



UNIVERSIDAD DE CHILE  
Facultad de Arquitectura y Urbanismo  
Escuela de Pregrado  
Carrera de Geografía

LA EROSIÓN EN CHILE: UNA MIRADA HISTÓRICA Y GEOGRÁFICA PARA  
ENTENDER EL PROCESO DE LA EXPANSIÓN FORESTAL EN LAS COMUNAS DE  
CONSTITUCIÓN, EMPEDRADO Y CHANCO.  
REGIÓN DEL MAULE.

Memoria para optar al título de Geógrafa

PAMELA CASTRO AGUILERA

Profesor guía: Enrique Aliste Almuna

SANTIAGO – CHILE  
2018

Dedico esta memoria a mi amado hijo Vicente...

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis amados padres Pamela y Marcelo, por todo su amor y apoyo incondicional con los que he contado siempre a lo largo de mi vida, así como a mi hermano Marcelo. Familia en general, por confiar siempre en mí, en especial a mis seres queridos del cielo: abuelita Luzmira, tío Alfonso y Brunito, quienes siempre están conmigo.

Agradezco todo el apoyo y trabajo realizado por los proyectos FONDECYT 1150770, “Imaginario del desarrollo sustentable y ecología política del territorio: conflictos socioambientales y disputas en territorios forestales costeros del Bio-Bío y el Maule”. Y al proyecto CONICYT ANILLOS-SOC 1404, “Dinámicas naturales, espaciales y socio-culturales: perspectivas sobre los conflictos socio-ambientales en territorios forestales de Chile, 1975-2014”. En especial a mi profesor guía Enrique Aliste, por su orientación durante el desarrollo de mi investigación, por confiar en mí y por enseñarme a ver y entender el territorio desde otra mirada.

Al profesor Mauricio Folchi por su incondicional apoyo, consejos, correcciones y valiosos aportes en mi investigación.

A Dani Cea por su permanente compromiso, por sus correcciones y por toda la exigencia que me permitió llevar a cabo esta investigación. También agradezco su cariño y apoyo durante todo este proceso.

A Esteban Vojkovic por su grato recibimiento en el Centro de Información de Recursos Naturales y ayuda en la búsqueda de información.

A mis amigos María Gracia, Francisca, Valeria, Pablo por los gratos momentos vividos en la Universidad. A Christian por su valiosa ayuda en la memoria. A María Francisca por su incondicional amistad. A mi gran amiga Camila, por su apoyo en los momentos más difíciles, por sus consejos, por su ayuda permanente, por tantas risas y memes.

A Francisco, por su apoyo, comprensión y cariño.

Finalmente agradezco a la persona más importante en mi vida, a mi amado hijo Vicente, por su alegría, cariño y comprensión durante este largo proceso de investigación.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>RESUMEN</b> .....	<b>10</b>
<b>CAPITULO 1:PRESENTACIÓN</b> .....	<b>11</b>
1.1    Introducción .....	11
1.2    Planteamiento del problema .....	12
1.3    Objetivos .....	15
1.3.1    Objetivo general .....	15
1.3.2    Objetivos específicos.....	15
1.4    Hipótesis de trabajo .....	15
1.5    Área de estudio.....	16
<b>CAPITULO 2:MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>24</b>
2.1    La representación cartográfica como producción de conocimiento espacial.....	24
2.1.1    Los mapas y el ejercicio de poder.....	25
2.1.2    La representación cartográfica y el texto. ....	26
2.2    Ecología Política: otras miradas al problema de la erosión.....	27
2.2.1    ¿Por qué leer la erosión como un fenómeno desde la Ecología Política?.....	29
2.2.2    La respuesta institucional a la erosión de suelos.....	30
2.3    Enfoque Geohistórico: la erosión en el espacio y tiempo. ....	35
<b>CAPITULO 3:MARCO METODOLÓGICO</b> .....	<b>37</b>
3.1    Análisis de contenido cualitativo.....	37
3.1.1    Materiales y herramientas para el análisis de contenido. ....	38
3.2    Análisis cartográfico con enfoque geohistórico. ....	39
3.2.1    Materiales y herramientas para el análisis cartográfico. ....	39
3.3    Consideraciones metodológicas para el análisis de la representación cartográfica. ....	46
<b>CAPITULO 4:RESULTADOS</b> .....	<b>49</b>
4.1    Un análisis de la erosión en Chile a través de las fuentes oficiales del Estado y su relación con el desarrollo forestal. ....	49
4.1.1    La erosión de suelos en Chile. Manuel Elgueta y Juan Jirkal. Ministerio de Agricultura (1943).....	49
4.1.2    Factores que determinan la erosión en Chile. Manuel Rodríguez y Carlos Díaz. Ministerio de Agricultura (1951).....	51
4.1.3    Evaluación de la erosión. Instituto de Investigación de Recursos Naturales (1965). 55	
4.1.4    Perspectivas de desarrollo de los recursos de la VII Región. Instituto de Investigación de Recursos Naturales (1979).....	61
4.1.5    Fragilidad de los Ecosistemas de Chile. Instituto de Investigación de los Recursos Naturales (1979).....	63
4.1.6    Zonificación de la erosión y fragilidad de los suelos del secano costero de las regiones VI y VII. Centro de Información de Recursos Naturales (2006). ....	66
4.1.7    Determinación de la erosión actual y potencial de los suelos de Chile. Centro de Información de Recursos Naturales (2010). ....	68
4.1.8    Análisis y contextualización de la determinación de erosión en Chile.....	72
4.2    Los estudios sobre erosión en el área de estudio: 1979 – 2010.....	80
4.2.1    Análisis espacio temporal de la erosión en la comuna de Constitución. ....	82
4.2.2    Análisis de erosión no aparente en la comuna de Constitución.....	87

4.2.3	Análisis espacio temporal de la erosión en la comuna de Empedrado. ....	90
4.2.4	Análisis de la erosión no aparente en la comuna de Empedrado.....	94
4.2.5	Análisis espacio temporal de la erosión en la comuna de Chanco. ....	97
4.2.6	Análisis de la erosión no aparente en la comuna de Chanco.....	101
4.3	Análisis de la expansión forestal en el área de estudio. ....	104
4.3.1	Usos y coberturas de suelo en la comuna de Constitución. ....	104
4.3.2	Usos y coberturas de suelo en la comuna de Empedrado.....	108
4.3.3	Usos y coberturas de suelo en la comuna de Chanco.....	112
4.4	Forestación en las comunas de Constitución, Empedrado y Chanco, en suelos con erosión activa, según el criterio de IREN (1979). ....	116
4.4.1	Erosión activa en 1979 .....	116
4.4.2	¿Se forestó en suelos con erosión activa? .....	120
4.4.3	¿Qué porcentaje de la superficie forestada responde a la necesidad de recuperar suelos con “erosión activa” en el área de estudio?.....	121
<b>CAPITULO 5: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....</b>		<b>126</b>
5.1	Discusión.....	126
5.2	Conclusiones .....	129
<b>CAPITULO 6: BIBLIOGRAFÍA .....</b>		<b>133</b>
<b>CAPITULO 7: ANEXOS.....</b>		<b>140</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°1: Área de estudio en su contexto regional.....	17
Figura N°2: Determinación de secano costero y secano interior en el área de estudio.....	19
Figura N°3: Clases de suelo en el área de estudio.....	22
Figura N°4: Diagrama de diseño metodológico.....	37
Figura N°5: Producción cartográfica Erosión 1979.....	41
Figura N°6: Diagrama de geoprocесamientos, para la determinación de uso forestal sobre suelos erosionados.....	45
Figura N°7: Leyenda para la reconstrucción de la “erosión activa”.....	48
Figura N°8: Áreas erosionadas en Chile, según Elgueta y Jirkal.....	50
Figura N°9: La erosión en la comuna de Constitución, año 1979.....	85
Figura N°10. La erosión en la comuna de Constitución, año 2010.....	86
Figura N°11: La erosión no aparente (1979) y su relación con usos y coberturas de suelo (1979), comuna de Constitución.....	88
Figura N°12: La erosión no aparente (1979) y su relación con usos y coberturas de suelo (2015), comuna de Constitución.....	89
Figura N°13: La erosión en la comuna de Empedrado, año 1979.....	92
Figura N°14: La erosión en la comuna de Empedrado, año 2010.....	93
Figura N°15: La erosión no aparente (1979) y su relación con usos y coberturas de suelo (1979), comuna de Empedrado.....	95
Figura N°16: La erosión no aparente (2010) y su relación con usos y coberturas de suelo (2015), comuna de Empedrado.....	96
Figura N°17: La erosión en la comuna de Chanco, año 1979.....	99
Figura N°18: La erosión en la comuna de Chanco, año 2010.....	100
Figura N°19: La erosión no aparente (1979) y su relación con usos y coberturas de suelo (1979), comuna de Chanco.....	102
Figura N°20: La erosión no aparente (2010) y su relación con usos y coberturas de suelo (2015), comuna de Chanco.....	103
Figura N°21: Usos y coberturas de suelo comuna de Constitución, año 1979.....	106
Figura N°22: Usos y coberturas de suelo comuna de Constitución, año 2015.....	107
Figura N°23: Usos y coberturas de suelo comuna de Empedrado, año 1979.....	110
Figura N°24: Usos y coberturas de suelo comuna de Empedrado, año 2015.....	111
Figura N°25: Usos y coberturas de suelo comuna de Chanco, año 1979.....	114
Figura N°26: Usos y coberturas de suelo comuna de Chanco, año 2015.....	115
Figura N°27: Erosión activa. Comuna de Constitución, año 1979.....	117
Figura N°28: Erosión activa. Comuna de Empedrado, año 1979.....	118
Figura N°29: Erosión activa. Comuna de Chanco, año 1979.....	119
Figura N°30: Forestación sobre suelos con erosión activa, comuna de Constitución.....	123
Figura N°31: Forestación sobre suelos con erosión activa, comuna de Empedrado.....	124
Figura N°32: Forestación sobre suelos con erosión activa, comuna de Chanco.....	125

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1: Clases de suelo en el área de estudio. ....	21
Tabla N°2: Superficie de usos y coberturas en las comunas de Constitución, Empedrado y Chanco.....	23
Tabla N°3: Características de los enfoques principales a la degradación de las tierras .....	31
Tabla N°4: Fuentes para el análisis de la erosión en Chile. ....	38
Tabla N°5: Erosión de manto, de cárcavas y eólica, definidas según sus grados. ....	52
Tabla N°6: La erosión en la provincia de Maule, año 1951.....	53
Tabla N°7: La erosión en la provincia de Bio-Bío, año 1951. ....	53
Tabla N°8: La erosión en la provincia de Malleco, año 1951. ....	53
Tabla N°9: Erosión provincia del Maule, año 1965. ....	59
Tabla N°10: Erosión provincia de Talca, año 1965.....	60
Tabla N°11: Erosión en la cordillera de la Costa. Entre Valparaíso y Cautín, año 1965.....	61
Tabla N°12: Erosión en comunas del secano, región del Maule, año 1979. ....	63
Tabla N°13: Erosión por regiones en Chile, año 1979. ....	65
Tabla N°14: Erosión en el secano costero de la VI y VII región, año 2006.....	68
Tabla N°15: Superficie de erosión actual en (miles de hectáreas) por región, año 2010. ....	71
Tabla N°16: Matriz de análisis histórico del conocimiento y determinación de la erosión en Chile. ....	74
Tabla N°17: Definiciones de las categorías de erosión. ....	80
Tabla N°18: La erosión en la comuna de Constitución. Superficie en hectáreas. ....	83
Tabla N°19: Relación erosión no aparente y uso o cobertura de suelo. ....	87
Tabla N°20: La erosión en la comuna de Empedrado. Superficie en hectáreas. ....	90
Tabla N°21: Relación erosión no aparente - usos y coberturas de suelo.....	94
Tabla N°22: La erosión en la comuna de Chanco. Superficie en hectáreas. ....	97
Tabla N°23: Relación erosión no aparente – usos y coberturas de suelo. ....	101
Tabla N°24: Usos y coberturas de suelo, comuna de Constitución.....	104
Tabla N°25: Usos y coberturas de suelo, comuna de Empedrado.....	108
Tabla N°26: Usos y coberturas de suelo, comuna de Chanco.....	112
Tabla N°27: Superficie categorizada bajo la erosión activa. Comunas de Constitución, Empedrado y Chanco, .....	116
Tabla N°28: La erosión activa y su relación con la forestación en el área de estudio. Superficie en hectáreas.....	121
Tabla N°29: Superficie forestada sobre erosión activa. Superficie en hectáreas .....	121

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N°1: Superficie de erosión actual (1979). Valor en porcentajes. ....	66
Gráfico N°2: Superficie de erosión actual (2010). Valor en porcentajes. ....	72
Gráfico N°3: Valores en porcentaje de las categorías de erosión. Comuna de Constitución, año 1979. ....	83
Gráfico N°4: Valores en porcentaje de las categorías de erosión. Comuna de Constitución, año 2010. ....	83
Gráfico N°5: Valores en porcentaje de las categorías de erosión. Comuna de Empedrado, año 1979. ....	90
Gráfico N°6: Valores en porcentaje de las categorías de erosión. Comuna de Empedrado, año 2010. ....	90
Gráfico N°7: Valores en porcentaje de las categorías de erosión. Comuna de Chanco, año 1979. ....	97
Gráfico N°8: Valores en porcentaje de las categorías de erosión. Comuna de Chanco, año 2010. ....	97
Gráfico N°9: Valores en porcentaje de los usos y coberturas de suelo. Comuna de Constitución, año 1979. ....	105
Gráfico N°10: Valores en porcentaje de los usos y coberturas de suelo. Comuna de Constitución, año 2015. ....	105
Gráfico N°11: Valores en porcentaje de los usos y coberturas de suelo. Comuna de Empedrado, año 1979. ....	108
Gráfico N°12: Valores en porcentaje de los usos y coberturas de suelo. Comuna de Empedrado, año 2015. ....	108
Gráfico N°13: Valores en porcentaje de los usos y coberturas de suelo. Comuna de Chanco, año 1979. ....	113
Gráfico N°14: Valores en porcentaje de los usos y coberturas de suelo. Comuna de Chanco, año 2015. ....	113



## **ÍNDICE DE ANEXOS**

Anexo N°1: Cartografía erosión actual, región del Maule. Año 1979. ....	140
Anexo N°2: Cartografía nivel de erosión, VII, VIII y IX Región. Año 1979 .....	141
Anexo N°3: Cartografía de erosión. VII Región del Maule. Año 2006. ....	142
Anexo N°4: Cartografía erosión actual: VII Región del Maule. Año 2010. ....	143

LA EROSIÓN EN CHILE: UNA MIRADA HISTÓRICA Y GEOGRÁFICA PARA ENTENDER EL PROCESO DE EXPANSIÓN FORESTAL EN LAS COMUNAS DE CONSTITUCIÓN, EMPEDRADO Y CHANCO. REGIÓN DEL MAULE

PROYECTO FONDECYT Regular N°1150770: “Imaginario del desarrollo sustentable y ecología política del territorio: conflictos socioambientales y disputas en territorios forestales costeros del Bio-Bío y el Maule”.

CONICYT PIA SOC 1404: “Dinámicas naturales, espaciales y socio-culturales: perspectivas sobre los conflictos socio-ambientales en territorios forestales de Chile, 1975-2014”.

**Enrique Aliste Almuna**

Departamento de Geografía - Universidad de Chile

[ealiste@uchilefau.cl](mailto:ealiste@uchilefau.cl)

**Pamela Castro Aguilera**

Geografía – Universidad de Chile

[p.castro.ag@gmail.com](mailto:p.castro.ag@gmail.com)

## RESUMEN

La presente investigación analiza desde la dimensión geohistórica la producción del territorio forestal a partir del concepto y determinación de la erosión en las zonas más afectadas. Por lo anterior se establece como objetivos, analizar la dimensión histórica del conocimiento oficial sobre la erosión del suelo en Chile, entre los años 1943 y 2010, y la dimensión espacial a través de la representación cartográfica de las distintas categorías de la erosión (1979 – 2010), usos y coberturas de suelo (1979 – 2015) en las comunas de Constitución, Empedrado y Chanco. Finalmente, el cuarto objetivo determina si la superficie forestada actual responde o no a la necesidad de recuperar los suelos con “erosión activa”; criterio establecido por el Instituto de Investigaciones de Recursos Naturales (IREN) en 1979.

La metodología utilizada está constituida por un análisis de contenido cualitativo de los estudios sobre la erosión elaborados por las fuentes oficiales del Estado y un análisis cartográfico desde un enfoque espacio temporal que implica cuantificar y cualificar las distintas categorías de la erosión de los años 1979-2010, de usos y coberturas de los años 1979-2015, para finalmente, a través del cruce de información espacial, determinar si la superficie forestal actual responde o no a la necesidad de recuperar los suelos erosionados según el criterio indicado por IREN en 1979.

Los resultados obtenidos a través de esta investigación establecieron que la producción de conocimiento de la erosión a través de las fuentes oficiales del Estado ha contribuido en el desarrollo de la expansión forestal, sin embargo la determinación de suelos con “erosión activa” en el año 1979 por medio de la representación cartográfica, no ha sido el criterio que ha predominado en la necesidad de forestar, principalmente en Constitución y Empedrado, donde aproximadamente un 60% del total de la superficie forestada en estas comunas, se ha desarrollado en suelos que en 1979 no se determinaron bajo esta categoría.

**Palabras clave:** Erosión – Representación cartográfica – Expansión Forestal

## **CAPITULO 1: PRESENTACIÓN**

### **1.1 Introducción**

La presente investigación analiza como la producción del conocimiento de la erosión del suelo establecida por las fuentes oficiales del Estado, ha contribuido en la toma de decisiones políticas y en la reconfiguración del territorio, particularmente el secano de la zona centro y sur de Chile.

El origen de la erosión en esta zona, se debió a una intensa deforestación y posterior práctica de agricultura de monocultivo de trigo que se desarrolló durante los siglos XVIII y XIX. Frente a la catástrofe erosiva, tomó cada vez más impulso el discurso favorable a la actividad forestal, que desde el año 1965 a través del Plan de Reforestación, se justificó explícitamente en la idea de proteger y recuperar los suelos erosionados con especies que en su mayoría han sido introducidas. Este proceso se aceleró mediante la bonificación otorgada a los propietarios forestales desde la promulgación del Decreto Ley N°701 sobre fomento forestal, lo que impulsó una notable expansión de la actividad, con mayor intensidad en las áreas más afectadas (Aliste, Cea y Folchi, 2017).

Ante este escenario, la presente investigación tiene por objetivo general analizar, desde una perspectiva geohistórica, la producción del territorio forestal a partir de la determinación de la superficie erosionada establecida por organismos especializados del Estado. El primer objetivo específico analiza la dimensión histórica del conocimiento oficial sobre la erosión del suelo en Chile entre los años 1943 y 2010. El segundo y tercer objetivo buscan desde una perspectiva espacio-temporal, analizar la espacialidad a través de la representación cartográfica de las distintas categorías de la erosión de los años 1979 y 2010 y de los distintos usos y coberturas de suelo de los años 1979 y 2015 en tres comunas del secano de la región del Maule, para finalmente, a través del cruce d información espacial, poder determinar si la necesidad de forestación actual, responde o no al criterio establecido por Instituto de Investigaciones de Recursos Naturales (IREN) en 1979.

El área de estudio está comprendida por las comunas de Constitución, Empedrado y Chanco, debido a que han estado históricamente afectadas por la erosión, pero además han presentado una rápida expansión forestal que comenzó entre 1960 y 1970. Por lo anterior, se buscará establecer que tan efectiva ha sido la producción de conocimiento y determinación espacial de las áreas erosionadas, a través de la representación cartográfica, en el desarrollo de la expansión forestal, por medio de los enfoques teóricos de la ecología política y la geohistoria.

La investigación se llevará a cabo a través de una metodología de tipo mixto, en la que se realizará un análisis de contenido cualitativo sobre informes de la erosión y un análisis

cartográfico y estadístico de su nivel actual para los años 1979 y 2010 y para los usos y coberturas de suelo de 1979 y 2015, lo que finalmente permitirá determinar si la superficie forestada actual responde o no a la necesidad de recuperar suelos con “erosión activa” establecidos en 1979 por IREN.

## 1.2 Planteamiento del problema

La erosión de suelo es un proceso natural, de acuerdo a análisis históricos y geomorfológicos, sin embargo la distribución de su intensidad en el tiempo y en el espacio, es el resultado de la interacción de circunstancias físicas y humanas; por lo tanto es una parte integrante de ambos entornos: natural y cultural (Morgan, 1997). Además es uno de los procesos de degradación de suelo más extendidos en el mundo siendo uno de los principales agentes modificadores del paisaje (López, 2014, Schoorl, *et al.*, 2002 en Gómez, Picher y Romero, 2006).

La erosión se convierte en un problema ambiental cuando el uso y gestión del suelo y la cubierta vegetal son deficientes o inadecuadas, acelerando el proceso (López y Romero, 1998). Autores como Matson, *et al.*, (1997), Lambin, *et al.*, (2001) y Foley, *et al.*, (2005) en Aguayo, Pauchard, Azócar, y Parra, (2009) consideran el cambio de uso de suelo como la primera causa de aceleración de la erosión, la que se vuelve más compleja cuando el uso de la tierra sólo considera al suelo en función de sus aptitudes y no conforme a sus limitaciones, lo que significa en la práctica una pérdida progresiva del suelo.

La relación entre uso de suelo y erosión ha sido abordada por diversos estudios (Morgan, 1997; Shrestha, 1997; Morgan y Duzant, 2007; Sharma, Tiwari y Bhadoria, 2010; Quan, Romkens, Li, Wang, y Chen, 2011; Wijitkosum, 2012). Según García-Ruiz, 2010; Kosmas, *et al.*, 1997; Pacheco, *et al.*, 2014 en Syahli, 2015, la intensidad de la erosión del suelo tiene una fuerte correlación con el uso de la tierra, incluso más fuerte que la relación entre la erosión y la variabilidad de las precipitaciones o la pendiente. Los cambios de cobertura y uso del suelo han conducido a drásticos incrementos en la erosión del suelo (Najera, Bojórquez, Flores, Murray y González, 2016). No obstante, el cambio de uso de suelo también ha dado lugar a una mitigación (Cebecauer y Hofierka, 2008).

Entre los problemas ambientales de Chile, desde el punto de vista ecológico y socioeconómico, la erosión constituye el de mayor relevancia para el sector silvoagropecuario, especialmente en las zonas del secano costero e interior (Francke, 2002; Bonilla, Reyes y Magri, 2010 y Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN), 2010). Las condiciones naturales del medio ambiente y la influencia del ser humano han jugado un papel importante en la erosión de esta zona, a través de la tala de bosque durante cuatro siglos, el sobrepastoreo y una utilización excesiva de terrenos de secano en el cultivo de trigo, el que se mantuvo hasta los años setenta del siglo XIX (Endlicher, 1988).

En Chile, Elgueta y Jirkal en 1943, fueron los primeros en mostrar la extensión de la erosión, estimando que aproximadamente cuatro millones de hectáreas del territorio nacional, distribuidas entre Valparaíso a Cautín, se encontraban afectadas. Rodríguez y Díaz en 1951 determinaron el grado de severidad que presentaban las provincias de Maule, Bio-Bío, y Malleco a través de la primera clasificación en categorías. El Instituto de Investigación de Recursos Naturales de Chile (IREN) hoy llamado Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN) en 1965 reconoció que la acción erosiva se debía al uso intensivo que el agricultor le dio al suelo y estableció distintos niveles de la gravedad en las provincias de Valparaíso, Santiago, O'Higgins, Colchagua, Curicó, Talca, Maule, Ñuble, Bio-Bío, Concepción, Arauco, Malleco y Cautín. Estos escritos oficiales dejaron en evidencia que el Estado chileno desde principios del siglo XX, ha promovido el conocimiento y la producción estadística y/o cartográfica de la erosión, en donde además la categorización de esta última en niveles de severidad, ha permitido comprender el grado de afectación en el país, determinando a su vez las instituciones y el tipo de políticas necesarias para enfrentar de manera eficiente la situación.

En este contexto, se levantó en el país un discurso que impulsó a las plantaciones forestales como un medio para detener la erosión. A partir de 1965 el Estado se implicó aún más directamente en este proceso. Ese año el gobierno diseñó un ambicioso “Plan Nacional de Reforestación” que se proponía plantar cinco millones de hectáreas hacia el año 2000; superficie que se correspondía con los suelos “de aptitud forestal” afectados por la erosión. El Plan no vio la luz, pero sí se materializaron varios planes de forestación específicos en distintas regiones del país, en terrenos de particulares o fiscales, los cuales fueron llevados a cabo por la Corporación de Reforestación (1970). Con el advenimiento de la dictadura militar (1973-1989), se impuso una nueva estrategia de desarrollo económico en el país basada en la expansión del sector exterior, al mismo tiempo que se reducía el papel del Estado en la economía y animaba en su lugar la iniciativa privada. Ambos principios se aplicaron con éxito al desarrollo de la industria forestal mediante una agresiva política de fomento, expresada en el Decreto Ley N°701 de 1974, el cual estableció una serie de incentivos para la forestación (Aliste, *et al.*, 2017).

De esta manera, la erosión se constituyó como un argumento favorable al desarrollo de la actividad forestal. En 1979, el Instituto de Investigación de Recursos Naturales, en su estudio de “Perspectivas de Desarrollo de los Recursos de la VII Región”, señala que:

*“(…) el territorio nacional posee una configuración morfológica, asociada a características de clima y suelo, que le otorgan una clara aptitud para la sustentación de especies forestales tanto nativas como exóticas. Sin embargo, el desarrollo histórico de esta actividad hasta ese entonces se caracterizó por la ausencia casi absoluta de un manejo racional del recurso bosque, lo que provocó gran deterioro en los suelos, y una*

*degradación total en gran parte de la vegetación nativa. Esta situación, que afectó en distintos grados a todas las regiones del país, adquirió características alarmantes en la región del Maule, donde la erosión afectó prácticamente a la totalidad de los suelos, agravándose aún más en los terrenos de aptitud forestal de donde ha desaparecido, en extensas zonas, la cobertura vegetal protectora” (IREN, 1979a: pág1).*

Desde ese entonces, adquiere importancia el discurso que señala a las plantaciones forestales como el medio para proteger y recuperar áreas con una erosión activa<sup>1</sup>. Sin embargo, la mayoría de estos suelos que para IREN en 1979 presentaban erosión, actualmente CIREN (2010), los clasifica con una “erosión no aparente”, definiéndolos como sectores que se encuentran protegidos por plantaciones forestales sujetos a buenas prácticas de manejo. No obstante, autores como Gayoso e Iroume (1995), Araya (2003) y Agrupación de Ingenieros Forestales por el bosque nativo (2012) acusan lo contrario, señalando que la erosión, se acentúa con la homogeneidad del paisaje a partir de la introducción de especies forestales exóticas con fines industriales. Además, Otero (1990), Poisson (1990) y (Álvarez) 1989 en Ibarra, Mancilla y Peralta (1996) y García-Chevesich (2015) señalan que la preparación del sitio para la explotación forestal y las actividades forestales como la tala rasa, raleos y construcción de caminos, entre otras, representan una enorme alteración en el ciclo hidrológico, lo que se traduce en una disminución en la interceptación de copa y capacidad de infiltración de los suelos, debido al uso de maquinaria pesada. Dichos disturbios generan gran cantidad de erosión y sedimentación.

Según datos del Sistema de Información Territorial de la Corporación Nacional Forestal (CONAF), para el año 2009 las comunas de Constitución, Empedrado y Chanco presentan un 70%, 73% y 59% - respectivamente - de su superficie destinada al uso de suelo forestal producto de la aptitud de sus suelos y de los severos niveles de erosión que han sido establecidos por las fuentes oficiales del Estado y que actualmente, en su mayoría, han sido categorizados con una “erosión no aparente”. Lo anterior, lleva a plantear las siguientes preguntas de investigación ¿La representación cartográfica de la erosión, ha sido fundamental en la expansión forestal? ¿Esta última ha respondido a la necesidad de recuperar los suelos erosionados, según el criterio establecido por IREN en 1979?

---

<sup>1</sup> El Instituto de Investigaciones de Recursos Naturales (1979a) establece que la erosión activa es uno de los criterios fundamentales en la escala de prioridad para forestación. La determinación de la categoría se explica en las páginas 46, 47 y 48.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo general**

Analizar desde una perspectiva geohistórica la producción del territorio forestal a partir del conocimiento y representación cartográfica de la erosión.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

1. Analizar la dimensión histórica del conocimiento oficial sobre la erosión del suelo en Chile entre los años 1943 y 2010.
2. Analizar la dimensión espacial a través de la representación cartográfica de las distintas categorías de la erosión en las comunas de Constitución, Empedrado y Chanco en los años 1979 y 2010.
3. Analizar la dimensión espacial a través de la representación cartográfica de las distintas categorías de usos y coberturas en las comunas de Constitución, Empedrado y Chanco en los años 1979 y 2015.
4. Determinar si la superficie forestada actual del área de estudio responde a la necesidad de recuperar suelos erosionados, según el criterio establecido por IREN en 1979.

### **1.4 Hipótesis de trabajo**

- a) Si bien el problema de la erosión a partir de la década de los 60s fue el argumento ambiental para promover la forestación como método para proteger y recuperar los suelos de la cordillera de la Costa, esta última no sólo ha ocupado terrenos erosionados, también ha desplazado otras coberturas y/o usos de suelo con un fin netamente productivo, dejando de lado la recuperación del suelo.
- b) Actualmente la mayor parte de la superficie forestada en las comunas de Constitución, Chanco y Empedrado, no se concentra sólo en los suelos determinados con una erosión activa determinados por IREN en 1979.

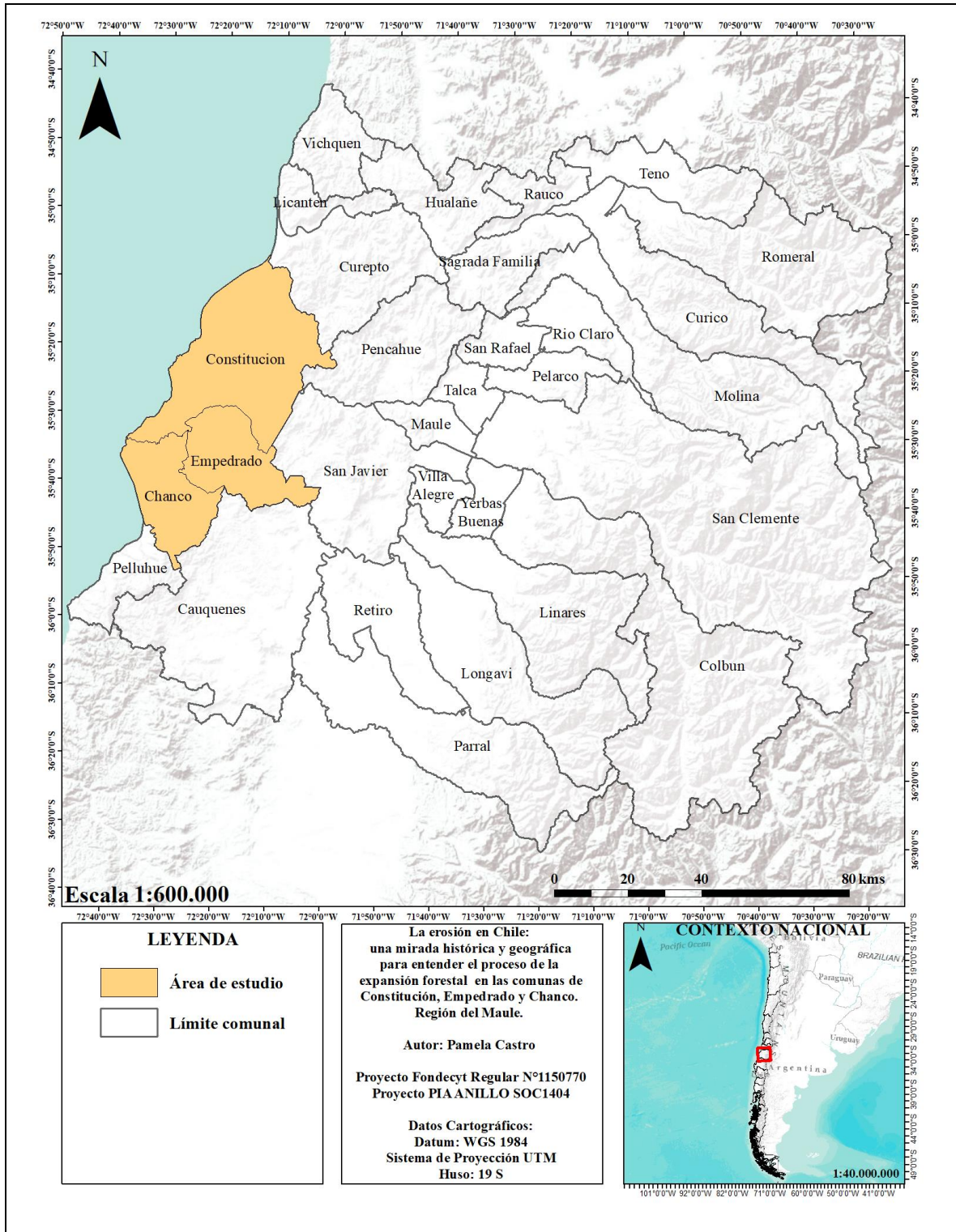


## 1.5 Área de estudio

El área de estudio está conformada por las comunas de Constitución, Empedrado y Chanco (Figura N°1), pertenecientes a la Región del Maule y ubicadas geográficamente en la zona suroeste, entre los 35°5' y 36° de latitud sur y a los 72°10' con 72°45' de longitud oeste. Los límites para Constitución son al norte la comuna de Curepto, al este Péncahue y San Javier, al oeste el Océano Pacífico y al sur las comunas del área de estudio; Empedrado y Chanco. Por su parte, la comuna de Empedrado limita al norte con la comuna de Constitución, al sur con la de Cauquenes, al este con San Javier y al oeste con Chanco. Esta última limita al norte con las comunas de Constitución y Empedrado al este con la comuna de Cauquenes, al sur con Pelluhue y al oeste con el Océano Pacífico.

Según el Instituto Nacional de Estadísticas (2007) la superficie total comunal para Constitución es de 1.343,6 km<sup>2</sup>, para Empedrado es de 564,9 km<sup>2</sup> y para Chanco 529,5 km<sup>2</sup>, lo que da un total de 2.438 km<sup>2</sup> de superficie para el área de estudio, equivalente a sólo un 8,1% de la superficie regional, la que comprende un total de 30.296,10 km<sup>2</sup>.

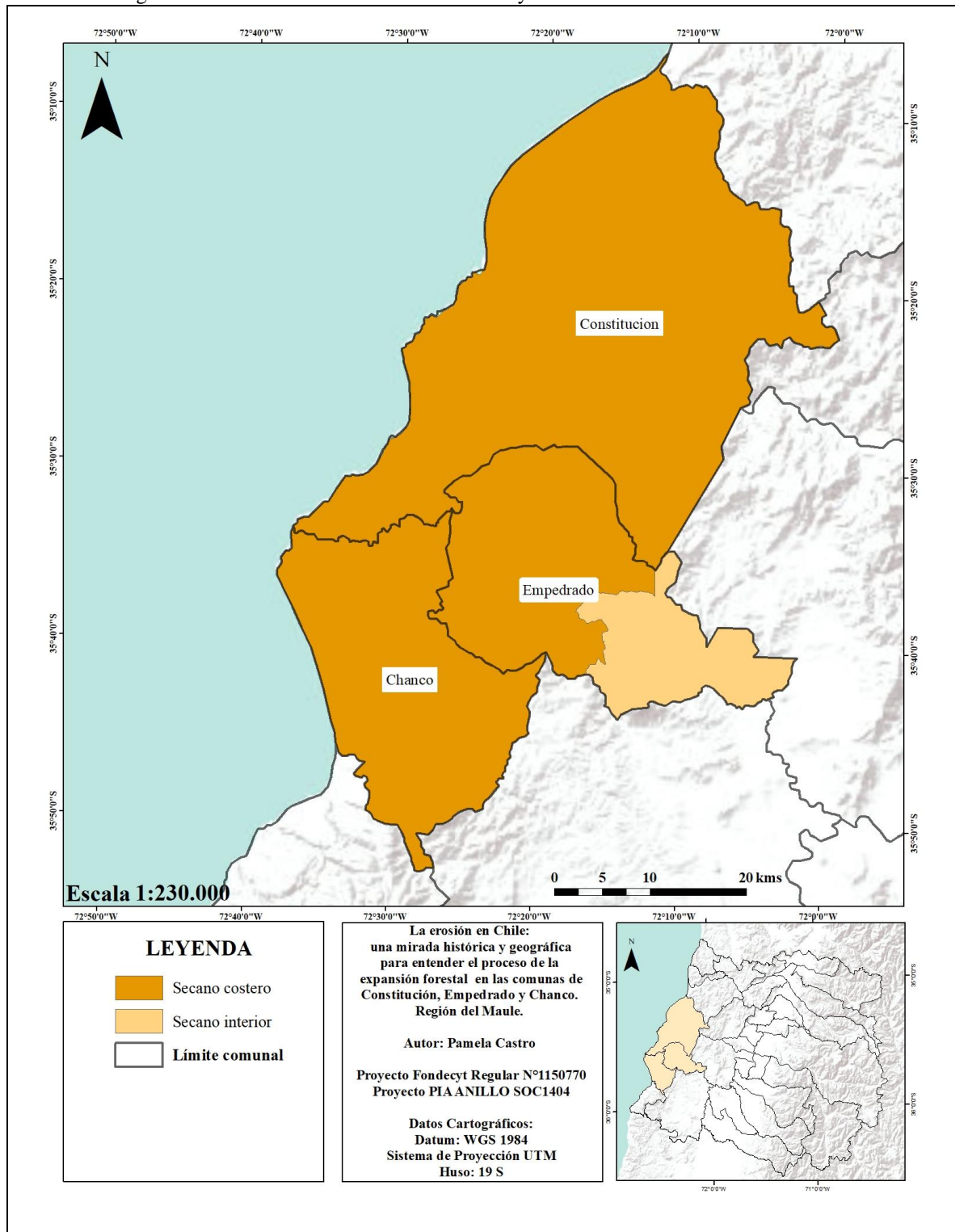
Figura N°1: Área de estudio en su contexto regional.



Fuente: Elaboración propia, a partir de información espacial de Instituto Nacional de Estadísticas (2017).

El área se enmarca en dos zonas agroclimáticas denominadas como secano costero y secano interior (Figura N°2). Las comunas de Constitución, Chanco y el oeste de Empedrado se encuentran en el secano costero, lo que las ubica en la franja costera, entre la vertiente occidental de la cordillera de la Costa y el océano Pacífico. La parte oriente de Empedrado (un 33% de la superficie total comunal) se localiza en el área agroclimática denominada secano interior, ubicada en la vertiente oriental de la cordillera de la Costa. La característica principal de ambas zonas es la escasez de agua para el riego (Del Pozo y Del Canto, 1999), lo que además determina que sea una zona económica y ambientalmente frágil, esto último hace que posea mayor susceptibilidad a la erosión de sus suelos. Según el informe elaborado por CIREN en 2010, las comunas de Constitución, Empedrado y Chanco presentan extensas superficies con algún nivel de erosión, las que serán especificadas más adelante en la investigación.

Figura N°2: Determinación de secano costero y secano interior en el área de estudio.



Fuente: Elaboración propia, a partir de información espacial de Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (2000).

El área de estudio se asocia a un clima mediterráneo, dado la existencia de periodos fríos y húmedos en invierno y de períodos calurosos y secos en verano. La temperatura media anual es de 14°C, la mínima de julio es de 6,0°C y la máxima de enero es de 24,4°C. La precipitación promedio anual es inferior a 900 mm, con muy baja precipitación (32 mm) entre diciembre y febrero (Del Pozo, *et al.*, 1999).

Respecto a la vegetación, según Luebert y Pliscoff (2006), en el área de estudio predomina el Bosque caducifolio mediterráneo costero de *Nothofagus glauca* y *Azara petiolaris* en la ladera oriental de la cordillera de la Costa, mientras que en la ladera occidental de esta; se encuentra el Bosque caducifolio mediterráneo costero de *Nothofagus glauca* y *Persea lingue*.

La zona oriental se presenta un bosque caducifolio dominado por *Nothofagus glauca*, *Nothofagus obliqua*, *Gevuina avellana* y *Persea lingue*, con *Pernettya insana*, *Ugni molinae* y *Escallonia pulverulenta* como diferenciales de la estrata arbustiva. Corresponde a una fase más húmeda y oceánica que la unidad anterior, de manera que la estructura vegetacional es más compleja, con presencia importante de epífitas. Localmente es posible encontrar bosques donde *Nothofagus alessandrii* comparte la dominancia del dosel superior con *Nothofagus glauca*. También se encuentra interpenetrado y a veces completamente sustituido por elementos esclerófilos, en un paisaje fuertemente fragmentado, en donde las plantaciones de *Pinus radiata* son dominantes (Luebert y Pliscoff, 2006).

En la zona occidental, es importante la presencia de elementos típicos del bosque esclerófilo, como *Cryptocarya alba*, *Aristotelia chilensis*, *Peumus boldus* y *Kageneckia oblonga*, con el que se encuentra altamente superpuesto. Los bosques y matorrales esclerófilos constituyen en este piso la fase de sustitución producto de la intervención antrópica. En algunas situaciones de perturbación profunda la vegetación se encuentra totalmente transformada formando matorrales ruderales asociados a las plantaciones de *Pinus radiata*. Dentro de las intervenciones antrópicas más severas, se señala a la cosecha de plantaciones de *Pinus radiata* y a la quema total de la vegetación, que permiten la colonización de matorrales dominados por *Teline monspessulana* lo que impide la regeneración del bosque original (San Martín y Donoso, 1995; Amigo, *et al.*, 2000 en Luebert y Pliscoff, 2006).

La hidrografía, está representada principalmente por el río Maule, el que desemboca en el océano Pacífico, al norte del área urbana de la comuna de Constitución. El río Huenchullamí, se ubica en el límite norte de la comuna; el río Purapel que drena de forma oeste – este; y el río Loanco que forma parte del límite sur de Constitución (Ilustre Municipalidad de Constitución, 2012). La comuna de Empedrado es atravesada por los cauces de los ríos Pino Talca, Reloca y Rari a los cuales confluyen diversas quebradas

originadas por arroyos intermitentes, entre ellos los esteros: Empedrado, Proboste, Carrizo, La Rana, Quebrada Honda, Quebrada Las Diucas y Quebrada Pellín. Al sur de la comuna de Chanco se ubican los ríos Rahue y Curanilahue (Biblioteca del Congreso Nacional, 2005).

Por otra parte, la historia geológica de la VII región, alcanza su mayor antigüedad en la cordillera de la Costa. El material geológico predominante está compuesto por rocas metamórficas que han originado suelos muy intemperizados y susceptibles a la erosión. A lo largo de la costa, la Planicie Costera o Litoral, muestra una serie de terrazas marinas de diferente altitud que evidencian que el nivel de la tierra, relativo al del mar, ha subido repetidamente (CONAF, 1999). Los suelos de la Región del Maule están conformados principalmente por alfisoles, molisoles, vertisoles, inceptisoles y andisoles (CIREN, 2010).

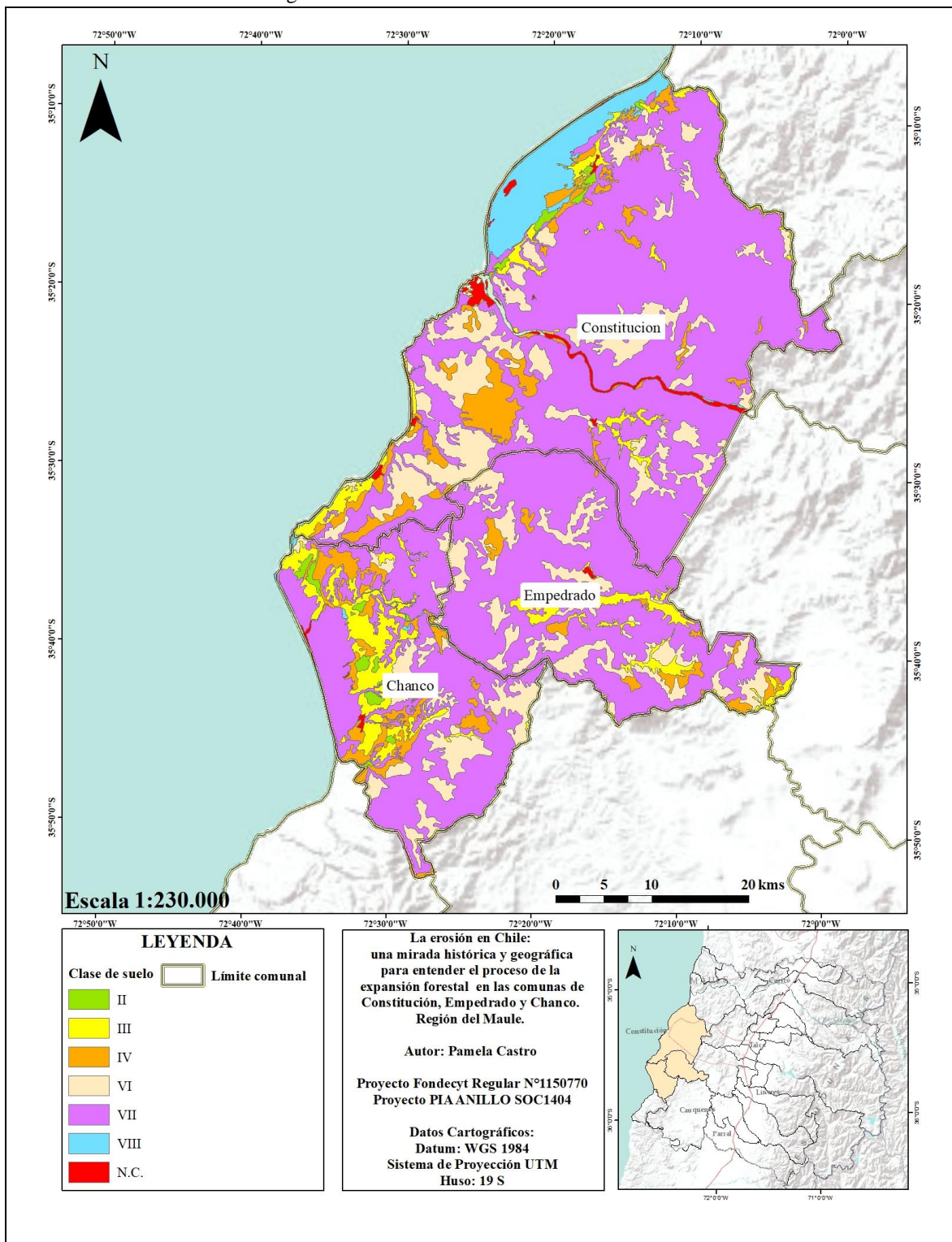
En general los suelos del área de estudio presentan escasa aptitud agrícola y frutícola, más bien dominan aquellos de aptitud forestal (Clases de capacidad de Uso VII, preferentemente), como se observa en Figura N°3, y como se especifica en la Tabla N°1; en donde los suelos de clase VII de Constitución, Empedrado y Chanco alcanzan un 64,8% 68,6% y 58,1% -respectivamente- de la superficie total comunal. Según CIREN (1996), corresponden a suelos con limitaciones muy severas que los hacen inadecuados para los cultivos, por lo que su uso fundamental es pastoreo y forestal. Las restricciones de suelos son más severas debido a que presentan las siguientes limitaciones: pendientes muy pronunciadas, erosión, suelo delgado, piedras, humedad, sales o sodio, clima no favorable, etc.

Tabla N°1: Clases de suelo en el área de estudio.

Clase de suelo	COMUNA					
	CONSTITUCIÓN		EMPEDRADO		CHANCO	
	Superficie en hectáreas	Porcentaje comunal	Superficie en hectáreas	Porcentaje comunal	Superficie en hectáreas	Porcentaje comunal
I	0	0	0	0	0	0
II	750,2	0,6	0	0	1.168,4	2,2
III	4.396,6	3,3	4.026,0	7,1	7.002,8	13,3
IV	9.241,3	6,9	2.525,3	4,4	5.374,3	10,2
V	0	0	0	0	0	0
VI	21.553,9	16,2	11.068,9	19,5	7.696,1	14,6
<b>VII</b>	<b>86.300,3</b>	<b>64,8</b>	<b>38.970,7</b>	<b>68,6</b>	<b>30.698,6</b>	<b>58,1</b>
VIII	8.766,2	6,6	152,8	0,3	629,7	1,2
N.C	2.251,5	1,7	94,9	0,2	256,9	0,5
<b>Total</b>	<b>133.260,0</b>	<b>100,0</b>	<b>56.838,6</b>	<b>100,0</b>	<b>52.826,8</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Elaboración propia, con base en CIREN (2015).

Figura N°3: Clases de suelo en el área de estudio.



Fuente: Elaboración propia, a partir de información espacial de Centro de Información de Recursos Naturales (2015).

Todo lo anterior caracteriza el paisaje del área de estudio, en donde el relieve, clima, hidrografía y vegetación han sido significativos en la localización de los asentamientos humanos y el uso del suelo (Cabello, 2009).

El uso de suelo del área de estudio (Ver Tabla N°2), según CONAF (2009) indica que la mayor superficie para cada comuna corresponde a bosques; Constitución un 83%, Empedrado un 82% y Chanco un 65%. Sin embargo, esta categoría la corporación la subdivide entre bosque nativo, bosque mixto y plantaciones, esta última presenta la mayoría dentro de las tres comunas; para Constitución un 69,9%, Empedrado un 73,1% y Chanco un 59,1%.

Tabla N°2: Superficie de usos y coberturas en las comunas de Constitución, Empedrado y Chanco.

Usos y coberturas de suelo	COMUNA					
	CONSTITUCIÓN		EMPEDRADO		CHANCO	
	Superficie Hectáreas	Porcentaje comunal	Superficie Hectáreas	Porcentaje comunal	Superficie Hectáreas	Porcentaje comunal
Áreas urbanas industriales	1.183,0	0,9	101,1	0,2	113,2	0,2
Terrenos agrícolas	5.009,6	3,7	2.469,3	4,4	13.279,4	25,1
Praderas y matorrales	10.257,2	7,6	7.539,1	13,3	4.265,6	8,1
<b>Plantaciones</b>	<b>93.855,0</b>	<b>69,9</b>	<b>41.413,3</b>	<b>73,1</b>	<b>31.269,8</b>	<b>59,1</b>
Bosque nativo	11.311,8	8,4	3.827,1	6,8	1.871,7	3,5
Bosque mixto	5.694,9	4,2	1.263,3	2,2	1.424,4	2,7
Humedales	930,8	0,7	5,6	0,0	78,7	0,1
Áreas sin vegetación	4.785,2	3,6	2,5	0,0	423,5	0,8
Nieves y glaciares	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Cuerpos de agua	1.205,0	0,9	3,0	0,0	156,9	0,3
<b>Total</b>	<b>134.232,5</b>	<b>100,0</b>	<b>56.624,3</b>	<b>100,0</b>	<b>52.883,2</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Elaboración propia, con base en CONAF (2009).

Sobre la base de estos antecedentes, es que el área de estudio posee paisajes con suelos altamente erosionados en un territorio fuertemente homogenizado a partir de la introducción de especies forestales exóticas, fundamentalmente pinos y eucaliptus, proceso que se ha acentuado desde el año 1974 a la fecha, producto de la promulgación del Decreto Ley N°701.



## CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO

### 2.1 La representación cartográfica como producción de conocimiento espacial.

Dentro de la investigación, resulta significativo analizar y entender la importancia y trascendencia de la representación cartográfica como producción de conocimiento de la erosión en la configuración espacial de la expansión del territorio forestal en el secano del centro y sur de Chile.

Cartografiar relaciones espaciales, procesos, estructuras o fenómenos de un determinado territorio a partir de la información proveniente de distintas fuentes primarias, secundarias, documentos -históricos y geográficos- y producir una visión de conjunto, es una forma de conocimiento (Hidalgo, Rosas y Strabucchi, 2012).

Tradicionalmente la producción de conocimientos en el entendimiento de un fenómeno espacial encuentra en la representación cartográfica un método de investigación no solo pertinente y adecuado, ya que permite integrar diversas dimensiones del objeto de estudio, además de posibilitar una comprensión de la realidad observada y, en consecuencia, una cierta operatoria sobre ella (Hidalgo, *et al.*, 2012).

Harley (2005) en su ensayo “Hacia una deconstrucción del mapa”, define a la cartografía como un organismo de conocimiento teórico y práctico que emplean los cartógrafos para construir mapas como un determinado de representación visual. Sin embargo, la importancia de su escrito radica en la respuesta a la siguiente pregunta: ¿qué tipo de reglas ha normado el desarrollo de la cartografía? El autor refiere que dos conjuntos distintivos de reglas han sustentado y dominado la historia de la cartografía occidental desde el siglo XVII. Uno está definido como el que rige la producción técnica de los mapas y el otro está relacionado con la producción cultural de los mapas, detallados a continuación.

Al primer grupo de normas cartográficas, Harley (2005) lo define en términos de una epistemología científica. Por lo menos desde el siglo XVII, los topógrafos y los lectores de mapas europeos han ido promoviendo un modelo científico estándar de conocimiento. El objeto del mapa es producir un modelo “correcto” –en la medida de su semejanza con el original- del terreno. Supone que los objetos del mundo que se van a registrar son reales y objetivos, y que gozan de una existencia independiente del cartógrafo; que su realidad puede ser expresada en términos matemáticos; que la observación y la medición sistemáticas, son la única ruta a la verdad cartográfica, y que esta verdad puede ser verificada de manera independiente.

El segundo grupo está influenciado por normas bastante distintas: las que gobiernan la producción cultural de los mapas. Para descubrir estas reglas, el autor añade que es

necesario leer entre líneas los procedimientos técnicos o del contenido topográfico del mapa, los que están relacionadas con los valores como los de la etnia, la política, la religión o la clase social, y también están insertas en la sociedad productora de mapas en general (Ibídem, 2005).

### **2.1.1 Los mapas y el ejercicio de poder.**

La cartografía es un discurso, un sistema que ofrece un conjunto de reglas de representación del conocimiento que toman forma en las imágenes definidas como mapas. No es difícil encontrar en los mapas, especialmente a los producidos y manipulados por el Estado, un nicho en la “matriz poder-conocimiento del orden moderno” (Foucault 1985, en Harley 2005). En especial cuando los mapas son encargados por el gobierno (o son derivados de estos mapas) es fácilmente observable su manera de extender y reforzar los estatus legales, los imperativos territoriales y los valores que surgen del ejercicio del poder político (Ibídem, 2005)

Los mapas están relacionados con lo que Foucault (1980) en Harley (2005) llama el ejercicio del “poder jurídico”, ya que se vuelve un “territorio jurídico” facilitando la medición del terreno y su control. Los mapas se usan para controlar la vida de diversas maneras, incluso una sociedad sin mapas, es políticamente inimaginable. Todo esto ejemplifica el poder con la ayuda de los mapas. Es un poder externo, con frecuencia centralizado y ejercido de manera burocrática, impuesto desde arriba y manifiesto en actos específicos o en fases de política deliberada. Mientras, que el poder interno de la cartografía, para efectos de los mapas en la sociedad, se refleja en los cartógrafos, quienes producen poder; a través del texto cartográfico, denominado como “poder cartográfico” como una fuerza del cambio.

La clave de este poder interno es, entonces, el proceso cartográfico, con esto, Harley (2005) se refiere a cómo se compilan los mapas y a cómo se eligen las categorías de información; la manera en que se generalizan, el conjunto de normas para la abstracción del paisaje; cómo los elementos del paisaje se forman en jerarquías, y como los diferentes estilos retóricos, que a su vez reproducen el poder, son empleados para representar el paisaje. Para el autor clasificar el mundo es apropiarse de él de tal manera que todos estos procesos técnicos representan actos de control sobre su imagen, que se extiende más allá de los supuestos usos de la cartografía. Así, se disciplina y normaliza al mundo.

En este contexto, y por lo señalado anteriormente, destaca que la razón por la cual los mapas resultan tan convincentes es que las reglas de la sociedad y las de las mediciones se refuerzan entre sí en la misma imagen. Añade, además, que este conocimiento y la ciencia de la representación, se mueven conforme a una jerarquía social y política, convirtiéndose

en un mecanismo para definir las relaciones, sostener las reglas y reforzar los valores sociales (Geertz, 1983 en Harley, 2005).

### **2.1.2 La representación cartográfica y el texto.**

Harley (2005) señala que, para adentrarnos en el asunto de las reglas cartográficas, es decir, el contexto social dentro del cual se da la forma de conocimiento del mapa se tiene que observar el texto cartográfico. Para McKenzie (1986) en Harley (2005) lo que constituye un texto no es la presencia de elementos lingüísticos, sino el acto de la construcción, de manera que los mapas, como construcciones que emplean un sistema convencional de signos, de los que se pueden abarcar diversas posibilidades interpretativas.

El mapa publicado tiene una imagen bien definida y las lecturas tienen que ir más allá de la evaluación de la precisión geométrica, más allá de la ubicación de los sitios y más allá del reconocimiento de patrones y geografías topográficas (Harley, 2005). Esta interpretación, para Derrida (1989) en Harley (2005) comienza en la premisa de que el texto del mapa puede contener “contradicciones imperceptibles” o “conflictos de duplicidad”, que deterioran la parte superficial de la objetividad estándar. En este punto puede resultar de gran ayuda la estrategia de Derrida para extender tal interpretación a todos los mapas, científicos o no, básicos o derivados, logrando demostrar cómo el nivel supuestamente literal es intensamente metafórico, demostrando que un hecho cartográfico es también un símbolo. En este contexto, el autor añade que, en los mapas científicos, la misma ciencia se convierte en metáfora. Tales mapas contienen una dimensión de realismo simbólico que es también una declaración de autoridad y control político.

Eagleton (1983) en Harley (2005) considera que a pesar de los esfuerzos científicos de la cartografía para convertir la cultura en naturaleza y para naturalizar la realidad social, este se ha mantenido como un discurso inherentemente retórico, vinculado fuertemente al de la metáfora.

Todos los mapas emplean los recursos comunes de la retórica como invocaciones de la autoridad (especialmente en los mapas científicos) y recurren a lectores potenciales a través del uso de colores, decoración, tipografía, dedicatorias o justificaciones escritas de su método. La retórica se puede ocultar; sin embargo, siempre está presente, ya que no existe descripción sin actuación (Harley, 2005).

Autores como Robinson, Morrison, Muehrcke, Kimerling y Guphill (1995) señalan que los pasos en el trazado de un mapa (selección, omisión, simplificación, clasificación, creación de jerarquías y simbolización) son inherentemente retóricos. Tanto en sus intenciones como en sus aplicaciones representan propósitos humanos subjetivos más que corresponder al funcionamiento de alguna ley fundamental de generalización cartográfica. Por lo anterior,

es que Harley (2005) añade que “*la libertad de la maniobra retórica del cartógrafo es considerable; aquel que traza un mapa simplemente omite los aspectos del mundo que se encuentran fuera de los propósitos del discurso inmediato*” (Ibídem, 2005, pág: 200)

## **2.2 Ecología Política: otras miradas al problema de la erosión.**

El rol estatal en la construcción del conocimiento y determinación de la erosión y su significación como argumento favorable a la actividad forestal, puede ser estudiado desde la ecología política. Según Sabatella (2013) desde este enfoque es posible estudiar los procesos de apropiación material y la construcción ideológica o simbólica de la naturaleza por parte de distintos actores sociales, así como los conflictos que suponen.

Conceptualmente, la ecología política surge del activismo ambiental de los años setenta y principios de los ochenta, asumiendo una perspectiva materialista dialéctica de las relaciones sociedad-naturaleza (Peña, 2008). En este momento histórico, la ecología política aparece como una respuesta en contra de la crisis ambiental producida por la industrialización y la modernidad (Neumann, 2005 en Bustos, Prieto y Barton, 2014). La necesidad de politizar la naturaleza y, en específico, las asimetrías de poder que existían en torno a la distribución de los recursos ambientales y los efectos de la degradación ambiental fueron un paso clave para que la ecología política se constituyera ya no solo como una posición política, sino además como una mirada interdisciplinaria que entiende a la naturaleza como un fenómeno inevitablemente político (Bustos, *et al.*, 2014).

Para Leal (2002), la ecología política tiene diversos orígenes, lo que da cuenta de la variedad de enfoques que recoge. Puede decirse que dentro de esta subdisciplina hay tres grandes corrientes. La primera es una versión reciente de la ecología cultural. La segunda es parte de los estudios sobre el desarrollo y pretende contribuir a mejorar el nivel de vida de los habitantes pobres del planeta, buscando soluciones a los problemas ambientales. En la tercera, se concentra en las luchas sobre el uso y significado de los recursos naturales, destacándose el tema de concepciones de la naturaleza. Por esto último Calderon-Contreras (2013) menciona que procesos ambientales como la erosión del suelo, más que naturales, son procesos políticos, culturales, económicos o incluso socialmente contruidos.

Alimonda (2009) en Sabatella (2013), la define como el estudio de las articulaciones complejas y contradictorias entre múltiples prácticas y representaciones (incluyendo diferentes sistemas de conocimiento y dispositivos topológicos), a través de los cuales diferentes actores políticos, actuantes en diferentes escalas (local, regional, nacional, internacional) se hacen presentes, con efectos pertinentes y con diferentes grados de legitimidad, colaboración y/o conflicto, en la constitución de territorios y en la gestión de su dotación de recursos naturales.

La explotación del mundo natural involucra la participación de distintos actores que intervienen a partir de sus propias prácticas y representaciones. En este contexto, se destacan las relaciones de poder que se tejen entre estos actores en un campo de discusión inter y transdisciplinario, que reflexiona y discute las relaciones de poder en torno de la naturaleza, en términos de su fabricación social, apropiación y control de ella o partes de ella, por distintos agentes socio-políticos. Relaciones de poder, que desbordan lo estatal, gubernamental o público, que discute los aspectos de la fabricación, construcción o sistematización social de la naturaleza no sólo en cuanto a los asuntos “materiales”, como tales, sino a su construcción imaginaria o simbólica, reconociéndose los aportes de la economía política en la ecología política, de modo que analiza los procesos de apropiación de la naturaleza, por lo cual revisa su circulación, distribución y consumo. De allí se derivan las modalidades y disputas en torno de su apropiación, usufructo y control de la naturaleza. En consecuencia, también analiza las disputas, luchas y negociaciones de esos agentes, lo que deriva en los problemas económico-políticos de justicia ambiental (Palacio, 2006 y Sabatella, 2013).

La Ecología Política no sólo estudia los procesos de apropiación material de la naturaleza, como lo hace la economía política, sino también sus representaciones, es decir, la construcción ideológica o simbólica que atañe la misma (Sabatella, 2013). Para Toledo (2008), el acto de apropiación que inicia el metabolismo social contiene dos dimensiones recíprocamente condicionadas: una apropiación material, tangible o “dura”, en la cual los hombres se apropian y transforman ecosistemas para satisfacer sus necesidades y deseos, y otra apropiación simbólica, intangible o “suave”, en la cual se articulan con el mundo natural por medio de las creencias, el conocimiento, la percepción, la estética, la imaginación y/o la intuición.

Por su parte, el economista Martínez Alier se centra en la dimensión conflictiva dentro de este campo de estudio: *“La Ecología Política estudia los conflictos ambientales, y muestra que, en esos conflictos, distintos actores que tienen distintos intereses, valores, culturas, saberes, también distintos grados de poder, usan o pueden usar distintos lenguajes de valoración”* (Martínez Alier, 2007. p: 150). El ejercicio del poder se cristaliza no solo como una acción sobre otra acción, en términos foucaultianos, sino también en la capacidad para imponer un lenguaje de valoración que excluya otros lenguajes (Sabatella, 2013).

En la demarcación de lo que llama la “ecología política de la diferencia”, Escobar (2011) enfatiza la dimensión cultural en la definición de Martínez Alier (2005), es decir, que los conflictos existen en el contexto de diferentes economías, culturas y formas de conocimiento, junto a los ecosistemas. Siguiendo una línea similar, Leff (2006) define a los conflictos como procesos de significación, valorización y apropiación de la naturaleza que no se resuelven ni por la vía de la valoración económica de la naturaleza ni por la

asignación de normas ecológicas a la economía; estos conflictos socio-ambientales se plantean en términos de controversias derivadas de formas diversas –y muchas veces antagónicas– de significación de la naturaleza, donde los valores políticos y culturales desbordan el campo de la economía política, incluso de una

Budd (2009) en Romero (2009) define a la ecología política como un enfoque que trata el metabolismo complejo entre la sociedad y la naturaleza y que analiza la gestión de los recursos (o la degradación ambiental) en términos sociopolíticos, considerando los contextos históricos, políticos, y económicos, a diferentes escalas espaciales y temporales. Para Pereira (2011) lo que está por detrás del concepto de ecología política, más allá de mostrar que es política, es mostrar también que los problemas ecológicos son resultado de problemas políticos, de funciones institucionales de poder y de organización social.

Los análisis basados en ecología política requieren tomar en cuenta las posiciones políticas y los discursos de una amplia gama de actores. Ella ha formado incuestionablemente una circunscripción general: se trata de una conversación a nivel global alrededor de un temario específico, uno que adopta una actitud crítica específica. La ecología política es una forma de representación, un argumento, o una aproximación al mejor entendimiento de los problemas dicotómicos entre el ser humano y su entorno (Calderon-Contreras, 2013).

La adopción de un enfoque de ecología política implica ampliar el entendimiento de las relaciones ambientales, sociales y naturales, para comprender como estas se interrelacionan, co-constituyen y se afectan. De esta manera, los fenómenos naturales no pueden ser analizados sin considerar las relaciones sociales y las construcciones culturales; pero también, la naturaleza no puede ser entendida como algo estático y pasivo, sino como un actante en movimiento que afecta y co-determina la acción social (Romero y Romero, 2015).

### **2.2.1 ¿Por qué leer la erosión como un fenómeno desde la Ecología Política?**

Hoy en día, la ecología política ha consolidado su lugar como el campo dominante en estudios geográficos de las relaciones entre la naturaleza y la sociedad (Perrault, 2014 en Bustos, *et al.*, 2014). Los trabajos producidos por geógrafos y geógrafas, que estudiaron temas ecológicos como la erosión de suelos, fueron llegando a la conclusión de que no era posible entender estos problemas si no se incluían dimensiones analíticas propiamente políticas (Bryant y Bailey, 1997 en Bustos, *et al.*, 2014).

En este contexto, cabe destacar a Blaikie (1985) en Peña (2008), el trabajo que más ha influido en la conformación de un campo de estudios sobre ecología política ha sido su texto titulado “*La economía política de la erosión del suelo en los países en desarrollo*” de 1985. En este texto, Piers Blaikie, geógrafo de formación, sostiene que la erosión del suelo

en los países del tercer mundo es vista desde la perspectiva convencional (clásica) como un problema ambiental causado por el uso irracional que el campesino le ha dado al suelo y por la sobrepoblación.

Blaikie (1985) en Peña (2008), señala que el contexto físico de la erosión es importante, pero enfatiza que el contexto político-económico tiene un peso muy fuerte. Por lo anterior, inicia su análisis con la unidad de toma de decisiones más pequeña, es decir, la familia (campesina), que opera bajo condiciones de recursos limitados. La familia está inmersa dentro de dos tipos de relaciones sociales: relaciones locales de producción y relaciones de intercambio con el mercado mundial. En ambas esferas, señala Peet (1998) en Peña (2008) que *“el excedente es extraído de los cultivadores, quienes a su vez están forzados a extraer ‘excedentes’ del ambiente (presión por privación), lo que, con el tiempo, y bajo ciertas circunstancias físicas, conlleva a la degradación y/o erosión del suelo”* (Ibídem, 2008, pág: 97). Por medio de la articulación al sistema capitalista, los campesinos empiezan a verse marginados espacialmente, confinados a tierras de un potencial agrícola bajo, donde acogen estrategias desesperadas de sobrevivencia. En este sentido, los procesos político-económicos están interrelacionados con los procesos naturales: las áreas con pendientes fuertes y alta propensión natural hacia la erosión del suelo se deterioran por la actividad de los angustiados agricultores, situación que exacerba sus problemas, lo que intensifica el proceso de erosión (Ibídem, 2008).

### **2.2.2 La respuesta institucional a la erosión de suelos.**

En los últimos años, y a pesar del esfuerzo gubernamental, el problema de la erosión de suelos no sólo continúa, sino que se ha acentuado. Una de las causas de esta situación obedece a los paradigmas que han regido la conservación de los recursos naturales en general, y del suelo, en particular (Biot, Piers, Cecile y Richard, 1995 en Cotler, Priego, Rodríguez y Enríquez, 2004).

Durante las últimas décadas, los programas de conservación de suelos han pasado por varias etapas, síntoma de una evolución del paradigma de la conservación de suelos. A éstas Biot, *et al.*, (1995) las denominan las fases “clásica”, “populista” y “neoliberal” (Ver Tabla N°3). En primer lugar, señalan un enfoque clásico de la conservación desde una perspectiva centralizada para dar soluciones ambientales a agricultores, bajo un modelo conservador y paternalista, sin consideraciones de orientación al mercado, ni enfoque de género con énfasis en las prácticas mecánicas de conservación de suelos. Posteriormente, el enfoque populista fue con participación de abajo hacia arriba (bottom-up) para dar soluciones socio-políticas a agricultores inclinados hacia una racionalidad comunal, mediante evaluaciones rurales rápidas, finalmente se identifica una contrarrevolución neoliberal que se caracteriza por una toma de decisiones ejercida mediante políticas de mercado y derechos de propiedad, pensando en dar solución principalmente a problemas

económicos y políticas gubernamentales inadecuadas (Biot, *et al.*, 1995; Cotler, *et al.*, 2004).

Tabla N°3: Características de los enfoques principales a la degradación de las tierras

<b>Variable</b>	<b>Clásica</b>	<b>Populista</b>	<b>Neo-liberal</b>
<b>Comportamiento campesino</b>	Ignorante, irracional, tradicional.	Virtuosa, comunidad de mente racional.	Racional, egocéntrica.
<b>El diagnóstico de un problema medioambiental</b>	Soluciones ambientales	Soluciones socio-políticas.	Soluciones económicas.
<b>Causas inmediatas de problema medioambiental</b>	La mala gestión de los usuarios	Mala gestión del Estado, los capitalistas, las empresas transnacionales, las grandes empresas	Pobreza en políticas gubernamentales y reglas burocráticas
<b>Causas estructurales de la degradación</b>	Sobrepoblación, atraso, falta de previsión, ignorancia	Distribución de recursos, tecnologías inapropiadas	Derechos de propiedad inapropiados instituciones, precios y rápido crecimiento de la población.
<b>Remedio institucional</b>	“Top down”, toma de decisiones centralizada.	“Bottom up” participación de abajo hacia arriba	“Políticas de mercado”, derechos de propiedad, precios de los recursos, la auto-orientación de redes de seguridad
<b>Disciplina académica; profesión</b>	Ciencia, burocracia	Sociología, activistas, ONG	Economistas, profesionales desarrollados
<b>Orientación de género</b>	Ciego de género	Las mujeres virtuosas, pero víctimas	La miopía de género
<b>Marco de investigación</b>	Empirismo sistemático	Rápida / evaluación rural participativa, comunidad como unidad de análisis	Individualismo metodológico



<b>La orientación al mercado</b>	No considerado	Explotación	El óptimo de pareto y externalidades
<b>Modelos de la sociedad campesina</b>	Paternalista, conservacionista	Igualitario	Democrático, liberal
<b>Vistas de la acción colectiva</b>	Deficiente	Esencial, no problemática	Racionalidad condicional / política empresarial
<b>Tecnología</b>	Trabajos de conservación de suelos, particularmente aterrazamiento	Técnicas agronómicas de conservación	No especificado

Fuente: Elaboración propia, con base en Biot, *et al.*, (1995).

El siguiente apartado es la revisión crítica que Biot, *et al.*, (1995) realiza de los tres enfoques principales de la degradación y conservación del suelo - la clásica, populista y neoliberal, los que no son estrictamente secuencial en su desarrollo histórico, ni mutuamente excluyentes.

### 1) Enfoque clásico.

El enfoque clásico comprende cuatro componentes principales:

1. La identificación de un problema ambiental con una solución ambiental;
2. La mala gestión del medio ambiente por parte de los usuarios;
3. Superpoblación;
4. Fundamentalismo de subsistencia

Este tipo de diagnóstico tiende a asociarse con un "enfoque en tres etapas del problema" (Según Stocking 1988 en Biot, *et al.*, 1995):

1. Identificación del problema como serio, indicando que la conservación del suelo y la recuperación de la tierra son urgentemente necesarios.
2. Se recomiendan medidas técnicas que requieren la cooperación de la comunidad; y
3. Planes que se implementan a través de una combinación de estímulo, persuasión, y amenazas sutiles a veces respaldadas por poderes más coercitivos.

Los puntos clave son la falta de una relación de la posición de los participantes (los propios usuarios de los recursos naturales) y la dependencia de los expertos. La respuesta típica a los fracasos con este enfoque ha sido encontrar "escotillas de escape" (Clay y Schaffer, 1984 en Biot, et al., 1995), culpando el clima desfavorable, la falta de cooperación de los diferentes departamentos gubernamentales, la falta de voluntad política o los agricultores perezosos y poco cooperativos.

## **2) Enfoque populista.**

Las críticas llevaron a una reevaluación del enfoque clásico durante la década de 1970 y el desarrollo de lo que se llama el enfoque populista de conservación de suelo y agua. Al igual que con otras tendencias de la época, enfoques centrados en las personas y la participación de abajo hacia arriba compartieron con las ideas marxistas políticamente más radicales (por ejemplo, la necesidad de reformas agrarias redistributivas y los cambios políticos para empoderar a las personas) (Biot, *et al.*, 1995).

Las propuestas que se derivan de este enfoque requirieron un estudio y un diseño participativo específico del sitio, utilizando un equipo multidisciplinario de profesionales y especialistas en ciencias naturales y sociales, en combinación con agricultores y organizaciones locales. Sin embargo, Blaikie (1985) argumenta que en el gobierno ortodoxo y en los círculos de las agencias de ayuda este es un enfoque que sólo puede ser llevado a cabo en pequeña escala en proyectos piloto por personal altamente motivado, con cualidades excepcionales. No es un enfoque que pueda aplicarse sobre una base ampliada, y mucho menos, universal. Los ejemplos exitosos a menudo son subsidiados e insostenibles, e irrepetibles a gran escala. Se argumenta que puede ser más apropiado para las actividades de las Organizaciones no gubernamentales (ONG), no para el "negocio de la ayuda", que tiene que trabajar dentro del estado, y tiene un horizonte temporal corto con imperativos inmediatos para desembolsar, construir, mostrar resultados tangibles (Blaikie, 1985 en Biot, *et al.*, 1995).

A pesar de estas críticas, el enfoque populista se ha convertido en el centro de muchas agencias de desarrollo, en particular de las Organizaciones No Gubernamentales (ONGs), enfocadas no sólo a la conservación de suelo y agua sino también a la agricultura sostenible, proyectos y políticas de salud, bienestar y educación. La investigación sobre sistemas agrícolas para desarrollar nuevos conocimientos interdisciplinarios ha estado tratando de incluir cuestiones de género, abarcando no sólo el hogar, sino la región, e involucra a los agricultores en todas las etapas de desarrollo de tecnologías. El conocimiento técnico indígena se está tomando en serio y se continúan desarrollando nuevas formas de diálogo constructivo entre agricultores y científicos (Ibídem, 1995).

### 3) Enfoque neo-liberal.

Biot, *et al.*, (1995) sostiene que en la postura neoliberal existen o pueden entrar fácilmente en existencia tecnologías adecuadas; el problema es entender la estructura actual de incentivos que impide que los usuarios de la tierra los adopten e incentiven diseños que inducirán la adopción. Este enfoque deriva por una parte de una respuesta razonada a la ingenuidad de las ideas populistas extremas, en parte de la comprensión de las restricciones realistas al cambio de las burocracias del mundo real y las relaciones entre los ciudadanos y el estado, y en parte de una reafirmación de la posición clásica reforzada por una "revolución" en la política económica. Sin embargo, los diversos temas de esta posición no están teóricamente integrados, y se derivan de los enfoques anteriores. El primero es el papel central del crecimiento de la población en la exacerbación de la presión sobre los recursos naturales, tema muy destacado en las declaraciones de la política contemporánea. El segundo es el vínculo entre la degradación de la tierra y la pobreza, lo que implica la cuidadosa construcción de explicaciones de la degradación de la tierra en las estrategias de producción de los usuarios de la tierra y las serias limitaciones bajo las cuales se formulan. Mucha de la población pobre, degrada el medio ambiente a largo plazo debido a la falta de recursos, lo que obliga a los resultados del "desesperado ecocidio", y reproduce condiciones desfavorables a la adopción de una norma de una pequeña familia y una reducción del crecimiento demográfico. La tercera línea del enfoque clásico restablece la certeza de que existen tecnologías para la conservación de agua y suelo, el problema está en tratar de lograr que los agricultores adopten estas tecnologías mediante la extensión y los incentivos apropiados (Ibídem, 1995).

Este enfoque se caracteriza por el reconocimiento por parte del Banco Mundial de la necesidad de un nuevo enfoque integrado de los problemas de degradación ambiental, a partir de sus declaraciones de política más generales, las reorganizaciones institucionales y sus recientes documentos de programa de país, ha habido un amplio acuerdo sobre la importancia de la degradación ambiental (Ibídem, 1995).

El autor identifica tres tipos de políticas con beneficios para el medio ambiente:

1. Políticas "mutuamente beneficiosas"<sup>2</sup> basadas en el establecimiento de mercados que funcionen adecuadamente.
2. Políticas que requieren alguna intervención del Estado para mitigar las limitaciones del mercado, pero que se justifican por sus beneficios económicos (educación de las mujeres, inversiones en salud pública y conservación del suelo).

---

<sup>2</sup> Por ejemplo, la eliminación de los subsidios que conducen a la sobreexplotación de los recursos ambientales, el establecimiento de derechos de propiedad para fomentar la administración socialmente deseable y el uso de Precios para mitigar la contaminación

3. Intervenciones que sólo se justifican cuando se incluyen sus beneficios ambientales (regulación y tributación de la contaminación y recursos naturales de propiedad pública).

### **2.3 Enfoque Geohistórico: la erosión en el espacio y tiempo.**

La cuestión ambiental ha presentado en las últimas décadas una notable emergencia. En parte esa relevancia se vincula con el alto grado de transformación de las bases naturales del planeta y, a raíz de ello, las invocaciones y alertas respecto de la disipación o el fin de la naturaleza (Mckibben, 1990 en Castro, 2013); también, con el deterioro progresivo y acelerado de ambientes y recursos naturales y la consecuente generación de nuevos y mayores riesgos ambientales (Coates, 1998; Boada y Saurí, 2002 en Castro, 2013). Asimismo, ha colaborado con esa relevancia la formación de diferentes movimientos ambientalistas y organismos especializados, así como la misma socialización de los estudios sobre aquellas transformaciones y riesgos, todo lo cual ha llevado a una explosión de esa temática en la agenda política (Nogué y Ruffí, 2001; Estenssoro Saavedra, 2007 en Castro, 2013).

Bajo ese marco ha venido cobrando preeminencia, según Sunyer (2010) en Castro (2013) la necesidad de una mirada o perspectiva histórica sobre los problemas ambientales, permitiendo conocer y comprender el sentido, alcance y magnitud de las transformaciones, así como sus actores y procesos centrales; asimismo, contribuyendo a identificar y comprender las variaciones en las ideas y representaciones acerca de la naturaleza y el ambiente, así como las acciones promovidas o justificadas a través de ellas. Ese interés por el desarrollo de una perspectiva histórica también se produce de cara a “la veneración por los tiempos pasados”, expresada particularmente en la creciente activación patrimonial de lugares, paisajes y especies, en el marco de la intensificación de las transformaciones ambientales.

Frente a estas preocupaciones y demandas, esta investigación busca analizar la transformación del territorio erosionado y su vinculación con la expansión del uso de suelo forestal, desde la perspectiva espacio temporal a través de la Geografía histórica.

La Geohistoria es definida por Santaella, (1990) en Aponte (2006) como la “*relación entre la geografía y la historia; una modalidad de interdisciplinariedad obligante en el estudio del espacio y su dinámica. Lo geográfico forma parte del proceso histórico y necesita de la historia para ser explicado socialmente. Lo temporal y lo espacial se apoyan en la categoría proceso, el espacio (nacional, urbano, rural, fronterizo, industrial, comercial) presenta una dinámica, complejidad, heterogeneidad y especificidad que lo define, de acuerdo con las condiciones históricas determinadas*” (Aponte, 2006. pag:1).

Este enfoque crítico y reflexivo busca una construcción fenomenológica del territorio conjugando tiempo y espacio. Según Braudel (1970) la construcción fenomenológica, se refiere a ordenar y entender los procesos que son producto de las dinámicas espaciales en las que interactúan la sociedad y la naturaleza, cuyo fin último es lograr la representación espacio-tiempo de la transformación física, social, política, económica y/o cultural de dicho territorio. Desde esta perspectiva, los elementos históricos y especialmente aquellos geohistóricos (Braudel, 2001 en Aliste, 2010) son parte de esta construcción y, por lo mismo, el acceso a la visión de larga duración para entender los contextos históricos permiten comprender esta relación con el espacio geográfico como un medio para la observación de los hombres y de sus relaciones (Romano, 1997 en Aliste, 2010).

Braudel (1987) propone tres niveles de tiempos: el tiempo geográfico (larga duración o geohistoria) que sirve no sólo de marco sino también de hilo conductor al tiempo social (tiempo mediano, el de los pueblos y estados) y el tiempo individual (o tiempo corto de los hombres que conforman las sociedades). La geohistoria es el estudio de un doble vínculo, de la naturaleza con el hombre y del hombre con la naturaleza, el estudio de una acción y de una reacción, mezcladas, confundidas incesantemente reanudadas, en la realidad de cada día (Braudel, 2002 en Mattozzi, 2014).

Según Aponte (2006), el enfoque geohistórico es una propuesta teórico-metodológica para el análisis del espacio geográfico desde una perspectiva interdisciplinaria, entendiendo al espacio como producto social, síntesis de la acción de los grupos humanos consecuencia de una realidad histórica. Al tener por objeto de estudio los fenómenos sociales en su dimensión temporo-espacial, evidencia el manejo de la unidad dialéctica tiempo- espacio, la historia (el tiempo, lo diacrónico), permite seguir la pista a las relaciones, lo que contribuye a descubrir cómo se produce el fenómeno; la geografía (el espacio, lo sincrónico) demuestra cómo la sociedad actúa sobre su medio; por lo tanto, constituye el análisis y la síntesis de la organización y estructura del espacio.

### CAPITULO 3: MARCO METODOLÓGICO

El análisis que se realiza de la erosión para entender la expansión forestal, exige diferentes métodos dentro de la investigación (Ver Figura N°4). Para ello, se utilizó una metodología mixta, debido a que en primera instancia implicó un análisis histórico del conocimiento de la erosión a través de un análisis de contenido cualitativo, seguido de un análisis espacio-temporal para el área de estudio, que busca comprender y explicar el fenómeno, la determinación de sus categorías y su relación con la expansión forestal a través de datos cuantitativos y cualitativos a partir de la representación cartográfica.

Figura N°4: Diagrama de diseño metodológico.

Objetivos	Enfoque	Técnica	Materiales	Herramientas	Producto
Analizar la dimensión histórica del conocimiento oficial sobre la erosión de suelo en Chile entre los años 1943 y 2010	Cualitativo	Análisis de contenido	Informes de erosión elaborados por las fuentes oficiales del Estado	Atlas.ti	Análisis y matriz cualitativa sobre los estudios de erosión
Analizar la dimensión espacial a través de la representación cartográfica de las distintas categorías de la erosión en Constitución, Empedrado y Chanco en los años 1979 y 2010	Mixto	Análisis cartográfico con enfoque geohistórico	- Cartografías de erosión 1979 y 2010. - Datos estadísticos de la erosión 1979 y 2010. - Cartografías de uso y coberturas de suelo 1979 y 2015.	- ArcGis 10.2 - Planilla de cálculo Excel	- Análisis estadístico y espacial de la erosión actual de los años 1979 y 2010. - Cartografía de la erosión no aparente y su relación con usos y coberturas de suelo, 1979 y 2010-2015. - Análisis estadístico erosión no aparente y su relación con usos y coberturas de suelo 1979 y 2010-2015
Analizarla dimensión espacial a través de la representación cartográfica de las distintas categorías de usos y coberturas en Constitución, Empedrado y Chanco en los años 1979 y 2015	Mixto	Análisis cartográfico con enfoque geohistórico	- Cartografías de usos y coberturas 1979 y 2015. - Datos estadísticos de usos y coberturas 1979 y 2015.	- ArcGis 10.2 - Planilla de cálculo Excel	Análisis estadístico y espacial de usos y coberturas de los años 1979 y 2015
Determinar si la superficie forestada actual del área de estudio responde a la necesidad de recuperar los suelos con erosión activa, establecidos por IREN en 1979.	Mixto	Análisis cartográfico	- Cartografías de erosión 1979, y uso y coberturas de suelo 2015.	- ArcGis 10.2 - Planilla de cálculo Excel	- Cartografía de erosión activa en 1979. - Cartografía de la determinación de la superficie forestada sobre suelo con erosión activa. - Análisis estadístico y espacial de la superficie forestada sobre suelo erosionado

Fuente: Elaboración propia.

#### 3.1 Análisis de contenido cualitativo.

Para llevar a cabo la investigación se realizó una exhaustiva revisión bibliográfica de estudios sobre erosión elaborados por expertos en el tema y vinculados a instituciones del Estado, en su mayoría al Ministerio de Agricultura. De esta forma se generó una base de antecedentes históricos, que dieron paso a un análisis de contenido cualitativo.

Schettini y Cortazzo (2015) señalan que el análisis de contenido es un tipo de técnica de interpretación y comprensión de todo tipo de registro en el que se tiene en cuenta el contexto en el que se produce tanto lo manifiesto como lo latente de los discursos, en donde es posible realizar análisis tanto cuantitativo como cualitativo. Para Andreú (2000) el

denominador común de todos estos materiales es su capacidad para albergar un contenido que leído e interpretado adecuadamente abre las puertas a conocimientos de diversos aspectos y fenómenos.

Su propia denominación de análisis de “contenido”, lleva a suponer que el “contenido” está encerrado, guardado –e incluso a veces oculto– dentro de un “continente” (el documento físico, el texto registrado, etc.) y que analizando “por dentro” ese “continente”, se puede desvelar su contenido (su significado, o su sentido), de forma que una nueva “intepretación” tomando en cuenta los datos del análisis, permitiría un diagnóstico, es decir, un nuevo conocimiento (gnoscere “conocer”) a través de su penetración intelectual (Piñuela, 2002).

### 3.1.1 Materiales y herramientas para el análisis de contenido.

Para el análisis de contenido Varguillas (2006) sugiere para esta técnica de investigación, el uso del programa computacional Atlas.ti como herramienta de apoyo al proceso de análisis. A través de este software se ingresaron los estudios sobre erosión de suelos en Chile, especificados en la Tabla N°4.

Tabla N°4: Fuentes para el análisis de la erosión en Chile.

Título	Autor	Institución a cargo	Año
1. La erosión de suelos en Chile.	Manuel Elgueta y Juan Jirkal.	Ministerio de Agricultura. Departamento de Genética y Fitotecnia.	1943
2. Factores que determinan la erosión en Chile.	Manuel Rodríguez y Carlos Díaz.	Ministerio de Agricultura. Departamento de investigaciones Agrícolas.	1951
3. Evaluación de la erosión provincia del Maule. 4. Evaluación de la erosión provincia de Talca. 5. Evaluación de la erosión entre Valparaíso y Cautín.	Instituto de Investigación de Recursos Naturales.	Ministerio de Agricultura. Departamento de conservación de suelos y aguas.	1965
6. Perspectivas de desarrollo de los recursos de la VII Región.	Instituto de Investigación de Recursos Naturales.	Ministerio de Agricultura. Intendencia de la Región del Maule.	1979
7. Fragilidad de los ecosistemas en Chile.	Instituto de Investigación de Recursos Naturales.	Ministerio de Agricultura.	1979
8. Zonificación de la erosión y fragilidad de los suelos del secano costero.	Centro de Investigación de Recursos Naturales.	Ministerio de Agricultura.	2006
9. Determinación de la erosión actual y potencial de los suelos de Chile.	Centro de Investigación de Recursos Naturales.	Ministerio de Agricultura.	2010

Fuente: Elaboración propia.

La elección de los estudios anteriormente señalados en la Tabla N°4, se debe a la relevancia que tienen para el entendimiento en la construcción conceptual de la erosión y su contribución a la determinación en la producción de información estadística y/o espacial. Lo anterior permitió generar un análisis detallado de cada uno de ellos y una matriz que contiene los principales temas de importancia a tratar, como la definición del concepto, la metodología utilizada, el área de estudio abordada, contribuciones, limitantes en su desarrollo y finalmente la relación que tienen con el proceso de la expansión forestal.

### **3.2 Análisis cartográfico con enfoque geohistórico.**

Para el análisis espacio temporal de las categorías de erosión y el uso y cobertura de suelo, en el área de estudio, se utilizó el método cartográfico en la investigación con base en el enfoque geohistórico a través de la dimensión espacio-temporal, que según Tovar (1995) en Aponte (2006) da respuesta de la realidad a través de la representación del espacio y el tiempo; las dos grandes variables del conocimiento científico. Metodología que a su vez permitió establecer y entender si la determinación de la superficie forestada actual ha sido sobre suelo con erosión activa (criterio establecido por IREN en 1979a).

Para Gómez, *et al.*, (2006) la consideración de la escala espacial y temporal es un aspecto crucial para la incorporación efectiva de los procesos ambientales en la ordenación del territorio. Los procesos como la erosión se desarrollan en el territorio, por lo que requieren un análisis espacial y temporal, porque a partir de ello se permite la toma decisiones.

La cartografía geohistórica tiene por objeto la reconstrucción de la estructura y dinámica espacial de un lugar y período determinado, en la cual se representan las acciones sociales derivadas de la realidad; permitiendo reconstruir los procesos espaciales desde lo sincrónico (espacio) y lo diacrónico (tiempo). La producción cartográfica es el resultado de un proceso reflexivo de orden espacial, contiene una aproximación de la realidad geohistórica estudiada. Puede ser utilizada como método, para la reconstrucción geohistórica y como instrumento para la explicación de la misma (Santaella, 1989 en Aponte, 2006).

#### **3.2.1 Materiales y herramientas para el análisis cartográfico.**

Para el análisis espacio-temporal de la erosión y el uso y cobertura de suelo, y la determinación de superficie forestada en suelos con “erosión activa” en las comunas de Constitución, Empedrado y Chanco, se utilizaron las siguientes cartografías:

- Cartografía de erosión actual año 1979, escala 1:100.000. Fuente: IREN, 1979a.
- Cartografía de erosión actual año 2010, escala 1:50.000. Fuente: CIREN, 2010.



- Cartografía de usos y coberturas año 1979, escala 1:100.000. Fuente: IREN, 1979a.
- Cartografía de usos y coberturas año 2015, escala 1:50.000. Fuente: fotointerpretación proyecto Fondecyt N°1150770, 2015.

### **3.2.1.1 Pasos metodológicos previos al análisis espacial de la erosión y uso de suelo.**

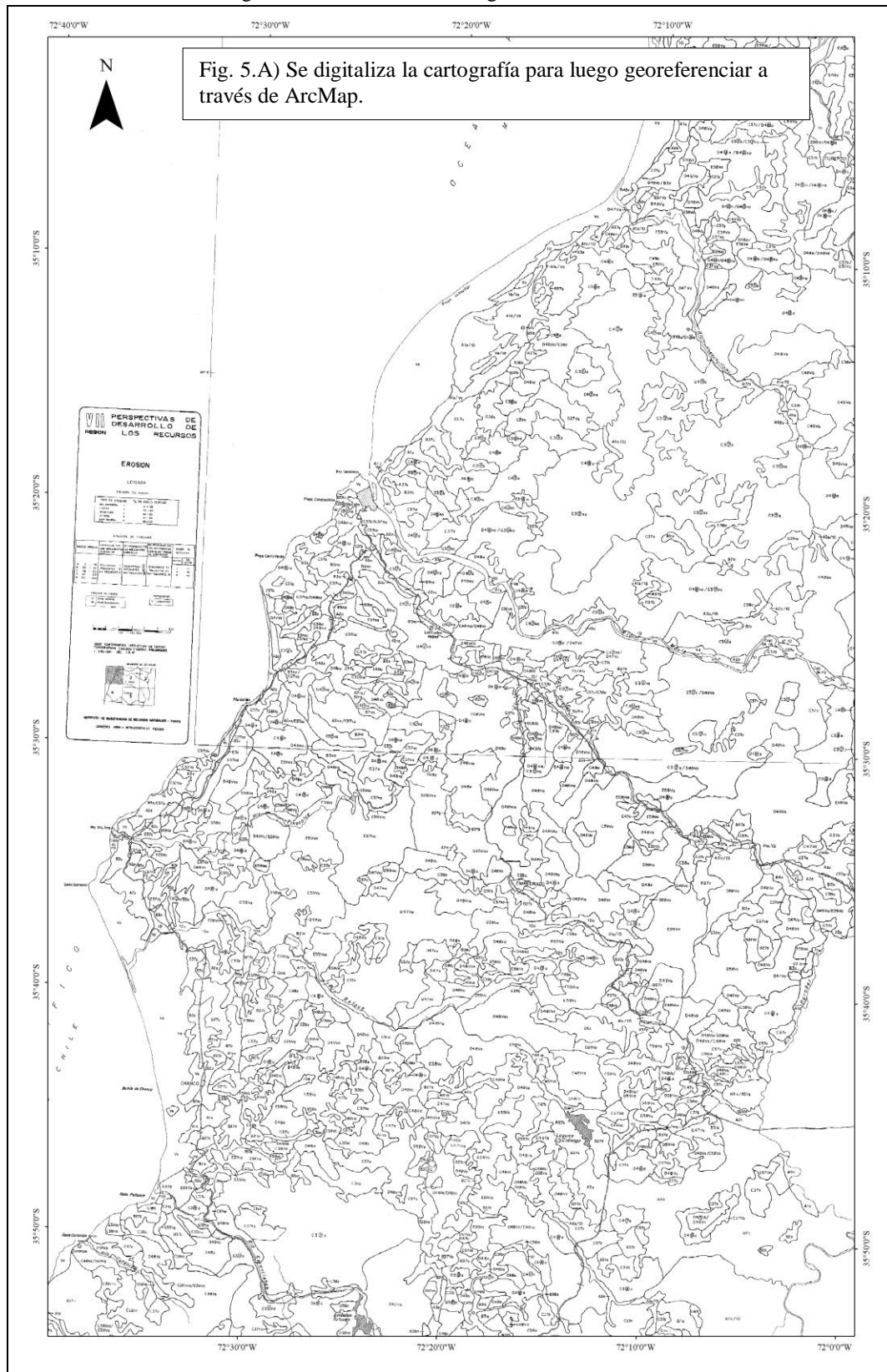
La cartografía de la erosión del año y de usos y coberturas de suelo de 1979, antes de ser analizadas espacialmente, requieren de los siguientes pasos metodológicos para llevar a cabo su transformación desde el formato análogo a digital, debido a la antigüedad de la fuente. Los pasos metodológicos se especifican en la Figura N°5, utilizando como ejemplo la carta de erosión 1979 (Fuente: IREN, 1979a). El primer paso consistió en digitalizar la cartografía de erosión 1979 (Fuente IREN), para luego ser georreferenciadas a través de ArcMap<sup>3</sup> 10.2 (Fig. N°5.A), con el objetivo de espacializar la información y convertir las distintas categorías de erosión de manto, indicadas en la carta, en entidades poligonales (Fig. N°5.B), a través de la herramienta Editor<sup>4</sup> de ArcMap, lo que permitió obtener como producto la cartografía digital de la erosión del área de estudio (Fig. N°5.C) en la que se indican la gama de colores acorde con las diferentes categorías y su nivel de severidad (ligera, moderada, severa, muy severa, no aparente y otras categorías), como también la cartografía de “erosión activa” para las comunas de Constitución, Empedrado y Chanco, las que están representadas en los resultados de la investigación (Figuras N°27, N°28 y N°29).

---

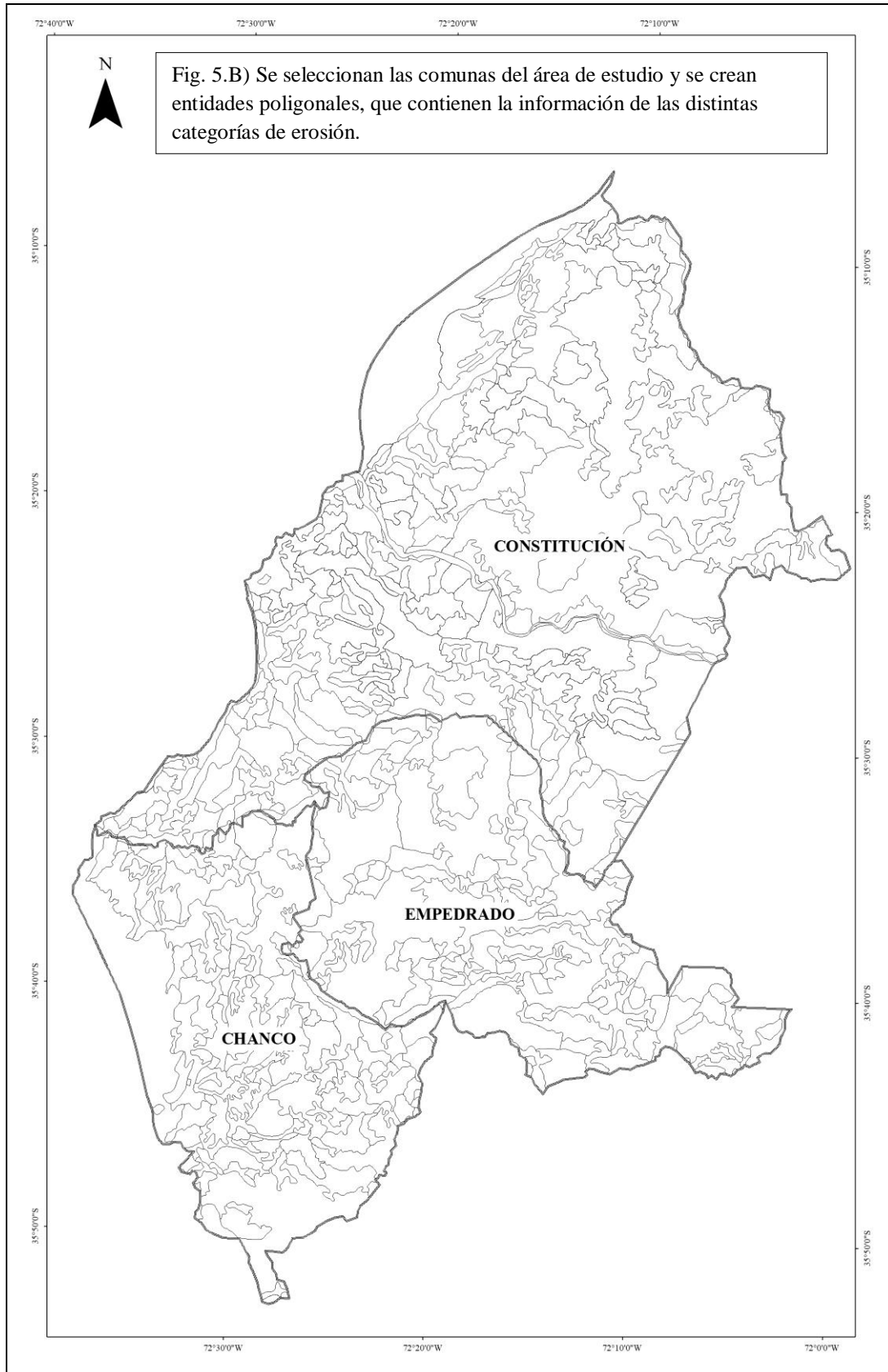
<sup>3</sup> ArcMap es la aplicación principal de ArcGIS. Se utiliza para realizar muchas de las tareas habituales de SIG, así como tareas especializadas, específicas del usuario. Entre los trabajos habituales que se puede realizar destacan: trabajar con mapas, utilizar geoprocementos para automatizar el trabajo y realizar análisis, organizar y administrar geodatabases y documentos de ArcGIS, entre otros.

<sup>4</sup> El entorno de edición de ArcMap se utiliza para crear entidades, editar formas y mantener atributos.

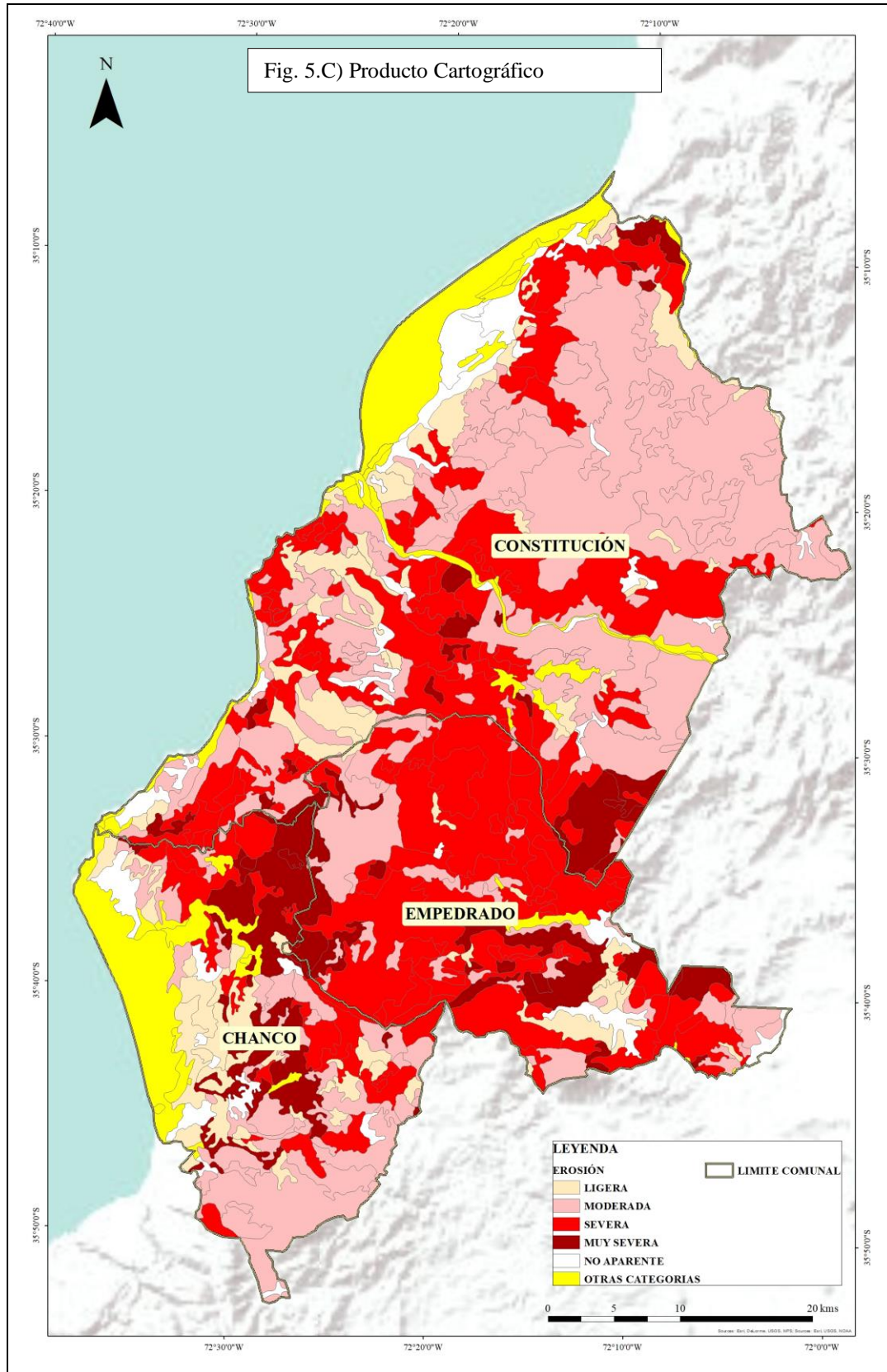
Figura N°5: Producción cartográfica Erosión 1979.



Fuente: IREN (1979a).



Fuente: Elaboración propia, con base en información espacial sobre erosión de IREN (1979a).



Fuente: Elaboración propia, con base en información espacial sobre erosión de IREN (1979a).

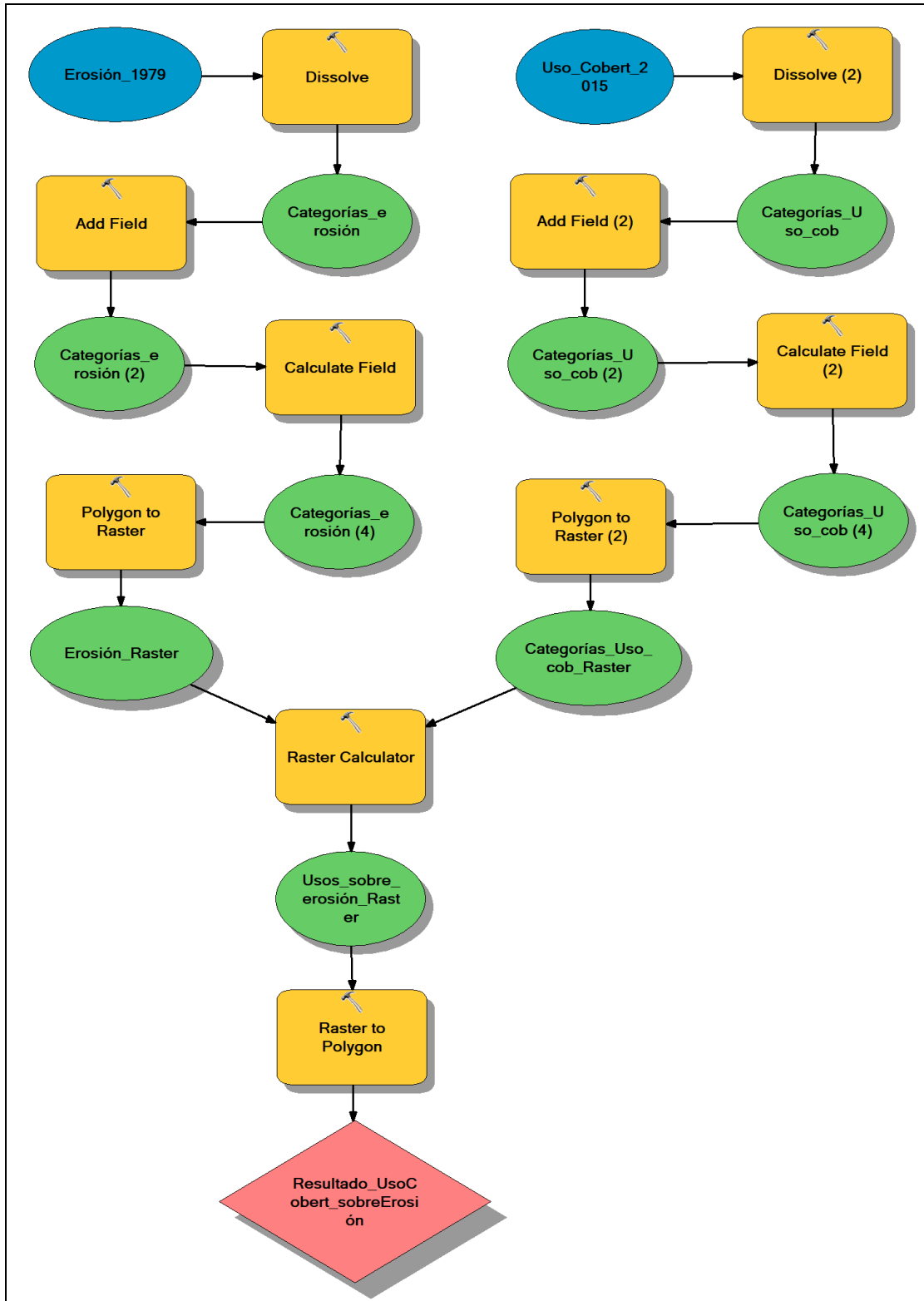
### **3.2.1.2 Pasos metodológicos previos al análisis espacial de la erosión no aparente y su relación con usos y coberturas de suelo, y la determinación de uso de suelo forestal sobre la superficie con “erosión activa”.**

Como parte del segundo objetivo, se elaboró la cartografía que determina que uso o cobertura se sobrepone a la categoría “erosión no aparente” (definición abordada en los resultados de la investigación) y como parte del cuarto objetivo se elabora la cartografía que establece que uso de suelo forestal actual está efectivamente sobre las áreas con “erosión activa” definidas por IREN (1979). Lo anterior responde a un análisis de superposición de capas. Para ello se utilizó el software ArcGis 10.2, integrando la información espacial de erosión y uso de suelo. Los procesos que se utilizaron para llevar a cabo el producto cartográfico se especifican en el diagrama de la Figura N°6, elaborado a partir de Model Builder<sup>5</sup>. Como ejemplo se indica el cruce de información entre erosión (categoría erosión activa de 1979) y uso de suelo actual año 2015 (categoría plantación forestal), lo que derivó en la determinación de superficie forestal que efectivamente se ubicó sobre suelo con erosión activa.

---

<sup>5</sup> Model Builder de ArcGis, ModelBuilder es un lenguaje de programación visual para crear flujos de trabajo de geoprocésamiento. Los modelos de geoprocésamiento automatizan y documentan los procesos de análisis espacial y de administración de datos.

Figura N°6: Diagrama de geoprocесamientos, para la determinación de uso forestal sobre suelos con erosión.



Fuente: Elaboración propia, a través de Model Builder ArcGis.

### **3.3 Consideraciones metodológicas para el análisis de la representación cartográfica.**

De acuerdo a lo anterior es necesario precisar cuatro consideraciones dentro de la metodología, pues tuvieron implicancias dentro del análisis espacial:

1. El análisis espacio temporal a través de la cartografía y análisis estadístico de la erosión y de usos y coberturas del año 1979, de las comunas de Constitución, Empedrado y Chanco, muestra la superficie total comunal de la actual división político administrativo, con el fin de no generar inconvenientes en su interpretación, lo anterior se explica debido a que el estudio señalado consideró la superficie según la división administrativa anterior a ese año, que no coincide con la actual.
2. La superficie total comunal puede variar dado al origen de la fuente que proporciona los “shapefiles<sup>6</sup>”. Por ejemplo, en el análisis de la erosión se menciona que Constitución posee una superficie de 134.044 hectáreas y en uso y cobertura de suelo, cuenta con 134.366 hectáreas.
3. El análisis espacio temporal se centra sólo en la representación cartográfica, ya que según autores como Sánchez, Recatalá y Colomer (2001) plantean que metodologías diferentes<sup>7</sup> utilizadas en la determinación de niveles de erosión están fuera del alcance comparativo espacial, por lo anterior es que dentro de la investigación no se pudo determinar una disminución o aumento de la situación, entre el año 1979 y 2010. Por otro lado, los autores agregan que la representación cartográfica de la erosión del suelo varía según la escala. Ruíz y Galicia (2016) señalan que las propiedades de los “objetos geográficos” emergen o se visualizan de forma diferente de acuerdo con el nivel en el que el geógrafo lo define y que, por ello, es clave entender cómo los fenómenos se generan y/o expresan de forma diferente de acuerdo con la escala. Sánchez, *et al.*, (2001) agregan que esto puede ser un defecto para hacer comparaciones espaciales, por esta razón, los resultados en este análisis espacio temporal deben entenderse como una orientación en lugar de una conclusión determinante.
4. Para determinar si la superficie forestada actual responde a la necesidad de recuperar los suelos erosionados, se considera el criterio establecido por IREN en

---

<sup>6</sup> Un shapefile es un formato de almacenamiento de datos vectoriales para almacenar la ubicación, la forma y los atributos de las entidades geográficas.

<sup>7</sup> Dentro de la investigación, se analizaron los niveles de erosión para el año 1979 y 2010, determinados a través de distintas metodologías, explicadas en el Capítulo 4: Resultados.

1979<sup>8</sup>, en el que se señala a la “erosión activa” como uno de los criterios fundamentales en la escala de prioridad para forestación, y el que fue seleccionado para efectos de la presente investigación. Su determinación, según la institución, considera las siguientes variables:

1. Terrenos que poseen entre un 20% a 60% del suelo perdido, erosión de manto ligera o moderada, activa con cárcavas ocasionales o frecuentes cruzables o no cruzables por implementos agrícolas.
2. Terrenos que poseen entre un 60% a 80% del suelo perdido, erosión de manto severa, activa con presencia de cárcavas frecuentes cruzables o no cruzables por implementos agrícolas.
3. Terrenos que poseen sobre un 80% del suelo perdido, erosión de manto muy severa, activa, con presencia de cárcavas muy frecuentes cruzables o no cruzables por implementos agrícolas.

Lo anterior significó comprender la leyenda adjunta en la Figura N°7<sup>9</sup> y Anexo N°1, para poder elaborar la cartografía de “erosión activa” del área de estudio. La reconstrucción de este criterio significó entender cada polígono y su simbología. Como ejemplo se indica el polígono destacado en amarillo “D4(8)a”, el que descifrado mediante las variables señaladas, se traduce en que es un terreno que posee entre un 60% a 80% de pérdida de suelo, erosión de manto severa, activa con presencia de cárcavas frecuentes no cruzables por implementos agrícolas, por lo que se le considera dentro de la “erosión activa”, además de ser prioritario para la forestación.

La reconstrucción de la cartografía de “erosión activa” para las comunas de Constitución, Empedrado y Chanco, se presentan en las Figuras N°27, N°28 y N°29, como parte de los resultados.

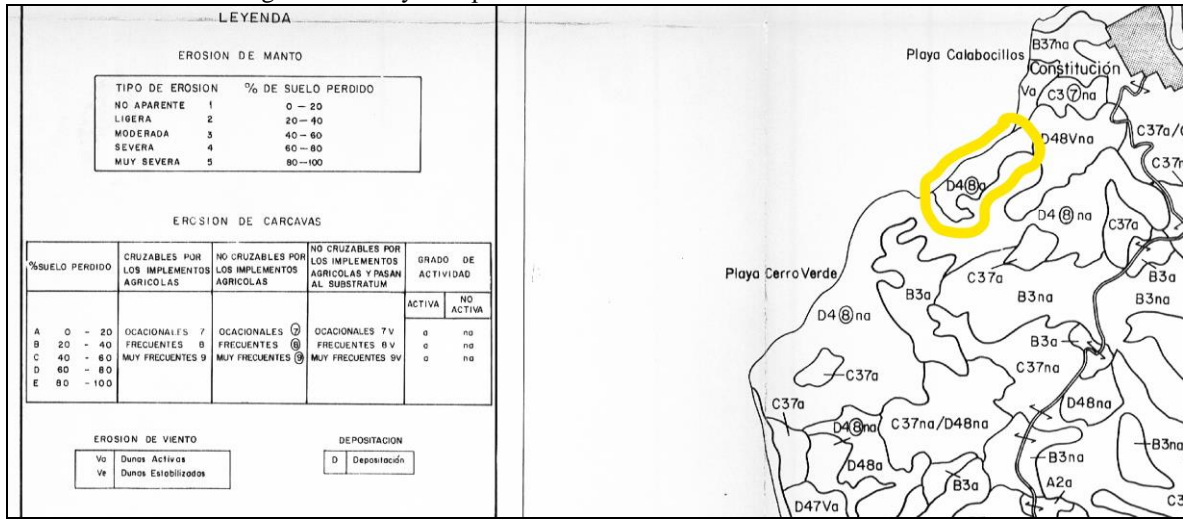
---

<sup>8</sup> El estudio “Análisis de los recursos forestales” forma parte del proyecto “Perspectivas de Desarrollo de los Recursos de la VII Región” (IREN, 1979a), y fue realizado por los ingenieros forestales: Ricardo Souter y Juan Pablo Reyes.

<sup>9</sup> Imagen extraída de la cartografía de erosión del estudio “Perspectivas de recursos naturales de la VII Región”, IREN (1979a).



Figura N°7: Leyenda para la reconstrucción de la “erosión activa”.



Fuente: IREN, 1979a.

## CAPITULO 4: RESULTADOS

### 4.1 Un análisis de la erosión en Chile a través de las fuentes oficiales del Estado y su relación con el desarrollo forestal.

#### 4.1.1 La erosión de suelos en Chile. Manuel Elgueta y Juan Jirkal. Ministerio de Agricultura (1943).

La primera investigación sobre la erosión en el país fue desarrollada por Manuel Elgueta y Juan Jirkal<sup>10</sup> quienes en el año 1943 publican “La erosión de suelos en Chile”<sup>11</sup> con el objetivo de dar una idea de su extensión, gravedad y consecuencias en Chile.

Los ingenieros agrónomos definen la erosión como: “*la pérdida o destrucción de las capas del terreno, por la acción única o combinada de los vientos o de las aguas en movimiento o por la acción directa de las lluvias*” (Elgueta y Jirkal, 1943, pág:4). Además, establecen dos clases de erosión de acuerdo con lo observado en la naturaleza.

- i) **Erosión normal, natural o geológica:** representa el fenómeno sin la intervención del hombre, la que se debe a la acción del agua y del viento, factores que en movimiento sobre la superficie del terreno se llevan en suspensión partículas terrosas. El suelo perdido se recupera en la misma proporción y en forma natural por la acción combinada de la vegetación, clima y fenómenos físicos, químicos y biológicos del suelo.
- ii) **Erosión acelerada, anormal o del suelo:** corresponde al proceso acelerado de remoción del suelo, donde el equilibrio que obtienen los factores combinados no se produce pues no son capaces de recuperar el suelo lavado o destruido, pues faltan algunas condiciones esenciales de protección, como la vegetación, que ha sido destruida por el hombre en forma directa o indirecta.

La causa de la erosión de los suelos del país es atribuida principalmente a la acción de las aguas lluvias en movimiento por la superficie de acuerdo a diferentes factores, entre los que se mencionan la intensidad y total de precipitaciones (sobre los 300mm anual), topografía del terreno, tipo de suelos, utilización de sistemas de explotación agrícola sin ningún conocimiento previo de la conservación del suelo, destrucción de la vegetación protectora y la producción repetida de monocultivo de trigo en terrenos inclinados. El análisis de lo

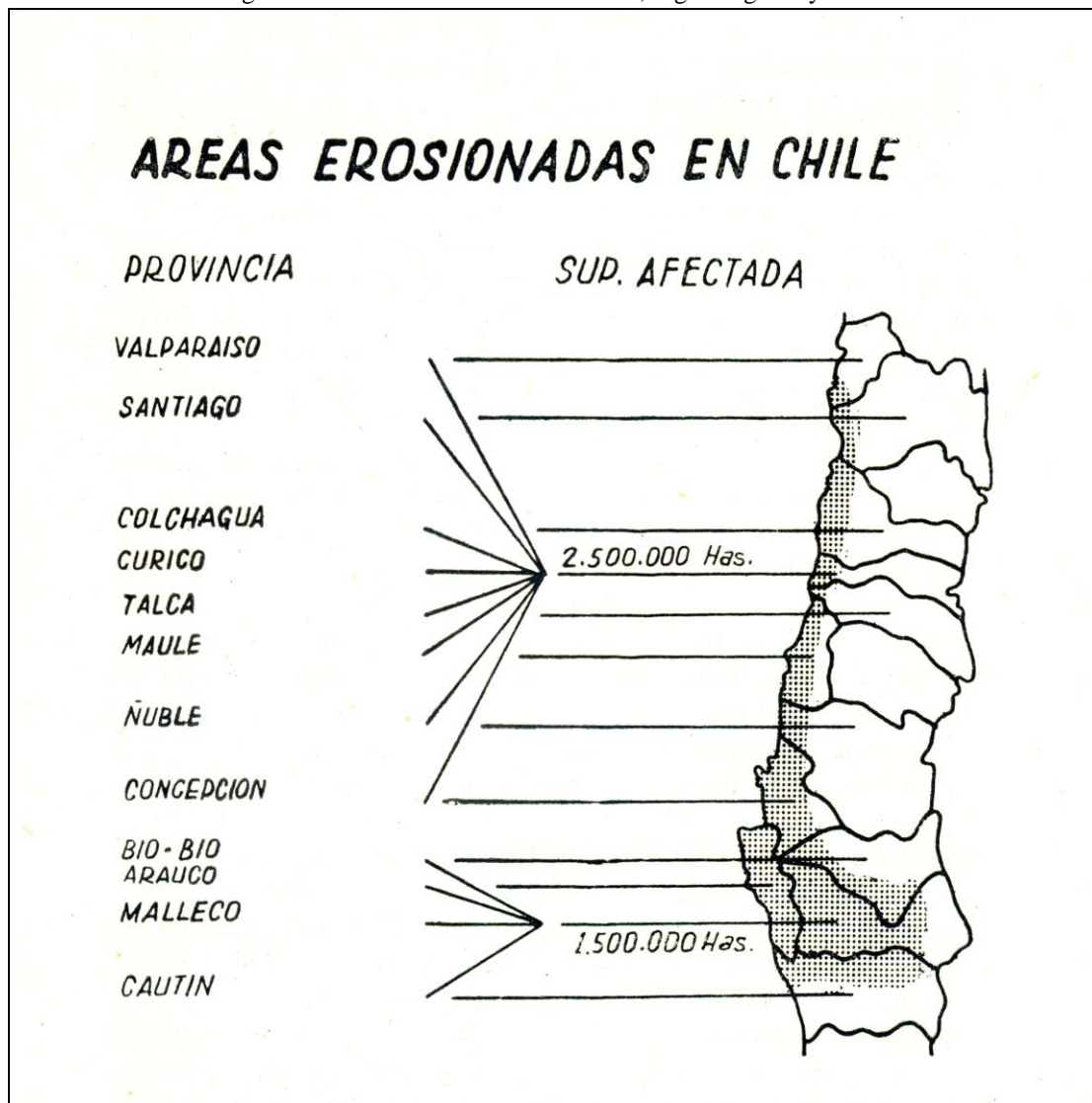
---

<sup>10</sup> Ingenieros Agrónomos del Departamento de Genética y Fitotecnia del Ministerio de Agricultura.

<sup>11</sup> Boletín N°4. Ministerio de Agricultura. Departamento de Fitotecnia y Genética. Santiago Chile. 1943.

anterior llevó a los ingenieros agrónomos a determinar cuáles eran las zonas más afectadas, como se observa en la Figura N°8.

Figura N°8: Áreas erosionadas en Chile, según Elgueta y Jirkal.



Fuente: Elgueta y Jirkal (1943).

La primera zona comprende las provincias de Valparaíso a Concepción, donde 2.500.000 de hectáreas de la superficie nacional presentan erosión, acentuándose en la cordillera de la Costa. Según Elgueta y Jirkal, la causa estaba en la topografía, la naturaleza del suelo, el régimen pluviométrico, la eliminación de la capa protectora arbustiva, prácticas agrícolas sin conocimiento de la conservación del suelo y monocultivo repetido de trigo y barbecho desnudo. La segunda zona, ubicada entre las provincias de Arauco a Cautín, muestra alrededor de 1.500.000 de hectáreas erosionadas, extendidas desde la costa hacia la cordillera de los Andes, debido al tipo de suelo de fácil desintegración y a una cubierta boscosa explotada sin ningún método y control, no existiendo una cubierta protectora del

suelo. No obstante, la estimación de estas 4.000.000 de hectáreas afectadas no es precisa en cuanto a extensión espacial y gravedad, debido a que hasta ese momento no se había efectuado un censo de los terrenos erosionados, menos aún una clasificación de los suelos de acuerdo al grado de erosión que en ellos se presenta, sin embargo, es una aproximación a la magnitud del problema, que como consecuencias provocó pérdidas en la fertilidad de los suelos, sedimentación de ríos, avance de dunas hacia localidades y efectos económico-sociales en la producción agrícola nacional.

Frente a este escenario, los autores sugieren solucionar el problema de la erosión a través de restitución de la materia orgánica, con el fin de restaurar la capacidad productiva de los suelos agrícolas y la eliminación del cultivo de todos los terrenos con pendiente pronunciada para destinarlos a la reforestación. Por lo anterior, establecen la necesidad de investigar qué especies favorables serían apropiadas para este objetivo, lo que implicaría llevar a cabo un plan forestal nacional<sup>12</sup> a base de una amplia experimentación con especies nacionales y extranjeras para estos estudios y así mantener las riquezas.

#### **4.1.2 Factores que determinan la erosión en Chile. Manuel Rodríguez y Carlos Díaz. Ministerio de Agricultura (1951).**

El segundo estudio que presentó una estimación de la superficie afectada por la erosión fue realizado en el año 1951 por los ingenieros agrónomos Manuel Rodríguez y Carlos Díaz<sup>13</sup>. En su artículo llamado “Factores que determinan la erosión en Chile”<sup>14</sup>, establecen el grado de erosión, mediante la observación de fotografías aéreas a escala 1:250.000, basándose en la correlación entre los síntomas de la erosión observados y el grado de la capa vegetal o sub-suelo perdido, lo que les permitió sintetizar los efectos visibles de la erosión y entregar por primera vez datos exactos de la superficie afectada a través de una escala convencional que separa las diversas categorías de erosión de manto, de cárcavas y eólica, referidas en la Tabla N°5.

---

<sup>12</sup> En el ciclo de conferencias dictadas en la Universidad de Concepción en 1943, los Ingenieros Agrónomos Juan Jirkal y Ricardo Hepp, señalan que la erosión se debía solucionar a través de plantaciones forestales, a su vez destacan a Chile como un país con un gran porvenir forestal. La justificación estaba en que el clima y los suelos del país favorecían la adaptación de «árboles (sic) forestales» lo que permitiría poder desarrollar una política forestal que, guiada en buena forma, podía significar la formación de industrias de capital de importancia para la economía nacional.

<sup>13</sup> Ingenieros Agrónomos, sección Conservación de Suelos Departamento de Investigaciones Agrícolas. Colaboraron en el trabajo de terreno los Ingenieros Agrónomos: Rubén López, Mario Peralta, Jorge Astudillo y Óscar Flores.

<sup>14</sup> Contribución del Departamento de Investigaciones Agrícolas, Ministerio de Agricultura de Chile, al Comité de Erosión, Conferencia Internacional de Geodesia y Geofísica de Bruselas, 1951.

Tabla N°5: Erosión de manto, de cárcavas y eólica, definidas según sus grados.

<b>Erosión</b>	<b>Grados</b>	<b>Denominación</b>	<b>Características</b>
<b>Erosión de manto</b>	1	Sin erosión	No se observa ningún signo de erosión ni hay factores que la favorezcan.
	2	Ligera erosión	Sólo se observa la erosión al examinar el perfil del suelo o un cultivo durante las lluvias; no hay huellas notoriamente visibles; pasan desapercibidas para el que no es técnico.
	3	Moderada	La erosión es activa, pero aún no afecta seriamente la productividad del suelo; hay huellas visibles de pérdida de la capa vegetal, pero en manchas aisladas; durante el cultivo el suelo se erosiona visiblemente y los factores naturales favorecen la erosión.
	4	Severa	Erosión muy activa, presenta amplios sectores sin capa vegetal, productividad muy afectada, pero aún posible de cultivar, factores naturales son muy favorables a la erosión.
	5	Muy severa	La erosión ha destruido el suelo eliminando el cultivo.
<b>Erosión de cárcavas</b>	6	Moderada	Cárcavas poco profundas y poco frecuentes. Susceptibles de corrección sin gran esfuerzo.
	7	Severa	Cárcavas frecuentes y profundas. Difícilmente se las puede eliminar.
	8	Muy severa	Extensa zona de suelos destruidos por las cárcavas sin recuperación posible.
<b>Erosión eólica</b>	E1	Ligera	Se observa un movimiento ocasional del suelo debido al viento.
	E2	Moderada	Se observa acumulación de suelo en las cercas y en los alrededores de ciertos obstáculos, pero son fáciles de emparejar.
	E3	Severa	Pérdida del suelo y grandes acumulaciones, como dunas y montículos, que difícilmente se pueden emparejar

Fuente: Elaboración propia, con base en Rodríguez y Díaz (1951).

Hasta ese momento se había realizado reconocimiento de suelos erosionados en las provincias de Santiago, Maule, Ñuble, Bio-Bío, Malleco, Cautín, Valdivia, Osorno y Llanquihue, estimando una superficie cercana a las 5.000.000 hectáreas estudiadas, sin embargo, sólo se publican los resultados de las provincias de Bio-Bío, Maule y Malleco como se puede ver en las Tablas N°6, N°7 y N°8. La superficie total examinada fue de 1.416.201 hectáreas, distribuidas en la zona de la costa de la provincia de Maule, y la zona centro sur de Chile en las provincias de Bio-Bío y Malleco.

Tabla N°6: La erosión en la provincia de Maule, año 1951.

<b>Grados de erosión en la provincia de Maule (36° S)</b>		
Grado de erosión	Superficie reconocida	Porcentaje sobre la superficie agrícola reconocida
Sin erosión	31.687	24,4%
Ligera o moderada	23.750	18,1%
Moderada a severa con cárcavas poco frecuentes	5.312	4,0%
Severa a muy severa con cárcavas poco frecuentes	1.875	1,4%
Severa a muy cárcavas frecuentes y poco profundas	48.175	36,8%
Muy severa, destruida por cárcavas y por erosión de manto	19.197	14,7%
Deposición de arenas	875	0,6%
Total	130.871	100%

Fuente: Elaboración propia, con base en Rodríguez y Díaz (1951).

Tabla N°7: La erosión en la provincia de Bio-Bío, año 1951.

<b>Grados de erosión en la provincia de Bio-Bío (37° s)</b>		
Grado de erosión	Superficie reconocida	Porcentaje sobre la superficie agrícola reconocida
Sin erosión	62.500	17,15%
Ligera o moderada	51.870	14,21%
Moderada a severa con cárcavas frecuentes	117.900	32,31%
Eólica moderada	132.560	36,33%
Total	364.830	100%

Fuente: Elaboración propia, con base en Rodríguez y Díaz (1951).

Tabla N°8: La erosión en la provincia de Malleco, año 1951.

<b>Grados de erosión en la provincia de Malleco (38° s)</b>		
Grado de erosión	Superficie reconocida	Porcentaje sobre la superficie agrícola reconocida
Sin erosión	84.000	9,12%
Ligera	375.000	40,74%
Ligera a moderada	115.000	12,51%
Moderada con cárcavas poco frecuentes	114.250	12,41%
Moderada a severa con cárcavas frecuentes	131.750	14,31%
Erosión eólica ligera	100.500	10,91%
Total	920.500	100%

Fuente: Elaboración propia, con base en Rodríguez y Díaz (1951).

Rodríguez y Díaz (1951), coinciden además con Elgueta y Jirkal (1943), en estimar que la zona de la cordillera de la Costa junto a las provincias de Bio-Bío a Cautín eran las más afectadas por la erosión. A su vez, su interés se centra en determinar y explicar los factores

naturales y los factores antrópicos que acentúan el problema en el país, mencionado lo siguiente:

- **Clima:** de los factores naturales, el que más influencia tiene en la erosión es la lluvia. Al analizarla es necesario considerar no sólo su distribución, sino que también la intensidad de las tormentas y su duración. Las lluvias aumentan progresivamente de norte a sur, según los datos de la oficina meteorológica de ese entonces, pero la característica común a todas ellas es la presencia de una época lluviosa de abril a septiembre u octubre y una época seca, de noviembre a abril. La época de sequía es más extensa desde la provincia de Cautín al norte, ya que al sur las precipitaciones son importantes en el período de verano. A su vez la intensidad de la lluvia, refiriéndose al período de mayor precipitación del año, coincide con las temperaturas medias más bajas. Relacionando estos factores con la erosión, concluyen que, en los meses de invierno, especialmente los de mayo, junio y julio, el suelo se satura, produciéndose un elevado escurrimiento de agua, agravándose en los terrenos de secano sembrados con trigo siguiendo al barbecho, lo que no proporciona una cubierta protectora.
- **Geología, fisiografía y suelos:** La geología y su relación con la erosión, se demuestra gracias a los reconocimientos sistemáticos de los suelos agrícolas, realizados por el Ministerio de Agricultura. Los suelos graníticos de la provincia de Maule presentan mayor erosión; acentuándose aún más en los lugares de topografía montañosa que en los planos suavemente ondulados. Los suelos de la provincia de Bio-Bío, en su mayoría de textura franco-arenosa, estaban expuestos principalmente a una erosión eólica, dando prueba de ello, la proporción de dunas continentales. Los suelos rojos arcillosos de las primeras glaciaciones y en menor proporción los suelos de trumao (de origen volcánico) determinaron la erosión en la zona de la provincia de Malleco.
- **Vegetación:** Es clasificada en tres grandes zonas: xeromórfica, mesomórfica e higromórfica, en relación con la disponibilidad de agua, a través de las precipitaciones, humedad atmosférica y subterránea. La zona de la provincia de Maule incluida en la zona mesomórfica y las provincias de Bio-Bío y Malleco en la vegetación del tipo higromórfico. Donde la vegetación natural se conserva, no se producen síntomas de erosión, existiendo un equilibrio con el clima y suelo, sin embargo, la incorporación de tierras al cultivo altera este equilibrio, lo que se demuestra en la erosión presente en los suelos agrícolas.
- **Agricultura:** En las zonas de secano más erosionadas de las provincias de Maule, Bio-Bío y Malleco, predomina el cultivo de cereales, trigo y avena, que

se siembra siguiendo a la preparación del barbecho. El sistema de siembra de los cereales tenía gran influencia sobre la erosión, cuando se practicaba en terrenos de lomajes y aún en cerros sin haber tomado las medidas para controlarla como sucedía en gran parte del país.

#### **4.1.3 Evaluación de la erosión. Instituto de Investigación de Recursos Naturales (1965).**

Al iniciar el estudio de los mosaicos de capacidad de uso de suelo del Proyecto Aerofotogramétrico CHILE/OEA/BID<sup>15</sup>, se observó que la erosión era uno de los factores limitantes al desarrollo de la agricultura, especialmente en la cordillera de la Costa, lo que significó plantear una evaluación de las zonas más afectadas. La tarea estuvo a cargo del Instituto de Investigación de Recursos Naturales (IREN-CORFO<sup>16</sup>), institución que en el año 1965 entregó un análisis detallado sobre la erosión en la zona de la cordillera de la Costa a través de tres informes consecutivos<sup>17</sup>: “Evaluación de la erosión en la provincia de Maule”, “Evaluación de la erosión en la provincia de Talca” y “Evaluación de la erosión cordillera de La Costa, entre Valparaíso y Cautín”. El objetivo fue contar con una visión detallada y total de la erosión de suelos, con el fin de constituir las bases para controlarla o atenuar sus efectos, a través de un plan de reforestación y o distritos de conservación.

La erosión fue definida por IREN como: *“la pérdida del suelo por la acción de los agentes naturales, agua, viento y hielo. En terrenos cubiertos por vegetación no hay remoción de las partículas del suelo, por los agentes naturales o es tan leve, que se compensa con el aporte que proviene del material de origen subyacente. Sin embargo, cuando se altera este equilibrio natural, causado por el ser humano al hacer mal uso de la tierra, comienza la denominada erosión acelerada, dejándola expuesta a la acción directa de las gotas de lluvia y al arrastre posterior por las aguas de escurrimiento superficial. Esta acción*

---

<sup>15</sup> Tras el terremoto de Valdivia en 1960, se dio inicio en Chile al proyecto aerofotogramétrico, OEA-Chile-BID, que generó una cubierta cartográfica sobre la base de mosaicos de fotografías aéreas en la zona afectada. Esto tuvo tal importancia en términos técnicos y cartográficos, que llevó a la creación de una institución dedicada a cautelar e incrementar esta información, así en 1964 nace bajo el alero de la Corporación de Fomento de la Producción (Corfo), el Instituto de Investigación de Recursos Naturales (IREN).

<sup>16</sup> La Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), creada en 1939, es el organismo del Estado chileno encargado de impulsar la actividad productiva nacional. En 1964, el Consejo de CORFO estableció el Instituto de Investigación de Recursos Naturales (IREN), que tenía por función mantener actualizada la información sobre los recursos naturales del país, promoviendo investigaciones para afianzar su desarrollo productivo. Además, a través de CORFO, se organizaron diversas corporaciones privadas destinadas al estudio, reconocimiento y evaluación de los recursos naturales

<sup>17</sup> La evaluación estuvo a cargo de los siguientes Ingenieros Agrónomos: Jorge García-Huidobro, Mario Peralta P, Fernando Aspillaga, Jorge Barahona, Benito Cuadrado, Alberto Carpinelli, Eduardo Costabal, Juan Echeverría, Mario Funes, Gonzalo Lorca, Fernanda Lillo, Guillermo Muñoz, Francisco Marín, Valentín Ortiz, Dante Pesce.



*origina una pérdida apenas perceptible, pero permanente de la porción más fina el suelo, que, son sus coloides, orgánicos y minerales, la materia orgánica y la arcilla, base del intercambio de nutrientes entre la solución del suelo y la planta. Esta pérdida se refleja en una baja en la fertilidad y su efecto son los bajos rendimientos de los cultivos” (IREN, 1965c, pág:2).*

Según la institución, la lluvia, los suelos en los que se cultivaba y el uso que el agricultor le daba, eran los principales factores que se conjugaban en Chile, para producir la grave erosión que sufría y que alcanzaba caracteres alarmantes, detallando lo siguiente:

- **La lluvia** era considerada como el factor más importante en la causa de la erosión debido a que en invierno, su intensidad, pese a que no era muy alta, alcanzaba más de 3.000 mm al año en algunas zonas, haciendo que el suelo permaneciera saturado durante casi todo el período de lluvias, lo que originaba un exceso de agua de escurrimiento, a su vez el suelo presentaba escasa protección vegetal y que a menudo se encontraba barbechado para la próxima siembra, lo que incluso contribuía a la formación de zanjas.
- **Los suelos** en los que se sembraban principalmente cereales eran de lomajes con pendientes relativamente fuertes y algunas casi escarpadas, lo que ocasionaba una aceleración del agua de escurrimiento, aumentando su poder erosivo. Unido a esto, el alto grado de erosionabilidad que presentaban algunos grupos de suelos, como lo son los derivados de materiales granitoídes y de terrazas marinas, en la zona de la costa, y los suelos rojos derivados de tobas, cenizas volcánicas antiguas y materiales morrénicos que presentaban las áreas del centro y sur del país.
- **El uso que el agricultor le daba al suelo** era otro de los factores que acentuaban la acción erosiva del agua de lluvia y el agua de escurrimiento. Era conocido el hecho que, en Chile, parte de sus suelos estaban sometidos al monocultivo de trigo, práctica agrícola que se venía repitiendo desde principios de la Colonia, y que se acentuaba debido al aumento de las exportaciones.

Sobre la base de estos antecedentes, la metodología para evaluar la erosión en el área de estudio estuvo basada en el uso de estudios de suelos, disminución en los rendimientos de los cultivos, cambios en el color del suelo y presencia de rasgos visuales de erosión observados en las fotografías aéreas tomadas por el Proyecto Aerofotogramétrico Chile/OEA/BID en 1960.

Para establecer el porcentaje de suelo perdido se consideró la combinación de la erosión de manto, de viento y de zanjas en forma combinada. A continuación, se señalan las definiciones para las distintas categorías.

#### **Erosión de manto:**

- **Erosión no aparente:** Usualmente está circunscrita a las regiones planas o casi planas en que, por razones obvias, es casi imposible determinar con exactitud el fenómeno erosivo. Se sabe que, si existe y que hay pérdida de suelo, pero en la imposibilidad casi material de detectarlo se prefiere emplear el término “no aparente”. El porcentaje de suelo perdido puede variar, en este caso, de 0 a 20%.
- **Erosión ligera:** Es difícil explicar en detalle cuales son las características de un suelo con erosión ligera, pero sería significativo observar los cambios de color del suelo superficial, las diferencias en el desarrollo de las plantas que forman la cobertura vegetal la presencia de piedras en la superficie del suelo o de algunos pedestales de erosión, etc.
- **Erosión moderada:** Las características señaladas anteriormente se acentúan y en los cambios de color del suelo se pueden observar ciertas áreas con una clara presencia del sub-suelo. El desarrollo de la vegetación se observa notoriamente afectado en áreas grandes y los pedestales de erosión y pavimento de erosión son bien visibles.
- **Erosión severa:** Se podría señalar que sólo pequeñas áreas presentan el horizonte superior a la vista siempre bastante erosionado y el subsuelo es visible en gran parte. La vegetación, por supuesto, está seriamente afectada y todos los indicadores de erosión de manto están presentes.
- **Erosión muy severa:** En estas áreas sólo retazos mínimos revelan que hubo suelo en la zona. Sólo se presenta a la vista el subsuelo y en muchas áreas ya es visible el material de origen.

#### **Erosión de viento:**

- **Dunas activas:** Se emplea en dónde se puede observar visiblemente el movimiento de la arena. Se presenta un caso difícil en aquellos lugares en donde está efectuando la contención de dunas, en las que se ha detenido el movimiento de la arena. Se estima, sin embargo, que deben considerarse todavía dunas activas, hasta que no estén cubiertas de vegetación y estabilizadas.

- **Dunas estabilizadas:** son aquellas que se encuentran cubiertas de vegetación de cualquier tipo.
- **Depositación:** Como se sabe, la acelerada erosión de manto y zanjas que está sufriendo la zona de la costa, ha originado intensos procesos de depositación en las áreas bajas.

#### **Tipo de erosión de zanjas:**

- **Zanjas ocasionales:** se presentan en forma esporádica, como resultado de casos especiales de canalización y concentración de flujo de ciertas áreas. Se observan preferentemente en las áreas aluviales o de piedmont suave, ya que las pequeñas hoyas hidrográficas normalmente se vacían sobre estos lugares, cortándolas en dos o tres puntos. Se podría considerar como zanjas ocasionales el encontrar una o dos zanjas como máximo por hectárea.
- **Zanjas Frecuentes:** Podría considerarse como área de zanjas frecuentes, si estas se presentan cada 10 o 20 metros.
- **Zanjas muy frecuentes:** Sería ya un área totalmente cubierta de zanjas.

#### **Grado de actividad:**

- **Zanjas activas:** Son zanjas en las cuales el escurrimiento está provocando desplazamientos del suelo y su consiguiente arrastre. La característica más fácil de observar es la ausencia de vegetación en ellas, taludes en general formados por material suelto, que indican claramente su movimiento reciente, sin ninguna acumulación de materia orgánica que pudiera ser indicada por la presencia de vegetación, aunque esta fuera precaria. Uno de los puntos que debe observarse atentamente es la cabecera de la zanja, que, si es activa, no ha podido alcanzar todavía el nivel base, encontrándose entre el extremo inferior y la cumbre con clara muestra de inestabilidad y con claros derrumbes en ciertos tipos de suelos. Cuando ya la zanja alcanza un nivel de base estable, normalmente su cabecera se encuentra en la cumbre de la pendiente y ha comenzado el proceso de estabilización, salvo que por situaciones muy especiales se forme un nuevo nivel de base. Es probable que cada una de las características señaladas no den, por separado, una visión clara de la mayor o menor actividad, pero cuando se analizan en conjunto permiten una apreciación exacta de si se trata de una zanja activa o no.

- **Zanja no activas:** Cuando la cabecera de las zanjas ha llegado a la cumbre, se transforman en no activas y normalmente se cubren, parcial o totalmente de vegetación y hay menos manifestaciones de desplazamiento y transporte de suelo. Se presume con esto que la erosión está momentáneamente detenida y que podría reactivarse inmediatamente que se retire la vegetación protectora. Los terrenos cubiertos de bosques naturales y artificiales, de renovables o matorrales, que amparan totalmente el suelo, se ha considerado en el estudio como zonas de erosión no activa, sea de manto como de zanjas, ya que el suelo recibe la debida protección de la cubierta vegetal, aunque cuando aparecen señalan los tipos de erosión que ha sufrido. También podría considerarse como zonas no activas, aquellas que cuentan con un buen pastizal, en que hay una buena cubierta sobre el suelo. En la zona de la costa, en que casi todas las praderas son de pastos naturales de condición regular a mala, se estima que son reducidas las superficies en que una buena paradera pueda indicar la retención del proceso erosivo.

#### 4.1.3.1 Evaluación de la erosión en la provincia de Maule. Instituto de Investigación de Recursos Naturales (1965).

El informe sobre la evaluación de la erosión en la provincia de Maule (IREN, 1965a) comprendió sólo las comunas de Constitución, Empedrado, Chanco y Cauquenes. La superficie total estudiada fue de 557.180,5 ha, a partir de este total, se entregaron resultados sobre los distintos niveles de erosión, de ello un 82,58% de la provincia estaba afectada (Ver Tabla N°9).

Tabla N°9: Erosión provincia del Maule, año 1965.

<b>Resumen Erosión provincia del Maule</b>		
<b>Tipo de erosión</b>	<b>Superficie en ha</b>	<b>% de la provincia</b>
No aparente, con depositación en parte	79.271,20	14,23
Principalmente depositación	11.701,70	2,10
Erosión ligera, sin o con zanjas de distintos tipos	59.735,20	10,72
Erosión moderada, sin o con zanjas de distintos tipos	207.111,80	37,17
Erosión severa, sin o con zanjas de distintos tipos	138.205,20	24,80
Erosión muy severa, sin o con zanjas de distintos tipos	37.485,50	6,73
Erosión eólica, además activas y no activas	17.592,40	3,16
Urbano	749,20	0,13
Agua (ríos, tranques, etc.)	2.167,00	0,39
Caja de río	3.161,30	0,57
<b>Total</b>	<b>557.180,50</b>	<b>100,00</b>

Fuente: Elaboración propia, con base en IREN (1965a).

#### 4.1.3.2 Evaluación de la erosión en la provincia de Talca. Instituto de Investigación de Recursos Naturales (1965).

El estudio de la provincia de Talca (IREN, 1965b) se concentró en la zona de la costa, sin desconocer que parte de la cordillera de los Andes y la precordillera estaban sufriendo también una fuerte erosión. El trabajo consideró las comunas de Curepto, Penciahue y parte de Lontué, abarcando una superficie total de 119.296,30 hectáreas, lo que representaba un 11% de la superficie provincial. De esa superficie, un 85,75% presentaba algún grado de erosión (Ver Tabla N°10). Los resultados del estudio no sólo buscaron cuantificar el problema, sino que además servir de base para las medidas que se debían ejecutar para controlar o atenuar sus efectos, por medio de un plan de reforestación y/o distritos de conservación.

Tabla N°10: Erosión provincia de Talca, año 1965.

<b>Resumen Erosión provincia de Talca. Zona Costera</b>		
<b>Tipo de erosión</b>	<b>Superficie en ha</b>	<b>% del área estudiada</b>
No aparente	5.829,80	4,89
Ligera	3.964,30	3,32
Moderada	19.884,20	16,67
Severa	73.874,50	61,93
Muy severa	4.566,40	3,83
Depositación	4.771,20	4,00
Dunas	1.877,50	1,57
Urbano	71,6	0,06
Caja de río	2.820,10	2,36
Agua	1.636,70	1,37
<b>Total</b>	<b>119.296,30</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia, con base en IREN (1965b).

#### 4.1.3.3 Evaluación de la erosión: cordillera de la Costa entre Valparaíso y Cautín. Instituto de Investigación de Recursos Naturales (1965).

Una vez finalizados los estudios de Maule y Talca, se publicó la “Evaluación de la erosión en la cordillera de la Costa”, abarcando la superficie entre las provincias de Valparaíso a Cautín. Al poner esta investigación a disposición de las autoridades se dejó en constancia de la importancia del suelo como recurso y de la necesidad de tomar prontas medidas para recuperar 2.800.000 de hectáreas que estaban afectadas por la erosión. A su vez, este estudio proporcionó los antecedentes necesarios para emprender un plan de reforestación, en las zonas severamente erosionadas.

El área estudiada comprendió 4.840.648,9 hectáreas, la superficie erosionada, desde erosión moderada a muy severa, con zanjas de distintos tipos alcanzaban los 2.855.298,5 hectáreas

es decir un 59% de los suelos estudiados Sin embargo las únicas provincias estudiadas en un 100% de su superficie, fueron las del Maule y Arauco, lo que demostró la ausencia de la evaluación del problema a nivel nacional, incluso los ejecutores de la investigación estimaban que aún no se había mostrado con suficiente claridad el pavoroso panorama que tenía la erosión en gran parte de Chile, principalmente en la zona de la costa donde había destruido en pocas décadas grandes áreas de zonas agrícolas, ganaderas y forestales. Los resultados del estudio se muestran en la Tabla N° 11.

Tabla N° 11: Erosión en la cordillera de la Costa. Entre Valparaíso y Cautín, año 1965.

<b>Erosión por provincias, en el área estudiada. IREN, 1965</b>				
<b>Provincia</b>	<b>Área estudiada</b>	<b>% de la sup. Territorial</b>	<b>Erosión moderada a muy severa, con zanjas de distintos tipos (ha)</b>	<b>% del área erosionada</b>
Valparaíso	326.639,30	62,55	207.396,30	63,5
Santiago	602.130,90	34,04	381.944,20	63,4
O'Higgins	105.615,00	14,86	56.142,00	53,2
Colchagua	489.921,40	58,83	259.086,20	52,9
Curicó	143.744,80	27,29	125.954,20	87,6
Talca	113.957,90	11,23	101.426,60	89
Maule	558.103,00	100	382.802,50	68,6
Ñuble	339.110,60	24,3	227.600,40	40,8
Bio-Bío	161.810,60	14,53	93.062,30	57,5
Concepción	464.145,60	81,69	318.393,90	68,6
Arauco	509.264,40	100	275.383,40	54
Malleco	563.672,70	39,99	324.228,90	57,5
Cautín	462.532,70	25,16	101.877,60	22
<b>Total</b>	<b>4.840.648,90</b>		<b>2.855.298,50</b>	

Fuente: Elaboración propia, con base en IREN (1965).

#### **4.1.4 Perspectivas de desarrollo de los recursos de la VII Región. Instituto de Investigación de Recursos Naturales (1979).**

El Instituto de Investigación de Recursos Naturales publica en el año 1979 el informe “*Perspectivas de desarrollo de los recursos de la VII Región*”, enfocado en la Región del Maule. El proyecto tuvo su origen en inquietudes regionales expresadas en las Jornadas de Recursos Naturales, organizadas por la sede Talca de la Universidad de Chile, en 1975. En aquella oportunidad se expusieron ideas relativas a la necesidad de conocer y cuantificar las disponibilidades de recursos naturales en la región. Las ideas fueron analizadas conjuntamente por la Secretaría Regional de Planificación y Coordinación SERPLAC y el Instituto Nacional de Investigación de Recursos Naturales IREN-CORFO, originándose un anteproyecto de estudio con énfasis en el Sector Silvoagropecuario. Posteriores

perfeccionamientos y adecuaciones permitieron la obtención de un Proyecto de Estudio que se constituyó en términos de referencia de un convenio entre la Intendencia de la Región del Maule e IREN-CORFO, iniciándose oficialmente en julio de 1976 y publicándose tres años más tarde.

El Proyecto se abocó a identificar las perspectivas de desarrollo, que los recursos del sector silvoagropecuario presentaban, entre los que el sector forestal asume paulatinamente un rol importante dentro de la economía del país, pues para IREN era indudable que el territorio nacional tenía una configuración morfológica, asociada a características del clima y suelo, que le otorgaban una clara aptitud para la sustentación de especies forestales tanto nativas como exóticas. Sin embargo, el desarrollo histórico de la actividad se había caracterizado por la ausencia casi absoluta de un manejo racional del recurso bosque, lo que había provocado gran deterioro en los suelos, y una degradación total en gran parte de la vegetación nativa. Esta situación que afectaba en distintos grados a todas las regiones del país adquiriría características alarmantes en la región del Maule, donde la erosión estaba prácticamente en la totalidad de los suelos, agravándose aún más en los terrenos de aptitud forestal de donde había desaparecido, en extensas zonas, la cobertura vegetal protectora.

Por lo anterior, en el estudio se dio a conocer la magnitud del problema descrito y las vías más accesibles para el desarrollo futuro del sector forestal de la región, por lo que se decide analizar la erosión en términos espaciales y estadísticos a través de dos informes: Agrología<sup>18</sup> y Análisis de Recursos Forestales<sup>19</sup>. En el primero de ellos se presenta la carta sobre erosión a escala 1:100.000 (Ver Anexo N°1), en donde se señalan las áreas erosionadas de acuerdo con los niveles de erosión, estableciendo la situación en las comunas ubicadas entre la carretera Panamericana y el mar, y los límites norte y sur de la región del Maule, en razón a la mayor concentración de la actividad forestal y a la gran necesidad de dar soluciones prontas. Mientras que, en el segundo informe se analizan las cifras de las zonas severamente erosionadas.

La erosión se presenta como uno de los elementos de juicio para la recuperación de tierras de aptitud preferentemente forestal en la región, por lo que el estudio analizó la situación sólo en las comunas costeras con superficies de mayor aptitud forestal (Ver Figura N°8); específicamente Licantén, Vichuquén, Hualañé, Curepto, Penciahue, Constitución, Empedrado, Chanco y Cauquenes, donde un 38,2 % de la superficie total de las comunas estaba afectada por la erosión severa y muy severa.

La erosión severa correspondía a 291.943,2 hectáreas y la muy severa 56.481,4 hectáreas, cuya cuantificación de la superficie total comunal se presenta en la Tabla N°12. Esta

---

<sup>18</sup> Informe realizado por los Ingenieros Agrónomos: Luis Peña Mac Caskill y Benjamín Fernández Medina.

<sup>19</sup> Informe elaborado por los Ingenieros Forestales: Ricardo Souter y Juan Pablo Reyes.

erosión afectaba fundamentalmente a los suelos de aptitud forestal por sus mayores pendientes y por la sobreexplotación de la vegetación natural, que había provocado la desaparición de la cobertura vegetal protectora.

Tabla N°12: Erosión en comunas del secano, región del Maule, año 1979.

Comunas	Erosión Severa		Erosión muy severa		Superficie comunal
	Superficie(ha)	Porcentaje	Superficie (ha)	Porcentaje	
Licantén	26.220,6	69,0	7.713,7	20,3	38.015
Vichuquén	31.217,7	58,5	4.868,5	9,1	53.370
Hualañé	22.425,2	29,7	1.924,3	2,5	75.590
Curepto	55.967,9	64,1	4.314,6	4,9	87.320
Pencahue	17.906,6	18,0	224,8	0,2	99.615
Constitución	41.450,7	28,7	4.945,9	3,4	144.620
Empedrado	45.713,9	42,9	13.480,9	12,7	106.485
Chanco	10.467,6	11,5	11.041,7	12,2	90.725
Cauquenes	40.573,0	18,8	7.967,0	3,7	215.595
<b>Total</b>	<b>291.943,2</b>	<b>32,0</b>	<b>56.481,4</b>	<b>6,2</b>	<b>911.335</b>

Fuente: Elaboración propia, con base en IREN (1979a).

Es importante destacar que el estudio no profundiza en el concepto de la erosión y sus categorías (ligera, moderada, severa, muy severa y no aparente), pese a que el análisis que presentan se basa en la erosión de manto, ya especificada en el estudio elaborado por la misma institución en 1965, sumado a ello, establece la importancia de reconocer la “erosión activa” para establecer que áreas eran las prioritarias para la forestación.

Para IREN el proceso erosivo que afectaba a la cordillera de la Costa de la VII región exigía una rápida acción tendiente a recuperar la cobertura vegetal de los suelos y detener la erosión activa, por ello, sugirieron proteger los terrenos mediante la implantación de especies forestales adecuadas y el manejo de los bosques existentes, a través de especies nativas o exóticas, mediante un criterio económico, establecieron cuáles serían las especies más interesantes de implantar o manejar, lo que obligaba a analizar otros aspectos de la actividad forestal. Dentro de este marco recomiendan especies forestales bajo tres puntos de vista: especies comerciales de rápido crecimiento, especies de crecimiento lento que se puedan asociar con otras actividades económicas y especies fundamentalmente protectoras del suelo. El estudio hace especial referencia a las especies comerciales de rápido crecimiento, en particular al pino insigne.

#### 4.1.5 Fragilidad de los Ecosistemas de Chile. Instituto de Investigación de los Recursos Naturales (1979).

En julio de 1979 se realiza la primera aproximación a nivel nacional de la erosión, exceptuando los territorios insulares y la Antártica. El prediagnóstico ejecutado por IREN-



CORFO “Fragilidad de los Ecosistemas de Chile”<sup>20</sup>, estableció la situación de deterioro del recurso suelo y vegetación del territorio continental chileno, en dónde uno de los temas importantes fue la erosión.

El estudio surgió de la necesidad de conocer el problema por parte de Oficina de Planificación Nacional (ODEPLAN)<sup>21</sup>, organismo que solicitó a la Corporación de Fomento a la Producción (CORFO), la definición y evaluación de este deterioro y a proponer alternativas de protección y manejo de los recursos naturales. En tales perspectivas, CORFO, solicitó la ejecución de un estudio, que materializara los requerimientos señalados al Instituto Nacional de Investigación de Recursos Naturales.

Para categorizar los distintos niveles de severidad, se indicaron las siguientes categorías para determinar la erosión:

- **Latente:** Ecosistemas, fundamentalmente sin indicios superficiales de erosión que se consideran respecto a la geoforma y su emplazamiento en forma latente.
- **Leve:** Ecosistemas cuyas geoformas presentan rangos menores de erosión lineal y areal y que por su posición fisiográfica poseen una degradación menor en relación a las anteriores.
- **Moderada:** En este grupo se incluyen todos los ecosistemas en que los rangos erosivos presentan una densidad media y con dimensiones menores.
- **Grave:** Se incluyen aquí, las superficies similares a las anteriores. Pero su densidad presenta alta solución de continuidad.
- **Muy grave:** Esta categoría incluye todas las áreas que revelan alta densidad a rangos erosivos lineales y areales de dimensiones mayores.

La metodología utilizada consistió en el análisis de imágenes LANDSAT se estudiaron los rangos de erosión de 39.490.753 hectáreas del territorio continental chileno, comprendidos entre la I y XII región, y entre la línea de la costa y los relieves altos de la cordillera andina,

---

<sup>20</sup> Estudio llevado a cabo por Ana María Naveas (Ing. Agrónomo), Manuel Muñoz (Geógrafo), Juan Reyes y Jaime García (Ing. Forestal).

<sup>21</sup> Organismo técnico dedicado a la planificación del desarrollo a nivel nacional, creado en la década de los sesenta, en el gobierno del Presidente Eduardo Frei Montalva (1964-1970). En 1990 y mediante Decreto de Ley N° 18.899 del 19 de julio, se transforma en el Ministerio de Planificación y Cooperación. Finalmente, en octubre de 2011, Mideplan pasa a ser Ministerio de Desarrollo Social, ampliando sus facultades y posicionándose como el ente coordinador de todas las políticas sociales de nuestro país, articulando iniciativas interministeriales y fiscalizando su funcionamiento.

exceptuando algunas áreas importantes de ecosistemas montañosos, desérticos y archipiélagos, en atención a su falta o escaso poblamiento y su marginación desde el punto de vista económico, exceptuando algunas actividades mineras muy localizadas.

La información espacial del estado de la erosión fue entregada a través de cartografías a escala 1:500.000 en las que se indica el nivel de erosión de los suelos en Chile, como ejemplo se adjunta en el Anexo N°2 la cartografía de erosión para la VII, VII y IX región.

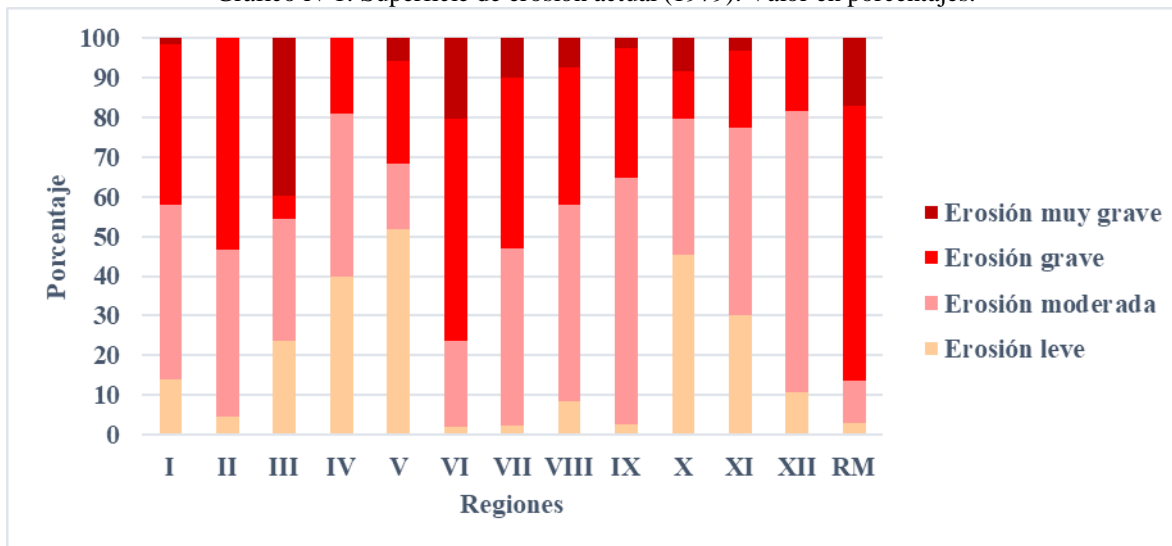
De acuerdo a los datos estadísticos, la superficie de suelos afectados por diferentes niveles de erosión (leve, moderada, grave y muy grave) alcanzó los 34.490.753 ha (Ver tabla N°13), es decir el 45,7 % de la superficie continental del país. En el resto del territorio se supone no había erosión o bien no fue estudiado. Del total de suelos erosionados un 6,9% están en la categoría muy grave, un 26,5 % están en la categoría de grave, un 45,1% en la categoría de erosión moderada y un 21, 5 % en la categoría de leve, lo que demuestra la gravedad del problema. Las especificaciones en porcentajes para cada región se presentan en el Gráfico N°1, donde se logra identificar que la erosión grave afecta sobre el 40% a las regiones: I, II, RM, VI, VII y VIII.

Tabla N°13: Erosión por regiones en Chile, año 1979.

Regiones	Categorías de erosión en Chile en distintos grados (hectáreas, 1979)				Total
	Erosión leve	Erosión moderada	Erosión grave	Erosión muy grave	
I	356.768	1.116.075	1.027.375	38.750	2.538.968
II	126.250	1.120.135	1.435.200	S/I	2.681.585
III	630.375	809.250	152.250	1.056.250	2.648.125
IV	1.370.610	1.425.690	654.260	S/I	3.450.560
V	463.950	146.825	231.795	51.100	893.670
VI	19.918	210.624	544.429	198.377	973.348
VII	36.645	686.598	662.371	152.409	1.538.023
VIII	200.442	1.167.531	818.494	175.680	2.362.147
IX	69.537	1.533.320	809.396	65.841	2.478.094
X	2.194.865	1.655.914	593.373	401.964	4.846.116
XI	1.389.875	2.179.500	909.875	145.250	4.624.500
XII	524.250	3.463.500	900.000	S/I	4.887.750
RM	17.100	58.752	387790	95.225	558.867
<b>Total</b>	<b>7.400.585</b>	<b>15.573.714</b>	<b>9.126.608</b>	<b>2.380.846</b>	<b>34.481.753</b>

Fuente: Elaboración propia, con base en IREN (1979b).

Gráfico N°1: Superficie de erosión actual (1979). Valor en porcentajes.



Fuente: Elaboración propia, con base en IREN (1979b).

Entre las conclusiones del prediagnóstico, se menciona que la erosión detectada era mucho más extensiva que la estimada, no registrándose superficie de erosión latente en el país. El 78,5% del área de estudio presentaba erosión moderada a muy grave, a su vez las regiones VI, VII, VIII y IX con un 97, 9%, 97,6%, 97,2% y 91,5% de sus respectivas superficies estudiadas, presentaban niveles de erosión de moderada a muy grave. Lo anterior, permitió aseverar que el deterioro del recurso suelo estaba cerca de ser crítico. Por ese motivo una de las soluciones que se propuso, consistía en crear ecosistemas antropogénicos, antes de manejar ecosistemas naturales. Dentro de esta creación, la implantación de especies forestales se presentaba como una propuesta con grandes ventajas, ya que implicaba menores costos que las praderas, proporcionaría trabajo a gran número de personas y permitiría la creación de complejos industriales mayores a un relativo corto plazo.

#### 4.1.6 Zonificación de la erosión y fragilidad de los suelos del secano costero de las regiones VI y VII. Centro de Información de Recursos Naturales (2006).

En el año 2006 El Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN)<sup>22</sup>, publicó el estudio “Zonificación de Erosión y Fragilidad de los Suelos del Secano Costero de las Regiones VI y VII<sup>23</sup>”, el que estuvo subsidiado por el Fondo INNOVA de CORFO y contó

<sup>22</sup> En 1986, como sucesor técnico del Instituto de Investigación de Recursos Naturales (IREN), la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), crea el Centro de Recursos Naturales (CIREN), una corporación de derecho privado, el que hasta la actualidad sigue proporcionando información sobre los recursos naturales y que desde el año 2004 está bajo la administración del Ministerio de Agricultura.

<sup>23</sup> El equipo técnico que desarrolló el proyecto estuvo conformado por los siguientes Ingenieros Agrónomos: Marion Espinosa, Patricio Lara, Claudia Mascayano, Gerardo Reyes, Guillermo Zamora, Marcela Lara. Ingeniero Forestal: Roberto Castro. Cartógrafos: Carlos Sepúlveda, Gabriel Ortíz y Balfredo Toledo. Ingeniero en computación: Ariel Avendaño.

con la participación de las siguientes entidades asociadas: la Corporación Nacional Forestal (CONAF) y el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), ambos pertenecientes al Ministerio de Agricultura. Su objetivo se basó principalmente en proporcionar información a los potenciales beneficiarios (especialmente pequeños propietarios) de los programas de recuperación de suelos a través de cartografía de suelo y erosión a una escala 1:50.000 de las comunas del secano costero de las regiones VI y VII, se cuantificó la fragilidad por comuna y predio y se priorizó las zonas de pequeños propietarios de acuerdo a la fragilidad y erosión de los suelos, finalmente se transfirieron los datos a las instituciones asociadas para operar y controlar la bonificación de suelos degradados y la forestación, según la ley 19.561 y programas de recuperación de suelo.

La cartografía de erosión actual fue obtenida mediante análisis visual de imágenes satelitales, apoyadas con fotointerpretación de fotos color, más datos del estudio agrológico, clasificación supervisada del índice de brillo, apoyada con muestras de terreno. Para la interpretación, la data auxiliar utilizada fue la pendiente, la información de suelo y los datos de terreno.

La erosión en el estudio fue clasificada, de acuerdo con las definiciones del Decreto Ley N°701; en nula o baja, moderada, severa y muy severa, detalladas a continuación:

- **Clase 1. Erosión nula a baja o Ligera:** corresponde a suelos poco alterados. Se observa capa vegetal orgánica o cambios en el color del suelo superficial, diferencias en el desarrollo de las plantas que forman la cobertura vegetal, la presencia de piedras en la superficie del suelo o de algunos pedestales de erosión, etc. Puede tener un porcentaje de suelo perdido en torno del 20 %.
- **Clase 2. Erosión moderada:** son notorios los cambios de color del suelo, se observa parte del subsuelo y el desarrollo de la vegetación se ve afectada, se manifiesta en tipos de erosión laminar o de manto de nivel medio, se hacen visible pedestales y pavimentos de erosión. La pérdida de suelo es aproximadamente un 50 %.
- **Clase 3. Erosión severa:** existe un proceso activo de erosión de manto y cárcavas. Sólo pequeñas zonas presentan el horizonte superior, con pérdidas de suelo en torno del 70%, la vegetación se visualiza afectada en su crecimiento y presencia de erosión laminar o de manto intensiva, o de zanjas o cárcavas.
- **Clase 4. Erosión muy severa.** Este caso corresponde a zonas donde se visualiza principalmente el subsuelo y el propio material parental, la pérdida de suelo supera el 80 %, normalmente se encuentran surcos y cárcavas activas.

El estudio demostró que la VI Región presentó una superficie de 90.348,3 ha con erosión severa y muy severa, lo que representó un 13,8 % de la superficie total. Para la VII Región la erosión severa y muy severa entrega un total de 159.776 ha, lo que corresponde al 16,4%. Esto implica que la VII región posee una erosión mayor a la VI Región, tanto en términos porcentuales como en superficie real. La Tabla N°14, detalla las categorías de erosión, donde no es despreciable la superficie categorizada como “área excluida”, donde no se determina la real situación del problema, lo que se hace más evidente a través de la cartografía para la VII región del Maule (Ver Anexo N°3). Cabe destacar que para la VI región, el porcentaje de área excluida, es de un 31,6% de la superficie total (concentrándose en comunas como Pichilemu y Litueche), mientras que para la VII región, el porcentaje es de 60,4% (se concentra en las zonas de secano) lo que deja extensas áreas de la región sin determinar el problema.

Tabla N°14: Erosión en el secano costero de la VI y VII región, año 2006.

Clase erosión	VI región		VII Región	
	Superficie (ha)	Porcentaje	Superficie (ha)	Porcentaje
Área excluida	206.099,4	31,6	589.176,7	60,4
Nula o ligera	47.143,6	7,2	30.053,3	3,1
Moderada	309.068,9	47,4	195.943,9	20,1
Severa	82.024,6	12,6	135.953,1	13,9
Muy severa	8.323,7	1,3	23.822,9	2,4
<b>Superficie total (ha)</b>	<b>652.660,2</b>	<b>100,0</b>	<b>974.949,9</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Elaboración propia, con base en CIREN (2006).

#### 4.1.7 Determinación de la erosión actual y potencial de los suelos de Chile. Centro de Información de Recursos Naturales (2010).

El estudio “Determinación de la erosión actual y potencial de los suelos de Chile<sup>24</sup>”, publicado por CIREN en el año 2010, es el estudio más reciente y completo sobre la erosión en el país. Se presenta a la erosión como uno de los problemas ambientales más significativos ya que afecta directamente al sector silvoagropecuario, especialmente porque el recurso suelo resulta ser no renovable a escala humana y es altamente vulnerable a actuaciones antrópicas y condiciones de variabilidad climática y cambio climático global. Abordar esta problemática demandó una cuantificación actual y potencial de la erosión en Chile, porque consideraron que los estudios de degradación de recursos naturales, erosión y fragilidad existentes en el país eran escasos o se presentaban a escalas generalizadas, mientras que los estudios de mayor detalle eran muy localizados por el alto costo que ello

<sup>24</sup> Equipo de trabajo desarrollado por los siguientes profesionales: Ingenieros Agrónomos: Juan Pablo Flores, Marión Espinosa, Eduardo Martínez, Gabriel Henríquez, Pablo Avendaño, Patricio Torres. Ingeniero Forestal: Isaac Ahumada. Cartógrafos: Marcelo Retamal, Balfredo Toledo y Luz Marín.

implica.

En este marco CIREN decidió abordar la problemática junto a las instituciones, CONAF, SAG, ODEPA e INDAP, todos pertenecientes al Ministerio de Agricultura de Chile. El objetivo estuvo en elaborar la cartografía de erosión potencial y actual de suelos a nivel semidetallado 1:50.000 y generalizado a escala 1:250.000 en todo el país, utilizando técnicas de geomática, teledetección y SIG. La metodología consistió el análisis interpretativo visual de imágenes satelitales Landsat TM 5, datos de estudios agrológicos, curvas de nivel, e índices espectrales confrontadas con las observaciones tomadas en las campañas de terreno en todas las regiones de Chile. Tales capas de información se integraron mediante SIG, complementada con técnicas de geomática

CIREN (2010), define la erosión según Sole y Cantón (2005) como un proceso físico, que se origina cuando la fuerza de determinados agentes externos como el agua o el viento, es superior a las fuerzas de cohesión que unen las partículas de suelos en agregados a terrones, los cuales son disgregados y transportados por dichos agentes u otros, produciendo la desaparición parcial o total del horizonte superficial o incluso de todo el suelo o substrato. También, señala una erosión acelerada, cuando el proceso erosivo adquiere una connotación negativa y se enmarca como una de las causas de la degradación del suelo, produciéndose una reducción substancial de la productividad de la tierra, básicamente por el uso y manejo inadecuado del suelo, como las prácticas agrícolas inapropiadas.

Para la clasificación de erosión de suelos, el estudio unificó criterios de acuerdo con los estudios agroecológicos y los boletines técnicos de CONAF y el SAG, estableciendo las siguientes seis categorías: nula o sin erosión, ligera, moderada, severa, muy severa y erosión no aparente, detalladas a continuación a partir de la definición y representación en imágenes publicada por CIREN.

**Erosión nula o sin erosión:** se define como una superficie de suelo que no presenta alteraciones o signos de pérdidas de suelo o se encuentra protegido de las fuerzas erosivas, como la lluvia, viento o gravedad, por algún tipo de cubierta vegetal, corresponde en términos generales a suelos planiformes o depositacionales.



**Erosión ligera:** corresponde a un suelo ligeramente inclinado u ondulado o con cobertura de vegetación nativa semidensa (mayor a 50% y menor a 75), que se encuentra levemente alterado el espesor y carácter del horizonte. En la mayor parte de los casos el manejo de estos suelos no es diferente a los suelos no erosionados.



**Erosión moderada:** se define como un suelo que tiene clara presencia del subsuelo en al menos el 30% de la superficie de la unidad en estudio (Unidad cartográfica homogénea, UCH). Existe presencia de pedestales o pavimentos de erosión en al menos el 30% de la superficie. El suelo original se ha perdido entre 40 a 60%. Existe presencia ocasional de surcos o canalículos.



**Erosión severa:** corresponde a un suelo que presenta ocasionalmente surcos y cárcavas. La unidad presenta entre un 30 a 60% de la superficie con el subsuelo visible, con pedestales o pavimentos. La pérdida de suelo es del orden del 60 a 80%. Hay presencia de zanjas con un distanciamiento medio de 10 a 20 metros.



**Erosión muy severa:** corresponde a unidades de suelo no apropiadas para cultivos por cuanto se ha destruido el suelo en más de un 60% de la superficie. El subsuelo se presenta a la vista y el material de origen en más de un 60% de la superficie. Existe una presencia de pedestales o pavimento en más del 60% de la superficie. Existe una pérdida del suelo superior al 80% del suelo original. Presencia de cárcavas con distanciamiento medio entre 5 a 10 metros.



**Erosión no aparente:** corresponde a sectores que se encuentran protegidos por algún tipo de cubierta vegetal de densidad mayor a 75% o su uso está sujeto a buenas prácticas de manejo.



Los resultados del estudio determinaron que una superficie de 36,8 millones de hectáreas, equivalentes al 49,1% del territorio nacional presentan algún grado de erosión. Los mayores problemas de erosión actual lo lideran las regiones de Coquimbo, con el 84% de sus suelos erosionados, Valparaíso con un 57% y O'Higgins con el 52% de sus suelos, como se observa en el Gráfico N°2. Como principales factores ambientales responsables de los resultados obtenidos, CIREN (2010) los atribuye a la acción humana (secano costero e interior de las regiones entre IV y X), a los procesos geológicos intrínsecos del paisaje (Cordillera de los Andes) y a los indicadores de agresividad climática, la relación vegetación-suelo y la geomorfología de cuencas que afectan significativamente las características de escorrentía. La especificación de la superficie erosionada en hectáreas en cada región se muestra en la Tabla N°15, a su vez se especifica la afectación en porcentajes a través del Gráfico N°2. En la sección Anexos, se adjuntan como ejemplo la cartografía elaborada por el estudio para la VII región del Maule (Ver Anexo N°4).

Tabla N°15: Superficie de erosión actual en (miles de hectáreas) por región, año 2010.

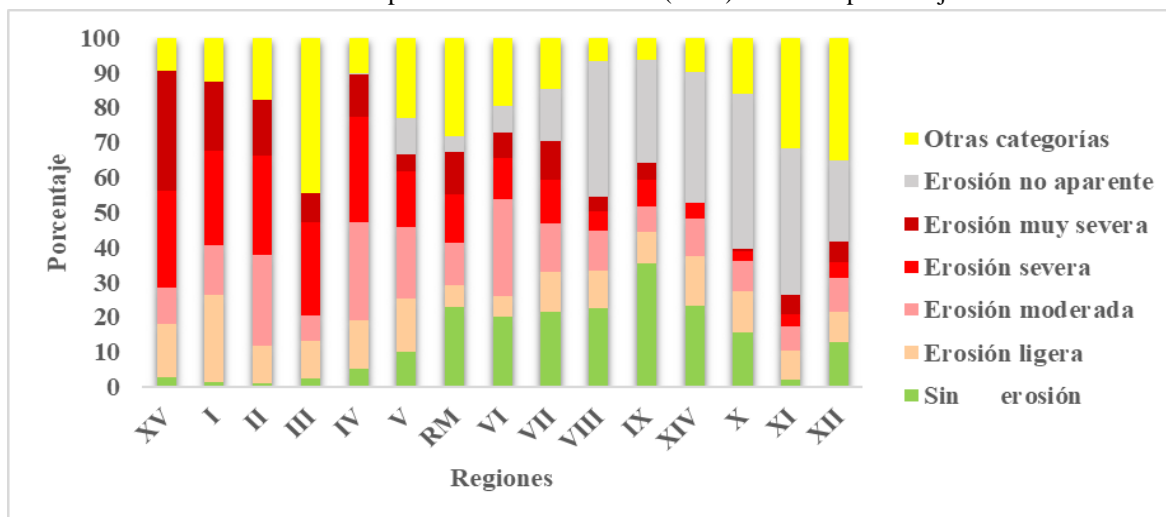
Región	Sin erosión	Erosión ligera	Erosión moderada	Erosión severa	Erosión muy severa	Erosión no aparente	Otras categorías	Total Regional
XV	50	256	172	469	584	0	156	1.687
I	63	1.047	602	1.153	838	0	522	4.225
II	138	1.371	3.242	3.593	2.021	0	2.237	12.602
III	178	825	537	2.030	629	0	3.367	7.566
IV	210	572	1.142	1.214	492	26	404	4.060
V	162	244	325	258	80	163	368	1.600
RM	354	93	189	213	187	68	435	1.539
VI	331	96	454	197	115	126	320	1.639
VII	656	349	416	378	336	453	446	3.034
VIII	840	393	429	212	149	1.444	245	3.712
IX	1.132	280	241	244	146	944	199	3.186
XIV	427	262	198	80	6	688	177	1.838
X	751	575	423	139	33	2.143	770	4.834



XI	235	895	743	383	583	4.551	3.407	10.797
XII	1.721	1.123	1.289	590	761	3.090	4.633	13.207
<b>Total</b>	<b>7.248</b>	<b>8.381</b>	<b>10.402</b>	<b>11.153</b>	<b>6.960</b>	<b>13.696</b>	<b>17.686</b>	<b>75.526</b>

Fuente: Elaboración propia, en base a CIREN (2010).

Gráfico N°2: Superficie de erosión actual (2010). Valor en porcentajes.



Fuente: Elaboración propia, con base en CIREN (2010).

#### 4.1.8 Análisis y contextualización de la determinación de erosión en Chile.

Los estudios anteriormente señalados, han determinado la preocupante situación de la superficie erosionada en el país, principalmente de la zona centro sur del secano costero e interior, dejando en evidencia que el rol del Estado chileno desde principios del siglo XX ha sido promover el conocimiento y determinación de la erosión, a través de la estadística y las cartografías, lo que ha establecido a su vez las instituciones y el tipo de políticas necesarias para enfrentar de manera eficiente la situación, dentro de ellas, la más emblemática ha sido el Decreto Ley N°701, promulgado en 1974, con el objetivo de impulsar el desarrollo forestal de Chile, estableció incentivos a la actividad forestal. Este decreto determinó un sistema de bonificación de un 75% a las plantaciones forestales, las que prioritariamente fueron especies de pino y eucaliptus.

En su primera etapa (1974-1996) se fomentó el sector forestal mediante un subsidio de los costos netos, y una bonificación y beneficio tributario para actividades de administración y manejo de bosques. En el año 1998 se modifica el Decreto Ley N°701 (Ley N°19.561<sup>25</sup>), con el objetivo de regular la actividad forestal en suelos de aptitud preferentemente forestal (APF) y degradados, e incentivar la forestación por parte de los pequeños propietarios

<sup>25</sup> Prórroga vigencia del Decreto Ley N° 701, de 1974, y aumenta incentivos a la forestación: <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1021690>

forestales (PPF). Esta ley entra en vigencia en 1998, pero es retroactiva al año 1996, y considera dos componentes: (i) bonificación a PPF para realizar actividades de forestación y manejo de bosques plantados en suelos APF; (ii) bonificación para realizar actividades de forestación, recuperación de suelos y/o estabilización de dunas en suelos frágiles, ñadis o en proceso de desertificación, en suelos degradados, o en suelos con pendientes superiores al 100% (CONAF, 2014).

Doce años más tarde, se renovó el Decreto Ley N°701 por dos años (Ley 20.488) para que luego en octubre de 2012, el gobierno a cargo enviara al Congreso un Proyecto de Ley con el fin de extender por 20 años el subsidio. Si bien la iniciativa pasó sin mayores problemas por la Cámara de Diputados en abril de 2013, quedó entrampada en las comisiones unidas de Agricultura y Medio Ambiente del Senado, donde recibió 506 indicaciones, deteniendo su tramitación y quedando pendiente de forma indefinida (Fundación Terram, 2017).

La Tabla N°16, es el resultado del análisis histórico de la erosión, a través de las fuentes oficiales del Estado, en donde se muestra su conceptualización, área de estudio analizada, metodología, contribuciones y limitantes. Cabe destacar que la conceptualización, metodología y determinación del área de estudio, ha variado en cada uno de ellos, producto del contexto histórico en los que fueron desarrollados. Las contribuciones de estos estudios son principalmente los aportes en el conocimiento sobre la erosión en Chile, la determinación de las áreas afectadas y el impulso en la producción forestal de esas zonas. Sin embargo también se detectan las limitantes que surgieron al momento de efectuar las distintas investigaciones, la mayoría de ellas estuvieron ligadas al uso de metodología que en algunas ocasiones sólo permitió determinar la erosión en ciertas áreas del país, en consideración a la disponibilidad de antecedentes previo a los estudios, los recursos y los avances tecnológicos.

Tabla N°16: Matriz de análisis histórico del conocimiento y determinación de la erosión en Chile.

<b>Título, Autor, Profesión equipo técnico, Institución, Año de publicación.</b>	<b>Conceptualización de la erosión, Área analizada, Metodología, Contribuciones, Limitantes y Relación con el desarrollo forestal.</b>
<p><b>Título:</b> La erosión de los suelos en Chile.</p> <p><b>Autores:</b> Manuel Elgueta y Juan Jirkal.</p> <p><b>Profesión equipo técnico:</b> Ingenieros Agrónomos.</p> <p><b>Institución:</b> Ministerio de Agricultura.</p> <p><b>Año:</b> 1943.</p>	<p><b>La erosión:</b> Se define como la pérdida o destrucción de las capas del terreno, por la acción única o combinada de los vientos o de las aguas en movimiento o por la acción directa de las lluvias. Además, se establece una diferenciación entre una erosión natural o geológica y una acelerada</p> <p><b>Área de estudio:</b> Provincias de Valparaíso a Cautín</p> <p><b>Metodología:</b> No se indica, sin embargo, se determinan y analizan las causas y factores que determinan la existencia de la erosión en ciertas provincias de Chile, por lo que de esa forma llegan a establecer las zonas más afectadas por la erosión.</p> <p><b>Contribuciones:</b> Fueron los primeros en reconocer la extensión y gravedad del problema de la erosión.</p> <p><b>Limitantes:</b> No se entregan ideas precisas sobre la extensión y la gravedad de la erosión de los suelos en Chile, debido a que hasta ese momento no se había efectuado un censo de los terrenos erosionados. A su vez, la imagen que adjuntan para graficar la situación, sólo indica a grandes rasgos la ubicación del problema, careciendo de los componentes mínimos de un mapa (escala, norte, división administrativa)</p> <p><b>Relación con el desarrollo forestal:</b> Se menciona la necesidad de investigar las especies más favorables para contribuir a las medidas de control de la erosión.</p>
<p><b>Título:</b> Factores que determinan la erosión en Chile.</p> <p><b>Autores:</b> Manuel Rodríguez y Carlos Díaz</p> <p><b>Profesión equipo técnico:</b> Ingenieros Agrónomos.</p> <p><b>Institución:</b> Ministerio de Agricultura.</p> <p><b>Año:</b> 1951.</p>	<p><b>La erosión:</b> Se analizan los factores naturales y antrópicos que determinan la erosión, entre ellos mencionan el clima, los factores geológicos, fisiográficos, los suelos, la vegetación y la agricultura de la zona.</p> <p><b>Área de estudio:</b> Provincias de Maule, Malleco y Bio-Bío</p> <p><b>Metodología:</b> Se realizó un reconocimiento amplio, tomando como base la fotografía aérea levantada en escala 1:250.000, permitiendo determinar el grado de erosión que los afecta a través de la observación y su correlación con el grado de capa vegetal o sub-suelo que se ha perdido.</p> <p><b>Contribuciones:</b> Se realizan reconocimientos de las áreas afectadas por la erosión en tres provincias de Chile, además de un análisis de los factores que determinan la erosión.</p> <p><b>Limitantes:</b> Hasta ese momento se habían realizado reconocimientos en las provincias de Santiago, Maule, Ñuble, Bio-Bío, Malleco, Cautín, Valdivia, Osorno y Llanquihue, que cubren una superficie cercana a los 5 millones de hectáreas, pese a ello, este informe sólo publica los resultados estadísticos de tres provincias, no entregando información espacial.</p> <p><b>Relación con el desarrollo forestal:</b> No se menciona</p>

<p><b>Título:</b> Evaluación de la erosión entre Valparaíso y Cautín</p> <p><b>Autores:</b> Mario Peralta, Fernando Aspillaga, Jorge Barahona, Benito Cuadrado, Alberto Carpinelli, Eduardo Costabal, Juan Echeverría, Mario Funes, Gonzalo Lorca, Guillermo Muñoz, Francisco Marín, Valentín Ortiz, Dante Pesce.</p> <p><b>Profesión equipo técnico:</b> Ingenieros Agrónomos.</p> <p><b>Institución:</b> Instituto de Investigación de Recursos Naturales - CORFO</p> <p><b>Año:</b> 1965.</p>	<p><b>La erosión:</b> Se define como la pérdida del suelo, por la acción de los agentes naturales, agua, viento y hielo. En terrenos cubiertos por vegetación no hay remoción de las partículas del suelo, por los agentes naturales o es tan leve, que se compensa con el aporte que proviene del material de origen subyacente. La erosión acelerada comienza cuando la mano del hombre altera este equilibrio natural porque hace mal uso de la tierra, dejándola expuesta a la acción directa de las gotas de lluvia y al arrastre posterior por las aguas de escurrimiento superficial.</p> <p><b>Área de estudio:</b> Provincias de Valparaíso, Santiago, O'Higgins, Colchagua, Curicó, Talca, Maule, Ñuble, Bio-Bío, Concepción, Arauco, Malleco, Cautín.</p> <p><b>Metodología:</b> La metodología para determinar la erosión en el área de estudio se basó en el uso de estudios de suelos, la disminución en los rendimientos de los cultivos, cambios en el color del suelo y presencia de rasgos visuales de erosión observados en las fotografías aéreas tomadas por el Proyecto Aerofotogramétrico Chile/OEA/BID en 1960.</p> <p><b>Contribuciones:</b> Al poner esta investigación a disposición de las autoridades, se deja constancia de la importancia del suelo como recurso y de la necesidad de tomar prontas medidas para recuperar 2.800.000 hectáreas que estaban afectadas por la erosión.</p> <p><b>Limitantes:</b> La información estadística respecto a la evaluación de la erosión es detallada a nivel comunal, sin embargo la información espacial, pese a que en el trabajo se especifica que se presenta en una lámina transparente con todas las unidades cartográficas, no se adjunta en el informe elaborado por la institución, o más bien, no se tiene la certeza de su existencia.</p> <p><b>Relación con el desarrollo forestal:</b> Para los ejecutores de la investigación, este estudio proporciona los antecedentes necesarios para emprender un plan de reforestación.</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p><b>Título:</b> Perspectivas de desarrollo de los recursos de la VII Región</p> <p><b>Autores:</b> Luis Peña Mac Caskill y Benjamín Fernández.</p> <p><b>Profesión equipo técnico:</b> Ingenieros Agrónomos, ingenieros forestales.</p> <p><b>Institución:</b> Instituto de Investigación de Recursos Naturales - CORFO</p> <p><b>Año:</b> 1979</p>	<p><b>La erosión:</b> Se contextualiza a la erosión como un problema que adquiere características alarmantes en la región del Maule, donde afecta prácticamente a la totalidad de los suelos, agravándose aún más en los terrenos de aptitud forestal de donde ha desaparecido, en extensas zonas, la cobertura vegetal protectora. Asociados con esta degradación de los recursos suelos y vegetación, se han desarrollado serios problemas socioeconómicos, producto de las escasas posibilidades productivas que poseen en la actualidad en la actualidad estas tierras.</p> <p><b>Área de estudio:</b> Comunas de Licantén, Vichuquén, Hualañé, Curepto, Penciahue, Constitución, Empedrado, Chanco, Cauquenes.</p> <p><b>Metodología:</b> Fotointerpretación de fotografías aéreas vuelo PAF.</p> <p><b>Contribuciones:</b> Se reconoce a la “erosión activa” como un factor importante en la disminución de la productividad del suelo en la zona costera de la región, por lo anterior es que el estudio adjunta la carta de erosión a escala 1:100.000, donde se indican los niveles de erosión: no aparente, ligera, moderada, severa y muy severa, y en la que además es posible identificar la categoría “erosión activa”, lo que contribuye en la determinación de áreas prioritarias para la forestación.</p> <p><b>Limitantes:</b> El estudio no realiza una determinación de la erosión de la región completa, considerando sólo las comunas ubicadas entre la Carretera Panamericana y el océano Pacífico y los límites norte y sur de la región del Maule. La razón principal estuvo en determinarla sólo en la zona donde se concentra la actividad forestal.</p> <p><b>Relación con el desarrollo forestal:</b> El proceso erosivo que afecta a la cordillera de la Costa de la VII región, exige una rápida acción tendiente a recuperar la cobertura vegetal de los suelos, con el objeto de detener la erosión y permitir la formación de suelos aptos para cualquier actividad silvopastoral. Para esto, el estudio menciona que es fundamental proteger los terrenos mediante la implantación de especies forestales adecuadas y el manejo de los bosques existentes, ya sean de especies nativas o exóticas. Señalan que es necesario establecer previamente, mediante un criterio económico, cuáles son las especies más interesantes de implantar o manejar, lo que obliga a analizar otros aspectos de la actividad forestal, junto con la urgencia de frenar el proceso de deterioro de los suelos, por esto hacen especial referencia a las especies comerciales de rápido crecimiento, en particular al pino insigne.</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p><b>Título:</b> Fragilidad de los ecosistemas en Chile.</p> <p><b>Autores:</b> Ana María Naveas, Manuel Muñoz, Juan Pablo Reyes y Jaime Sandoval.</p> <p><b>Profesión equipo técnico:</b> Ingeniero Agrónomo, Geógrafo, Ingeniero Forestal.</p> <p><b>Institución:</b> Instituto de Investigación de Recursos Naturales-CORFO</p> <p><b>Año:</b> 1979</p>	<p><b>La erosión:</b> Se contextualiza la erosión como un factor que permite conocer la situación del deterioro del recurso suelo, determinándose los diversos niveles de erosión, indistintamente de los factores y de la mecánica que caracterizan a los diferentes procesos erosivos, como así mismo sin discriminar si estos son activos o están en vías de estabilizarse.</p> <p><b>Área de estudio:</b> Territorio continental, excluyendo los territorios insulares y la Antártica chilena.</p> <p><b>Metodología:</b> Se utiliza la tecnología de la teledetección en lo referente a uso de sensores remotos calificados como no convencionales, pero de uso actual. Tal tecnología la proporcionan los Satélites LANDSAT 1 y 2, en imágenes positivas transparentes y en impresiones falso-color, lo que permitió cubrir detectando y delimitando unidades homogéneas desde el punto de vista de los descriptores de uso actual, nivel de cobertura vegetal y nivel de erosión.</p> <p><b>Contribuciones:</b> Se señala que el uso del conocimiento obtenido a través del estudio permitirá llevar a cabo realizaciones prácticas, aumentando la comprensión y creando las situaciones que sirvan a un propósito utilitario para resolver el problema señalado, proponiendo alternativas de protección y manejo del recurso suelo. A su vez es el primer estudio que presenta un análisis del problema del territorio continental.</p> <p><b>Limitantes:</b> El estudio, si bien permite establecer la situación del recurso suelo y vegetación en lo que se refiere al deterioro progresivo del suelo en las regiones de Chile, se presenta a pequeña escala 1:500.000, lo que no permite un análisis detallado del problema.</p> <p><b>Relación con el desarrollo forestal:</b> En la búsqueda de estabilizar el grave proceso de deterioro de los ecosistemas del Territorio Continental Chileno se aportan ideas generales, de acuerdo al nivel del prediagnóstico, respecto de la implantación de una cubierta vegetal adecuada, tanto arbórea (forestación y reforestación) de interés económico a la vez, como un manejo eficiente de los ecosistemas con vegetación natural y artificial. Dentro de esta creación de ecosistemas antropogénicos la implantación de especies forestales presenta grandes ventajas ya que implica menores costos que las praderas, proporciona trabajo a gran número de personas y permite la creación de complejos industriales mayores a un relativo corto plazo.</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p><b>Título:</b> Zonificación de la erosión y fragilidad de los suelos del secano costero</p> <p><b>Autores:</b> Marion Espinosa, Patricio Lara, Claudia Mascayano, Gerardo Reyes, Guillermo Zamora, Marcela Lara, Roberto Castro, Carlos Sepúlveda, Gabriel Ortíz, Balfredo Toledo y Ariel Avendaño.</p> <p><b>Profesión equipo técnico:</b> Ingenieros agrónomos, Ingeniero forestal, Cartógrafos, Ingeniero en computación.</p> <p><b>Institución:</b> Centro de Información de Recursos Naturales.</p> <p><b>Año:</b> 2006</p>	<p><b>La erosión:</b> Se define en base a las categorías del Decreto Ley N°701.</p> <p><b>Área de estudio:</b> Secano costero de las regiones VI y VII</p> <p><b>Metodología:</b> Análisis visual de distintas composiciones espectrales de los datos satelitales, clasificación supervisada del índice de brillo, apoyada con muestras de terreno, fotointerpretación de fotos de color y datos del estudio agrológico.</p> <p><b>Contribuciones:</b> El proyecto tiene como fin proporcionar información que facilite la aplicación de los distintos subsidios que otorga el Ministerio de Agricultura, a través de la zonificación, a nivel de semidetalle (1:50.000), de las clases de erosión y niveles de fragilidad de los suelos del secano costero de las regiones VI y VII y, a nivel de detalle (1:10.000), en los sectores de concentración de pequeños propietarios del secano interior de las comunas de Paredones y Curepto.</p> <p><b>Limitantes:</b> Sólo se realiza una zonificación de las áreas afectadas en la VI y VII región. Si bien se presentan cartografías de erosión, a escala 1:50.000, gran parte del territorio estudiado queda determinado como “área excluida”, no determinándose la severidad de la erosión.</p> <p><b>Relación con el desarrollo forestal:</b> Se menciona la importancia que tiene el recurso forestal en la protección y conservación de suelo y agua, mejoramiento de la calidad del aire, a su vez se destaca que es un recurso natural renovable y que económicamente representa la segunda entrada de divisas por sus exportaciones dentro del sector silvoagropecuario nacional. Por estas razones y ante la necesidad de proteger el recurso, se señala que el gobierno impulsa programas de bonificación para la forestación de predios rurales con suelos de aptitud preferentemente forestal, erosionados y frágiles.</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p><b>Título:</b> Determinación de la erosión actual y potencial de los suelos en Chile</p> <p><b>Autores:</b> Juan Pablo Flores, Marión Espinosa, Eduardo Martínez, Gabriel Henríquez, Pablo Avendaño, Patricio Torres, Isaac Ahumada, Marcelo Retamal, Balfredo Toledo y Luz Marín.</p> <p><b>Profesión equipo técnico:</b> Ingeniero Agrónomo, Ingeniero Forestal, Cartógrafos.</p> <p><b>Institución:</b> Centro de Información de Recursos Naturales</p> <p><b>Año:</b> 2010</p>	<p><b>La erosión:</b> Se presenta a la erosión como uno de los problemas ambientales más significativos porque afecta directamente al sector silvoagropecuario, especialmente porque el recurso suelo resulta ser no renovable a escala humana y es altamente vulnerable a actuaciones antrópicas y condiciones de variabilidad climática y cambio climático global. Se define como un proceso físico, que se origina cuando la fuerza de determinados agentes externos como el agua o el viento, es superior a las fuerzas de cohesión que unen las partículas de suelos en agregados a terrones, los cuales son disgregados y transportados por dichos agentes u otros, produciendo la desaparición parcial o total del horizonte superficial o incluso de todo el suelo o substrato. También, señala una erosión acelerada, cuando el proceso erosivo adquiere una connotación negativa y se enmarca como una de las causas de la degradación del suelo, produciéndose una reducción substancial de la productividad de la tierra, básicamente por el uso y manejo inadecuado del suelo, como las prácticas agrícolas inapropiadas.</p> <p><b>Área de estudio:</b> Territorio chileno</p> <p><b>Metodología:</b> Consistió en el análisis interpretativo visual de imágenes satelitales Landsat TM 5, datos de estudios agrológicos, curvas de nivel, e índices espectrales confrontadas con las observaciones tomadas en las campañas de terreno en todas las regiones de Chile. Tales capas de información se integraron mediante SIG, complementada con técnicas de Geomática</p> <p><b>Contribuciones:</b> Determinar la erosión en todo el país.</p> <p><b>Limitantes:</b> Destacan el aumento hacia el sur de Chile, de suelos con “erosión no aparente”: <i>“es decir suelos con cobertura vegetal mayor a 75% y que dada la metodología utilizada (imágenes satelitales LANDSAT TM 5) no es posible asignar un grado de severidad en particular”</i> CIREN (2010, pág: 115). Sin embargo, lo anterior significó que en un 18,4% de la superficie total del país, no se determinó el grado de severidad de erosión.</p> <p><b>Relación con el desarrollo forestal:</b> Proporcionar información de erosión y susceptibilidad a la erosión de los suelos al sector forestal, que permita a las autoridades y organismos relacionados, centralizar su acción referente a la aplicación de su legislación vigente sobre Fomento Forestal.</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fuente: Elaboración propia, a partir del análisis de estudios que determinaron la erosión en Chile.

A partir de la matriz anteriormente señalada, se deduce que al menos se publica un informe por década sobre erosión desde 1943 (Elgueta y Jirkal) a 1979 (IREN), sin embargo luego de este último, CIREN como sucesor técnico, retoma el tema sólo a partir de inicios del siglo XXI, y es que lo anterior responde al contexto histórico y económico que se vivió entre la década de los 80 y 90 en dónde la inversión a la tecnología y el conocimiento científico pasó por una crisis.

El país presentaba un marcado impulso hacia el desarrollo productivo hasta finales la década de los 70. Sin embargo, ya a mediados de la década de los 80, CORFO constató que muchas decisiones de inversión, tanto en el sector público como privado, no se concretaban



debido a que los interesados no tenían suficiente información ni la calidad necesaria como para evaluar sus proyectos. No obstante, estos antecedentes sí existían, pero dispersos en múltiples instituciones, algunas de las cuales no tenían ni la vocación ni la misión de atender directamente al público. En definitiva, muchos proyectos abortaban sin siquiera iniciarse ante la sola perspectiva que tenía el inversionista de recorrer una infinidad de oficinas públicas, sin encontrar respuestas oportunas y confiables. De esta forma, la Corporación de Fomento decidió transformar al IREN en un Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN), para servir de puente entre los inversionistas y las diferentes fuentes de información (CIREN, 2011).

#### 4.2 Los estudios sobre erosión en el área de estudio: 1979 – 2010.

En todos los estudios anteriormente señalados, existe una preocupación por la recuperación del suelo y la productividad que este puede tener en la zona del secano a través de las plantaciones forestales exóticas de crecimiento rápido. Los estudios “Perspectivas de desarrollo de los recursos de la VII Región” (IREN, 1979) y “Determinación de Erosión Actual y Potencial de los suelos de Chile” (CIREN, 2010), permiten realizar un análisis espacio temporal de la erosión en las comunas de Constitución, Empedrado y Chanco. Su elección se justifica en que proporcionan información espacial de la erosión en los años 1979 y 2010 y porque además su análisis está basado en la misma categorización, como se especifica en la Tabla N°17.

Tabla N°17: Definiciones de las categorías de erosión.

Tipo erosión de manto	IREN 1979a	CIREN 2010
<b>Sin erosión</b>	No se determina.	Se define como una superficie de suelo que no presenta alteraciones o signos de pérdidas de suelo o se encuentra protegido de las fuerzas erosivas, como la lluvia, viento o gravedad, por algún tipo de cubierta vegetal, corresponde en términos generales a suelos planiformes o depositacionales.
<b>Erosión ligera</b>	Es difícil explicar en detalle cuales son las características de un suelo con erosión ligera, pero sería significativo observar los cambios de color del suelo superficial, las diferencias en el desarrollo de las plantas que forman la cobertura vegetal, la presencia de piedras en la superficie del suelo, presencia de algunos pedestales de erosión, etc. El porcentaje de suelo perdido puede variar de 20% a 40%.	Corresponde a un suelo ligeramente inclinado u ondulado o con cobertura de vegetación nativa semidensa (mayor a 50% y menor a 75), que se encuentra levemente alterado el espesor y carácter del horizonte. En la mayor parte de los casos el manejo de estos suelos no es diferente a los suelos no erosionados

<b>Erosión moderada</b>	Las características señaladas anteriormente se acentúan y en los cambios de color del suelo se pueden observar ciertas áreas con una clara presencia del subsuelo. El desarrollo de la vegetación se observa notoriamente afectado en áreas grandes y los pedestales de erosión y pavimento de erosión son bien visibles. El porcentaje de suelo perdido puede variar de 40% a 60%.	Se define como un suelo que tiene clara presencia del subsuelo en al menos el 30% de la superficie de la unidad en estudio (Unidad cartográfica homogénea, UCH). Existe presencia de pedestales o pavimentos de erosión en al menos el 30% de la superficie. El suelo original se ha perdido entre 40 a 60%. Existe presencia ocasional de surcos o canalículos.
<b>Erosión severa</b>	Se podría señalar que sólo pequeñas áreas presentan el horizonte superior a la vista y bastante erosionado y es visible en gran parte del subsuelo. La vegetación, por supuesto está seriamente afectada y todos los indicadores de erosión de manto están presentes. El porcentaje de suelo perdido puede variar de 60% a 80%.	Corresponde a un suelo que presenta ocasionalmente surcos y cárcavas. La unidad presenta entre un 30 a 60% de la superficie con el subsuelo visible, con pedestales o pavimentos. La pérdida de suelo es del orden del 60 a 80%. Hay presencia de zanjas con un distanciamiento medio de 10 a 20 metros
<b>Erosión muy severa</b>	En estas áreas, sólo retazos mínimos revelan que hubo suelo en la zona. Sólo se presenta a la vista el subsuelo y en muchas áreas ya está visiblemente presente el material de origen. El porcentaje de suelo perdido puede variar de 80% a 100%.	Corresponde a unidades de suelo no apropiadas para cultivos por cuanto se ha destruido el suelo en más de un 60% de la superficie. El subsuelo se presenta a la vista y el material de origen en más de un 60% de la superficie. Existe una presencia de pedestales o pavimento en más del 60% de la superficie. Existe una pérdida del suelo superior al 80% del suelo original. Presencia de cárcavas con distanciamiento medio entre 5 a 10 metros
<b>Erosión no aparente</b>	Usualmente está circunscrita a las regiones planas o casi planas en que por razones obvias es casi imposible determinar con exactitud el fenómeno erosivo. Se sabe que existe y que hay pérdidas de suelo, pero en la imposibilidad casi material de detectarlo se prefiere emplear el término "no aparente". El porcentaje de suelo perdido puede variar de 0 a 20%	Corresponde a sectores que se encuentran protegido por algún tipo de cubierta vegetal de densidad mayor a 75% o su uso está sujeto a buenas prácticas de manejo

Fuente: Elaboración propia, con base en IREN (1965c - 1979a) y CIREN (2010).

Es importante señalar que IREN (1979a) no describe las categorías utilizadas, sin embargo, utilizó las que IREN (1965c) determinó en su estudio “Evaluación de la erosión en la cordillera de la Costa”. En ese estudio se emplearon 5 niveles para señalar la erosión de manto, clasificación que fue una generalización de la empleada en Estados Unidos, por el

Soil Conservation Service. Por su parte CIREN (2010), determinó las clases de erosión en base a las especificaciones de los Estudios agrológicos de CIREN y boletines técnicos de CONAF y SAG.

Tanto la clasificación propuesta en 1979, como la del 2010, guardan estrecha relación entre la erosión y la capa vegetacional. A mayor cobertura vegetacional menor es el nivel de erosión. Coinciden además en que la presencia de la erosión se determina por la evidencia visual de cárcavas o surcos, o por la pérdida de suelo, de esta forma se determina en los siguientes porcentajes: para la erosión ligera se pierde de un 20% a 40%, erosión moderada 40% a 60%, erosión severa de 60% a 80% y la erosión muy severa, sobre un 80% de pérdida de suelo.

Pese a las similitudes también se destacan dos grandes diferencias: la primera se refiere a que en el año 2010, la institución a cargo reconoce superficie sin erosión, debido la existencia de una cobertura vegetacional “protectora”. En 1979, toda superficie tenía algún grado de erosión y por lo tanto la categoría sin erosión, no se utiliza. Sin embargo, la diferencia más importante, está determinada por la categoría “no aparente”. Para el año 2010, la “erosión no aparente”, tiene un significado totalmente distinto al del año 1979. En este último, se refiere a sectores planos, reconociéndose la existencia de erosión, pero en la imposibilidad casi material de detectarlo se prefiere emplear el término "no aparente", el porcentaje de suelo perdido varía de 0 a 20%. En el año 2010, esta categoría se relaciona más bien a una medida de control de la erosión, a través de cubierta vegetal, que en la mayoría de los casos son plantaciones forestales, ya que el método que se utilizó para determinar la erosión en estos sectores, no permitió visualizar la erosión bajo cobertura vegetal o plantaciones, por lo tanto es área que quedó sin determinar un tipo de erosión, por lo anterior el siguiente análisis que se realizará sobre las categorías, en su dimensión espacial, también buscará determinar que cobertura o uso se relaciona con lo que no se pudo determinar en 1979 y 2010.

#### **4.2.1 Análisis espacio temporal de la erosión en la comuna de Constitución.**

La comuna de Constitución, cuya superficie total estudiada es de 134.044 hectáreas presenta en el año 1979, un total de 114.480 hectáreas con algún grado de erosión (considerando las categorías ligera, moderada, severa y muy severa), lo que, en porcentaje, corresponde a un 86% de su superficie total comunal, mientras que para el año 2010, la superficie erosionada correspondía a 69.669 hectáreas, equivalente a un 52%. Sin embargo, la situación crítica de suelos degradados se presenta cuando estos presentan una erosión severa y muy severa. Para el año 1979, 42.158 hectáreas (31%) de la superficie presentan esta condición, mientras que para el año 2010, 10.079 hectáreas (8%).

En términos de representatividad espacial la categoría de erosión con mayor superficie en el año 1979, fue la erosión moderada, con un total de 62.213 hectáreas (46%), lo que cambia para el año 2010, debido a que es la erosión no aparente es la categoría que predomina, con un total de 53.791 hectáreas, equivalente a un 40% de la comuna, en donde además se evidencia que dentro de esta superficie no se tiene certeza de la erosión que afecta a sus suelos. Cabe destacar que para el año 1979, toda superficie presentaba algún grado de erosión, ya que la clasificación “sin erosión”, sólo se utiliza en el año 2010, con 3.581 hectáreas (3%).

Los resultados de ambos estudios se muestran con mayor especificación en la Tabla N°18, donde se señala la superficie en hectáreas, para cada categorización de la erosión. Así mismo, la equivalencia de estos valores se muestra en porcentaje en los Gráficos N°3 y N°4.

Tabla N°18: La erosión en la comuna de Constitución. Superficie en hectáreas.

Año	Ligera	Moderada	Severa	Muy severa	Sin erosión	No aparente	Otras categorías	Total
1979	10.109	62.213	35.858	6.300	S/I	7.307	12.257	134.044
2010	37.113	22.477	9.292	787	3.581	53.791	7.003	134.044

Fuente: Elaboración propia con base en IREN (1979) y CIREN (2010).

Gráfico N°3: Valores en porcentaje de las categorías de erosión. Comuna de Constitución, año 1979.

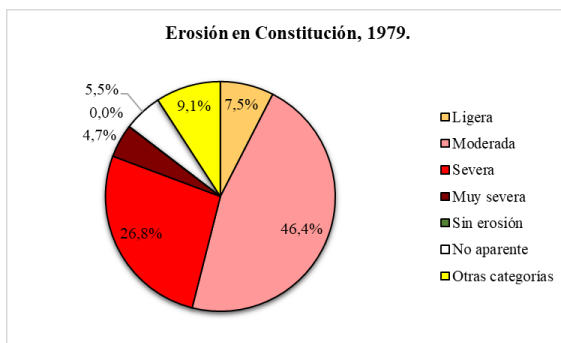
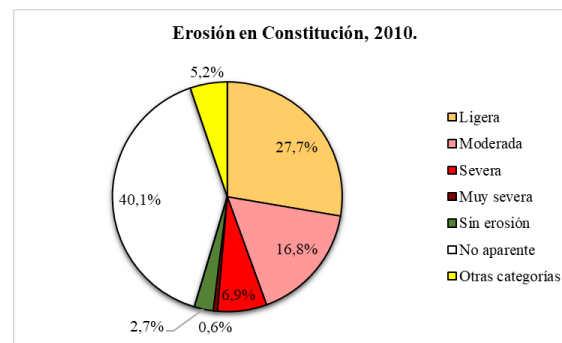


Gráfico N°4: Valores en porcentaje de las categorías de erosión. Comuna de Constitución, año 2010.



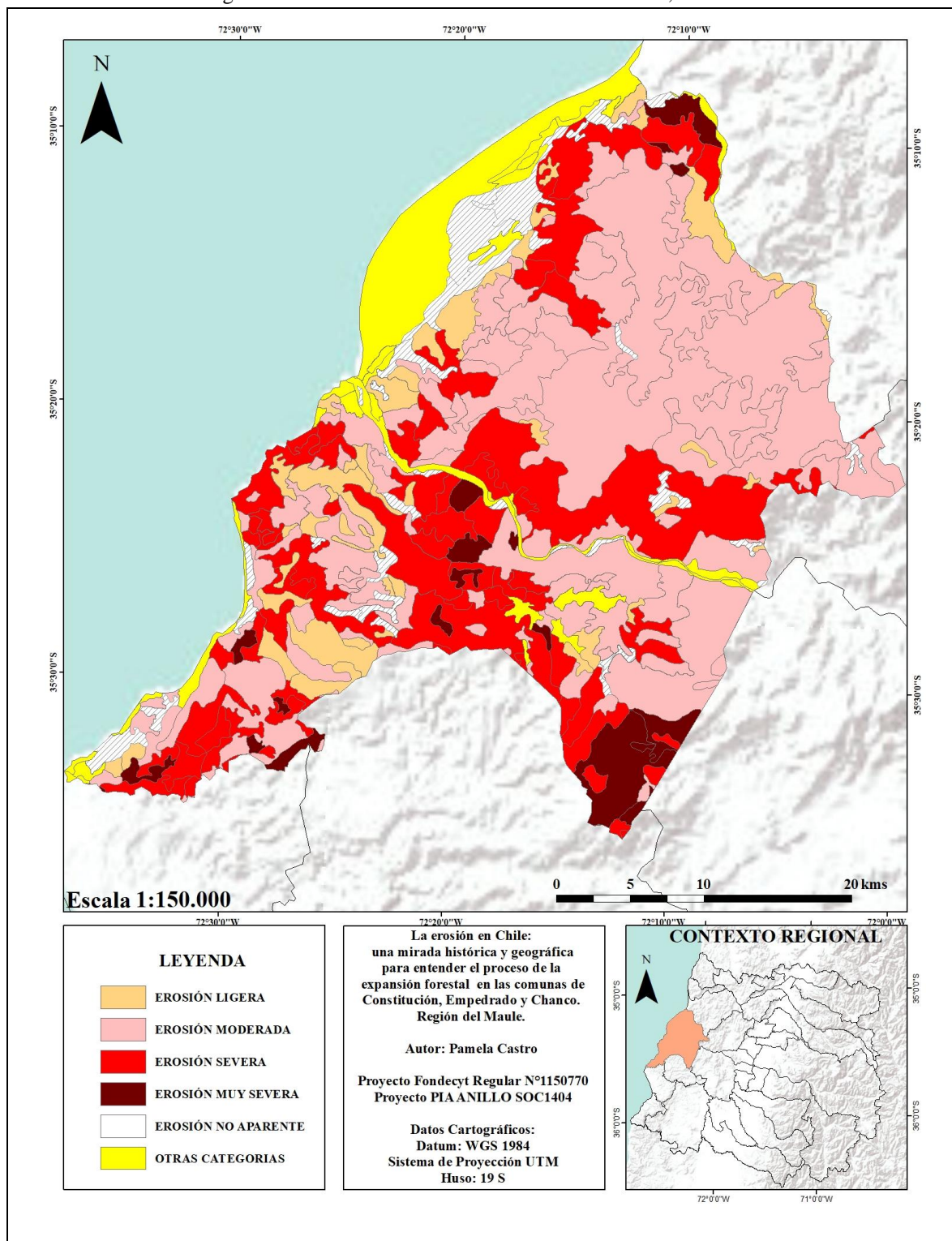
Fuente: Elaboración propia, con base en IREN, (1979a) y CIREN (2010).

La Figura N°9 muestra la cartografía de erosión para el año 1979 en la comuna de Constitución. En ella se observa el predominio de la erosión moderada dentro de la superficie comunal, la que se extiende principalmente hacia el norte del río Maule, concentrándose en la zona centro-este de la comuna. La segunda categoría con mayor relevancia en la comuna es la severa, la que se ubica rodeando a la erosión moderada en algunos sectores. Por su parte las categorías con menor representatividad como la ligera se ubica principalmente en la zona suroeste, mientras que la muy severa se concentra en la zona sureste. La categoría no aparente, se concentra principalmente en sectores planos de la

zona costera. Por último, cabe señalar que “otras categorías”, representan a dunas, ríos, y la zona urbana.

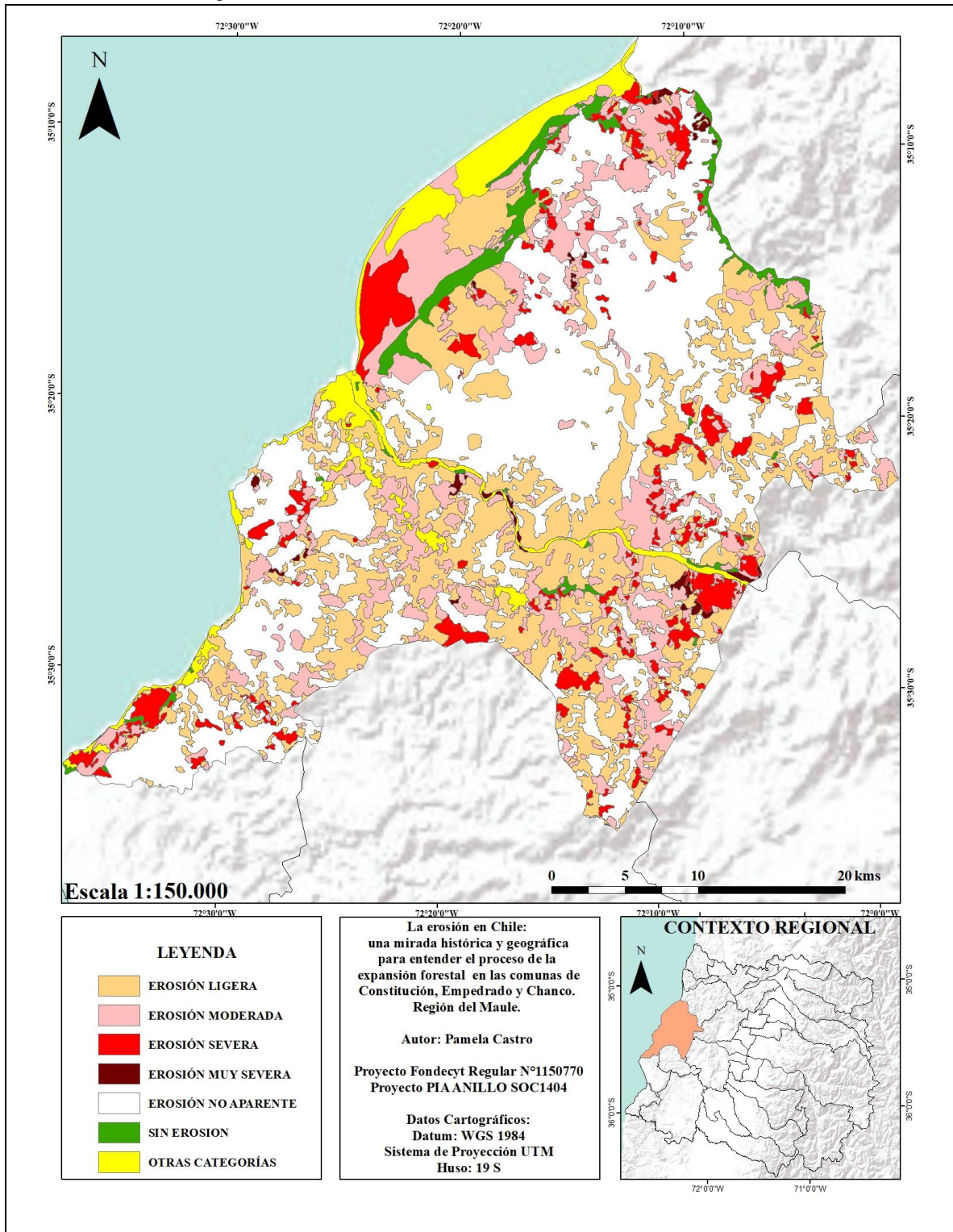
Para el año 2010, la cartografía sobre erosión representada por la Figura N°10, muestra grandes diferencias en comparación al análisis del año 1979. La superficie comunal se encuentra en su mayoría, determinada con una erosión no aparente, en donde según el estudio de CIREN (2010), la erosión está siendo controlada por plantaciones forestales, pero sin embargo no se determina la gravedad en sus suelos. Esta se concentra principalmente al norte del Río Maule y parte de la zona suroeste, ocupando en su mayoría, lo que anteriormente era representando en 1979 por una erosión moderada. La categoría que rodea principalmente a la erosión no aparente es la erosión ligera. En menor proporción se ubica la categoría moderada, la que se concentra principalmente en la zona costera de la comuna de Constitución. Se logra apreciar, además, una baja sustancial de las categorías de erosión severa y muy severa, siendo esta última la que tiene una menor representación dentro de la comuna. Por último, es importante señalar que hay sectores de la comuna que no presentan erosión para el año 2010, a diferencia de 1979, donde no existía esta categoría. Si bien, la presencia de la categoría sin erosión sigue siendo baja, esta se ubica en la zona costera, y en el norte de la comuna, cercano al río Mataquito.

Figura N°9: La erosión en la comuna de Constitución, año 1979.



Fuente: Elaboración propia, con base en IREN (1979a).

Figura N°10. La erosión en la comuna de Constitución, año 2010.



Fuente: Elaboración propia, con base en CIREN (2010).

#### 4.2.2 Análisis de erosión no aparente en la comuna de Constitución.

La erosión no aparente para el año 1979 presenta una superficie total de 7.307 hectáreas dentro de la comuna de Constitución, de ellas se identifica que existen 2.922 hectáreas que son agrícolas, seguido de pastizales con un total de 1.823 hectáreas, categorías que abarcan un 65% de lo que se clasificó como erosión no aparente. Es importante señalar que este uso y cobertura se ubica en las zonas más planas de la comuna. Para el año 2010, la erosión no aparente, aumenta considerablemente en su extensión dentro de la comuna. Dado los resultados estadísticos, es posible afirmar esta situación, de acuerdo con ello, las plantaciones forestales tienen la mayor superficie, representado por 46.857 hectáreas; es decir, un 87,1% de toda la superficie con erosión no aparente, se relacionan a esta categoría.

La Tabla N°19, muestra con mayor detalle la relación existente de la erosión no aparente y los distintos usos y coberturas para el año 1979 y 2010. Los datos se presentan en hectáreas y en porcentajes en relación al total de superficie categorizada como “erosión no aparente” en la comuna.

Tabla N°19: Relación erosión no aparente y uso o cobertura de suelo.

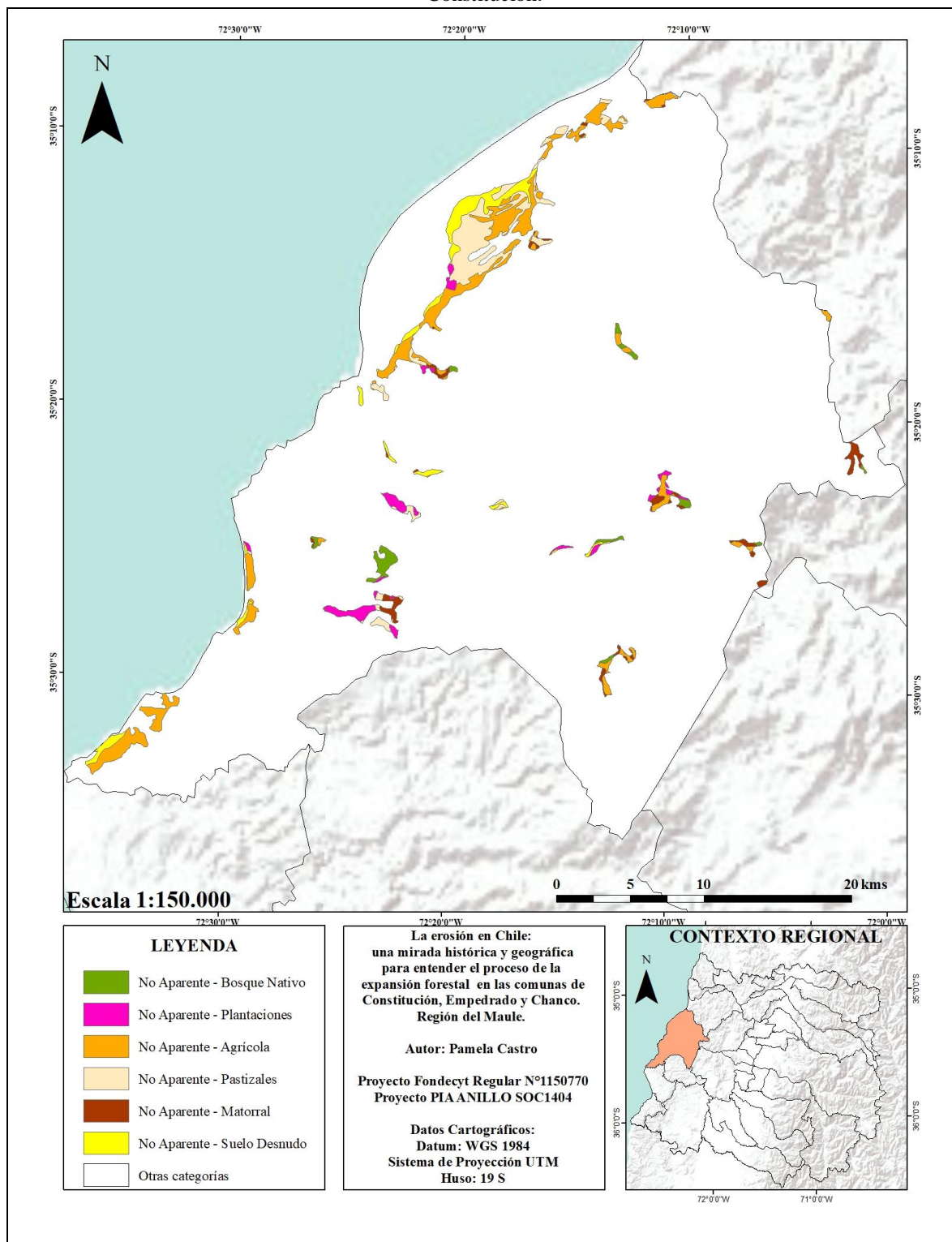
Usos y coberturas de suelo	COMUNA DE CONSTITUCIÓN			
	Erosión no aparente 1979		Erosión no aparente 2010	
	Superficie (ha)	Porcentaje	Superficie (ha)	Porcentaje
Bosque nativo	407	5,6	4.865	9,0
Plantaciones	576	7,9	<b>46.857</b>	<b>87,1</b>
Agrícola	<b>2.922</b>	<b>40,0</b>	37	0,1
Pastizales	<b>1.823</b>	<b>25,0</b>	130	0,2
Matorral	537	7,3	1.742	3,2
Urbano	S/I	S/I	66	0,1
Suelo desnudo	1.042	14,2	56	0,1
Cuerpo de agua	S/I	S/I	38	0,1
<b>Total</b>	<b>7.307</b>	<b>100,0</b>	<b>53.791</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Elaboración propia.

Las Figuras N°11 y N°12, muestran el resultado de la determinación de la distribución espacial de la erosión no aparente y su relación con los usos y coberturas de suelo para los años de estudio. Como se aprecia en la Figura N°11, la categoría de erosión analizada, se distribuye principalmente en la zona costera de la comuna, vinculada mayoritariamente al uso agrícola y a pastizales. La Figura N°12, muestra la predominancia de esta categoría principalmente en zonas de plantaciones forestales, seguido muy por debajo en zonas de quebradas, donde se ubica el bosque nativo, por lo que es posible afirmar que es la cobertura vegetal la que no permite determinar la erosión.

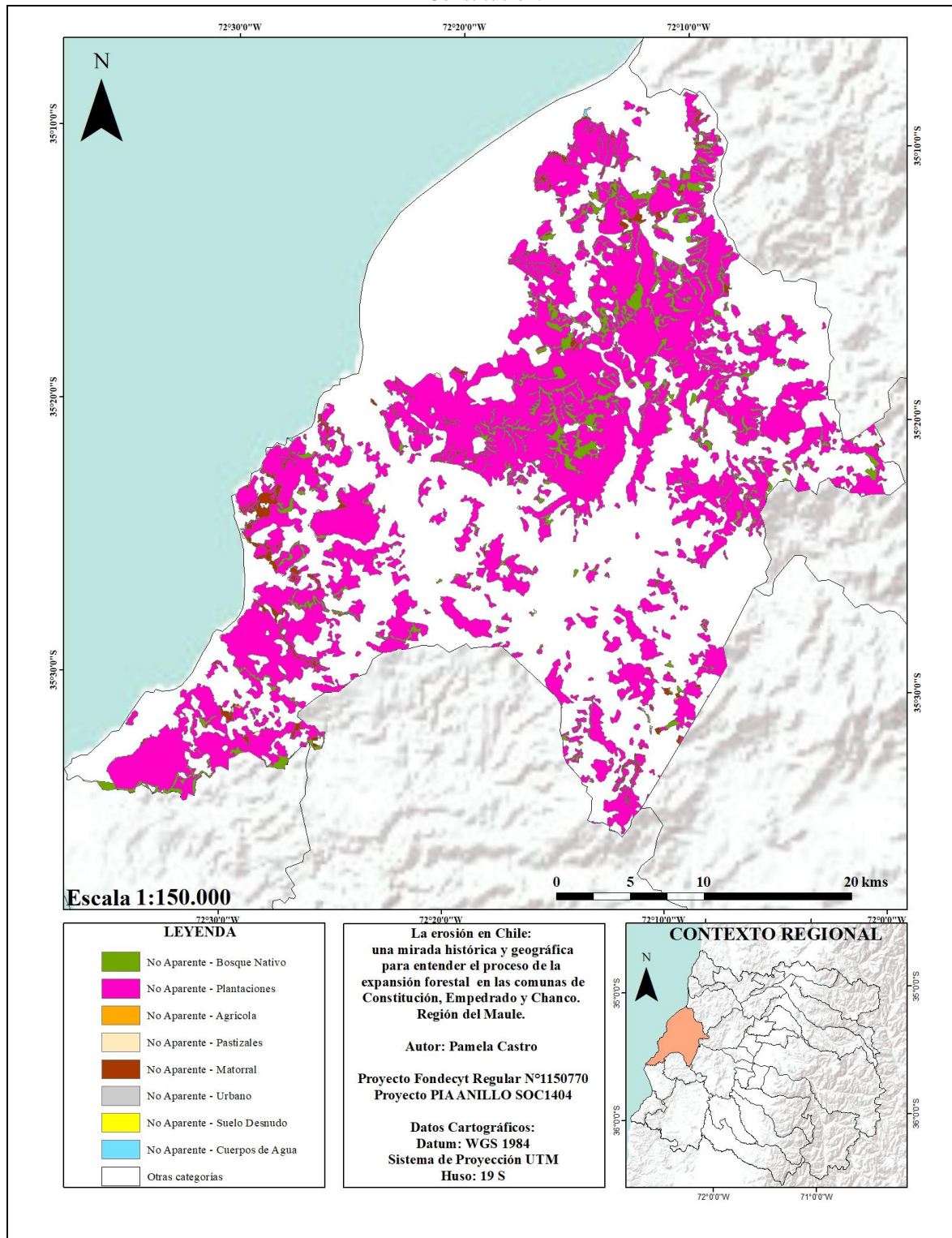


Figura N°11: La erosión no aparente (1979) y su relación con usos y coberturas de suelo (1979), comuna de Constitución.



Fuente: Elaboración propia a partir de información espacial IREN (1979a).

Figura N°12: La erosión no aparente (1979) y su relación con usos y coberturas de suelo (2015), comuna de Constitución.



Fuente: Elaboración propia a partir de información espacial CIREN (2010) y fotointerpretación Fondecyt 1150770 (2015).

### 4.2.3 Análisis espacio temporal de la erosión en la comuna de Empedrado.

La comuna de Empedrado, cuya superficie total en el estudio es de 56.567 hectáreas, presenta para el año 1979, un total de 54.221 hectáreas con algún grado de erosión (considerando las categorías ligera, moderada, severa y muy severa), lo que, en porcentaje, corresponde a un 96% de su superficie total comunal, mientras que para el año 2010, la superficie erosionada corresponde a 33.586 hectáreas, equivalente a un 59% de la superficie total comunal. La superficie severamente erosionada en 1979 es de 41.414 hectáreas (73%), mientras que para el año 2010 es de 6.989 (12%).

La comuna de Empedrado, para el año 1979 posee mayor superficie con erosión severa, lo que equivale a un total de 33.517 hectáreas (59,2%). Situación que no se mantiene para el año 2010, debido a que es la erosión no aparente presenta la mayor representación, con un total de 21.894 hectáreas, que en porcentaje representa un 39% de la comuna, por lo tanto, es este el porcentaje donde no se determina la erosión.

Los resultados de ambos estudios se muestran con mayor especificación en la Tabla N°20, donde se señala la superficie en hectáreas, para cada categorización de la erosión. Así mismo, la equivalencia de estos valores se muestra en porcentaje en los Gráficos N°5 y N°6.

Tabla N°20: La erosión en la comuna de Empedrado. Superficie en hectáreas.

Año	Ligera	Moderada	Severa	Muy severa	Sin erosión	No aparente	Otras categorías	Total
1979	2.534	10.273	33.517	7.897	S/I	1.789	557	56.567
2010	16.999	9.598	6.493	496	1.007	21.894	80	56.567

Fuente: Elaboración propia, en base a IREN (1979) y CIREN (2010).

Gráfico N°5: Valores en porcentaje de las categorías de erosión. Comuna de Empedrado, año 1979.

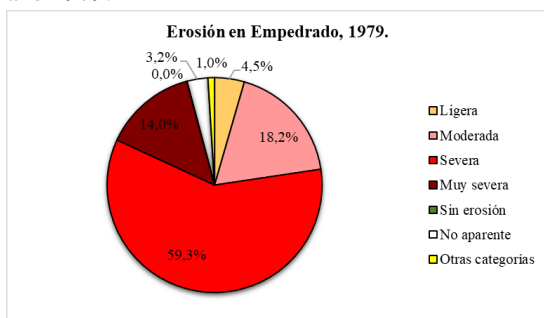
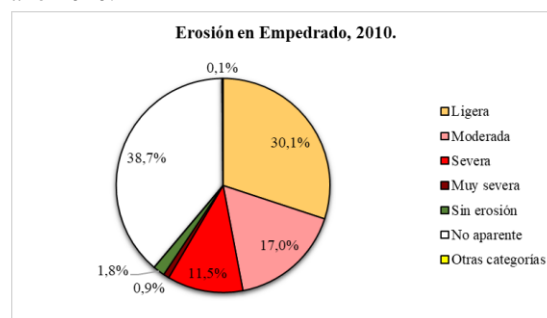


Gráfico N°6: Valores en porcentaje de las categorías de erosión. Comuna de Empedrado, año 2010.



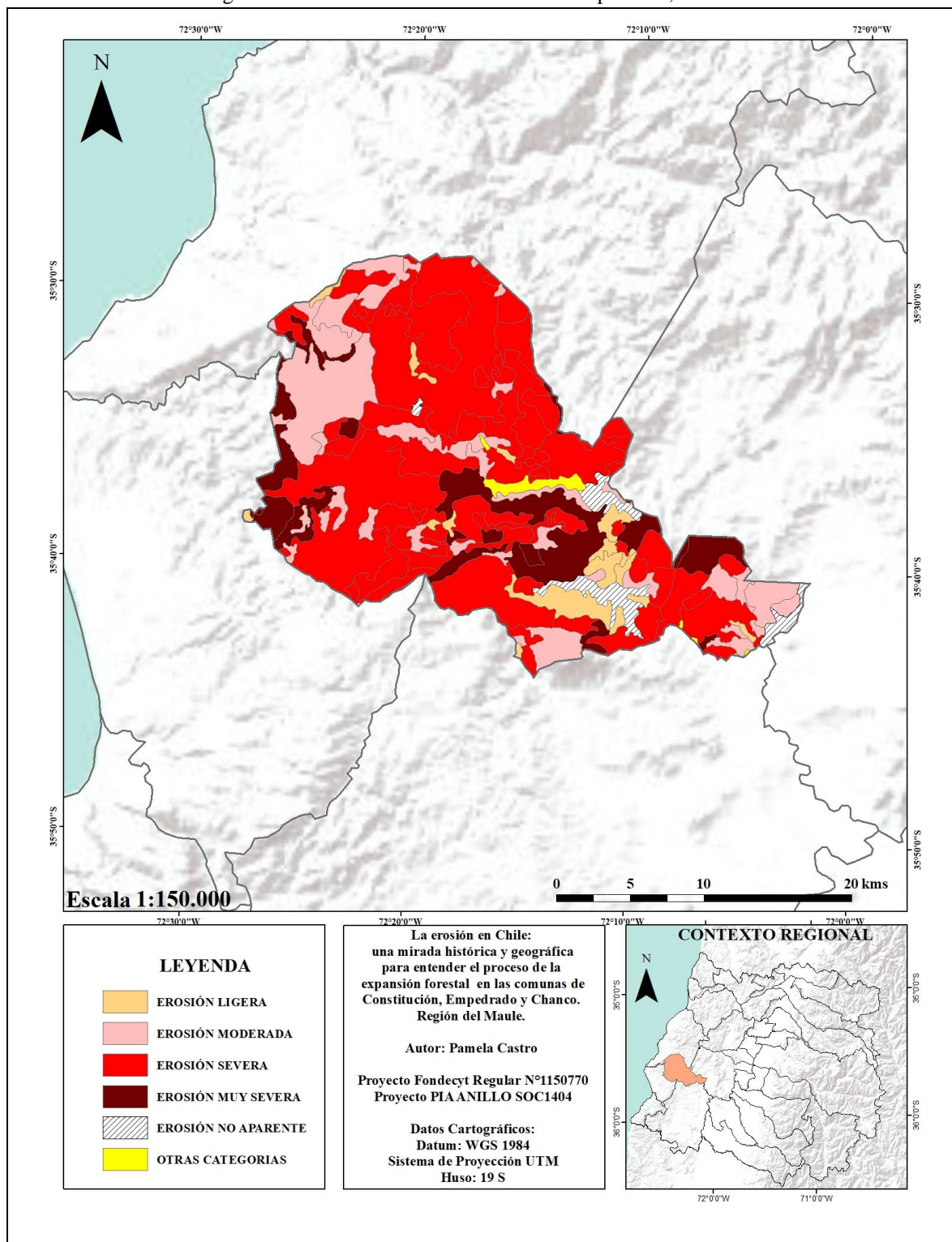
Fuente: Elaboración propia, con base en IREN, (1979a) y CIREN (2010).

La Figura N°13 muestra la cartografía de erosión para el año 1979 en la comuna de Empedrado. En ella se observa la preponderancia de la erosión severa, por sobre las demás

categorías, extendiéndose por casi toda la comuna. La segunda categoría con mayor relevancia es la erosión moderada, la que se concentra principalmente en la zona oeste de la comuna. La erosión moderada, se ubica principalmente en la zona noroeste de Empedrado.

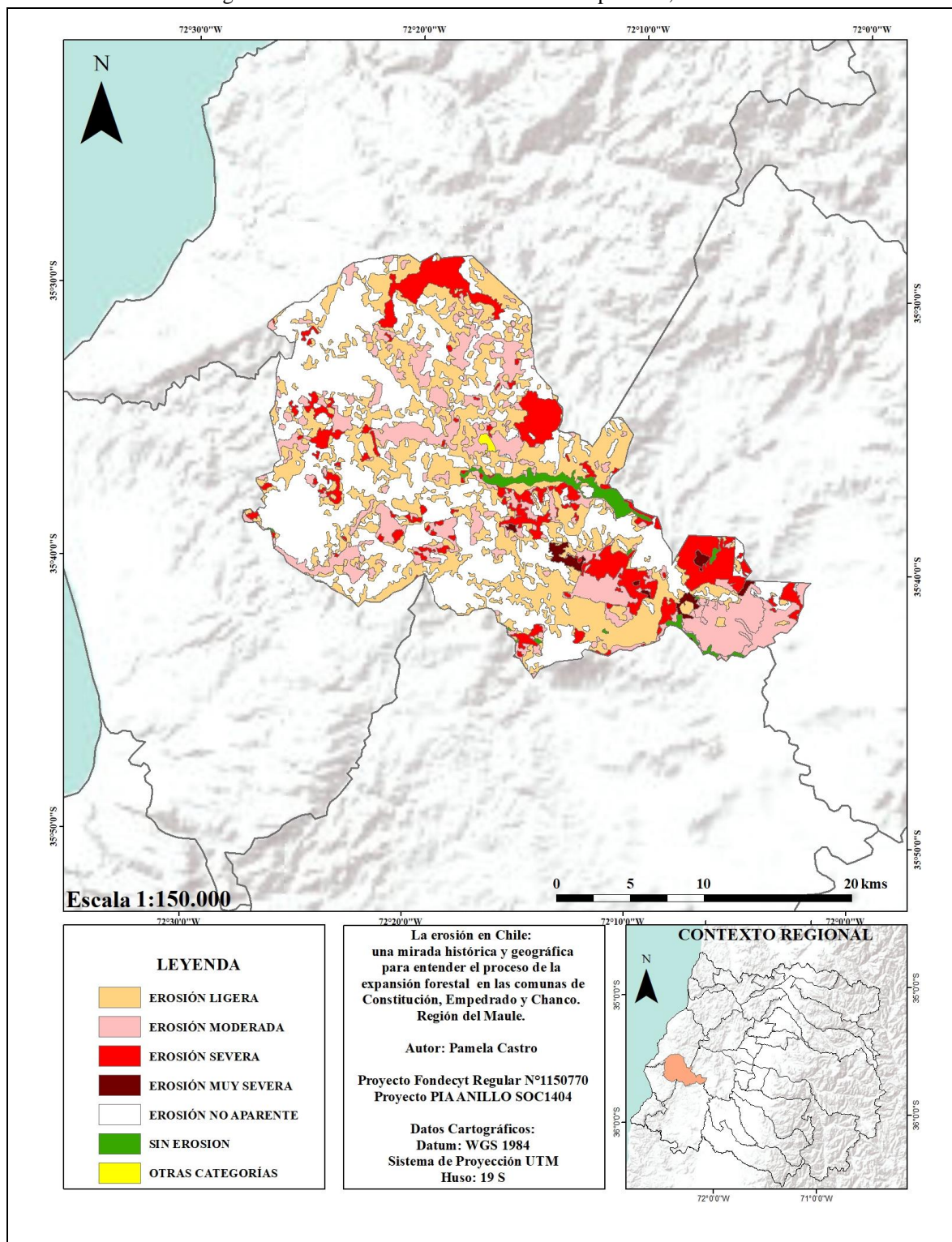
Al igual que en Constitución, para el año 2010, la Figura N°14, muestra grandes diferencias en comparación al análisis del año 1979. La superficie total comunal se encuentra en su mayoría, determinada por una erosión no aparente, categoría rodeada principalmente por la erosión ligera y moderada en menor medida. Se logra apreciar, además, una baja sustancial de las categorías de erosión severa y muy severa. Por último, es importante señalar que hay sectores de la comuna que no presentan erosión para el año 2010, a diferencia de 1979, donde no existía esta categoría. Si bien, la presencia de la categoría sin erosión sigue siendo baja, esta se ubica cercana al Estero Carrizo.

Figura N°13: La erosión en la comuna de Empedrado, año 1979.



Fuente: Elaboración propia, con base en IREN (1979a).

Figura N°14: La erosión en la comuna de Empedrado, año 2010.



Fuente: Elaboración propia, con base en CIREN (2010).

#### 4.2.4 Análisis de la erosión no aparente en la comuna de Empedrado

Para el año 1979, la erosión no aparente abarca una superficie total de 1.789 hectáreas, de ellas se identifica que existen 1.483 hectáreas que son agrícolas y tienen esta erosión, seguido de pastizales con un total de 234 hectáreas, cifras que abarcan un 96% de la categoría no aparente. Para el año 2010, la erosión no aparente, aumenta considerablemente, lo que en superficie equivale a 21.894 hectáreas. De acuerdo con los resultados, las plantaciones forestales tienen la mayor representación, con 20.000 hectáreas de la comuna, que en porcentaje equivalen a un 91% del total de la erosión no aparente, le sigue muy por debajo el bosque nativo, con un total de 1.480 hectáreas (6,7% de la erosión no aparente total en la comuna).

La Tabla N°21, muestra con mayor detalle la relación existente de la erosión no aparente y los distintos usos y coberturas para el año 1979 y 2010. Los datos se presentan en hectáreas y en porcentajes en relación al total de superficie categorizada como “erosión no aparente” en la comuna.

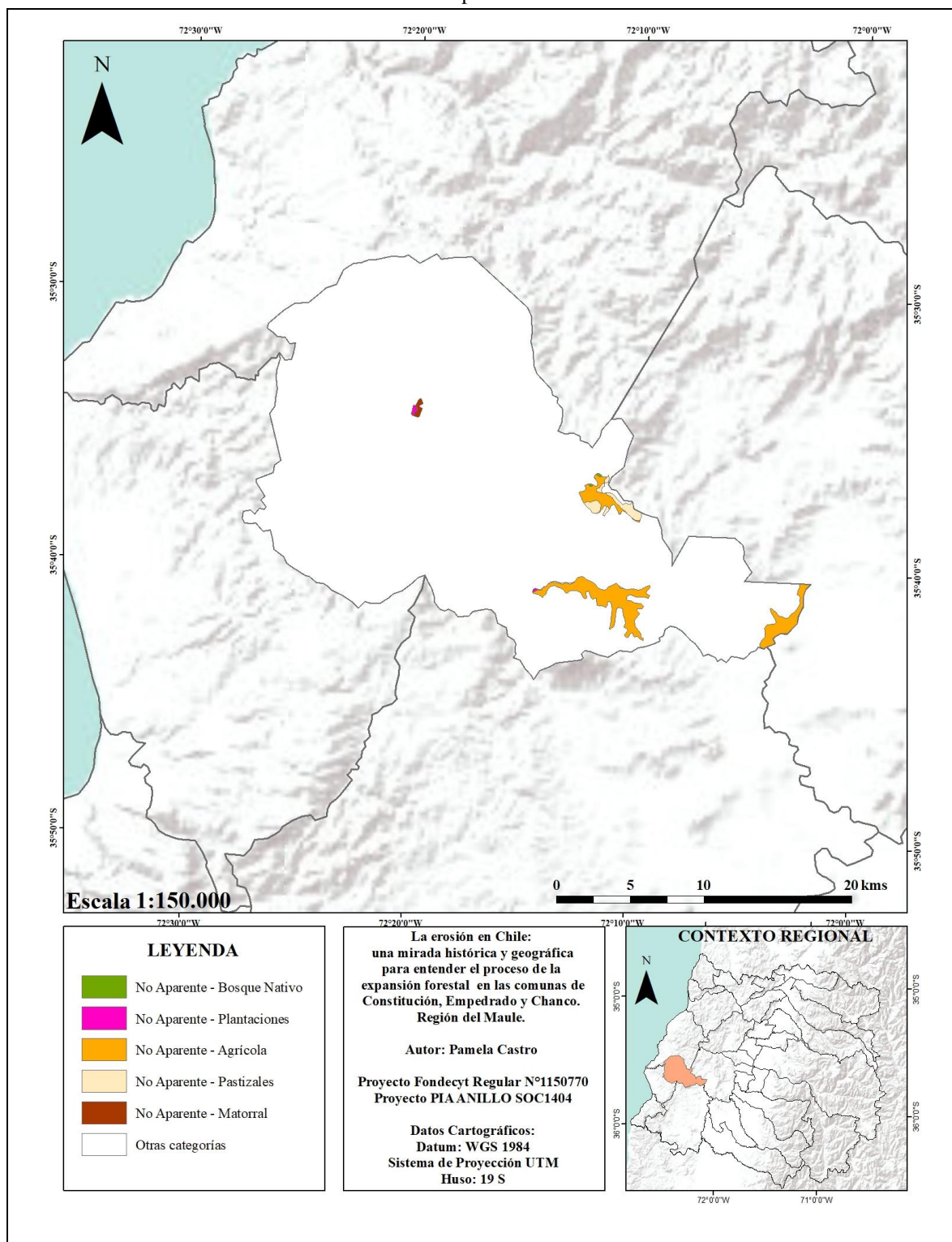
Tabla N°21: Relación erosión no aparente - usos y coberturas de suelo.

Usos y coberturas de suelo	COMUNA DE EMPEDRADO			
	Erosión no aparente 1979		Erosión no aparente 2010	
	Superficie (ha)	Porcentaje	Superficie (ha)	Porcentaje
Bosque Nativo	8	0,4	1.480	6,7
Plantaciones	22	1,2	<b>20.000</b>	<b>91,3</b>
Agrícola	<b>1.483</b>	<b>83,0</b>	9	0,1
Pastizales	234	13,0	11	0,1
Matorral	42	2,3	372	1,6
Urbano	S/I	S/I	14	0,1
Suelo Desnudo	S/I	S/I	8	0,0
Cuerpo de Agua	S/I	S/I	S/I	S/I
<b>Total</b>	<b>1.789</b>	<b>100,0</b>	<b>21.894</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Elaboración propia.

Las Figuras N°15 y N°16, muestran el resultado de la determinación de la distribución espacial de la erosión no aparente y su relación con los usos y coberturas de suelo para los años de estudio en la comuna de Empedrado. Como se aprecia en la Figura N°15, la categoría de erosión analizada se distribuye principalmente en la zona sureste de la comuna. La Figura N°16, muestra la predominancia de esta categoría principalmente en zonas de plantaciones forestales, seguido muy por debajo en zonas de quebradas, donde se ubica el bosque nativo.

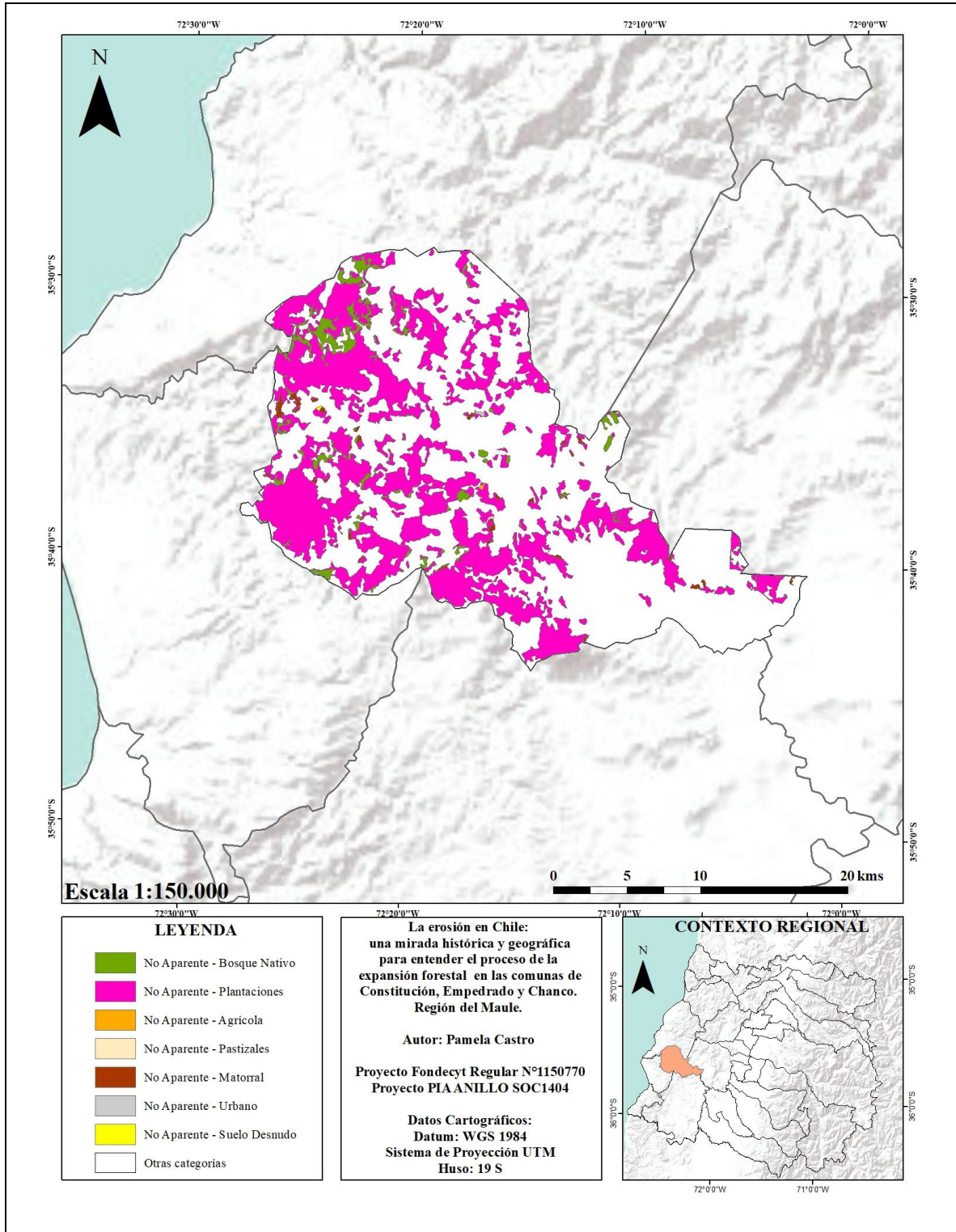
Figura N°15: La erosión no aparente (1979) y su relación con usos y coberturas de suelo (1979), comuna de Empedrado.



Fuente: Elaboración propia a partir de información espacial IREN (1979a).



Figura N°16: La erosión no aparente (2010) y su relación con usos y coberturas de suelo (2015), comuna de Empedrado.



Fuente: Elaboración propia a partir de información espacial CIREN (2010) y fotointerpretación Fondecyt 1150770 (2015).

#### 4.2.5 Análisis espacio temporal de la erosión en la comuna de Chanco.

La comuna de Chanco posee una superficie total es de 52.728 hectáreas, presentando para el año 1979, un total de 41.041 hectáreas con algún grado de erosión (considerando las categorías ligera, moderada, severa y muy severa), lo que, en porcentaje, corresponde a un 78% de su superficie total comunal, mientras que para el año 2010, la superficie erosionada correspondía a 34.183 hectáreas, equivalente a un 65% de la superficie total comunal.

Para el año 1979, la categoría de erosión, con mayor representatividad en la superficie, fue la erosión moderada, con un total de 15.854 hectáreas (30%), lo que permanece para el año 2010, debido sigue predominando en la superficie de la comuna con un total de 14.407 hectáreas (27%). Sin embargo, no es despreciable la superficie con erosión no aparente para el año 2010, esta es de 12.972 hectáreas (25%) y de la erosión ligera; 12.613 hectáreas (24%). Cabe mencionar que para el año 1979, toda superficie presentaba algún grado de erosión, ya que la clasificación “sin erosión”, sólo se utiliza en el año 2010, con 2.948 hectáreas (6%).

Los resultados de ambos estudios se muestran con mayor especificación en la Tabla N°22, donde se señala la superficie en hectáreas, para cada categorización de la erosión. Así mismo, la equivalencia de estos valores se muestra en porcentaje en los Gráficos N°7 y N°8.

Tabla N°22: La erosión en la comuna de Chanco. Superficie en hectáreas.

Año	Ligera	Moderada	Severa	Muy severa	Sin erosión	No aparente	Otras categorías	Total
1979	7.237	15.854	8.725	9.225	S/I	2.720	8.967	52.728
2010	12.613	14.407	7.131	32	2.948	12.972	2.625	52.728

Fuente: Elaboración propia, en base a IREN (1979a) y CIREN (2010).

Gráfico N°7: Valores en porcentaje de las categorías de erosión. Comuna de Chanco, año 1979.

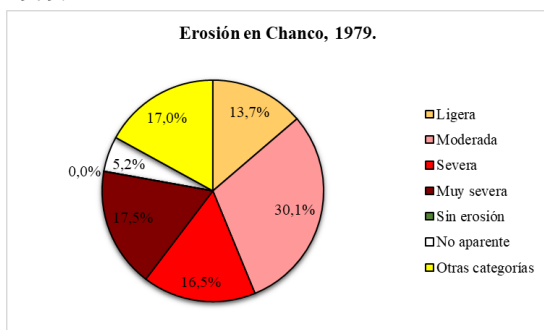
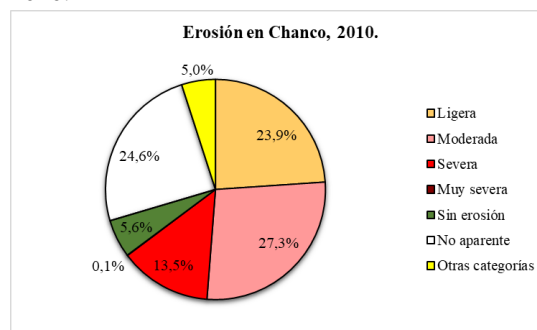


Gráfico N°8: Valores en porcentaje de las categorías de erosión. Comuna de Chanco, año 2010.



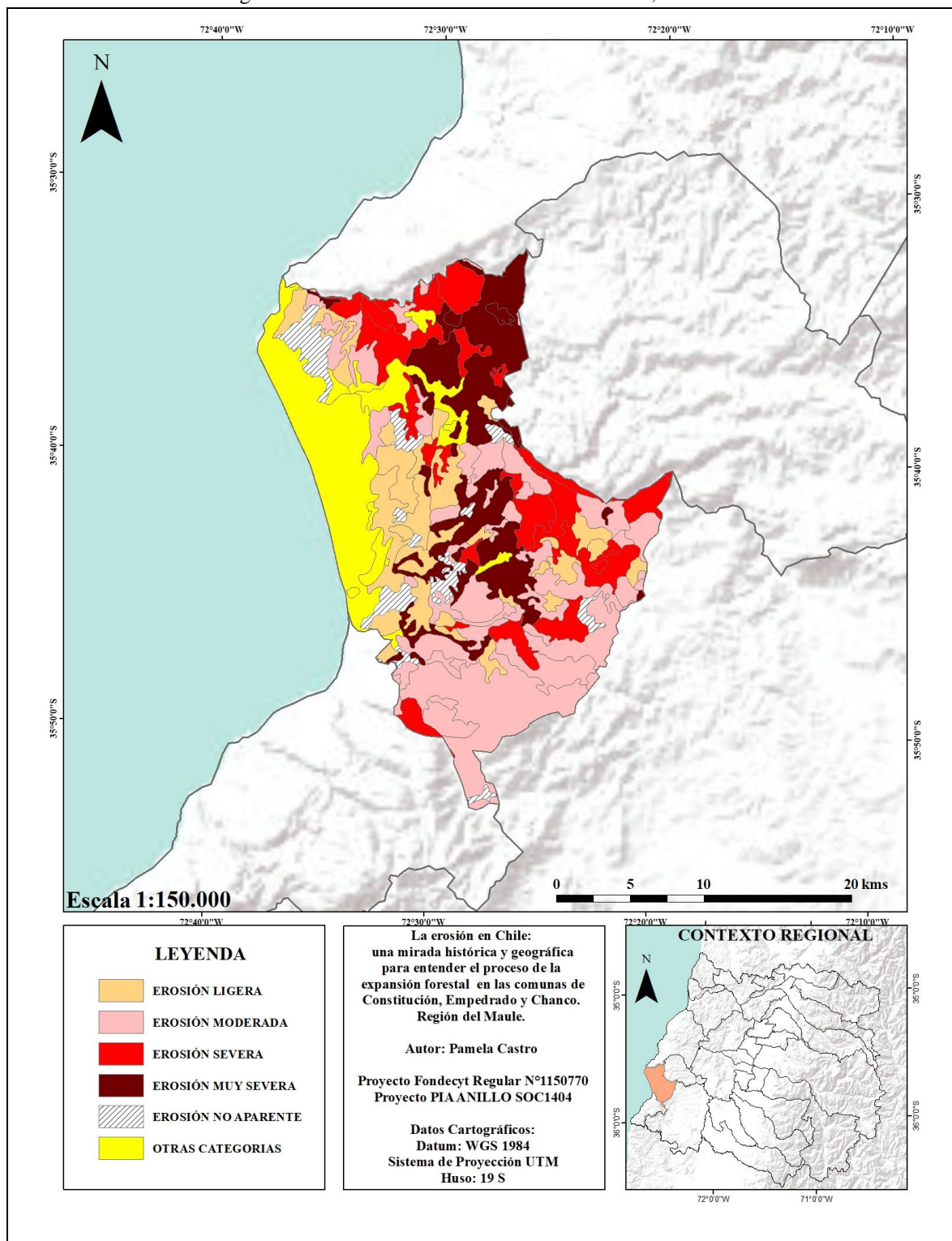
Fuente: Elaboración propia, con base en IREN (1979a) y CIREN (2010).

La Figura N°17 muestra la cartografía de erosión para el año 1979 en la comuna de Chanco. En ella se observa la superioridad de la erosión moderada, por sobre las demás

categorías de erosión, la que se extiende principalmente al sur de la comuna. La erosión severa y muy severa son las dos categorías, que presentan una segunda mayoría dentro de la superficie total comunal, estas se extienden principalmente en la zona noreste y centro. La erosión ligera se ubica principalmente cercana a la zona costera. La categoría con menor representatividad es la erosión no aparente, esta se ubica en su mayoría, al norte de la comuna, específicamente en la zona costera. Por último, cabe señalar que “otras categorías”, para el caso de Chanco, representa principalmente el campo de dunas.

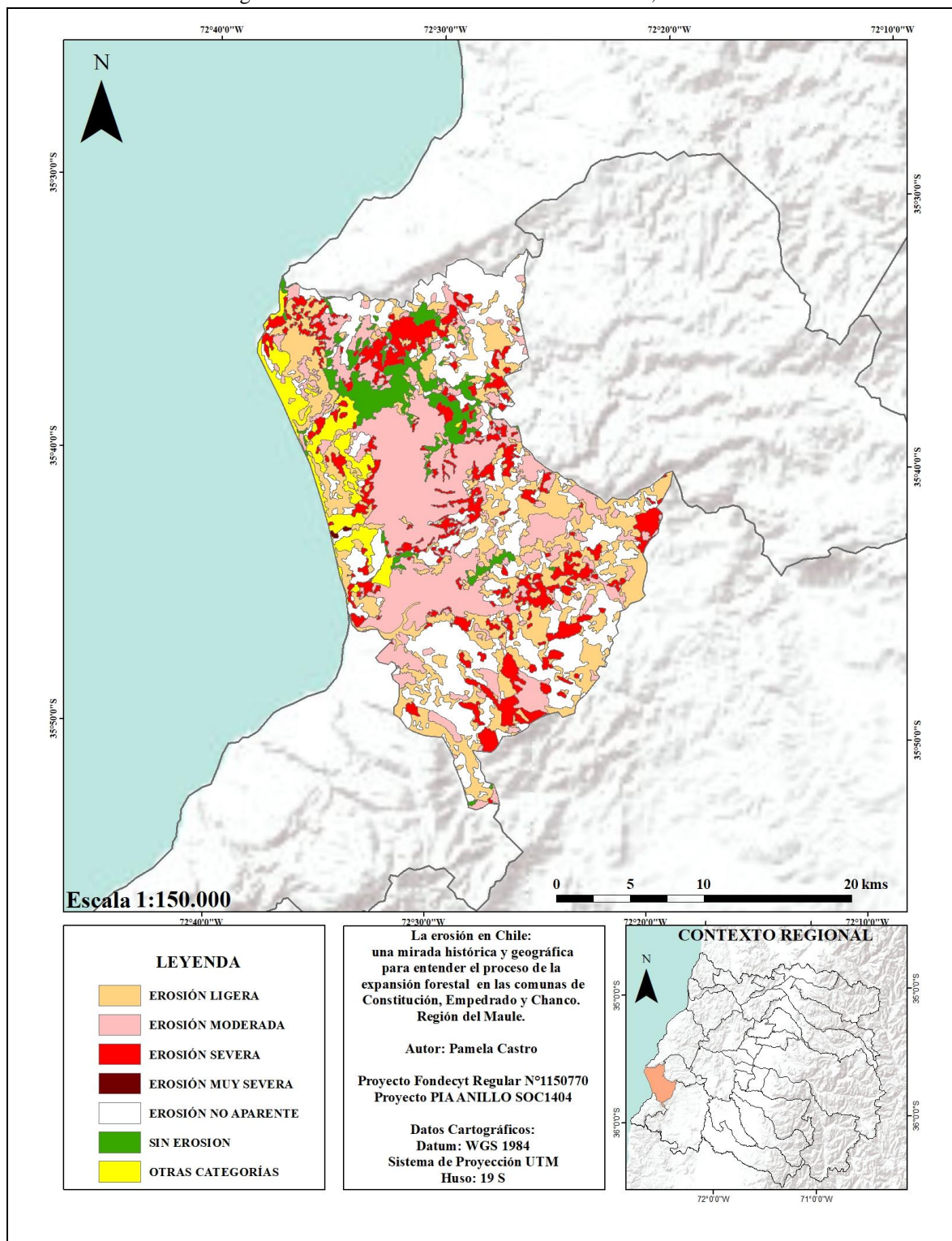
A diferencia de Constitución y Empedrado, comunas en las que prepondera para el año 2010 la erosión no aparente, en Chanco sigue predominando la erosión moderada en el año 2010. La Figura N°18 muestra que, si bien se encuentra presente en casi toda la comuna, se concentra en el centro de esta, y ya no en el sur, como era en 1979. La erosión no aparente, segunda categoría en tener mayor representatividad, se ubica en la zona norte, lo que para el año 1979 era erosión severa. La erosión ligera, está presente en varias zonas de la comuna, limitando en varias ocasiones a la erosión no aparente. En menor cantidad se ubica la erosión severa, concentrándose principalmente en parte de la zona norte y sureste de la comuna. Por último, es importante señalar que hay sectores de la comuna que no presentan erosión para el año 2010, a diferencia de 1979, donde no existía esta categoría. Si bien, la presencia de la categoría sin erosión sigue siendo baja, esta se ubica en la zona norte de la comuna, y en su mayoría, rodeada por erosión moderada. La zona costera, está determinada por la categoría “otras” (dunas).

Figura N°17: La erosión en la comuna de Chanco, año 1979.



Fuente: Elaboración propia, con base en IREN (1979a).

Figura N°18: La erosión en la comuna de Chanco, año 2010.



Fuente: Elaboración propia, con base en CIREN (2010).

#### 4.2.6 Análisis de la erosión no aparente en la comuna de Chanco

La erosión no aparente para el año 1979 presenta una superficie total de 2.720 hectáreas dentro de la comuna de Chanco, de ellas se identifica que existen 2.050 hectáreas que son agrícolas, seguido de pastizales con un total de 235 hectáreas, categorías que abarcan más del 84% de lo que se clasificó como erosión no aparente.

Para el año 2010, la erosión no aparente, aumenta considerablemente en su extensión dentro de la comuna, dado los resultados estadísticos es posible afirmar esta situación. De acuerdo a ello, las plantaciones forestales representan la mayoría, con un total de 11.234 hectáreas, es decir, más de un 86,8% de toda la superficie con erosión no aparente, se relacionan a esta categoría.

La Tabla N°23, muestra con mayor detalle la relación existente de la erosión no aparente y los distintos usos y coberturas para el año 1979 y 2010. Los datos se presentan en hectáreas y en porcentajes en relación al total de superficie categorizada como “erosión no aparente” en la comuna.

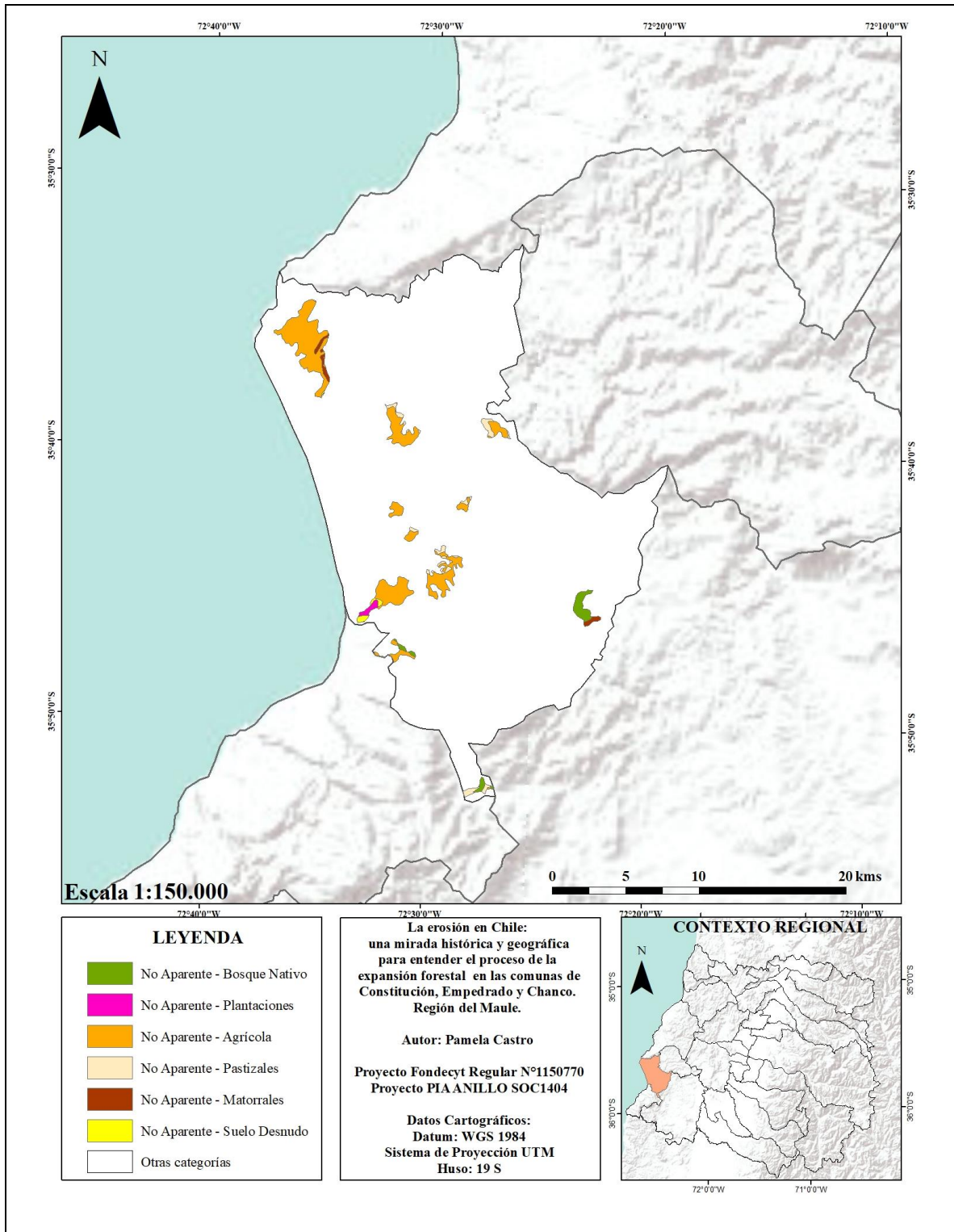
Tabla N°23: Relación erosión no aparente – usos y coberturas de suelo.

Usos y coberturas de suelo	COMUNA DE CHANCO			
	Erosión no aparente 1979		Erosión no aparente 2010	
	Superficie (ha)	Porcentaje	Superficie (ha)	Porcentaje
Bosque Nativo	217	8,0	1.001	7,7
Plantaciones	52	1,9	<b>11.234</b>	<b>86,8</b>
Agrícola	<b>2.050</b>	<b>75,4</b>	250	1,9
Pastizales	235	8,6	95	0,7
Matorral	114	4,2	311	2,4
Urbano	S/I	S/I	2	0,0
Suelo Desnudo	51	1,9	26	0,2
Cuerpo de Agua	S/I	S/I	23	0,2
<b>Total</b>	2.720	100,0	12.972	100,0

Fuente: Elaboración propia.

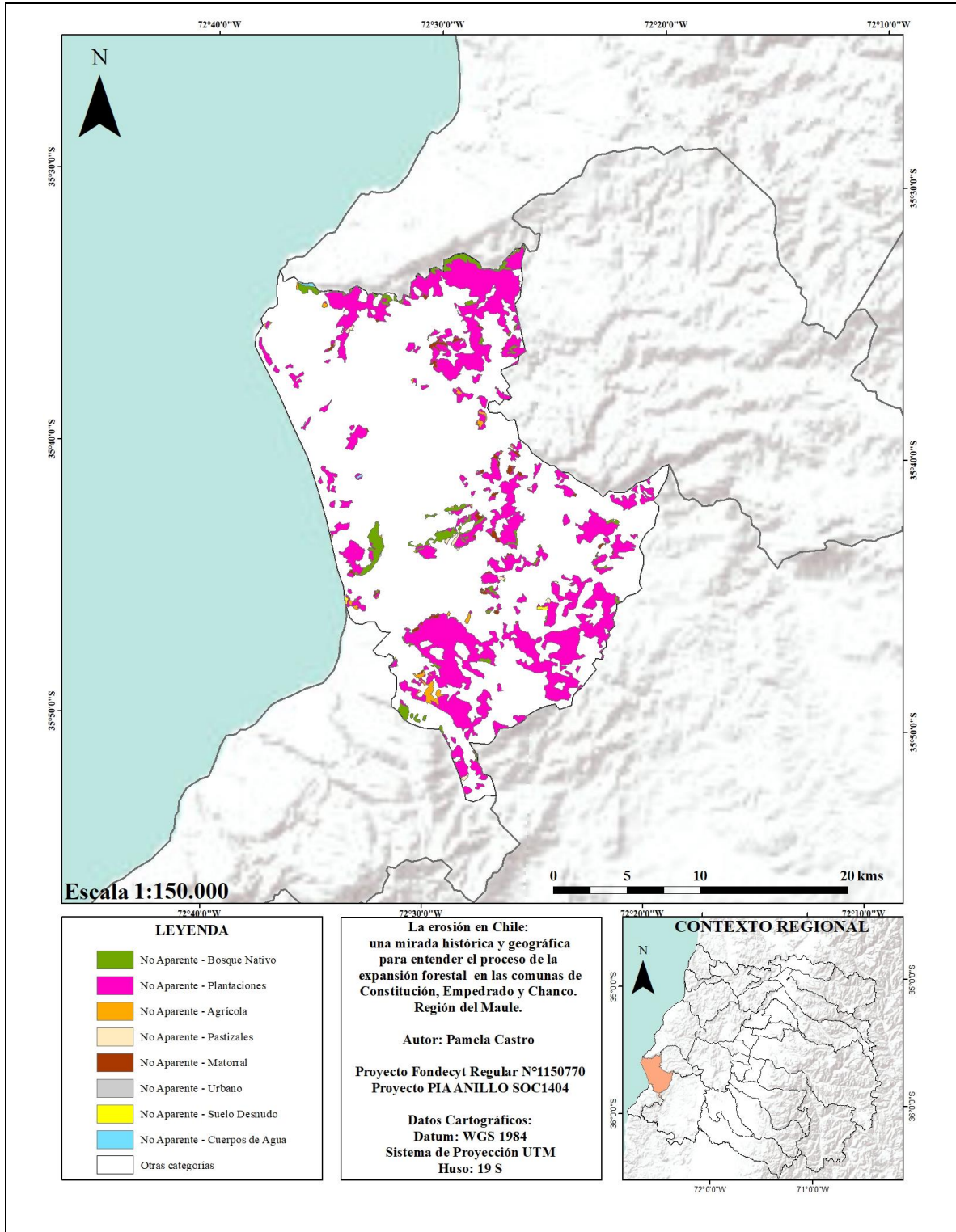
Las Figuras N°19 y N°20, muestran el resultado de la determinación de la distribución espacial de la erosión no aparente y su relación con los usos y coberturas de suelo para los años de estudio en la comuna de Chanco. Como se aprecia en la Figura N°19, la categoría de erosión analizada se distribuye principalmente en parte de la zona costera e interior de la comuna, relacionándose más bien a zonas agrícolas. La Figura N°20, muestra la predominancia de esta categoría principalmente en zonas de plantaciones forestales, seguido muy por debajo de bosque nativo, ubicado en zonas de quebradas.

Figura N°19: La erosión no aparente (1979) y su relación con usos y coberturas de suelo (1979), comuna de Chanco.



Fuente: Elaboración propia a partir de información espacial IREN (1979a).

Figura N°20: La erosión no aparente (2010) y su relación con usos y coberturas de suelo (2015), comuna de Chanco.



Fuente: Elaboración propia a partir de información espacial CIREN (2010) y fotointerpretación Fondecyt 1150770 (2015).



### 4.3 Análisis de la expansión forestal en el área de estudio.

Como se ha mencionado anteriormente, el discurso y determinación de la erosión ha estado ligada al desarrollo de la expansión forestal, por esta razón es imprescindible analizar desde la perspectiva espacio temporal el cambio en el uso de suelo en el área de estudio, antes de determinar si efectivamente la forestación se realizó sobre suelos erosionados determinados en el año 1979.

#### 4.3.1 Usos y coberturas de suelo en la comuna de Constitución.

Las coberturas con mayor representatividad dentro de la comuna de Constitución, para el año 1979, son el bosque nativo, con un total de 45.108 hectáreas (33,57%), y matorral con un total de 20.211 hectáreas (15,04%), mientras que los usos de suelo que están representados por plantaciones forestales alcanzan un total de 34.298 hectáreas (25,53%). La agricultura muestra un total de 14.237 hectáreas (10,60%) (Ver tabla N°24). Los resultados en porcentajes se exponen en el Gráfico N°9.

Los resultados de la fotointerpretación de imágenes satelitales del año 2015, muestran que el uso de suelo forestal está presente en la mayoría de la superficie total comunal, representado por 97.205 hectáreas (un 72,2%), por lo que es indudable afirmar la expansión forestal del año 1979 al 2015. El uso agrícola ha ido a la baja desde 1979 a 2015, estando representados por sólo 1.927 hectáreas (1,43%). Los resultados en porcentaje se exponen en el Gráfico N°10.

Tabla N°24: Usos y coberturas de suelo, comuna de Constitución

<b>Comuna de Constitución. Superficie en ha.</b>		
<b>Usos y coberturas de suelo</b>	<b>Año 1979</b>	<b>Año 2015</b>
Bosque Nativo	45.108	12.300
Matorral	20.211	8.279
Pasto con matorral o Pastizales	10.856	7.131
<b>Plantaciones</b>	<b>34.298</b>	<b>97.205</b>
Agrícola	14.237	1.927
Urbano	160	2.654
Suelo Desnudo	9.496	3.026
Cuerpos de agua	s/i	2.092
<b>TOTAL</b>	<b>134.366</b>	<b>134.613</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de información espacial de IREN (1979a) y Fondecyt 1150770 (2015).

Gráfico N°9: Valores en porcentaje de los usos y coberturas de suelo. Comuna de Constitución, año 1979.

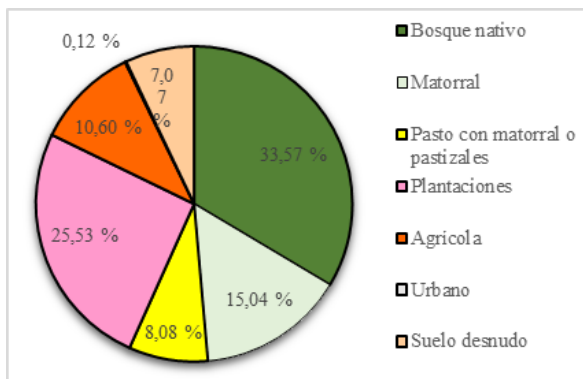
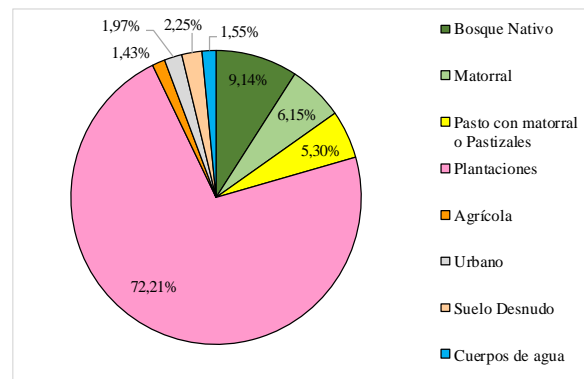


Gráfico N°10: Valores en porcentaje de los usos y coberturas de suelo. Comuna de Constitución, año 2015.

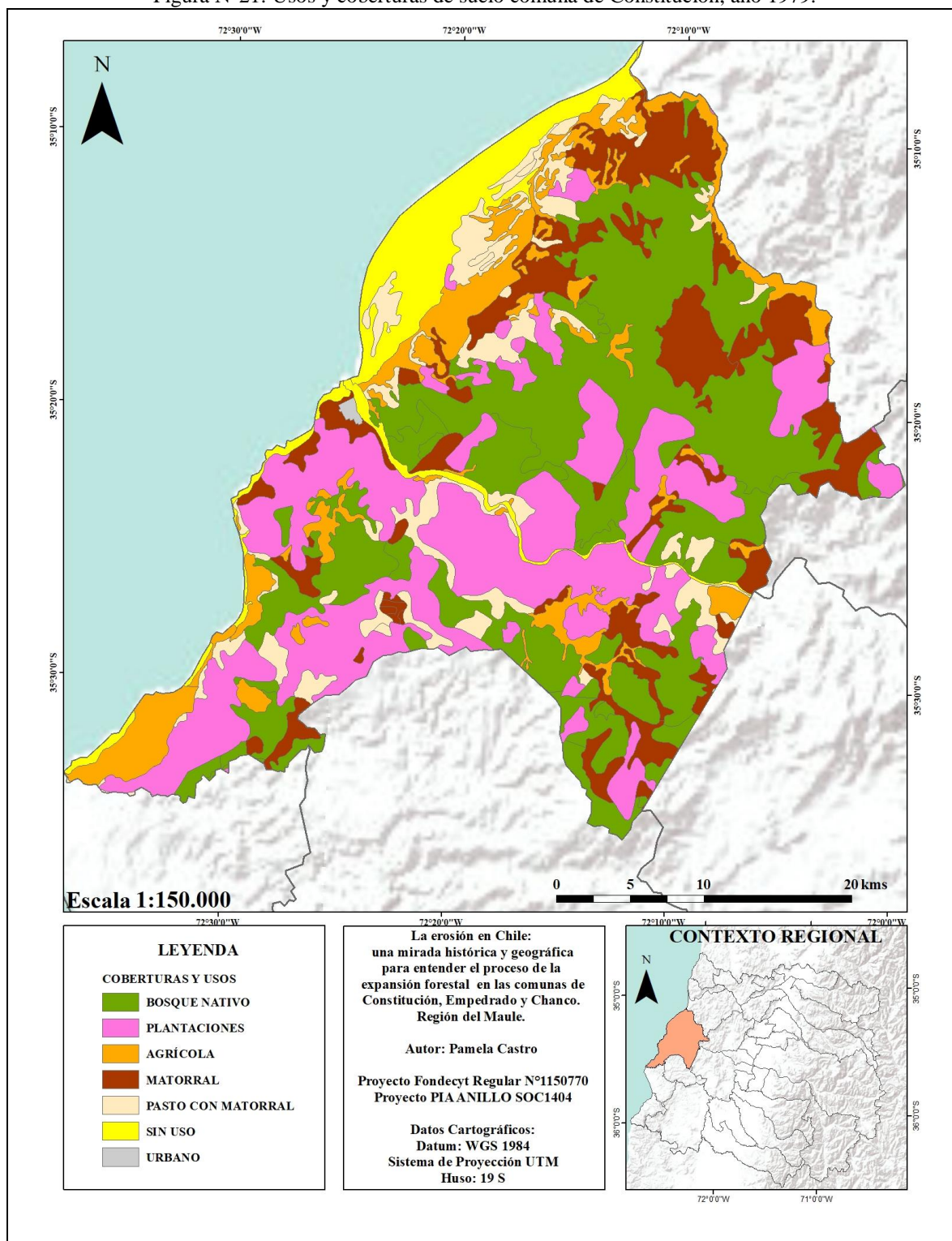


Fuente: Elaboración propia, con base en IREN (1979a) y fotointerpretación Fondecyt 1150770 (2015).

La Figura N°21 muestra la cartografía de coberturas y usos para el año 1979 en la comuna de Constitución. En ella se observa el predominio del bosque nativo hacia el norte del río Maule, rodeada en gran mayoría por matorral. Las plantaciones forestales, se emplazan al sur del río. La producción agrícola dentro de la comuna se realiza principalmente en la zona costera y cercana al río Mataquito.

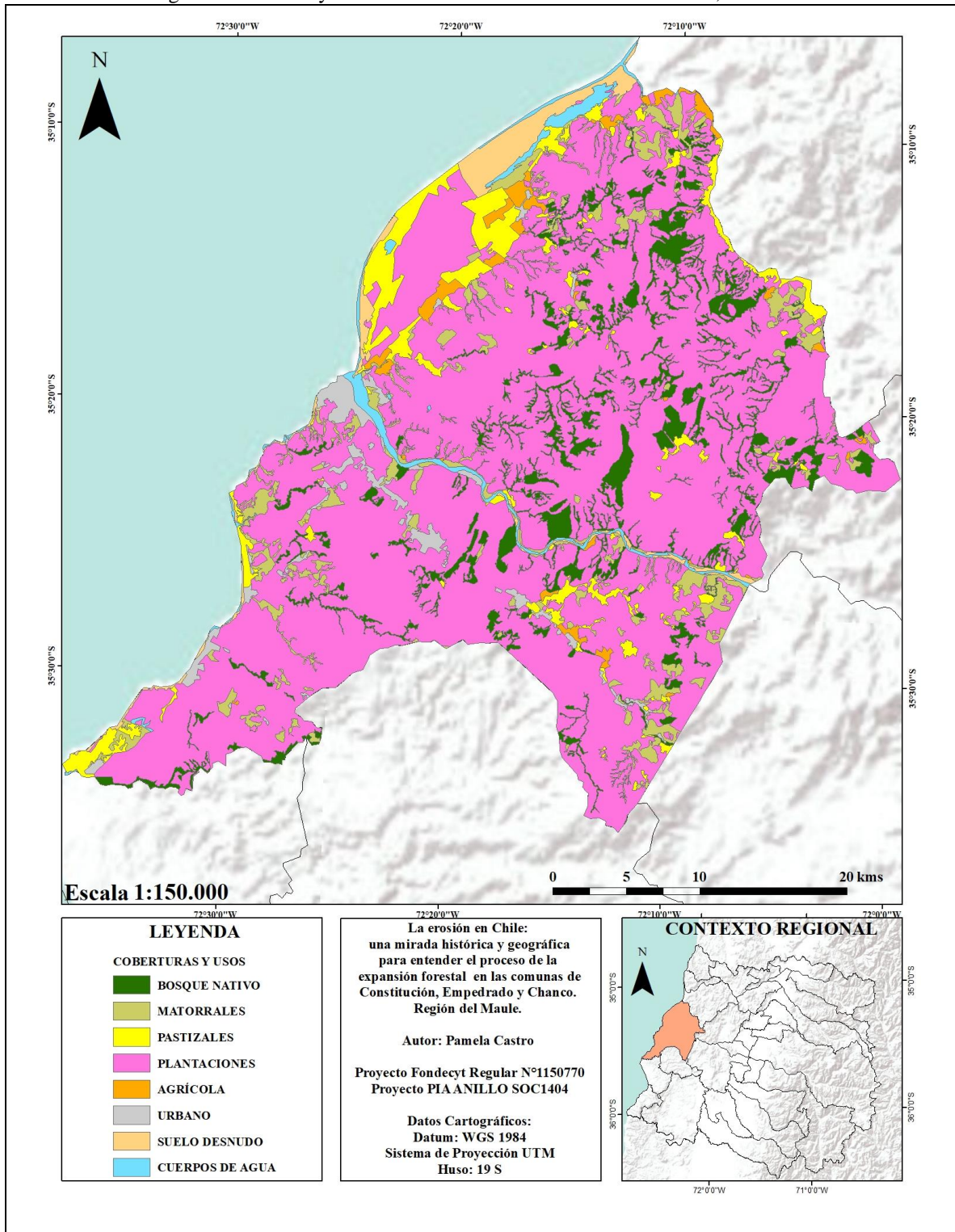
La Figura N°22, de uso de suelo (2015), muestra grandes diferencias en comparación al análisis del año 1979. La superficie total comunal se encuentra en su mayoría, bajo el uso de suelo plantaciones forestales, ocupando territorio que antes era bosque nativo, matorral e incluso agrícola. Los bosques nativos quedan relegados principalmente a zonas de quebradas y la escasa zona agrícola que queda se ubica en la zona costera de la comuna, cercana a las dunas de Putú.

Figura N°21: Usos y coberturas de suelo comuna de Constitución, año 1979.



Fuente: Elaboración propia, con base en IREN (1979a).

Figura N°22: Usos y coberturas de suelo comuna de Constitución, año 2015.



Fuente: Elaboración propia, con base en fotointerpretación Fondecyt 1150770 (2015).

### 4.3.2 Usos y coberturas de suelo en la comuna de Empedrado.

Las coberturas con mayor representatividad dentro de la comuna de Empedrado, para el año 1979 son el bosque nativo, con un total de 14.582 hectáreas (25,76%) y pasto con matorral con un total de 9.728 hectáreas (17,19%), mientras que los usos de suelo en su mayoría están representados por plantaciones forestales con un total de 14.662 hectáreas (25,86%), como se indica en la Tabla N°25 y en el Gráfico N°11, donde se especifican los valores en porcentaje.

En el año 2015, el uso forestal representa un total de 43.975 hectáreas, que en porcentaje representa un 77,69% de la superficie total comunal (Ver gráfico N°12), mientras que el uso agrícola presenta sólo 1.298 hectáreas (18,50%).

Tabla N°25: Usos y coberturas de suelo, comuna de Empedrado.

Comuna de Empedrado. Superficie en ha.		
Usos y coberturas de suelo	Año 1979	Año 2015
Bosque Nativo	14.582	4.431
Matorral	7.164	5.441
Pasto con matorral o Pastizales	9.728	1.192
<b>Plantaciones</b>	<b>14.637</b>	<b>43.975</b>
Agrícola	10.473	1.298
Urbano	21	214
Suelo Desnudo	S/I	38
Cuerpos de agua	S/I	12
<b>TOTAL</b>	<b>56.605</b>	<b>56.601</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de información espacial de IREN (1979a) y Fondecyt 1150770 (2015).

Gráfico N°11: Valores en porcentaje de los usos y coberturas de suelo. Comuna de Empedrado, año 1979.

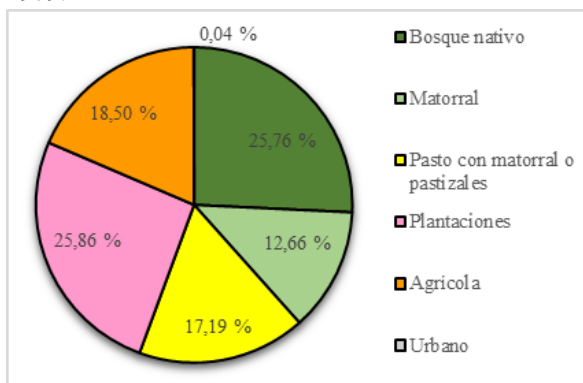
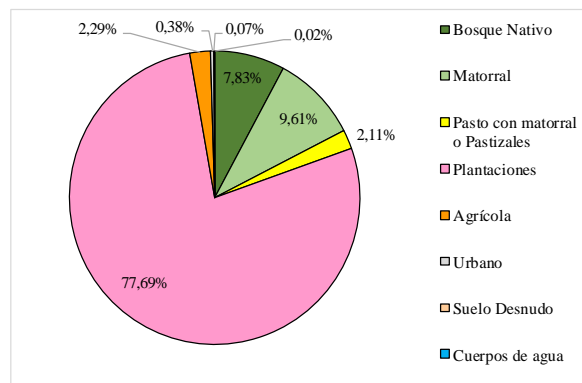


Gráfico N°12: Valores en porcentaje de los usos y coberturas de suelo. Comuna de Empedrado, año 2015.

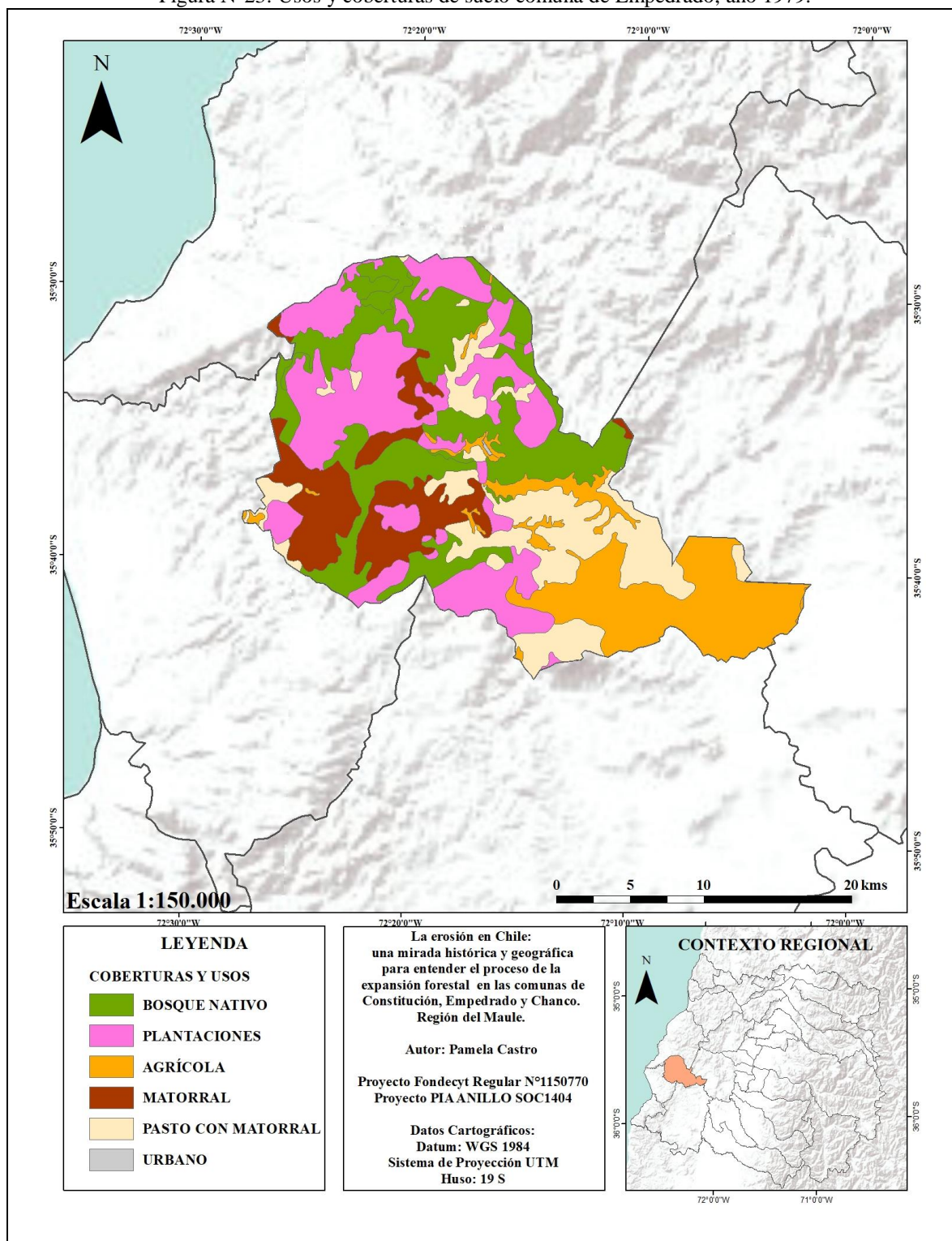


Fuente: Elaboración propia, con base en IREN (1979a) y fotointerpretación Fondecyt 1150770 (2015).

La Figura N°23 muestra la cartografía de coberturas y usos para el año 1979 en la comuna de Empedrado. En ella se observa una gran diferencia entre los usos y coberturas que existen entre secano costero y secano interior. En la zona costera es posible observar que la cobertura de bosque nativo y las plantaciones se ubica principalmente en la zona norte de la comuna, mientras que el matorral se ubica al sur. La zona interior de la comuna está bajo las categorías pastizales y zona agrícola.

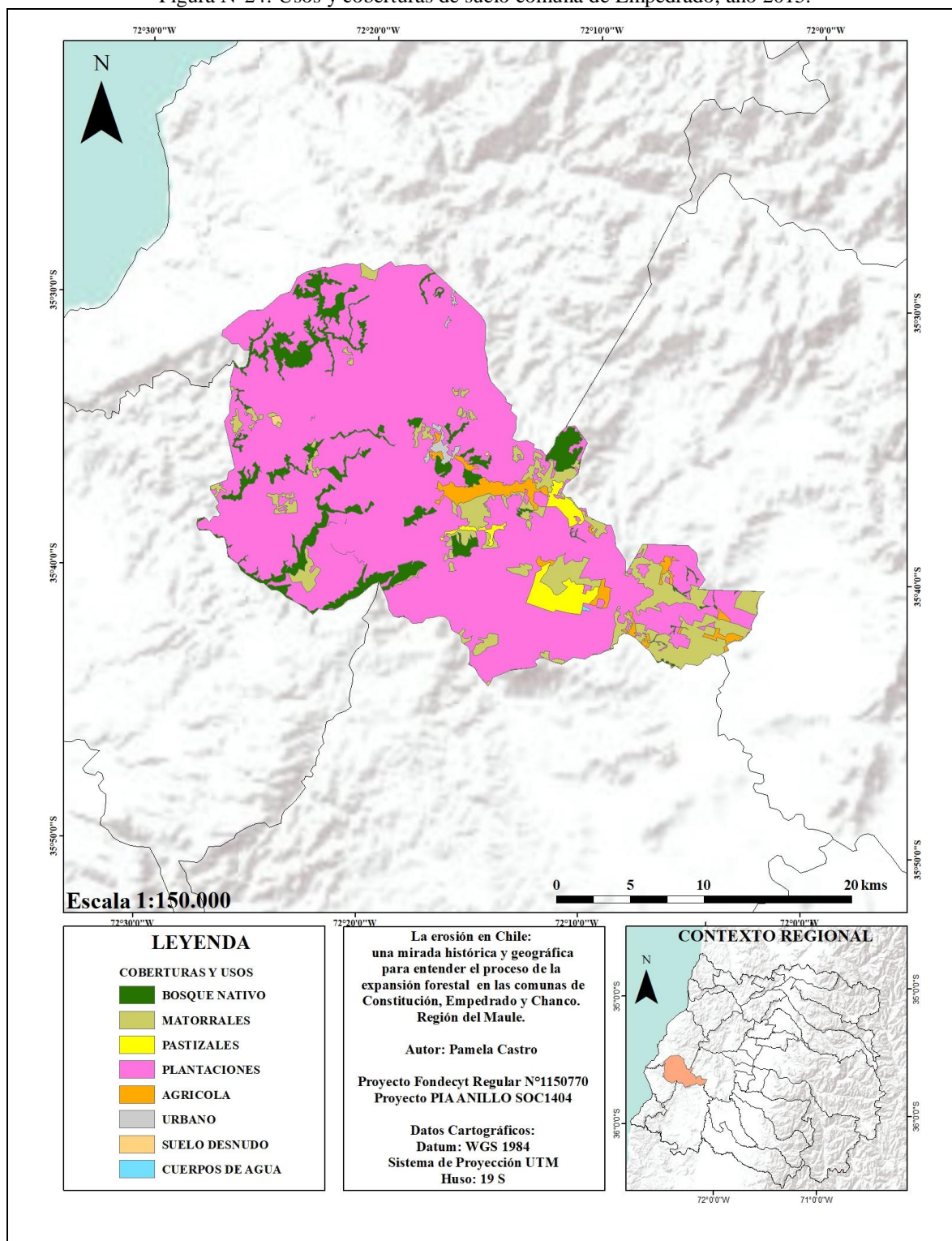
Para el año 2015 la Figura N°24, muestra grandes diferencias en comparación al análisis del año 1979. La superficie de la comuna se encuentra en su mayoría, bajo el uso de suelo plantaciones forestales, que anteriormente estaba categorizada con bosque nativo, matorral e incluso agricultura. El bosque nativo se ubica principalmente en zonas de quebradas.

Figura N°23: Usos y coberturas de suelo comuna de Empedrado, año 1979.



Fuente: Elaboración propia, con base en IREN (1979a).

Figura N°24: Usos y coberturas de suelo comuna de Empedrado, año 2015.



Fuente: Elaboración propia, con base en fotointerpretación Fondecyt 1150770 (2015)



### 4.3.3 Usos y coberturas de suelo en la comuna de Chanco.

Para el año 1979, en la comuna de Chanco existe un total de 12.550 hectáreas de bosque nativo (23,77%), 8.806 hectáreas de pasto con matorral (16,68%) y 7.758 hectáreas de matorral (14,70%), mientras que el uso de suelo representado por las plantaciones forestales posee un total de 2.170 hectáreas (4,11%). Respecto a la agricultura, esta registra un total de 16.270 hectáreas (30,82%). Los resultados en porcentaje se presentan en el Gráfico N°13.

Para el año 2015, son las plantaciones forestales las que tienen un enorme predominio sobre la superficie total de la comuna, con un total de 33.051 hectáreas, que en porcentaje corresponde a un 62,61%. Cabe destacar que la agricultura, si bien ha tenido una disminución desde 1979 a 2015, tiene un total de 11.740 ha, lo que en porcentaje equivale a un 22,24% de la comuna. Las cifras anteriormente señaladas, se especifican en la Tabla N°26 y los resultados en porcentaje en el Gráfico N°14.

Tabla N°26: Usos y coberturas de suelo, comuna de Chanco.

<b>Comuna de Chanco. Superficie en ha.</b>		
<b>COBERTURA O USO</b>	<b>Año 1979</b>	<b>Año 2015</b>
Bosque nativo	12.550	2.994
Matorral	7.758	2.725
Pasto con matorral o pastizales	8.806	1.362
<b>Plantaciones</b>	<b>2.170</b>	<b>33.051</b>
Agrícola	16.270	11.740
Urbano	14	355
Suelo desnudo	5.221	378
Cuerpos de agua	S/I	185
<b>TOTAL</b>	<b>52.790</b>	<b>52.790</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de información espacial IREN (1979a) y Fondecyt 1150770 (2015).

Gráfico N°13: Valores en porcentaje de los usos y coberturas de suelo. Comuna de Chanco, año 1979.

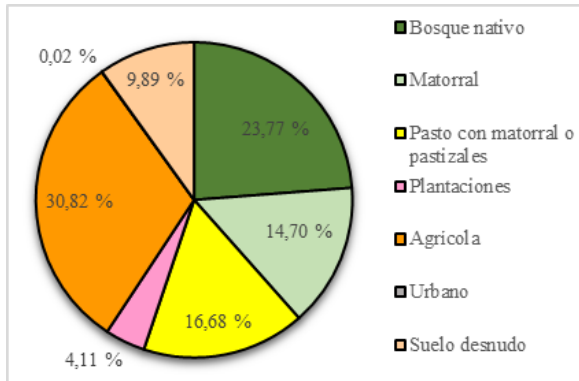
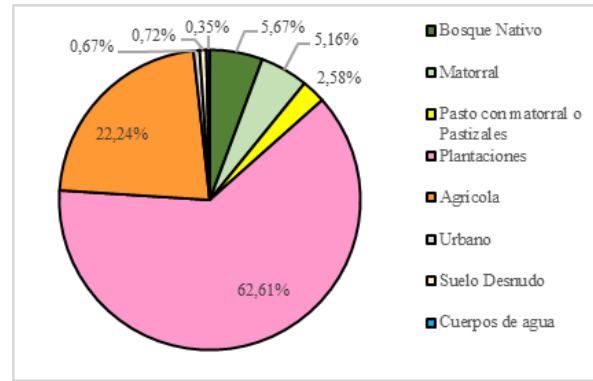


Gráfico N°14: Valores en porcentaje de los usos y coberturas de suelo. Comuna de Chanco, año 2015.

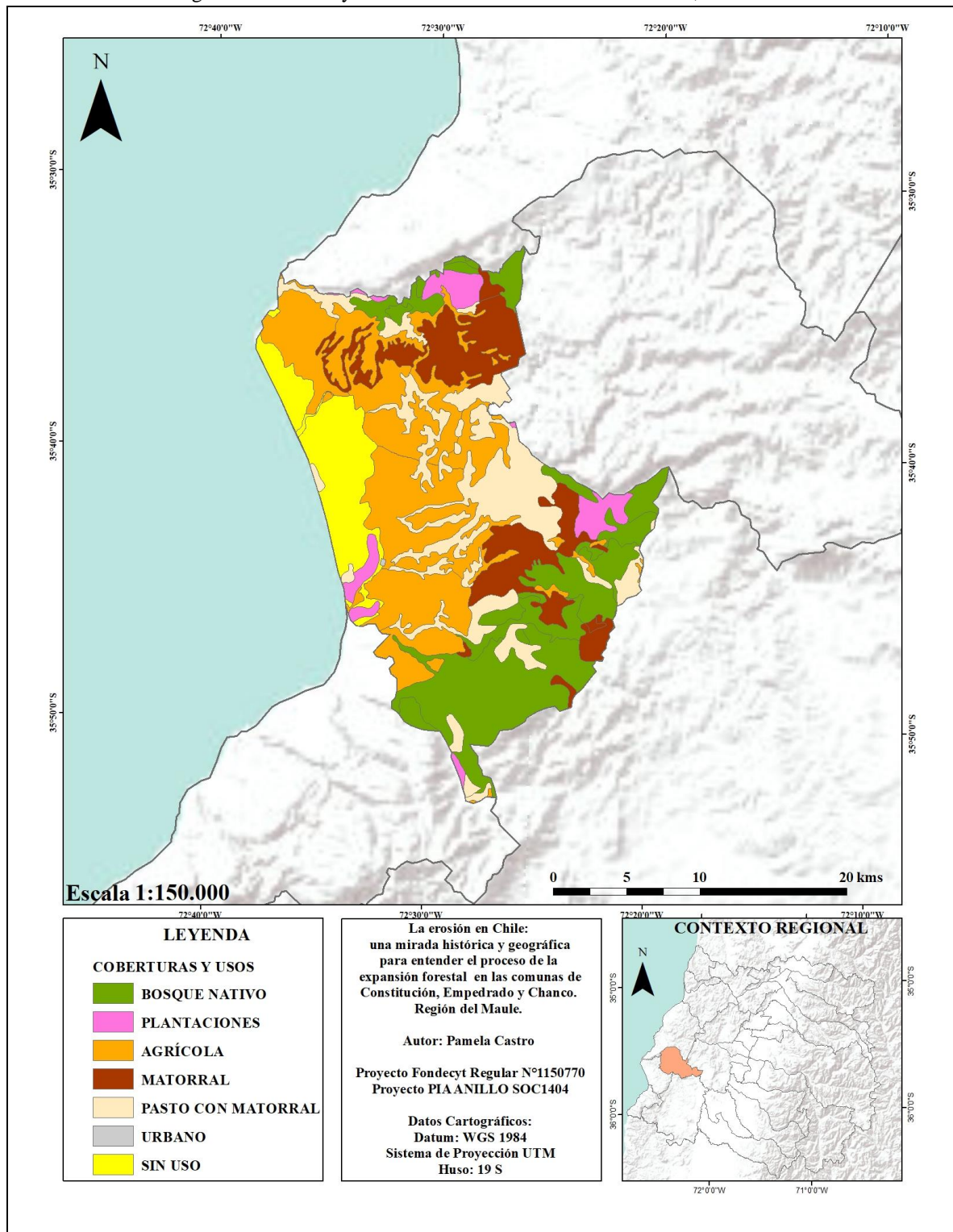


Fuente: Elaboración propia, con base en IREN (1979a) y fotointerpretación Fondecyt 1150770 (2015).

La Figura N°25 muestra la cartografía de coberturas y usos para el año 1979 en la comuna de Chanco. El uso agrícola, presenta gran extensión en casi toda la comuna, a excepción de la zona sur de esta, donde se concentra el bosque nativo, mientras que las plantaciones, no presentan gran extensión de superficie, localizándose en áreas reducidas del sector norte, oeste y sureste de Chanco.

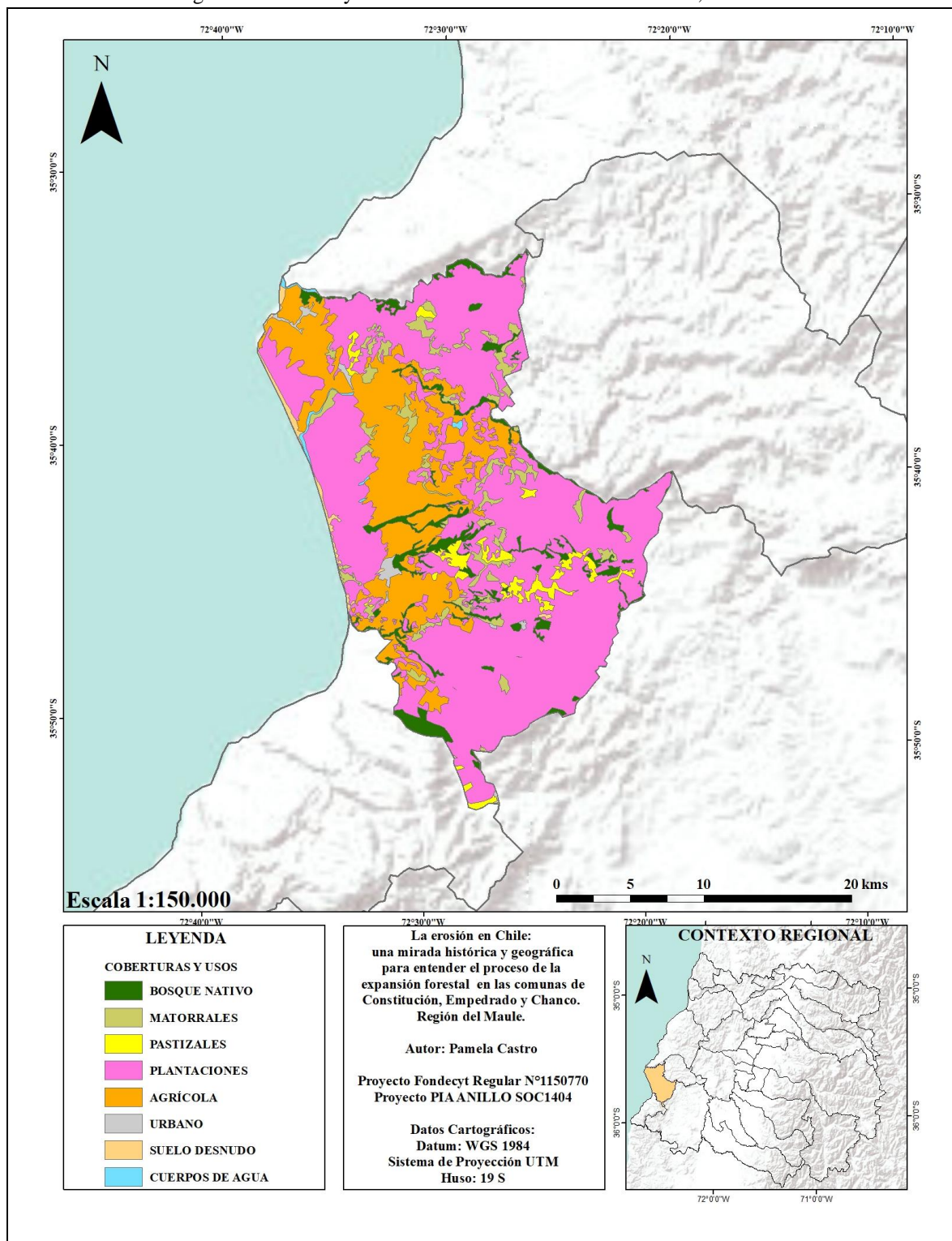
Para el año 2015 la Figura N°26, muestra que gran parte de la zona agrícola sigue siendo un uso de suelo de gran extensión en la comuna, sin embargo, se identifica el aumento de la superficie forestal, el que se extiende en la zona costera (Reserva Nacional Federico Albert) y la zona de la cordillera de la Costa.

Figura N°25: Usos y coberturas de suelo comuna de Chanco, año 1979.



Fuente: Elaboración propia, en base a IREN (1979a).

Figura N°26: Usos y coberturas de suelo comuna de Chanco, año 2015.



Fuente: Elaboración propia, con base en fotointerpretación Fondecyt N°1150770.

#### 4.4 Forestación en las comunas de Constitución, Empedrado y Chanco, en suelos con erosión activa, según el criterio de IREN (1979).

##### 4.4.1 Erosión activa en 1979

Frente a la explosiva expansión forestal, registrada desde 1979 a 2015, surge la interrogante si realmente se ha forestado sobre suelos categorizados con una “erosión activa”, según el criterio establecido por IREN en 1979. Por lo anterior, primero es necesario exponer cuáles son estas áreas, desde la dimensión estadística y espacial, para luego cruzar esta información con el actual uso de suelo forestal.

Como se señala en la Tabla N°27, las comunas de Constitución, Empedrado y Chanco, están determinadas por un 37,9%, 42,5% y 56,7% - respectivamente- de su superficie, bajo la “erosión activa”, por lo tanto son estas áreas las que tienen prioridad para ser forestadas.

Tabla N°27: Superficie categorizada bajo la erosión activa. Comunas de Constitución, Empedrado y Chanco,

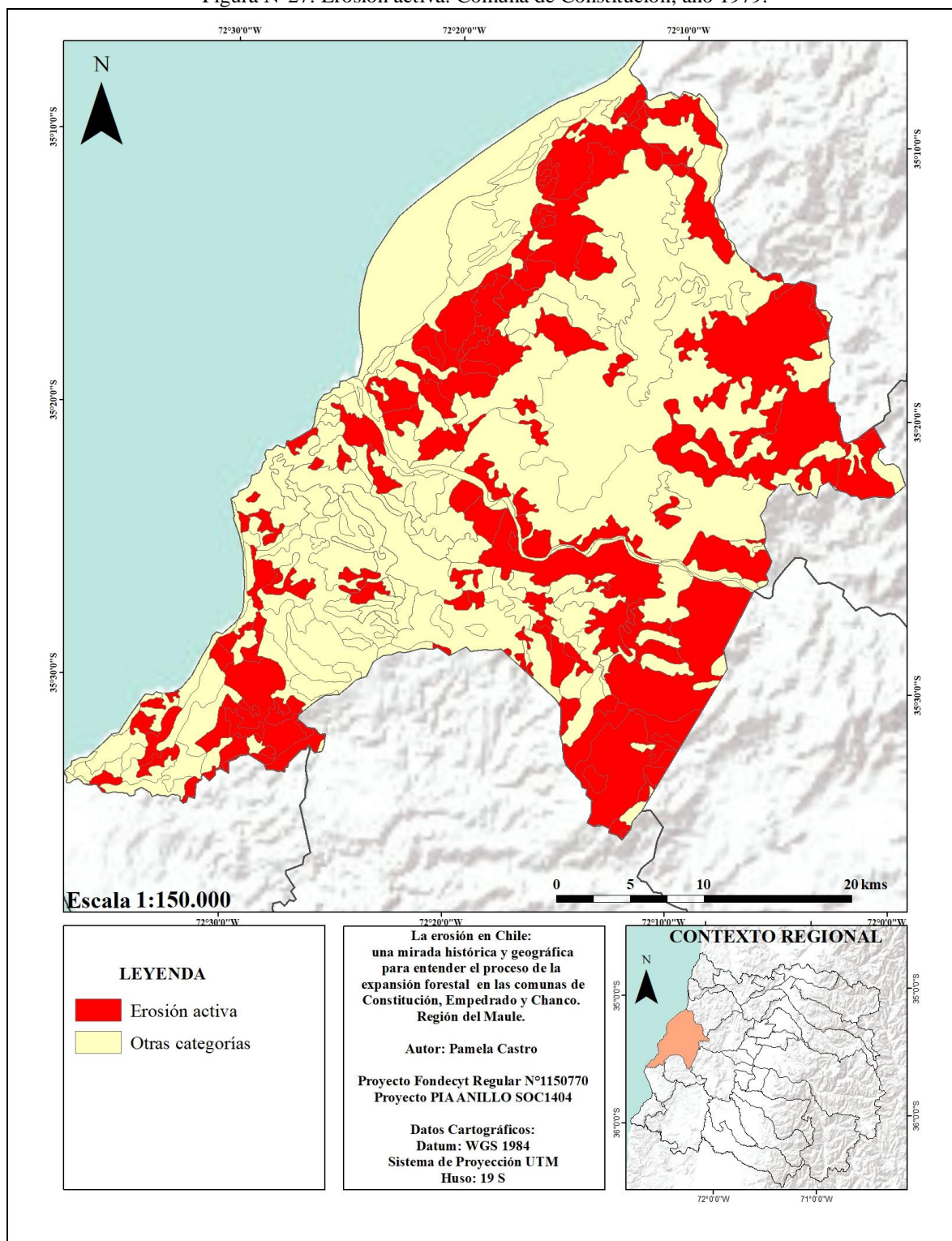
Comuna	Erosión activa		Otras categorías <sup>26</sup>		Total Superficie (ha)
	Superficie (ha)	Porcentaje	Superficie (ha)	Porcentaje	
<b>Constitución</b>	<b>50.796</b>	<b>37,9</b>	83.248	62,1	134.044
<b>Empedrado</b>	<b>24.026</b>	<b>42,5</b>	32.541	57,5	56.567
<b>Chanco</b>	<b>29.916</b>	<b>56,7</b>	22.812	43,3	52.728

Fuente: Elaboración propia, basada en criterio “erosión activa”, IREN (1979a).

Las Figuras N°27, N°28 y N°29, indican la distribución espacial de la categoría “erosión activa” para las comunas de Constitución, Empedrado y Chanco. Para la comuna de Constitución (Fig. N°27), la erosión activa se concentra principalmente la zona noroeste, y zona de la cordillera de la Costa. La comuna de Empedrado (Fig. N°28), también presenta “erosión activa” en parte de la zona de la cordillera de la Costa. Por su parte Chanco (Fig. N°29) es la comuna que presenta mayor superficie con “erosión activa”, respecto al total de su superficie total, la que se distribuye por casi toda la comuna, excluyendo la zona costera.

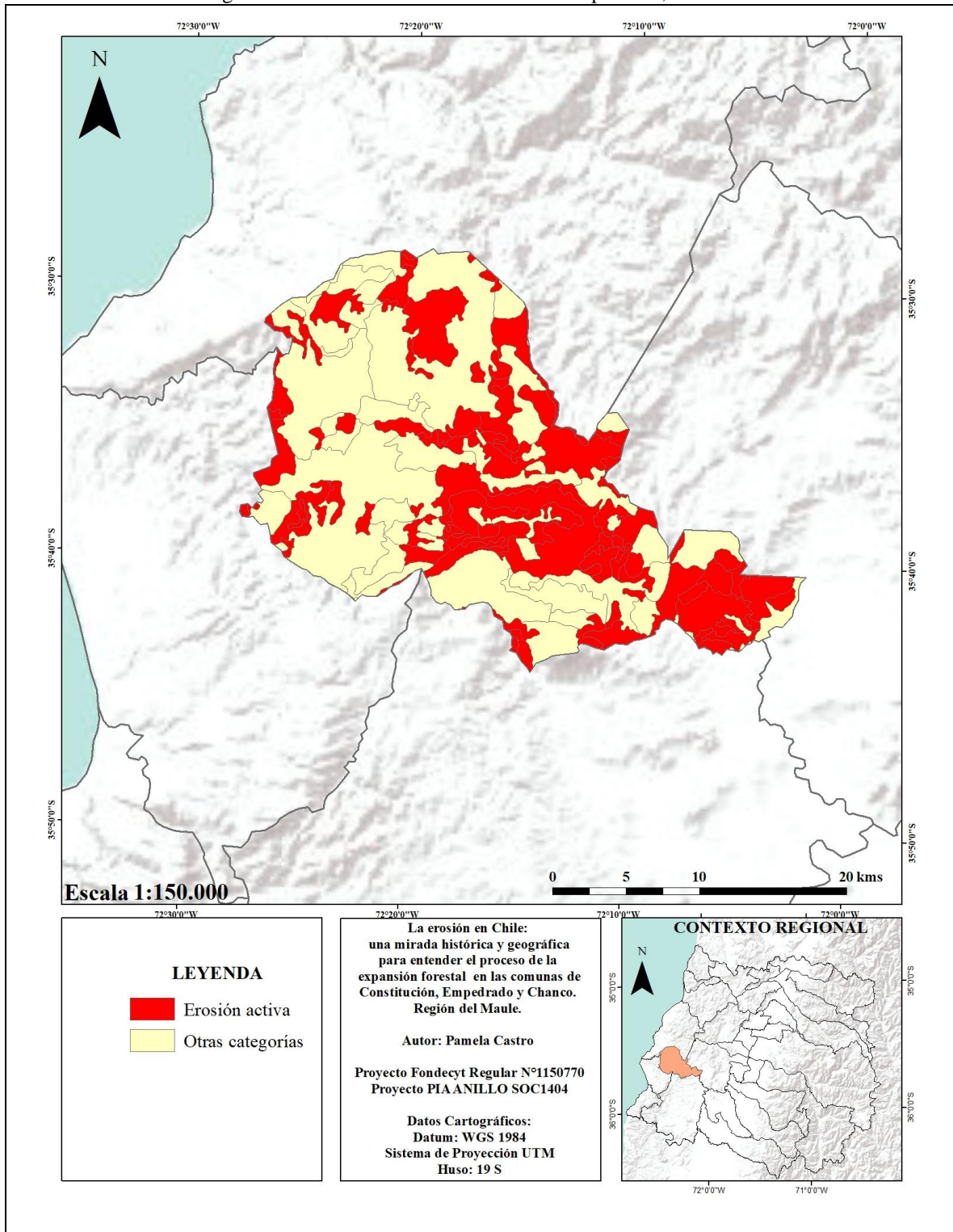
<sup>26</sup> Otras categorías: corresponde a la erosión no activa (aquellos suelos en donde la cobertura vegetal de cualquier tipo ha detenido el proceso erosivo), depositación, erosión no aparente, y otros usos y coberturas en donde no se determina erosión.

Figura N°27: Erosión activa. Comuna de Constitución, año 1979.



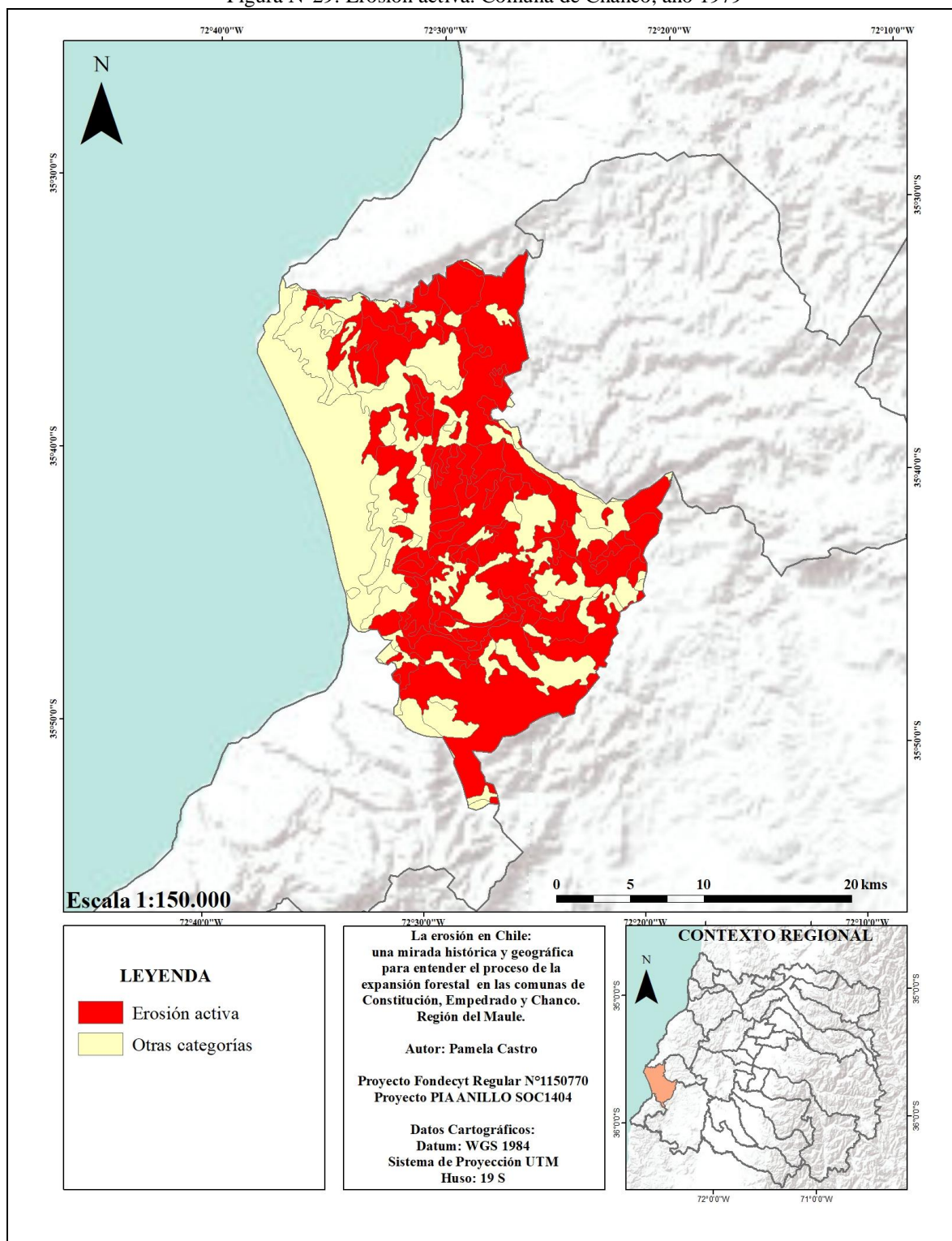
Fuente: Elaboración propia, basada en criterio “erosión activa” de IREN (1979a).

Figura N°28: Erosión activa. Comuna de Empedrado, año 1979.



Fuente: Elaboración propia, basada en criterio “erosión activa” de IREN (1979a).

Figura N°29: Erosión activa. Comuna de Chanco, año 1979



Fuente: Elaboración propia, basada en criterio “erosión activa” de IREN (1979a).



#### 4.4.2 ¿Se forestó en suelos con erosión activa?

Este resultado se obtuvo del cruce de información espacial de la erosión activa de 1979 y el uso forestal determinado en 2015 a través de fotointerpretación, unido a información espacial de erosión activa sin forestar y otros usos y coberturas. Lo anterior estableció las siguientes categorías

- Forestación sobre erosión activa.
- Forestación sobre otras categorías<sup>27</sup>.
- Erosión activa sin forestar<sup>28</sup>
- Otros usos y coberturas<sup>29</sup>

La Tabla N°28, de acuerdo al análisis espacial de la superficie total comunal de Constitución, Empedrado y Chanco, señala lo siguiente:

La comuna de Constitución, posee un 72,2% de su superficie destinada a plantaciones forestales, cifra que se compone de un 29,1% categorizado como “forestación sobre erosión activa”, y de un 43,1% correspondiente a “forestación sobre otras categorías” (suelos donde no había prioridad para forestar). Para la comuna de Empedrado, un 77,7% de su superficie está destinada a plantaciones forestales, como resultado de un 30% destinado a la “forestación sobre erosión activa” y de un 47,7% de “forestación sobre otras categorías”. Por último la comuna de Chanco, de un 62,6% de superficie destinada a plantaciones forestales, cifra que se compone de un 38,2% bajo la categoría “forestación sobre erosión activa” y un 24,4% se relaciona a la “forestación sobre otras categorías”.

Cabe destacar la existencia de superficie, que en 1979 fue determinada con erosión activa, siendo áreas prioritarias a ser forestadas, sin embargo hasta el año 2015, estas no han sido destinadas al uso de suelo forestal. Un 8,6%, 12,5%, y un 18,5% de la superficie total de las comunas de Constitución, Empedrado y Chanco -respectivamente-, presenta este escenario en sus suelos.

Por último, cabe señalar que un 19,2%, 9,8% y un 18,9% de las superficies de Constitución, Empedrado y Chanco -respectivamente-, está determinado bajo la categoría “otros usos o coberturas”, no teniendo relación con plantaciones forestales y prioridad para ser forestados (erosión activa sin forestar).

---

<sup>27</sup> Forestación sobre otras categorías: corresponde a la forestación sobre erosión no activa (aquellos suelos en donde la cobertura vegetal de cualquier tipo ya ha detenido el proceso erosivo), depositación, erosión no aparente, y otros usos y coberturas.

<sup>28</sup> Erosión activa sin forestar: suelos que debían forestarse, según criterio de IREN (1979), pero hasta el 2015 no han sido forestados.

<sup>29</sup> Otros usos y coberturas: corresponde a otro uso o cobertura, que excluye a las plantaciones forestales.

Tabla N°28: La erosión activa y su relación con la forestación en el área de estudio. Superficie en hectáreas

	Constitución		Empedrado		Chanco	
	Superficie	Porcentaje	Superficie	Porcentaje	Superficie	Porcentaje
<b>Forestación sobre erosión activa</b>	39.201	29,1	16.973	30,0	20.174	38,2
<b>Forestación sobre otras categorías</b>	58.004	43,1	27.002	47,7	12.877	24,4
<b>Erosión activa sin forestar</b>	11.596	8,6	7.053	12,5	9.742	18,5
<b>Otros usos y coberturas</b>	25.812	19,2	5.573	9,8	9.997	18,9
<b>Total</b>	134.613	100	56.601	100	52.790	100

Fuente: Elaboración propia, basada en análisis espacial.

#### 4.4.3 ¿Qué porcentaje de la superficie forestada responde a la necesidad de recuperar suelos con “erosión activa” en el área de estudio?

De acuerdo a las variables anteriormente estudiadas, también es posible realizar un análisis espacial, que contemple sólo la categoría “plantaciones forestales”, y determinar que superficie forestal efectivamente está sobre erosión activa y la que no responde a este criterio.

La Tabla N°29, señala que, para la comuna de Constitución, de las 97.205 hectáreas forestadas, un 40,3% efectivamente se forestó sobre suelos con erosión activa, y un 59,7% lo hizo sobre suelos que presentaban otras categorías. En Empedrado, de las 43.975 hectáreas con plantaciones forestales, un 38,6% de ellas, están sobre suelos con erosión activa, y un 61,4% sobre suelos de otras categorías. Por su parte, la comuna de Chanco presenta un escenario más favorable al criterio; de sus 33.005 hectáreas forestadas, un 61% de ellas, está sobre suelo con erosión activa, mientras que un 39% sobre suelos con otras categorías.

Tabla N°29: Superficie forestada sobre erosión activa. Superficie en hectáreas

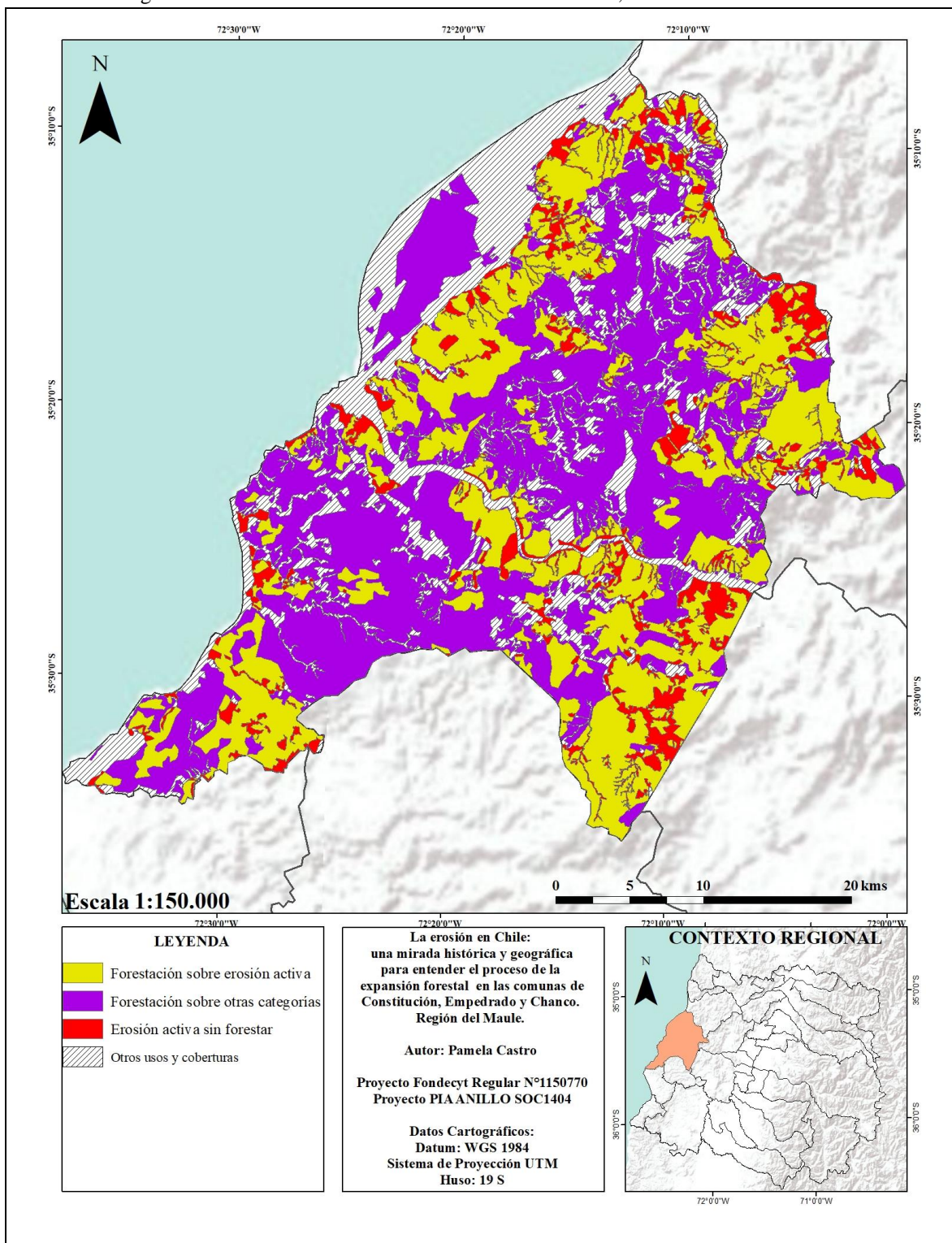
	Constitución		Empedrado		Chanco	
	Superficie	Porcentaje	Superficie	Porcentaje	Superficie	Porcentaje
<b>Plantaciones Forestales</b>						
<b>Forestación sobre erosión activa</b>	39.201	40,3	16.973	38,6	20.174	61,0
<b>Forestación sobre otras categorías</b>	58.004	59,7	27.002	61,4	12.877	39,0
<b>Total</b>	97.205	100	43.975	100,0	33.051	100,0

Fuente: Elaboración propia, basada en análisis espacial.

Las Figuras N°30, N°31 y N°32, muestran la distribución espacial de las categorías: forestación sobre erosión activa, forestación sobre otras categorías, erosión activa sin forestar y otros usos y coberturas, en las comunas de Constitución, Empedrado y Chanco.

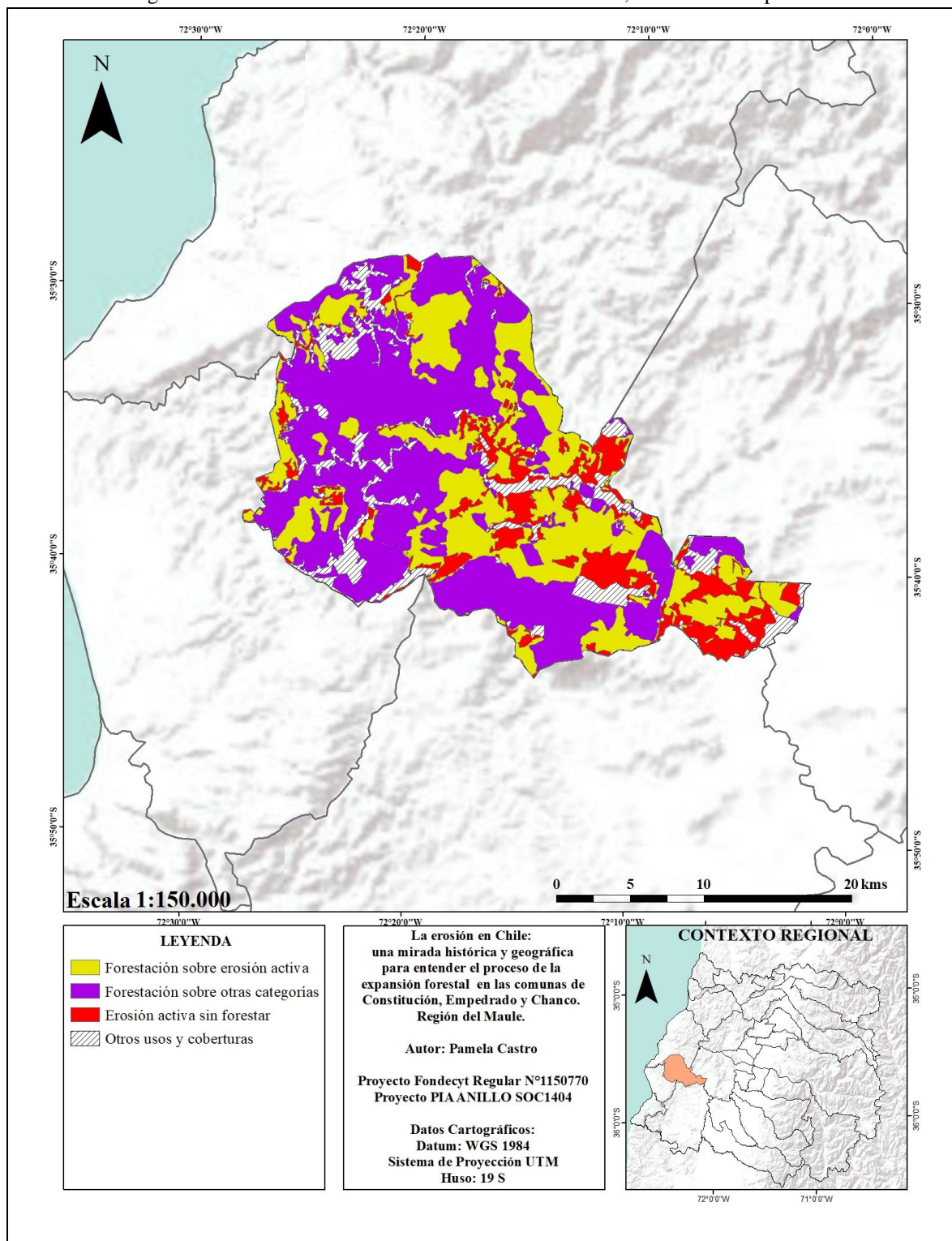
Del análisis espacial de las cartografías se puede mencionar que en las tres comunas, las plantaciones forestales están presentes en gran parte de la superficie, sin embargo para las comunas de Constitución (Figura N°30) y Empedrado (Figura N°31), es mayor la superficie categorizada como “forestación sobre erosión no activa” (29,1% y 30% respectivamente) a la superficie categorizada como “forestación sobre erosión activa” (43,1% y 47,7% respectivamente), mientras que para la comuna de Chanco, sucede lo contrario, pues un 38,2% de la superficie destinada a plantaciones forestales fue sobre erosión activa, mientras que un 24,4% fue sobre erosión no activa. .

Figura N°30: Forestación sobre suelos con erosión activa, comuna de Constitución.



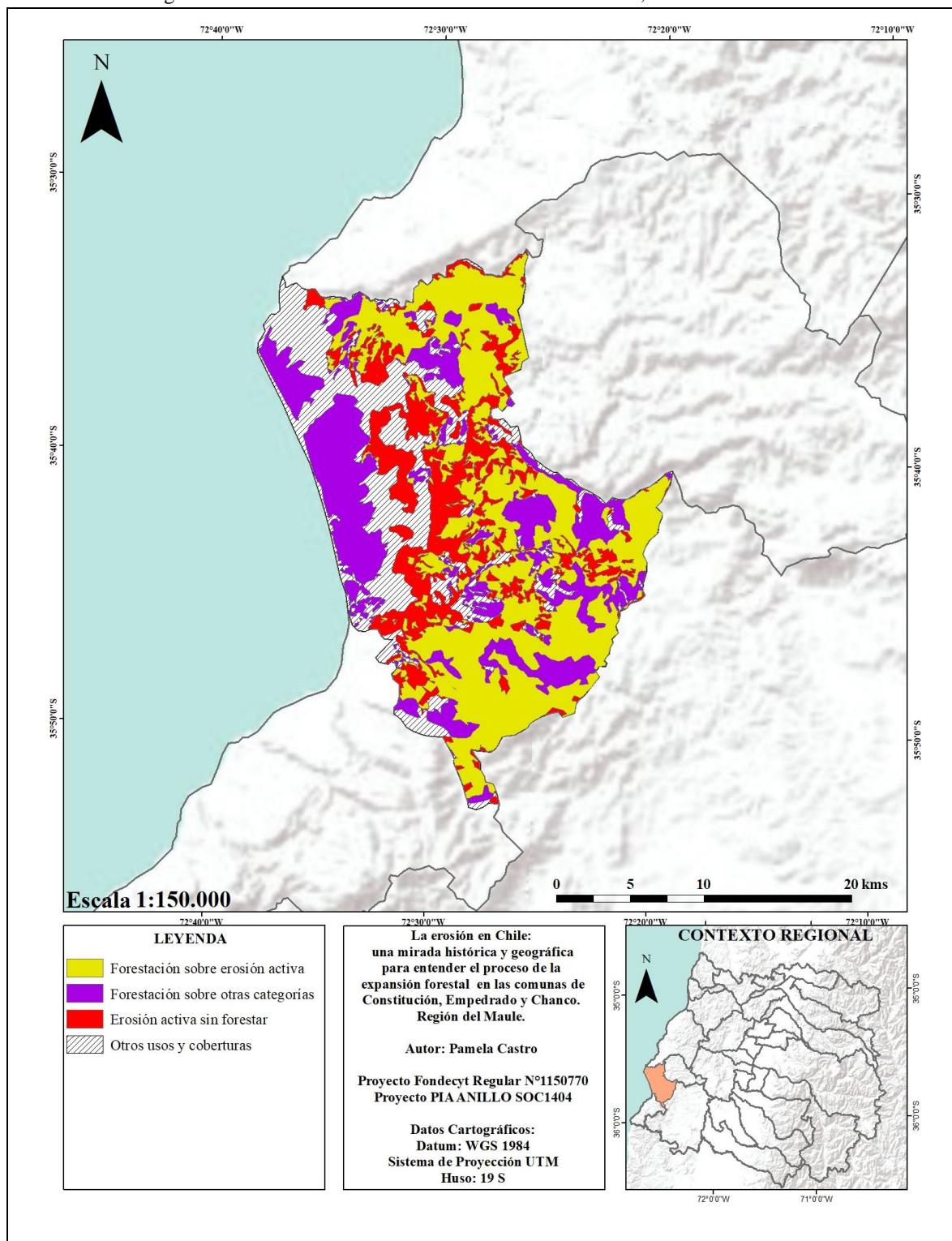
Fuente: Elaboración propia, en base a cruce de información espacial de IREN (1979a) y fotointerpretación Fondecyt 1150770 (2015).

Figura N°31: Forestación sobre suelos con erosión activa, comuna de Empedrado.



Fuente: Elaboración propia, en base a cruce de información espacial de IREN (1979a) y fotointerpretación Fondecyt 1150770 (2015).

Figura N°32: Forestación sobre suelos con erosión activa, comuna de Chanco.



Fuente: Elaboración propia, en base a cruce de información espacial de IREN (1979a) y fotointerpretación Fondecyt 1150770 (2015).

## CAPITULO 5: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 5.1 Discusión

De acuerdo con el análisis histórico realizado sobre el conocimiento oficial de la erosión, se logra destacar el importante rol que ha tenido la representación cartográfica como forma de conocimiento del territorio erosionado. Citando a Harley (2005) e Hidalgo, *et al.*, (2012), quienes definen la “representación cartográfica” como una “representación del conocimiento”. Sin embargo, lo más importante de este análisis ha sido comprender la importancia y validez de la cartografía, y el discurso que trae consigo, siendo una herramienta fundamental en la toma de decisiones sobre el territorio. Bajo este contexto se coincide con Foucault (1980) quien señala la relación que existe entre el mapa y el “ejercicio de poder jurídico”, ya que la representación cartográfica lo vuelve un “territorio jurídico”, facilitando la medición del terreno y su control. Lo anterior, se sustenta en los informes revisados en esta investigación, y que fueron elaborados por las fuentes oficiales del Estado, en los que se determinó espacialmente las áreas severamente erosionadas y las medidas que se debían tomar respecto a la magnitud del problema. Como respuesta a ello, se presenta a las plantaciones forestales como el medio para controlar la erosión y otorgar productividad a estos suelos, sustentándose además bajo el Decreto Ley N°701; instrumento legal que también legitima su poder sobre el territorio. Todo este proceso, Harley (2005) lo señala como el poder externo en cartografía, pues significa que este ejercicio de poder está relacionado con actores de un nivel superior.

El análisis espacial de las cartografías, también permitió comprender las distintas categorías, utilizadas por los técnicos, para determinar la severidad de la erosión del territorio afectado, proceso que Harley (2005) lo señala como el poder interno de la cartografía, aquel que reside en los cartógrafos en el proceso de producción espacial, quienes producen poder por medio de la elección de las categorías de información, la manera en la que se generaliza el conjunto de normas para la abstracción del paisaje, cómo los elementos de este se forman en jerarquías, y como los diferentes estilos retóricos, que a su vez reproducen el poder, son empleados para presentar el paisaje. Por esto, resulta necesario mencionar los siguientes ejemplos que representan lo anterior: la ausencia de la categoría “sin erosión” en el estudio de 1979 (IREN, 1979a), la transformación que sufre el significado de la categoría “no aparente” utilizado por los estudios de 1965, 1979a y 2010, y la utilización de la categoría “áreas excluidas” en el estudio de CIREN (2006). Estos ejemplos demuestran el poder que tienen los técnicos dentro de la producción del conocimiento espacial y su influencia en la omisión de información, pese a que muchas veces este acto escapa de sus alcances, dado que la categorización y determinación de la severidad, también está fuertemente vinculada a los recursos y tecnología utilizada en los estudios, con esto se alude a la dificultad que presentó el estudio de CIREN en el año 2010,

para determinar áreas erosionadas bajo plantaciones forestales y bosque nativo, otorgándole a estos sectores la categoría de “erosión no aparente”.

Otro tema importante de mencionar, y descubierto a partir de la comprensión de las distintas categorías de erosión y su alcance dentro de la representación cartográfica, es entender el acto de construcción en el mapa, señalado por Eagleton (1983) como un acto inherentemente ligado a un “discurso retórico”. Robinson, *et al.*, (1995) señalan que los pasos trazados en el mapa, como la selección, omisión, simplificación, clasificación, creación de jerarquías y simbolización, son inherentemente retóricos. Agregando que, tanto en sus intenciones como en sus aplicaciones, este acto, representa propósitos humanos subjetivos más que corresponder al funcionamiento de alguna “ley fundamental de generalización cartográfica”. Por lo anterior, es indispensable volver a ejemplificar con la “erosión no aparente”. Entendiendo de manera crítica esta categoría, después de lo planteado por Eagleton (1983) y Robinson, *et al.*, (1995), se puede establecer que los suelos clasificados con la “erosión no aparente”, en realidad no representan la dimensión del problema, pese a que CIREN (2010) señala que están protegidos por algún tipo de cubierta vegetal de densidad mayor a 75% o su uso está sujeto a buenas prácticas, y que la metodología utilizada (imágenes satelitales) no permitió asignarles un grado de severidad en particular. Lo anterior sólo viene a construir la idea de que esta categoría está sujeta a múltiples interpretaciones, ya que es incierto lo que sucede con la erosión bajo un tipo de cubierta vegetal, particularmente las plantaciones forestales. De acuerdo al análisis espacial<sup>30</sup> realizado en la investigación, las comunas de Constitución, Empedrado y Chanco, poseen un 87,1% 91,3% y 86,8% -respectivamente- del total de la superficie con “erosión no aparente” relacionada a plantaciones. Por lo tanto, en realidad en estos suelos no se ha determinado la gravedad de la erosión, sino más bien se ha establecido un tipo de relación con un uso de suelo en particular.

Desde el enfoque de la ecología política, es posible entender como parte del territorio se ha transformado, bajo la lógica de la representación de un espacio categorizado como “erosionado”, que se ha construido bajo un fuerte discurso ambiental, político, económico, social e incluso normativo (a través del Decreto Ley N°701), trayendo consigo el impulso al desarrollo forestal. Por lo anterior es posible coincidir con Sabatella (2013) quién señala que la ecología política no sólo estudia los procesos de apropiación material de la naturaleza, sino también sus representaciones, es decir la construcción ideológica y simbólica que atañe a la misma

---

<sup>30</sup> Análisis basado en el cruce de información espacial de erosión no aparente (CIREN, 2010) y usos y coberturas (fotointerpretación Fondecyt 1150770, año 2015). Se utilizó la categoría “no aparente” como el total de la superficie a analizar.



Alimonda (2009) además señala que la expresión sobre el territorio, es parte de una construcción ideológica o simbólica por parte distintos actores sociales. Sin embargo, en este último punto se discrepa del autor, debido a que la erosión y su determinación ha sido establecida por un actor en particular; los técnicos, bajo el mandato del Estado. A lo largo del período estudiado, los distintos criterios y metodologías empleadas, han involucrado sólo el conocimiento del experto en suelos, dejando de lado por ejemplo la percepción de la erosión que pueda tener el habitante de una zona afectada, o quien lleva a cabo prácticas agrícolas o forestales. Por lo anterior es que ha sido difícil determinar o encontrar una “dimensión conflictiva” dentro de este campo de estudio, porque los estudios analizados, han seguido una misma línea de investigación, que ha construido un vínculo entre la recuperación y productividad de estos suelos, y las plantaciones forestales. Por lo tanto, este conflicto aún no es “evidente”, ya que según Martínez Alier (2007) “este se hace evidente, cuando distintos actores, que tienen distintos intereses, valores, culturas, saberes, también distintos grados de poder, usan o pueden usar distintos lenguajes de valoración”. Sin embargo la postura, que señala a las plantaciones forestales como un factor erosivo, sólo ha sido parte de las conclusiones de estudios localizados, como los de Álvarez (1989), Otero (1990), Poisson (1990) y García-Chevesich (2015) quienes además señalan que son las prácticas derivadas de la explotación y preparación del sitio de plantación forestal, las que incrementan la erosión.

También es importante señalar que la erosión, traspasa las fronteras de un entendimiento como proceso físico. Blaikie (1985) menciona que el contexto físico de la erosión es importante pero enfatiza en que el contexto político-económico tiene un peso muy fuerte. Calderon-Contreras (2013) agrega que es un fenómeno inevitablemente político, cultural, económico o incluso socialmente construido. Por lo anterior es posible coincidir con los autores señalados y contextualizar para el caso chileno, que es un fenómeno político, puesto que a partir de su determinación el Estado ha ido tomando decisiones en el territorio. Es cultural debido a las prácticas realizadas sobre el territorio han condicionado su severidad, pues autores como Elgueta y Jirkal (1943), Rodríguez y Díaz (1951) e IREN (1965) responsabilizaban al agricultor como el principal factor antrópico. Sumado a lo anterior, es económico ya que la alta demanda en la productividad de suelo intensificó el uso de la tierra, provocando así la erosión del suelo por conducto de estas actividades humanas. Finalmente es socialmente construido pues su determinación nace a partir de técnicos expertos en el tema, sin embargo, la visión de otros actores, ha quedado prácticamente relegada.

Respecto a la respuesta institucional frente al problema y los enfoques de la conservación de suelo propuestos por Biot, *et al.*, (1995), es posible determinar que estos se identifican de la siguiente manera de acuerdo con el análisis histórico de la erosión. De 1943 a 1965, se identifica un enfoque clásico de la conservación desde una perspectiva centralizada para dar

soluciones ambientales a agricultores, bajo un modelo conservador y paternalista, sin consideraciones de orientación al mercado, con énfasis en las prácticas mecánicas de conservación de suelos. Mientras que el enfoque que ha prevalecido desde la promulgación del Decreto Ley N°701 ha sido el neoliberal, y es que se caracteriza por una toma de decisiones ejercida mediante políticas de mercado y derechos de propiedad, pensando en dar solución principalmente a problemas económicos y políticas gubernamentales.

Por último, cabe señalar la importancia del enfoque geohistórico dentro de la investigación, pues el análisis espacio temporal de la erosión, permitió entender parte de la lógica de la expansión forestal sobre el territorio en las comunas estudiadas. De esta manera los resultados de la investigación se relacionan con Braudel (1970) quién señala que este enfoque crítico y reflexivo busca la construcción fenomenológica del territorio conjugando tiempo y espacio, entendiendo a los procesos (en este caso la expansión forestal) como producto de las dinámicas espaciales en las que interactúan la sociedad y la naturaleza, a partir de la transformación física, social, política, económica y/o cultural del territorio. Y además con lo mencionado por Aponte (2006), quien alude que desde este enfoque el espacio es entendido como un producto social, síntesis de la acción de los grupos humanos consecuencia de una realidad histórica. Por lo anterior es posible explicar cómo se ha desarrollado parte de la expansión forestal, desde la determinación de las áreas con “erosión activa”, establecida por los técnicos del Instituto de Investigaciones de Recursos Naturales en 1979, considerando que el proceso además ha ido en respuesta a un contexto histórico, político, social, cultural y económico. De acuerdo a los resultados obtenidos, un 40,3% y un 38,6% de la superficie forestal total comunal de Constitución y Empedrado - respectivamente- respondió a la necesidad de forestar sobre suelo con erosión activa, mientras que la comuna de Chanco lo hizo en un 61%.

## **5.2 Conclusiones**

Es indudable la contribución que han tenido los estudios sobre erosión en Chile en parte de la reconfiguración del territorio afectado. Desde 1943 al 2010, se elaboraron un total de nueve informes que abarcaron el problema de la erosión, bajo contextos históricos, económicos, sociales, ambientales y políticos, que marcaron en cada uno de ellos formas de entender y determinar el problema en el país. Lo anterior, también estuvo acompañado en la manera en que el Estado se involucró en la investigación científica y en los intereses que los investigadores buscaban satisfacer. Adicionalmente, las distintas disciplinas y ciencias de los integrantes del equipo técnico a cargo de las distintas investigaciones, también han jugado un rol importante en la forma de pensamiento. De 1943 a 1965 estos estuvieron a cargo sólo de ingenieros agrónomos y por ende los datos estadísticos tuvieron mayor relevancia, en 1979 se suma la geografía y la ingeniería forestal, por esto es también que la teledetección y cartografía adquieren mayor importancia, y para el año 2006 y 2010 los

equipos de trabajo integran a sus filas a los cartógrafos, generando una base de datos espacial a mayor detalle, sumado a que los avances tecnológicos han permitido contribuir en este conocimiento.

Otro factor importante en el desarrollo de los distintos estudios sobre erosión, han sido los antecedentes previos y la metodología disponible para determinar la gravedad del problema, ya sea a través de resultados estadísticos y/o espaciales. En 1943, Elgueta y Jirkal, no contaban con los medios necesarios para determinar con exactitud la erosión, lo que no impidió que establecieran las zonas más afectadas, mediante un análisis de las causas y factores. Rodríguez y Díaz, lograron en 1951 establecer con mayor exactitud la pérdida de suelo, gracias a la interpretación de fotografías aéreas, siguiendo este método el Instituto de Recursos Naturales en 1965 apoyado con material proporcionado por el Proyecto Aerofotogramétrico OEA/CHILE, fue capaz de evaluar la situación del problema erosivo en la zona más afectada del país. Sin embargo, no fue hasta 1979 que gracias a la tecnología de la teledetección se permitió la fotointerpretación de imágenes satelitales determinando en gran parte del territorio continental. Por su parte el estudio a cargo del Centro de Información de Recursos Naturales pudo establecer en 2006 la erosión en la zona del secano costero a través de un análisis visual de distintas composiciones espectrales de los datos satelitales, clasificación supervisada del índice de brillo, apoyada con muestras de terreno, fotointerpretación de fotos de color y datos del estudio agrológico. Finalmente, la determinación de la erosión en todo el territorio chileno, a cargo de CIREN en 2010, se llevó a cabo con el análisis interpretativo visual de imágenes satelitales Landsat TM 5, datos de estudios agrológicos, curvas de nivel, e índices espectrales confrontadas con las observaciones tomadas en terreno, información que se integró mediante sistema de información geográfica, complementada con técnicas de geomática.

Pese a que la determinación de la erosión en la zona costera comprendida entre Valparaíso a Cautín ha sido estudiada través de los estudios desde 1943 a la actualidad, no se ha logrado realizar un monitoreo histórico de la gravedad de la situación, pues el motivo principal está en las distintas metodologías que han sido utilizadas. Es de conocimiento que el resultado de la fotointerpretación de una imagen aérea y el análisis espacial a partir de imágenes satelitales por medio de sistemas de información geográfico, no proyectan los mismos resultados, por lo anterior, se dificulta un seguimiento histórico de los niveles de erosión. Sumado a ello, cuando los resultados se presentan en información espacial a través de cartografías, la escala de trabajo y la categorización utilizada para determinar la severidad de la erosión, también intervienen en el análisis comparativo espacio temporal, por lo que muchas veces se debe realizar una homologación de los datos. Por estas razones el presente estudio se limitó a hacer un análisis espacial y temporal de la erosión para las comunas de Constitución, Empedrado y Chanco, teniendo en consideración que no se puede realizar hacer un monitoreo temporal para ver un aumento o disminución en el

problema, pero si un análisis que considere dos años distintos y entregue una orientación al respecto.

El análisis histórico del conocimiento y la dimensión espacial de la erosión a través de su expresión cartográfica y sus categorías ha permitido entender el problema y sus alcances en el territorio, pues sin duda ha sido un argumento ambiental favorable a la expansión forestal, sin desconocer que determinaciones como la clasificación de suelos (mayoritariamente clase VII<sup>31</sup> para la superficie del área de estudio) y normativas como el Decreto Ley N°701 a través de bonificaciones a propietarios forestales, también han jugado un importante rol en este acelerado proceso durante los últimos 40 años.

A través del análisis espacial realizado en la investigación es posible concluir que más allá de buscar una recuperación de suelo improductivo mediante las plantaciones forestales, se ha priorizado la factibilidad económica que han tenido en esta zona de aptitud forestal, lo que se condice con el explosivo aumento de la superficie forestada entre 1979 y 2015, en las comunas de Constitución, Empedrado, Chanco<sup>32</sup>, proceso que en este periodo de tiempo y, de acuerdo a los análisis de datos estadísticos y cartográficos, ha revelado que su aumento en el territorio ha estado acompañado por una disminución de otros usos de suelo como el agrícola o coberturas como el bosque nativo, comprobando la hipótesis(a) planteada en la investigación. Además, se ha hecho evidente la homogeneidad del paisaje dominada por extensas plantaciones forestales. No obstante, al analizar espacialmente el total de la superficie forestada actual, se concluye que esta no se ha desarrollado sólo en suelos con erosión activa, establecidos por IREN en 1979, ejemplo de ello son Constitución y Empedrado, comunas que presentan un 59,7% y un 61,4% -respectivamente- bajo el criterio “forestación sobre otras categorías”, es decir sólo un 40,3% y un 38,6% -respectivamente- del total de la superficie forestada, responde al criterio “forestación sobre erosión activa”. Por otro lado, la comuna de Chanco, presenta un 39% de su superficie forestal, bajo el criterio “forestación sobre otras categorías”, mientras que un 61,4% lo hizo efectivamente sobre la “erosión activa”. Por lo anterior es posible comprobar la hipótesis(b), principalmente en Constitución y Empedrado, donde un porcentaje cercano al 60% del total forestado en estas comunas, se ha desarrollado en suelos que en 1979 presentaban para IREN una “erosión no activa” u otras categorías como la depositación. Lo anterior, permite señalar que esta expansión forestal ha superado los límites de lo que fue establecido como “erosión activa”, criterio fundamental en la prioridad para la forestación.

---

<sup>31</sup> Un 64,8% 68,6% y 58,1 de los suelos de las comunas de Constitución, Empedrado y Chanco -respectivamente- fueron clasificados en la clase VII de suelo (Fuente: CIREN, 2015).

<sup>32</sup> De acuerdo a los datos obtenidos de uso de suelo en IREN (1979) y la fotointerpretación desarrollada en la investigación del FONDECYT 1150770 (2015-2019), se establece que la comuna de Constitución aumentó de 34.298 hectáreas a 97.205 hectáreas forestadas, Empedrado lo hizo de 14.637 hectáreas a 43.975 hectáreas forestadas, y Chanco de 2.170 hectáreas a 33.051 hectáreas forestadas.

Por último, cabe agregar que la mayoría de estos suelos de uso forestal, actualmente presentan una erosión no aparente, categoría que no viene a determinar una mitigación del problema, sino más bien a establecer la imposibilidad que la metodología utilizada tuvo en determinar el grado severidad. Por lo anterior, la determinación de la erosión en estas zonas, sólo se puede corroborar mediante un sistema de teledetección más apropiado o a través de trabajo en terreno que implique experimentación a escala local y que permita la medición de suelo perdido, lo que sin embargo involucra más recursos y tiempo, y se aleja de los alcances de la presente investigación.

## CAPITULO 6: BIBLIOGRAFÍA

Agrupación de Ingenieros Forestales por el bosque nativo. 2012. Chile necesita una nueva Ley de fomento forestal. [en línea]. <[http://www.bosquenativo.cl/descargas/documentos\\_AIFBN/120703\\_minuta\\_AIFBN\\_PL\\_fomento\\_forestal.pdf](http://www.bosquenativo.cl/descargas/documentos_AIFBN/120703_minuta_AIFBN_PL_fomento_forestal.pdf)>. [consulta: 25 de junio, 2017].

Aguayo, M. Pauchard, A. Azócar, G y Parra, O. 2009. Cambio del uso del suelo en el centro sur de Chile a fines del siglo XX. Entendiendo la dinámica espacial y temporal del paisaje. *Revista Chilena de Historia Natural*. (82): 361-374.

Aliste, E. 2010. Territorio y ciencias sociales: trayectorias espaciales y ambientales en debate. *En*: ALISTE, E. y URQUIZA, A (Eds). *Medio ambiente y Sociedad: conceptos, metodologías y experiencias desde las ciencias sociales y humanas*. pp. 55-76.

Aliste, E., Cea, D., y Folchi, M. 2017. Discours sur le développement durable : virages, tensions et conséquences pour le secteur forestier chilien. *Cahiers des Amériques latines*, 85: 31-50.

Álvarez, F. 1989. Aspectos de hidrología forestal en el predio "El Retiro". Concepción. 14 p.

Aponte, E. 2006. La Geohistoria, un enfoque para el estudio del espacio venezolano desde una perspectiva interdisciplinaria. *Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, 10(218): 01-08.

Araya, J. 2003. La invasión de las plantaciones forestales en Chile. [en línea]. <<http://www.olca.cl/oca/chile/plantacion.pdf>>. [consulta: 25 de junio, 2017].

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. 2005. Chile nuestro país. Región del Maule. [en línea]. <<http://www.bcn.cl/siit/nuestropais/region7>>. [consulta: 07 de enero, 2017].

Biot, Y., Piers, B., Cecile, J. y Richard, P. 1995. *Rethinking Research on Land Degradation in Developing Countries*. Washington, D.C., U.S.A. 139p.

Blaikie, P. 1985. *The Political Economy of Soil Erosion in Developing Countries*. New York: Longman. 188 p.

Bonilla, C. Reyes, J. y Magri, A. 2010. Estimación de la erosión hídrica empleando la ecuación universal de pérdida de suelo revisada (RUSLE) y SIG en Chile Central. *Revista Chilean Journal of Agricultural Research*, 70(1): 1-11.

Braudel, F. (1970) “La Historia y las Ciencias Sociales”. Alianza Editorial, S.A. Segunda edición, Madrid, España.

Bustos, B., Prieto, M y Barton, J. 2014. *Ecología política en Chile. Naturaleza, propiedad, conocimiento y poder*. Santiago de Chile. Editorial Universitaria, S.A. 292 p.

Cabello, A. 2009. Características Geohistóricas de la ocupación del espacio en la vertiente occidental de la cordillera de la Costa, provincia de Talca y Cauquenes, Región del Maule, Chile. *Revista Ambiente Total*, 1(2): 1-14.

Calderon-Contreras, R. 2013. *Ecología política: hacia un mejor entendimiento de los problemas socioterritoriales*. *Economía, sociedad y territorio*, 13(42): 561-569.

Castro, H. 2013. La cuestión ambiental en geografía histórica e historia ambiental: tradición, renovación y diálogos. *Revista de Geografía Norte Grande* (54): 109-128.

Cebecauer, T. y Hofierka, J. 2008. The consequences of land-cover changes on soil erosion distribution in Slovakia. *Geomorphology*, 98(3): 187-198.

Centro de Información de Recursos Naturales. 1996. *Estudio Agrológico. Materiales y Símbolos*. [en línea]. <<http://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/123456789/2065>>. [consulta: 25 de junio, 2016].

Centro de Información de Recursos Naturales. 2006. *Zonificación de la erosión y fragilidad de los suelos del secano costero de las regiones VI y VII*.

Centro de Información de Recursos Naturales. 2010. *Determinación de la erosión actual y potencial de los suelos de Chile*. N°139.

Centro de Información de Recursos Naturales. 2011. *Historia de Ciren*. [en línea]. <<http://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/123456789/1227/THUMBNAIL?sequence=2&isAllowed=y>>. [consulta: 25 de junio, 2017].

Centro de Información de Recursos Naturales. 2015. *Descarga de capas*. <<https://www.ciren.cl/descarga-de-capas/>>. [consulta: 25 de junio, 2017].

Corporación Nacional Forestal. 1999. Plan de manejo Reserva Nacional Los Bellotos del Melado. Documento de Trabajo n°298.

Corporación Nacional Forestal. 2009. Sistema de Información Territorial. Región del Maule. [en línea]. < <http://sit.conaf.cl/>>. [consulta: 27 de noviembre, 2017].

Corporación Nacional Forestal. 2014. Evaluación de Resultados del Decreto Ley N°701 de 1974, Ministerio de Agricultura. [en línea]. <[http://ciperchile.cl/wp-content/uploads/articles-117482\\_doc\\_pdf.pdf](http://ciperchile.cl/wp-content/uploads/articles-117482_doc_pdf.pdf)>. [consulta: 27 de noviembre, 2017].

Cotler, H., Priego, Á., Rodríguez, C., y Enríquez, C. 2004. Determinación de zonas prioritarias para la eco-rehabilitación de la cuenca Lerma-Chapala. Gaceta Ecológica, (71): 79-92.

Del Pozo, A. y Del Canto, P. 1999. Áreas agroclimáticas y sistemas productivas en la VII y VIII Regiones. N° 113.

Elgueta, M y Jirkal, J. 1943. Erosión de los suelos en Chile. [Folleto]. Santiago de Chile. Imprenta Sud-América. 30 p.

Endlicher, W. 1988. El problema de la erosión del suelo en la cordillera de la Costa de la Octava Región. Revista de Geografía Norte Grande, 98 (15): 11-27.

Francke, S. 2002. Control de erosión en terrenos degradados vía D.L 701 de fomento forestal. En: PEREZ, C. (Ed). Manejo de microcuencas y prácticas conservacionistas de suelo y agua. Chillán, Chile. pp. 55-82

Foucault, M. 1980. Power/Knowledge: Selected Interviews and Other Writings, 1972-1977, En: Colin Gordon, trans. Colin Gordon, Leo Marshall, John Mepham, Kate Sopher. New York, Pantheon Books, pp: 282.

Fundación Terram. 2017. Historia del Decreto Ley N°701. [en línea]. <<http://www.terram.cl/2017/11/100-de-ernc-al-2050-historia-del-decreto-ley-701/>>. [consulta: 25 de junio, 2017].

Garcia-Chevesich, P. 2015. Control de la erosión y recuperación de suelos degradados. Denver, Colorado. Editorial: Outskirts Press. 469p.

Gayoso, J. e Iroume, A. 1995. Impacto del manejo de plantaciones sobre el ambiente físico. Revista Bosque 16(2): 3-12.



Gómez, I., Picher, A., y Romero, R. 2006. Modelización de la dinámica espaciotemporal la erosión como instrumento para la toma de decisiones territoriales. En: CAMACHO, M., CAÑETE, J., y LARA, J (Eds). El acceso a la información espacial y las nuevas tecnologías geográficas. España. Editorial Universidad de Granada. pp. 207-222.

Harley, J. 2005. Hacia una deconstrucción del mapa. [en línea]. <[http://148.202.18.157/sitios/catedrasnacionales/material/2010a/luis\\_cabrales/2.pdf](http://148.202.18.157/sitios/catedrasnacionales/material/2010a/luis_cabrales/2.pdf)>. [consulta el 10 de diciembre, 2017].

Hidalgo, G., Rosas, J. y Strabucchi, W. 2012. La representación cartográfica como producción de conocimiento. Reflexiones técnicas en torno a la construcción del plano de Santiago de 1910. ARQ (Santiago), (80), 62-75.

Ibarra, M., Mancilla, G. y Peralta, M. 1996. Evaluación de la erosión hídrica bajo tres tipos de cubierta arbórea en la cordillera de Nahuelbuta. [en línea]. <[http://revistacienciasforestales.uchile.cl/1996\\_vol11/n1-2a6.pdf](http://revistacienciasforestales.uchile.cl/1996_vol11/n1-2a6.pdf)>. [consulta: 25 de junio, 2017].

Ilustre Municipalidad de Constitución. 2012. Plan Regulador Comunal de Constitución. Región del Maule. Informe ambiental. Constitución.

Instituto de Investigación de Recursos Naturales. 1965a. Evaluación de la erosión en la provincia de Talca. N°1.

Instituto de Investigación de Recursos Naturales. 1965b. Evaluación de la erosión en la provincia del Maule. N°2

Instituto de Investigación de Recursos Naturales. 1965c. Evaluación de la erosión cordillera de la Costa entre Valparaíso y Cautín. N°3.

Instituto de Investigación de Recursos Naturales. 1979a. Perspectivas de desarrollo de los recursos de la VII Región. N°25.

Instituto de Investigación de Recursos Naturales. 1979b. Fragilidad de los ecosistemas naturales de Chile. N°40.

Instituto Nacional de Estadísticas. 2007. División Político Administrativa y Censal 2007. Región del Maule. [en línea]. <[http://www.inemaule.cl/archivos/file/pdf/DPA/dpa\\_Maule.pdf](http://www.inemaule.cl/archivos/file/pdf/DPA/dpa_Maule.pdf)>. [consulta: 07 de enero de 2017].

Instituto Nacional de Estadísticas. 2017. División Política Administrativa (polígonos). [en línea]. <<http://www.ide.cl/descargas/capas/DPA.rar>>. [consulta: 07 de enero de 2017].

Jirkal, J. y Hepp, R. 1943. El Problema Forestal en Chile: Generalidades sobre el problema de la erosión del suelo en Chile - Plantas Forrajeras. En: Ciclo de conferencias dictadas en la Universidad de Concepción. Concepción. Pp. 0-40.

Leal, C. 2002. La naturaleza en los estudios sociales. En: PALACIO, G. y ULLOA, A. (Eds). Repensando la naturaleza. Encuentros y desencuentros disciplinarios en torno a lo ambiental. Leticia, Colombia. Instituto Colombiano de Antropología e Historia. pp. 123-138.

Leff, E. 2006. La ecología política en América Latina. Un campo en construcción. En: ALIMONDA, H. Los tormentos de la materia. Aportes para una ecología política latinoamericana. Buenos Aires, Argentina. Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales. pp. 21-40.

López, F. y Romero, A. 1998. Erosión y desertificación: Implicaciones ambientales y estrategias de investigación. Papeles de Geografía. (2): 77-89.

Luebert, F. y Pliscoff, P. 2006. Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Santiago, Chile. Editorial Universitaria, S.A. 323p.

Martínez Alier, J. 2007. El ecologismo popular. Revista Ecosistemas 16 (3): 148-151.

Mattozzi, I. 2014. ¿Quién tiene miedo de la geohistoria? Revista Enseñanza de las ciencias sociales. (13): 85-105.

Morgan, R. 1997. Erosión y conservación del suelo. Madrid: Mundi-Prensa. 343p.

Morgan, R y Duzant, J. 2007. Modified MMF (Morgan-Morgan-Finney) model for evaluating effects of crops and vegetation cover on soil erosion. Earth Surface Processes and Landforms. (32): 90-106.

Najera, O., Bojórquez, J., Flores, F., Murray, R. y González, A. 2016. Riesgo de erosión hídrica y estimación de pérdida de suelo en paisajes geomorfológico volcánicos en México. Revista Cultivos Tropicales, 37(2): 45-55.

Oficina de estudios y Políticas Agrarias. 2000. Sistema de Consulta Estadístico Territorial. Catálogo de Mapas. Áreas homogéneas ambientales. [en línea]. <<http://icet.odepa.cl/>>. [consulta el 25 de junio, 2017].

Otero, L. 1990. Impacto de la actividad forestal en comunidades locales en la VIII Región. *Ambiente y Desarrollo*, 6(2):61-69.

Palacio, G. 2006. Breve guía de introducción a Ecología Política (Ecopol). *Revista Gestión y Ambiente*, 9(3): 7-20.

Peña, L. 2008. Reflexiones sobre las concepciones de conflicto en la geografía humana. *Revista Cuadernos de Geografía*. (17): 89-115.

Pereira, R. 2011. Gobernanza del sistema tierra: viejas respuestas y nuevos interrogantes. En: ELIECER, J. *Amazonia Colombiana. Imaginarios y Realidades*. Bogotá, Colombia. Instituto Amazónico de Investigaciones. pp. 493-501.

Piñuela, J. 2002. Epistemología, metodología y técnicas del análisis de contenido. *Revista Estudios de sociolingüística*, 3(1):1-42.

Poisson, M. 1990. Evaluación de la acción de la gota de lluvia en suelos sujetos a madereo en plantaciones de *Pinus radiata* D. Don. con el uso de simulador de lluvia. Memoria para optar al título de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza. Universidad de Chile. 105 p.

Quan, B., Romkens, M., Li, R. Wang, F y Chen, J. 2011. Effect of land use and land cover change on soil erosion and the spatio-temporal variation in Liupan Mountain Region, southern Ningxia, China. *Front. Environ. Sci. Engin. China* 2011, 5(4): 564–572

Robinson, A., Morrison, J., Muehrcke, P., Kimerling J. y Guptill, S. 1995. *Elements of Cartography*. Wiley India Pvt. 688 p.

Rodríguez, M. y Díaz, C. 1951. Factores que determinan la erosión. *Revista Agricultura Técnica*. (1): 35-53.

Romero, H. 2009. Ecología Política del Cambio Climático en Ciudades Chilenas: Características y vulnerabilidades sociales. En: Seminario Internacional Impactos Sociales del Cambio Climático a Nivel Internacional: 7-9 de octubre 2009. Concepción, Universidad de Concepción, Facultad de Ciencias Sociales. pp. 12.

Romero, H. y Romero, H. 2015. Ecología política de los desastres: vulnerabilidad, exclusión socio-territorial y erupciones volcánicas en la patagonia chilena. *Magallania* (Punta Arenas), 43(3): 7-26.

Ruíz, N. y Galicia, L. 2016. La escala geográfica como concepto integrador en la comprensión de problemas socio-ambientales. *Investigaciones Geográficas*, (89):137-153.

Sabatella, I. 2013. Ecología Política: herramientas conceptuales y metodológicas. [en línea].

<[https://www.academia.edu/9219599/Ecolog%C3%ADa\\_Pol%C3%ADtica\\_herramientas\\_conceptuales\\_y\\_metodol%C3%B3gicas](https://www.academia.edu/9219599/Ecolog%C3%ADa_Pol%C3%ADtica_herramientas_conceptuales_y_metodol%C3%B3gicas)>. [consulta: 11 de noviembre, 2017].

Sánchez, J., Recatalá, J. y Colomer, C. 2001. Assessment of soil erosion at national level: a comparative analysis for Spain using several existing maps. [en línea]. <<https://www.witpress.com/Secure/elibrary/papers/ECO01/ECO01025FU.pdf>> [consulta: 25 de junio, 2017].

Sharma, A., Tiwari, K., y Bhadoria, P. 2010. Effect of land use land cover change on soil erosion potential in an agricultural watershed. (173): 789-801.

Shrestha, D. 1997. Assesment of soil erosion in the Nepalese Himalaya, a case study in Likhu Khola valley, Middle Mountain Region. *Land Husbandry*. Vol 2 (1): 59-80.

Syahli, F. The impact of land use change on soil erosion in Serayu watershed, case study Merawu watershed, Banjarnegara, central java. Thesis (Master of Science in Geo-Information for Spatial Planning and Risk Management). Indonesia. Gadjah Mada University, 2015. 121 h.

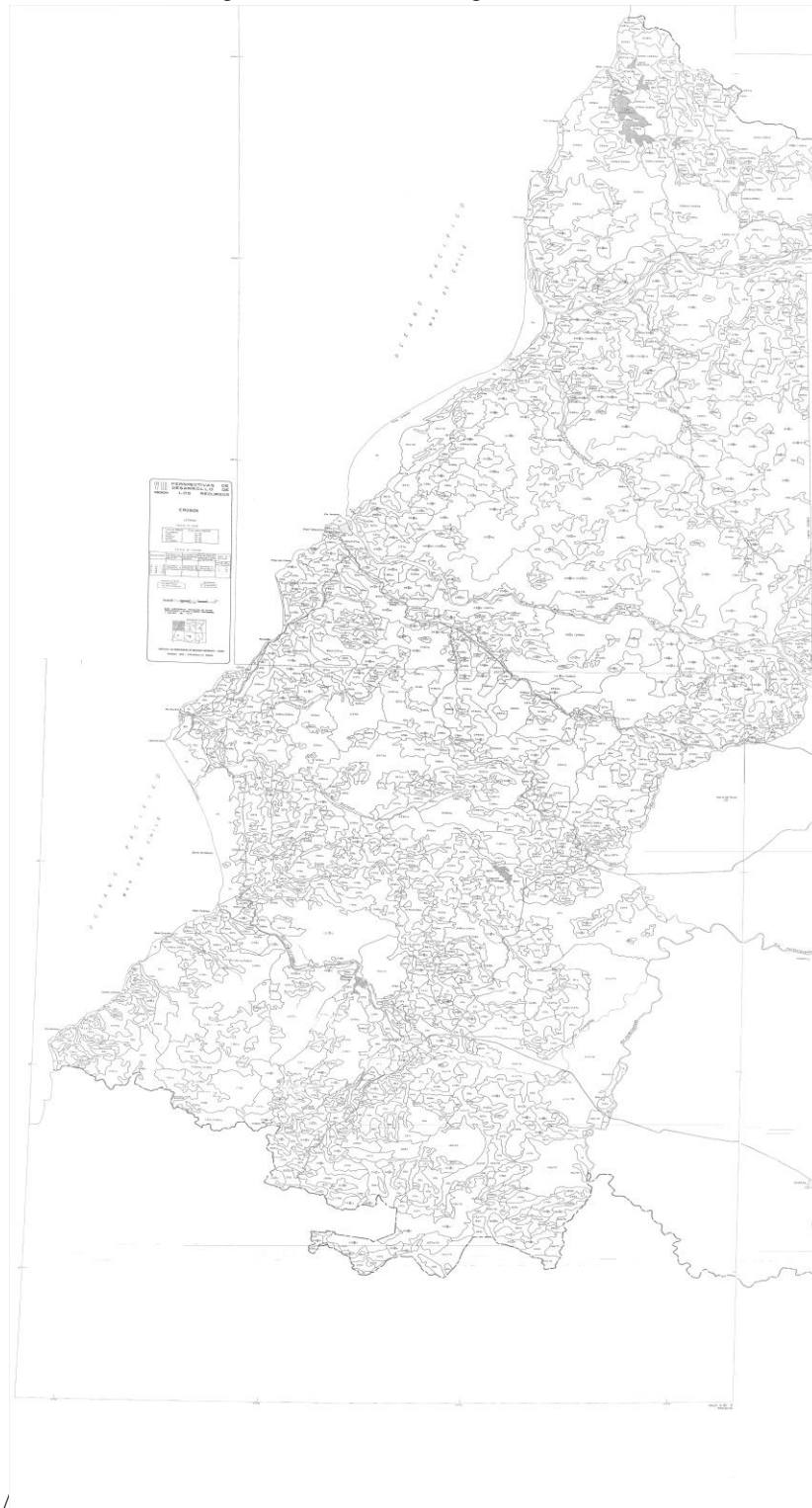
Toledo, V. 2008. Metabolismos rurales: hacia una teoría económico-ecológica de la apropiación de la naturaleza. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 7: 1-26.

Varguillas, C. 2006. El uso de Atlas.Ti y la creatividad del investigador en el análisis cualitativo de contenido UPEL. Instituto Pedagógico Rural El Mácaro. *Laurus*, 12 (Ext): 73-87.

Wijitkosum, S. 2012. Impacts of Land Use Changes on Soil Erosion in Pa Deng Sub-district, Adjacent Area of Kaeng Krachan National Park, Thailand. *Soil & Water Res.* (1): 10-17

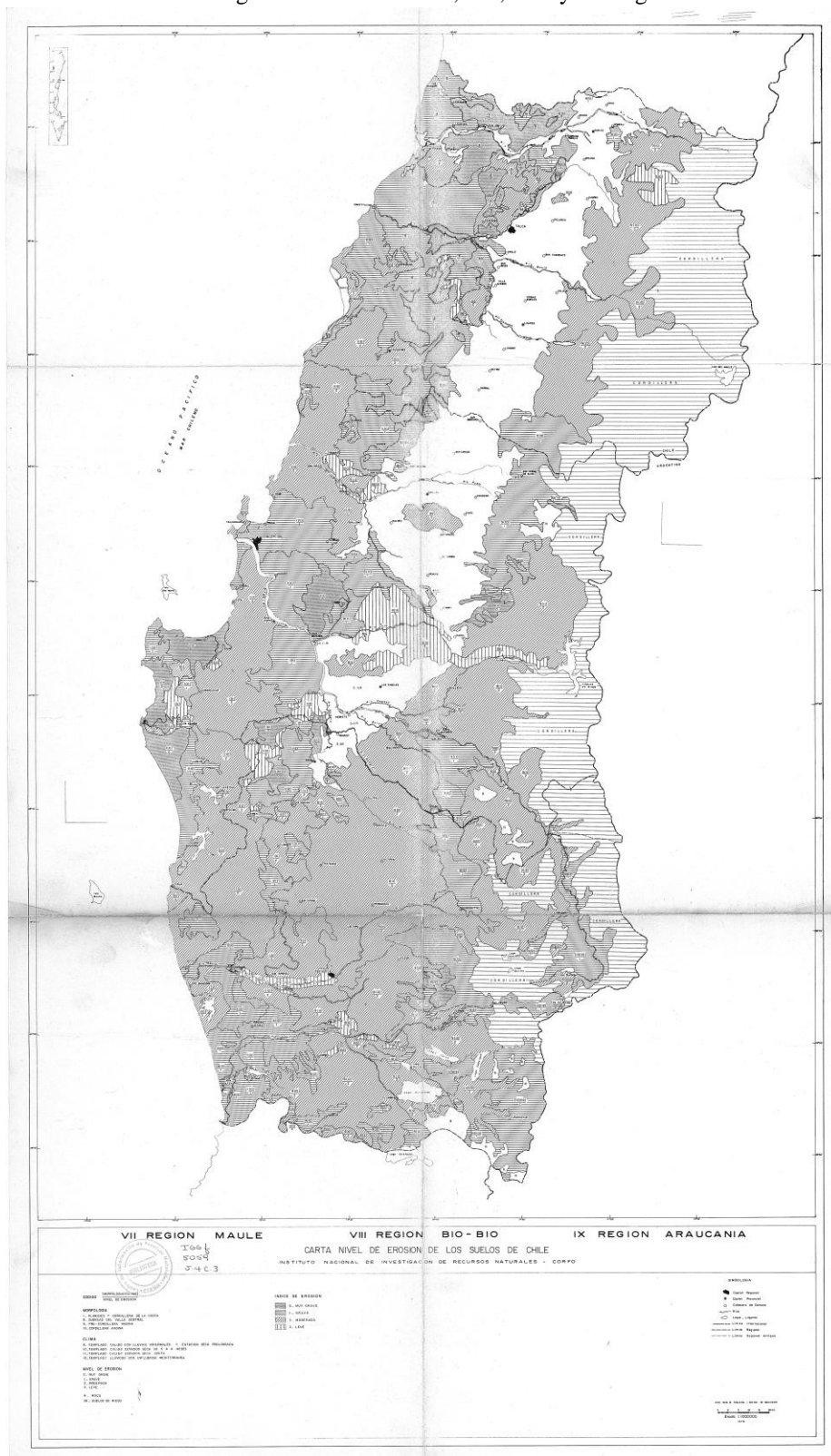
## CAPITULO 7: ANEXOS

Anexo N°1: Cartografía erosión actual, región del Maule. Año 1979.



Fuente: IREN, 1979a.

Anexo N°2: Cartografía nivel de erosión, VII, VIII y IX Región. Año 1979



Fuente: IREN, 1979b.



