpo de agua y áreas de costas) muestran en su conjunto impactos de diversa índole al interior de la cuenca, tales como, pérdida de biodiversidad, afectando ecosistemas con disminución de especies nativas y del hábitat en general, disminución de servicios ecosistémicos, aumento en el riesgo de erosión eólica e hídrica, aumento de salinidad y/o sodicidad, contaminación de agua y suelos por uso de agroquímicos, por residuos sólidos urbanos, cloacales, industriales y pesqueros. Lo anterior genera consecuentemente alteración de ciclos biológicos y biogeoquímicos, impactos que inducen directa e indirectamente al cambio climático. Por lo tanto, el conjunto de problemáticas ambientales mencionadas conlleva a la necesidad de considerar los diferentes manejos de la tierra que se realizan en el área estudiada con la finalidad de lograr la sustentabilidad de la CIRCh.

Esta aproximación al abordaje ambiental de la CIRCh nos da la posibilidad de continuar analizando los usos del suelo en diferentes escalas temporales y de ser usada como base para identificar las problemáticas ambientales que surgen de cada uso, dado que, por ejemplo, si bien las áreas cultivadas y las urbanas ocupan menos de un 5% de la superficie total de la cuenca, son las que generan mayor modificación del ambiente, ya que presentan casi la mitad de la población total de la provincia de Chubut y la segunda zona productiva de toda la Patagonia. En este sentido, contar con estudios que identifiquen y visibilicen el compromiso del ciudadano/a ambiental resulta de importancia para conocer el grado de involucramiento de la población en las cuestiones ambientales de su entorno, ya sea a escala provincial, local o barrial.

Resulta de suma importancia profundizar en el estudio de las problemáticas ambientales asociadas a cada uso del suelo en la CIRCh, a fin de proponer alternativas de manejo para contribuir en la transición hacia el uso sustentable de los recursos en la cuenca. En este contexto, las acciones a seguir deberían estar enfocadas en disminuir esta fragmentación y en fortalecer la vinculación tecnológica y las colaboraciones entre sectores públicos y privados. Asimismo, se destaca la necesidad de continuar fomentando el estudio de cuencas a partir del uso de sensores remotos y SIG, que faciliten la elaboración de diagnósticos para interpretar históricamente la realidad, en la expectativa de elaborar planes de ordenamiento territorial orientados principalmente a la resolución de los conflictos ambientales.

En este contexto, contribuir a los esfuerzos que diversos grupos de investigación vienen realizando, para contar con información sistematizada, actualizada y de fácil acceso, constituiría un valioso aporte para el diagnóstico del estado ambiental del recurso hídrico en la CIRCh y el monitoreo de los problemas ambientales asociados, así como el análisis de la gestión hídrica y la evaluación de las políticas públicas de los municipios involucrados.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

ABBONDIO, F. G. (2019). Relevancia de los centros de investigación para el desarrollo del turismo científico: un caso de estudio en el Centro Nacional Patagónico (CCT CONICET CENPAT), Puerto Madryn. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Quilmes, Bernal, Argentina.

ALCARRAZ, G., MARCH, M., WEISE, E., y SSCHAER, A. (2008). "Caracterización socio-ambiental de un paisaje transformado: el caso de la Laguna Negra. Trelew. Chubut. Argentina". *Boletín Geográfico*, vol. 31, p. 141-157.

ALPERÍN, M., BORGES, V. y SARANDÓN, R. (2002). "Caracterización Espacial de los Tipos de Cobertura de Suelo usando Técnicas Geoestadísticas a partir de Información Satelital". *Revista de la Facultad de Agronomía*, vol. 105, n°1, p. 40-51.

ArcMap, E. S. R. I. (2017). 10.5. 1. Redlands, CA: ESRI.

BARCIA, L. (2013). "Ciudadanía ambiental: ¿desafío, herramienta o compromiso ético para la educación ambiental?". *Quehacer educativo*, vol. 23, n°118, p. 50-56.

BOCCO, G. y URQUIJO, P. (2010). *La geografía ambiental como ciencia social*. En: Lindon, A. (Ed.) *Los giros de la geografía humana: desafíos y horizontes*. Anthropolos, pp. 313-327.

BRAILOVSKY, E. (2014). *Proyectos de educación ambiental: la utopía en la escuela*. Editorial Novedades educativas. 176 pp.

BRANDIZI, L., FLAHERTY, S., PESSACG, N., LIBEROFF, A., GARCÍA AZOREY, M., y PASCUAL, M. (2014). Valoración de servicios ecosistémicos en el Río Chubut. Red Ecofluvial de la Patagonia. Congreso Internacional de Hidrología de Llanuras.

BURKART, R., BÁRBARO, O., SÁNCHEZ, R. O., y GÓMEZ, D. A. (1999). *Ecorregiones de la Argentina*. Administración de Parques Nacionales y Secretaría de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable. Argentina: Buenos Aires. Buenos Aires.43 pp.

CABRERA, A. L., y WILLINK, A. (1973): *Biogeografía de América latina*. Washington DC: Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico, 117 pp.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES (CFI). (2013). Plan director de Recursos Hídricos del Río Chubut. Informe final, tomo I. 186 pp.

DOUROJEANNI, A., JOURAVLEV, A. y CHAÁVEZ, G. (2002). *Gestión del agua a nivel de cuencas: teoría y práctica (Vol. 1)*. United Nations Publications. Santiago de Chile. 83 pp.

ESTEVEZ, J., SOLÍS, M., SANTINELLI, M., SASTRE, V., GONZÁLEZ RAIES, C., HOFFMEYER, M., y COMMENDATORE, M. (1997). Evaluación de la contaminación urbana de la Bahía Engaño (Chubut). Fundación Patagonia Natural. Plan de Manejo Integrado de la Zona Costera Patagónica.

FLAHERTY, S., y PASCUAL, M. (2018). Mapeo de uso/cobertura del suelo con imágenes satelitales en el Valle Inferior del Río Chubut: comparación de sensores en un área piloto. XII Jornadas nacionales de geografía física, Trelew.

FUNDACIÓN PATAGONIA TERCER MILENIO. (2016). Jornada participativa realizada en Rawson. En: Jornadas de discusión para la construcción de una alternativa de provincia. Síntesis, conclusiones y propuestas. p. 32-48.

GARCÍA, R. (2006). *Sistemas Complejos. Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*. Barcelona: Gedisa. 202 pp.

GASPARI, F. J., y SENISTERRA, G. E. (2016). *Valoración de servicios ambientales para el ordenamiento agro hidrológico en cuencas hidrográficas*. Universidad Nacional de La Plata. 137 pp.

GONZÁLES ZEVALLOS, D. R., y MÁRQUEZ, M. I. (2021). “Construcción de la Ciudadanía Ambiental: Caso Asociación Vecinal Quintas el Mirador, Puerto Madryn, Argentina”. *Sociedad y Ambiente*. (artículo en prensa).

GONZÁLEZ ZEVALLOS, D. R., GÓNGORA, M., y DURAN ROMERO, C. (2020). “Abordaje socioambiental con énfasis en los residuos sólidos generados por la flota pesquera de Rawson, Patagonia Argentina”. *Interciencia*, vol. 45, n°3, p. 142-149.

GUERSCHMAN, J., PARUELO, J., DIBELLA, C., GIALLORENZI, M. y PACIN, F. (2003). “Land Cover classification in the Argentine Pampas using multi-temporal Landsat TM Data”. *International Journal of Remote Sensing*, vol. 4, n° 17, p. 3381-3402.

GWP - Global Water Partnership (2000). Manejo Integrado de Recursos Hídricos. TAC Background Papers N° 4. Estocolmo.

GWP – Global Water Partnership (2009). *Manual para la Gestión Integrada de Recursos Hídricos en Cuencas*. Stockholm, Sweden. 112 pp.

HASDENTEUFEL, P., MATEO RODRIGUEZ, J., BAUME, O. y TORRES GOMEZ DE CADIZ, R. (2008). “La Geoecología como herramienta para la gestión ambiental: Estudio de caso de la cuenca hidrográfica superficial del río Quibú, Provincia Ciudad de La Habana, Cuba”. *Revista Universitaria de Geografía*, vol. 17, n°1, p. 309-329.

HERMOSILLA RIVERA, C. (2019). “Conflictividad territorial en Chubut: Una lectura en torno a los movimientos ambientalistas”. *Geograficando*, vol. 15, n° 1, p. 1-11.

INDEC (Instituto Nacional de Estadística y Censo). Censo Nacional, 2010.

INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). (1990). *Atlas de Suelos de la República Argentina*. Centro de Investigaciones de Recursos Naturales. Proyecto PNUD Arg. 85/019. Tomo II. Buenos Aires.

JONES, L. (1898). Hanes y Wladva Gymreig. Cymru Newydd yn Ne America. Caernafon: Cwmni'r Wasg Genedlaethol Gymreig,

JOURAVLEV, A. (2003). “Los municipios y la gestión de los recursos hídricos”. Serie N° 66. Recursos Naturales e Infraestructura. CEPAL. Santiago de Chile.

LIBEROFF, A.L., FLAHERTY, S., GARCÍA ASOREY, M., FOGEL, M. y PASCUAL, M. (2019). “Assessing land use and land cover influence on surface water quality using a parametric weighted distance function”. *Limnologica* vol. 74, p. 28-37.

LIBEROFF, A., FLAHERTY, S., TRUJILLO-JIMÉNEZ, A., PESSACG, N., PACHECHO, C y DIAZ, L. (2021). “Mapeo de Uso y Cobertura en el Valle Inferior del Río Chubut”. 9° Congreso Argentino de Limnología.

LIZUAIN, A., RAGONA, D., y FOLGUERA, A. (1995). Mapa Geológico de la Provincia del Chubut, República Argentina. Secretaría de Minería, Dirección Nacional del Servicio Geológico, Escala, 1(750.000).

LLANOS, E., y LUQUE, J. (2000). Proyecto de revegetación de cuencas degradadas por erosión hídrica en la provincia del Chubut.

LUQUE, J., LLANOS, E., BUONO, G., y TAPIA, E. (2002). "Caracterización de una cuenca degradada por erosión hídrica en la Provincia del Chubut". XVIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Puerto Madryn, Chubut.

MARCH, M. (2007). "La teledetección como herramienta para estudios multitemporales". *Párrafos geográficos*, vol 6, n°2, p. 63-77.

MARCH, M. (2016). Transformaciones y problemáticas socioambientales del periurbano oriental trelewense. Tesis de Doctorado en Geografía.

MÁRQUEZ, M.I., VAZQUEZ, P.S., y GONZALEZ ZEVALLOS, D.R. (2019). La Cuenca Inferior del Río Chubut desde su abordaje ambiental. I Jornadas Binacionales E+PA. Universidad del Chubut.

MÁRQUEZ, M.I., VAZQUEZ, P.S., y GONZALEZ ZEVALLOS, D.R. (2021). "Configuración histórico-ambiental de las unidades de paisaje en la Cuenca Inferior del Río Chubut". *Revista de Geografía Norte Grande* (en prensa).

NAKAMATSU, V., ELISSALDE, N., BUONO, G., ESCOBAR, J., BEHR, S., y VILLA, M. (2013). *Disponibilidad de forraje para el ganado ovino en pastizales naturales de la zona árida y semiárida del Chubut* (Versión 2013). INTA.

OLIVIER, T., AIGO, J., y PASCUAL, M. (2018). Gobernanza hídrica en el Valle Inferior del Río Chubut. Encuesta 2017-2018: REPORTE EJECUTIVO.

OYARZABAL, M., CLAVIJO, J., OAKLEY, L., BIGANZOLI, F., TOGNETTI, P. M., BARBERIS, I., MATURO, H., ARAGÓN, R., CAMPANELLO, P., PRADO, D., OESTERHELD, M., y LEÓN, R. (2018). "Unidades de vegetación de la Argentina". *Ecología Austral*, Vol. 28, N°1.

PARDO, M. (2003). Educación ambiental sobre el agua. Planes Estratégicos en: Congreso agua y educación ambiental: nuevas propuestas para la educación. Ponencias y comunicaciones presentadas. Caja de ahorros del Mediterráneo.

PASCUAL, M. (2017). El valle inferior del Río Chubut: hacia un tratamiento integral de los problemas del agua. Reporte Red Ecofluvial.

PASCUAL, M., MALNERO, H., y KALESS, G. (2018). Application of green infrastructure to promote sediment retention in the Lower Chubut River Valley. Financiado por: The Nature Conservancy; Danone División de Aguas. Reporte

PASCUAL, M., OLIVIER, T., BRANDIZI, L., RIMOLDI, P., MALNERO, H., y KALESS, G. (2020). Cuenca del Río Chubut. Análisis de Factibilidad para Fondo de Agua. Mayo 2020. Alianza Latinoamericana de Fondos de Agua. 197 pp.

PESSACG, N., FLAHERTY, S., BRANDIZI, L., SOLMAN, S., y PASCUAL, M. (2015). "Getting water right: a case study in water yield modelling based on precipitation data". *Science of the Total environmental*. vol 537, p. 225-234.

PROSAP (Programa de Servicios Agrícolas Provinciales). (2012, a). Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Presidencia de la Nación. Proyecto: "Desarrollo de Unidad Alimentaria y Fortalecimiento del Sector Frutihortícola de Chubut". Anexo V. Evaluación de Impacto Ambiental y Social. Provincia de Chubut.

PROSAP (Programa de Servicios Agrícolas Provinciales). (2012, b). Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Presidencia de la Nación. Proyecto: “Desarrollo de Unidad Alimentaria y Fortalecimiento del Sector Frutihortícola de Chubut”. Plan manejo de plagas.

RIOS, M. F., MARQUEZ, F., GATTI, M., GALVAN, D. E., BRAVO, G., BIGATTI, G., y BROGGER, M. I. (2020). *Microplásticos: macroproblemas*. En Sbarbati Nudelman, N. (ed.) Residuos plásticos en Argentina: su impacto ambiental y en el desafío de la economía circular. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: ANCEFN - Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. p. 8 -22.

SALAMANCA VILLAMIZAR, C., GONZÁLEZ, G., FERNETTI, G., y ASTUDILLO PIZARRO, F. (2020). *Hidropolíticas y territorios hidrosociales en el río Paraná y Rosario*. Rosario: UNR Editora. 73 pp.

SÁNCHEZ, R. M., DUNEL GUERRA, L., y SCHERGER, M. (2015). *Evaluación de las áreas bajo riego afectadas por salinidad y/o sodicidad en Argentina*. INTA y Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. 67 pp.

SARANDON, S.J., y FLORES, C.C (2014). *La Agroecología: el enfoque necesario para una agricultura Sustentable*. En: SARANDON et al (Eds.) Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. La Plata: Editorial de la Universidad de La Plata: p. 42-69.

SCHROEDER, T. A., COHEN, W. B., SONG, C., CANTY, M. J., y YANG, Z. (2006). “Radiometric correction of multi-temporal Landsat data for characterization of early successional forest patterns in western Oregon”. *Remote Sensing of Environment*, vol. 103, p. 16-26.

SERRA, J., SAINZ TRÁPAGA, J., y MALNERO, H. (2000). Limitaciones de disponibilidad hídrica del Río Chubut para nuevas áreas bajo riego o derivaciones para otros fines en el Valle Inferior. XIX Congreso latinoamericano de hidráulica, Córdoba.

SOMOZA, A. y VAZQUEZ, P. 2022. “Adopción del agronegocio en el territorio y estrategias para el ordenamiento ambiental”. *Revista de Investigaciones de la Facultad de Ciencias Agrarias – UNR*. (en prensa).

TELIAS, A., CANCIANI, M. L., SESSANO, P., ALVINO, S., y PADAWER, A. (2014). La educación ambiental en la Argentina: actores, conflictos y políticas públicas. La Bicicleta, 220 pp.

TRUJILLO-JIMÉNEZ, M. A., LIBEROFF, A. L., PESSACG, N., PACHECO, C., y FLAHERTY, S. (2021). “Uso de Métodos de Aprendizaje Automático y teledetección para clasificación de uso y cobertura del suelo en un valle semiárido de la Patagonia”. Congreso Argentino de Agro informática. p. 175-188.

VAZQUEZ, P., y RIVAS, R. (2009). “Transferencia de Información Basada en Sensores Remotos para la Toma de Decisiones de Usuarios No Expertos”. *Revista Ciencia*, vol. 4, N° 8, p. 49-59.

VIS, I. (2011). ENVI 4.7-The Environment for Visualizing Images. Boulder, Colorado, USA: ITT Visual Information Solutions.

WCED - World Commission on Environment and Development (1987). *Nuestro Futuro Común*, Conferencia Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Oxford University Press. Oxford.

ZULAICA, L., y VAZQUEZ, P. (2021). “Ciudades argentinas en el contexto del cambio ambiental: exploraciones para el análisis del riesgo y la resiliencia urbana”. *Revista Cuadernos Geográficos de la Universidad de Colombia*, vol. 30, p. 396 – 417.