

## **EL IMPACTO DE LA FORESTACIÓN Y LA NECESIDAD DE LA EVALUACIÓN AMBIENTAL ESTRATÉGICA EN EL DESARROLLO TERRITORIAL DEL SUR DE CHILE: EL CASO DE COLLIPULLI.**

**Hugo Romero<sup>12</sup> y Fernando Ordenes<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>**Departamento de Geografía de la Universidad de Chile**

<sup>2</sup>**Centro EULA de Ciencias Ambientales de la Universidad de Concepción**

**RESUMEN** La localización de plantaciones y actividades forestales en las comunas del Centro-Sur del país constituye una de las más importantes transformaciones territoriales, en torno a la cual existen evaluaciones contradictorias entre los actores y las escalas nacionales, regionales y locales. En este trabajo se analiza y evalúa la situación actual del ordenamiento territorial en la Comuna de Collipulli, tanto respecto a los recursos naturales como a la organización espacial de los centros poblados, usos del suelo y accesibilidad, empleando sistemas de información geográfica. Dado que la Evaluación Estratégica trabaja con escenarios alternativos de desarrollo territorial, se han preparado proposiciones espaciales que optimizan los usos del suelo, la accesibilidad y la conectividad.

**CONCEPTOS CLAVES:** Ordenamiento territorial, actividades forestales, Evaluación ambiental estratégica

**ABSTRACT** The location of plantations and forestry activities in the communes of the country's South-Central is one of the most important territorial changes, about which there are conflicting assessments among actors and national scales, regional and local. This paper analyzes and evaluates the current status of land in the Commune of Collipulli, both with respect to natural resources as the spatial organization of settlements, land use and accessibility, using geographic information systems. Since the Strategic Assessment works with alternative spatial development scenarios have been prepared proposals that optimize spatial land use, accessibility and connectivity.

**KEY CONCEPTS:** Land use, forestry, Strategic Environmental Assessment

### **I. Introducción**

Los cambios de usos del suelo desde superficies ocupadas por terrenos desnudos, tierras agrícolas y aún espacios urbanos, a terrenos plantados forestalmente, han sido una de las transformaciones espaciales y ambientales más significativas en el centro-sur de Chile. Las plantaciones forestales han introducido importantes perturbaciones sobre los sistemas territoriales; sobre los procesos ambientales naturales en general, y en particular sobre sus componentes hídricos, climas locales, suelos y biodiversidad, que han sido severamente afectados con los cambios dramáticos experimentados por la ecología de los paisajes forestados.

De igual manera, dichas perturbaciones han afectado a los sistemas socio-ambientales y con ello, a las estructuras y funciones territoriales que conforman las comunas de esta parte del país, como es el caso de la Comuna de Collipulli, ubicada en el margen Norte de la IX Región de la Araucanía e inmediatamente al sur del límite con la VIII Región del Bío Bío. Este territorio ha sido cubierto en su mayoría por plantaciones forestales en los últimos veinte años y con ello, registrado descensos paulatinos de la población de las áreas rurales, tensiones crecientes entre las empresas forestales y las comunidades indígenas y locales y un aumento de la fragmentación espacial como consecuencia del

abandono o interrupción de caminos que quedaron ubicados al interior de los predios, conformados por la concentración espacial de parcelas de menor tamaño previamente dedicadas a la agricultura.

La estructura y el funcionamiento espacial de los territorios forestales son evaluados como esencialmente insustentables por la mayoría de las comunidades y autoridades locales, lo que constituye una paradoja geográfica que afecta generalizadamente a las áreas mayormente impactadas por las transformaciones productivas del país. Ello demuestra una contradicción entre las consideraciones positivas que realizan las autoridades económicas y los representantes empresariales, frente a las preponderantemente negativas que manifiestan las autoridades y habitantes locales. Esto podría ser interpretado como un importante desajuste entre las escalas de análisis y evaluación de las políticas, planes y programas de desarrollo territorial en el país. Las plantaciones forestales han contribuido y están contribuyendo a la especialización productiva de las regiones del sur y aportan significativas divisas al país mediante la exportación de sus productos, lo que repercute en el equilibrio de la balanza de pagos y en el mantenimiento de los índices de crecimiento macroeconómico. Sin embargo, los territorios específicos en que se instalan las plantaciones e industrias forestales no localizan, retienen ni perciben los beneficios de estas actividades, registrando más bien efectos adversos, en comparación a los beneficios que podrían obtenerse si los terrenos fueran destinados a la localización de actividades económicas alternativas, tales como la agricultura, el turismo o la recreación. Junto con dar cuenta de las situaciones actuales, parece ser necesario avanzar en la proposición de órdenes territoriales alternativos y complementarios que contemplan y complementen el uso múltiple de los suelos e integren las expectativas de las comunidades locales, los sectores públicos y privados y los agentes del desarrollo regional y comunal.

La Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) es el proceso ordenado y sistemático que permite evaluar el conjunto sinérgico y acumulativo de los impactos ambientales previstos como resultado de la formulación e implementación de las políticas, planes y programas (Partidario, 2000; Oñate et al., 2003) Los planes reguladores comunales son uno de los instrumentos que requieren ser evaluados estratégicamente desde el punto de vista ambiental.

El ordenamiento territorial es uno de los instrumentos metodológicos y conceptuales de que dispone la EAE (Romero, 2003), en la medida que la estructura y funcionamiento del espacio puede constituirse en una herramienta para contribuir al desarrollo económico y social, así como para cooperar a la conservación de las dimensiones naturales y socio-culturales del medio ambiente.

La EAE trabaja con conceptos e indicadores sintéticos y emplea el concepto de escenarios para observar los efectos acumulativos provocados por las alternativas de intervenciones territoriales propuestas, comparándolas con el estado actual. Los escenarios consisten en proposiciones de órdenes o arreglos espaciales alternativos que permitan adaptarse mejor a las exigencias del desarrollo comunal, representado por mejores y mayores niveles de calidad de vida para los habitantes locales. Dado que se trata de propuestas espaciales, lo normal es que se analicen en sistemas de información geográfica y se expresen en mapas y cartas temáticas y de síntesis.

El ordenamiento territorial tiene por misión proponer nuevos diseños urbanos, regionales y rurales, que permitan ilustrar sobre las alternativas de cambios espaciales que existen

para solucionar las tendencias negativas que puedan presentar las situaciones actuales. Los territorios son estructuras espaciales cuyos elementos e interacciones obedecen a un conjunto de objetivos económicos, sociales y culturales, en un momento determinado de tiempo. En un país como Chile, que ha experimentado profundas transformaciones productivas, culturales y sociales en las últimas décadas, no es extraño que sus órdenes territoriales actuales no correspondan a las estructuras y funciones deseadas por los gestores del desarrollo y los habitantes locales.

Este trabajo ilustra sobre la aplicación de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) al análisis de los órdenes territoriales actuales y potenciales. El mayor valor de estos instrumentos de análisis espacial se encuentra en tres aspectos fundamentales: En primer lugar, la posibilidad de utilizar en forma conjunta y coherente, datos e informaciones georeferenciados, aportados por fuentes diversas, tales como mapas, fotos aéreas e imágenes satelitales. Estas últimas son de gran relevancia en países como Chile, donde se carece de bases de datos y sistemas de información ambiental. Las imágenes satelitales ofrecen ventajas debido a sus características multiespectrales (que permiten observar rasgos ambientalmente significativos de los paisajes naturales y humanos del territorio), alta resolución espacial (los píxeles o unidades de representación cubren áreas de 30x30m) y resolución temporal (el satélite capta las imágenes cada 18 días y existen secuencias temporales que permiten analizar los cambios de los paisajes terrestres)

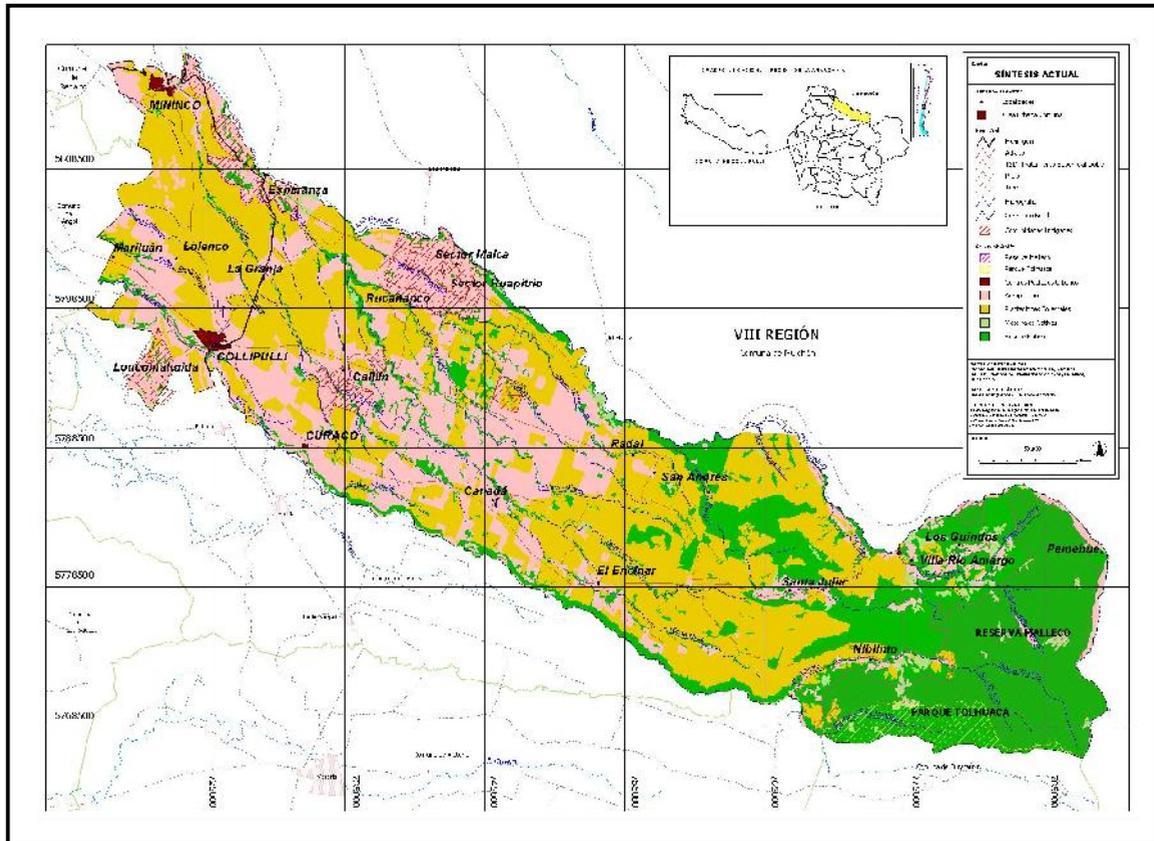
Los SIG facilitan el análisis de los territorios mediante la consideración específica de sus atributos espaciales y su relación con procesos ecológicos y sociales, lo que permite diseñar e implementar modelos de análisis que seleccionan componentes e interacciones significativas de la realidad. Finalmente, permiten desplegar ilustraciones cartográficas y bases de datos que se corresponden con los atributos espaciales de los objetos, y a través de ello, con conceptos y escenarios propios de la ecología de los paisajes y de la organización espacial de los territorios. La simulación y visualización de escenarios alternativos de desarrollo territorial es posiblemente una de las mayores ventajas en su aporte a la toma de decisiones. Los SIG van formando parte gradualmente de Sistemas de Soporte de Toma de Decisiones y de Sistemas de Gestión de Bases de Datos, entre otros sistemas de información.

## **II. Los ordenamientos territoriales**

El ordenamiento territorial responde, en primer lugar, al orden otorgado por la geografía de la naturaleza (Romero, 2003), que en el caso de Collipulli se manifiesta espacialmente en los vectores longitudinales causados por la dirección predominantemente N-S de sus principales unidades orográficas: Cordillera de los Andes, Plano Inclinado o Piedemonte Andino y Llano Central o Depresión Intermedia, más algunas alturas medianas con que la Cordillera de la Costa cierra estas cuencas hacia el Oeste. Esto implica que la altura aumenta gradualmente, desde poniente a oriente, lo que se traduce en un incremento en la inaccesibilidad, en los montos de las lluvias y en la densidad de la vegetación, pasando paulatinamente de los paisajes con intervención humana a paisajes cada vez más naturales.

Un segundo vector de ordenamiento natural está dado por la orientación E-W de las cuencas fluviales principales y secundarias, que se estructuran en forma paralela a los ríos Renaico y Malleco, que delimitan a la comuna de Collipulli por el norte y sur respectivamente y que incluyen los esteros Currireque y El Huapitriño, Río Mininco y sus

tributarios, los esteros Chancahue, Curaco y Pellenco; Río Caillín y sus esteros tributarios (Fig. 1).

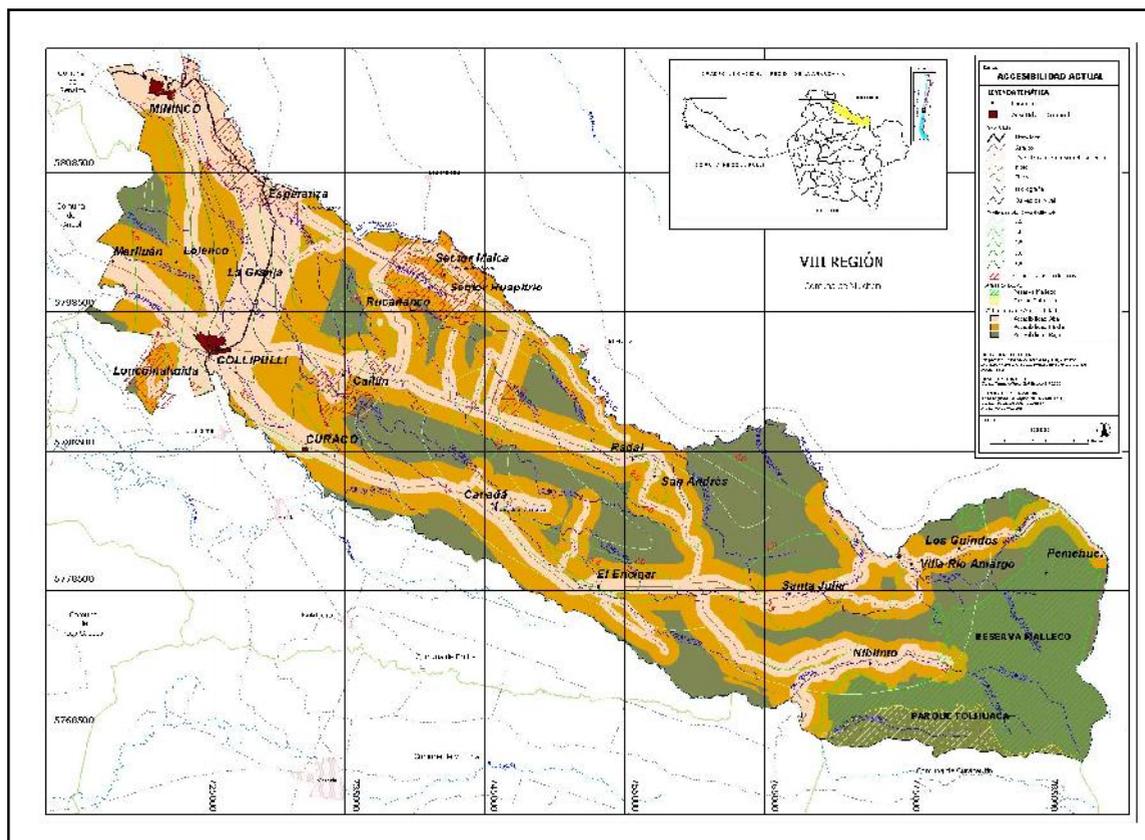


A lo largo de estos lechos de ríos y esteros circulan los principales flujos de energía, materia e información, como sucede con la biodiversidad, el agua, los sedimentos y las masas de aire locales. Resaltando la importancia que tienen estos alineamientos naturales para la conservación y funcionamiento de la naturaleza de la Comuna de Collipulli, se observan Zonas de Buffers Riparianos o franjas longitudinales de bosques o matorrales nativos que acompañan en forma continua los cursos de agua, asegurando servicios ambientales como control de los microclimas, retención de contaminantes del suelo para que no alcancen los cuerpos de agua, y favoreciendo la presencia de hábitats de vida silvestre y con ello, de eventuales zonas de protección de la naturaleza y la biodiversidad, para el desarrollo de la recreación y el turismo.

La consideración conjunta de los principales relieves y cauces fluviales determina un reticulado territorial básico que estructura los paisajes en grandes parches y que dificulta la conectividad de los lugares, obligando a un permanente esfuerzo para vencer la *fricción de la distancia*, un concepto que representa los costos, tiempos y esfuerzos que se deben realizar para avanzar desde el Llano Central hacia el oriente y entre el Norte y Sur de la comuna.

Por las razones anteriores, la población, los centros poblados y las infraestructuras se han concentrado en las secciones más bajas, manteniendo más bien despoblada y desconectada la sección cordillerana de la comuna, que es la más amplia y por ello

requiere un esfuerzo adicional de conexión para aportar sus recursos al desarrollo territorial. Tal como se observa, el principal eje de poblamiento está dado por las ciudades de Collipulli, los pueblos de La Esperanza y Mininco y las localidades pobladas de Mariluzán, Lolenco, La Granja, Loncomahuida y Curaco, todos ellos ubicados en el sector poniente de la comuna (Fig. 2).



La penetración hacia el oriente es lineal, a lo largo de los interfluvios de los esteros El Huapitrío-Renaico (Maica y Huapitrío), Rucananco, Radal, San Andrés, Caillín, Canadá y El Encinar (Fig. 2).

En el sector precordillerano disminuye casi completamente el poblamiento, destacando sólo los centros poblados del Eje Norte de la comuna, que drenan hacia el Río Renaico (Santa Julia, Los Guindos, El Amargo y Pemehue) y el Eje Sur, a lo largo del Río Niblinto, donde se ubica el poblado del mismo nombre.

Desde el punto de vista económico, el desarrollo territorial más reciente de Chile y sus regiones obedece especialmente a las fuerzas del mercado. Se puede afirmar que en el país, básicamente, la población, las actividades económicas y la infraestructura se han concentrado en las áreas cuyos actores sociales, han sido capaces de generar competitividad espacial, y atraer por ello inversiones públicas y privadas. En el caso de la comuna de Collipulli, ello ha ocurrido históricamente primero con la localización de las etnias originarias, luego con la agricultura, a continuación con las vías carreteras y ferroviarias, y más recientemente con las plantaciones e industrias forestales e incipientemente, con el turismo.

Es relevante proponer en los escenarios territoriales la dinamización de las estructuras inerciales y la movilización de los recursos naturales, humanos y culturales subutilizados, mediante la diversificación económica de las diversas áreas que componen el territorio comunal y su complemento y conexión a través de una red articulada de caminos.

Es importante representar espacialmente el actual orden territorial, la que se hace en la primera sección de este artículo. Para ello se considera el uso actual del suelo, cartografiando las superficies ocupadas por las reservas de conservación de la naturaleza (Malleco y Tolhuaca), los bosques y matorrales nativos, las plantaciones forestales, los terrenos de uso silvoagropecuario, los espacios urbanizados y la infraestructura vial. Se observa con toda claridad que son las plantaciones forestales la más importante actividad que cubre los territorios comunales, a través de un proceso que aún aguarda su adecuada interpretación e inserción territorial.

La decisión de localizar estas plantaciones ha obedecido a un importante conjunto de racionalidades, las que deben ser complementadas con las medidas necesarias para que este enorme capital económico se transforme en capital territorial, incluyendo los elementos económicos, sociales, culturales y urbanos, puestos al servicio de las comunidades locales. La actual situación indica que este imponente desarrollo forestal ha significado el despoblamiento de los campos, un aumento de la desconexión y un modesto crecimiento poblacional, aún para la única ciudad de la comuna. Esto quiere decir que los beneficios directos causados por la actividad no han sido retenidos en la comuna, lo que obliga a repensar la situación para tornarla conveniente y favorable a los intereses de este territorio.

El segundo factor de ordenamiento territorial actual está dado por la distribución de los tipos de caminos y sus corredores de accesibilidad, los que se corresponden directamente con el significado de la distancia, que en este caso se analiza y considera como fricción-distancia (Fig. 2).

Todos los territorios se organizan tratando de minimizar las distancias que separan a sus actividades y habitantes y de esta forma, de aumentar la interacción espacial entre ellos, una mejor accesibilidad a los mercados de bienes y servicios, y un mayor intercambio social y cultural. Las empresas y negocios requieren ser abastecidos desde las fuentes de insumos y deben poder a su vez, colocar sus productos en las industrias procesadoras, sitios de exportación o mercados consumidores. La cercanía es muy relevante en la medida que reduce el esfuerzo para vencer la distancia. Mientras más cerca estén los habitantes y sus actividades, mayor será la interacción espacial entre ellos. La cercanía se transforma en una importante externalidad positiva y genera una economía de aglomeración.

La distancia es, sin embargo, un elemento de valor relativo. No se trata sólo de la distancia física, medida en kilómetros, sino de los tiempos o costos que es necesario afrontar para desplazarse desde un lugar a otro. Mientras mayor sea la distancia que separa a las personas o actividades, mayores deberán ser los esfuerzos para brindarles los servicios y productos que requieren. Por otro lado, es muy distinto recorrer dicha distancia física por un camino pavimentado que por uno ripiado o por uno de tierra. Los tiempos varían sustancialmente entre ellos, de tal forma que si bien dos lugares pueden estar a la misma distancia física de un tercero, estará más cerca el que está conectado por caminos de mejor calidad. De igual manera no es similar el esfuerzo (o combustible)

que se necesita para desplazarse a favor de la pendiente o bien subiendo fatigosamente por caminos inclinados. Otras tantas veces, los lugares pueden ser vecinos pero encontrarse separados por ríos, esteros, montañas o bosques que actúan como barreras espaciales y los tornan igualmente lejanos.

Como se aprecia, el significado de la distancia depende de la accesibilidad, concepto que se utiliza para referirse a la real posibilidad de vencer la fricción de la distancia en términos físicos, de costos y de tiempos necesarios para desplazarse de un lugar a otro. La accesibilidad es un concepto que se expresa en el llamado *Valor Relativo de Localización de un Lugar* (Klaasen & Jacob, 1999) o *Utilidad de los Lugares* (Fik, 1997), que corresponde al valor que posee cada lugar en virtud de su cercanía a los caminos, dependiendo además de la calidad de éstos y de la capacidad de conectividad.

La conectividad es el concepto que se utiliza para referirse a la posibilidad real de desplazarse desde un lugar hacia los otros lugares que componen la estructura territorial de la comuna (Carrera et al., 1993). El lugar mejor conectado es aquel que se vincula directamente con todos los demás a través de caminos de buena calidad, es decir, que dispone de las vías para vencer la distancia. Si los pueblos son comprendidos como nodos y los caminos como trazos, el territorio mejor conectado es una red articulada de trazos y nodos que permiten la conectividad entre todos los lugares, aumentando la utilidad de los lugares (Fik, 1997). Lo contrario de la conectividad es la desconexión o aislamiento de un lugar. Se trata de nodos que no se encuentran conectados con el resto de los nodos en forma directa por los caminos o trazos, lo que implica la imposibilidad de desplazarse directamente entre ellos, o en el mejor de los casos, de hacerlo a lo largo de complejos arreglos espaciales que aumentan considerablemente el valor de la distancia en términos físicos, económicos y de tiempo.

La figura 1 representa a través del ancho de los trazos que corresponden a los caminos, las zonas o franjas de mayor accesibilidad, como se observa entre Mininco, Esperanza, La Granja, Collipulli, Mariluán y Curaco. El resto del territorio, localizado hacia el oriente de la comuna presenta unas franjas de accesibilidad de menor tamaño, que representan los mayores costos y tiempos de desplazamiento que derivan de la existencia de carpetas de menor calidad. Las áreas de menor accesibilidad e inaccesibles se representan por amebas cuyos sectores interiores se encuentran alejadas de los caminos.

Las zonas de menor accesibilidad se concentran en la Cordillera de los Andes, en las áreas ocupadas por las reservas naturales de Malleco y Tolhuaca. Si bien las dificultades de accesibilidad resultan favorables para cumplir con los objetivos de preservación de la naturaleza de estas áreas cordilleranas, no es menos cierto que el desarrollo comunal requiere la apertura de dichas áreas al desarrollo turístico y recreacional, por lo que resulta muy relevante proponer aumentar su accesibilidad y conectividad.

Otra área de baja accesibilidad se encuentra en el sector medio de la comuna, al sur de Caillín, Radal y San Andrés y al norte de Curaco, Canadá y El Encinar (Fig. 2). "Amebas" adicionales de baja accesibilidad se ubican al norte y sur de la comuna. Resolver los problemas de baja accesibilidad es una de las tareas fundamentales del ordenamiento territorial, para lo cual se proponen intervenciones destinadas a cambiar el Valor Relativo de Localización de los lugares o aumento del concepto de Utilidad de los Lugares, mediante la construcción de caminos donde no los haya, o bien de mejoramiento de éstos cuando su calidad dificulte la accesibilidad.

En consecuencia, la proposición de un escenario alternativo se realiza sobre la base de la optimización de las estructuras y funciones espaciales actuales, mediante el aprovechamiento más completo de las potencialidades de la base de recursos naturales y a través del “upgrading” (mejoramiento) de la accesibilidad de los lugares, temas que ocupan la segunda sección de este artículo.

### **III. METODOLOGIA**

#### **1. Escenario Actual**

Para el establecimiento y representación del escenario actual se han considerado dos conceptos integradores que corresponden a las bases productivas de los recursos naturales presentes en la comuna y a la conectividad entre los lugares, que determinan la estructura espacial y la funcionalidad del territorio comunal.

##### **1.1. Zonificación Actual de los Usos del Suelo:**

La Fig. 1, con los usos actuales de los suelos, se realizó seleccionando los siguientes usos específicos:

- Zonas Urbanas: Considerando los actuales límites urbanos para las localidades de Collipulli, Mininco, Curaco y Esperanza (únicos centros catalogados como urbanos).
- Zonas Agropecuarias: Actuales áreas usadas para la actividad agrícola y pecuaria en la comuna a partir de una zonificación elaborada a partir del Catastro de Vegetación de la Corporación Nacional Forestal (CONAF) y su actualización sobre la base de ortofotos aéreas digitales a escala 1:115.000. Los usos agropecuarios de los suelos incluyen terrenos ocupados por cultivos agrícolas, praderas, rotación cultivo-pradera, praderas anuales y praderas perennes.
- Plantaciones Forestales: Zonas de cobertura a partir del Catastro de Bosque Nativo preparado por CONAF y actualizado al 2001 mediante fotointerpretación de la ortofoto digital escala 1:115.000 proporcionada por CONAF-CONAMA.
- Matorrales Y Bosque Nativo: Ambas capas se han elaborado a partir del Catastro de Bosque Nativo, actualizado por fotointerpretación, al igual que las coberturas anteriores.
- Comunidades Indígenas: Localización actual de las áreas ocupadas por comunidades indígenas en la comuna a partir de la zonificación para el año 2000 realizada la Comisión Nacional de Desarrollo Indígena (CONADI).

##### **1.2. Accesibilidad Actual:**

A partir de la red vial, se construyó la carta de accesibilidad actual (Fig. 2) y se diseñaron las isóneas de igual valor relativo de accesibilidad.

- Carta de accesibilidad actual, considerando en primer lugar la red vial proporcionada por la Secretaría Regional Ministerial de Obras Públicas, que considera las siguientes categorías:

ID	Nombre	Características
1	Panamericana	Camino de hormigón estructurado solo para la panamericana sur.
2	Pavimentados	Caminos de asfalto y TSD codificados como caminos pavimentados
3	Ripio	Caminos ripiados que cubren la mayoría de la comuna
4	Tierra	Caminos de tierra con problemas de accesibilidad

Tabla 1. Tipos de caminos existentes en la Comuna de Collipulli, según la Secretaría Regional Ministerial de Obras Públicas de la IX Región.

Para la determinación de la accesibilidad propiamente tal, se consideraron:

- **Buffers lineales de accesibilidad:** Se identificaron y clasificaron franjas lineales paralelas de ancho predeterminado, a lo largo de los caminos que cruzan el territorio comunal, sin diferenciar rasgos específicos de dichos espacios. El principio consiste en asumir que la accesibilidad es más alta en una franja que se extiende desde el eje del camino hasta una determinada distancia del mismo, y cuyo ancho depende del tipo de caminos. Más allá de esta franja de vecindad inmediata a los ejes de los caminos, la accesibilidad disminuye substancialmente.

Un segundo buffer de distancia da cuenta de una franja paralela a los caminos de accesibilidad media, más allá de la cual se asume la existencia de áreas inaccesibles.

El ancho de las franjas de distancia o buffers se presenta en la tabla 2.

ID	Nombre	Distancia (m.)	
		Alta Accesibilidad	Media Accesibilidad
1	Caminos de Hormigón (Carretera Panamericana)	0 – 2000	2000 – 4000
2	Caminos Pavimentados	0 – 1000	1000 – 2000
3	Caminos de Ripio	0 – 500	500 – 1000
4	Caminos de Tierra	0 – 250	250 – 500

Tabla 2. Ancho de los Buffers de Accesibilidad de los Caminos en la Comuna de Collipulli.

- **Determinación de las áreas de fricción-distancia:** Se trata de analizar el concepto de accesibilidad de forma más real, incorporando ciertos rasgos geográficos que inciden en facilitar o dificultar el movimiento de las personas y bienes, además de la distancia lineal a los ejes de los caminos. Se asume que la accesibilidad depende, entre otros factores espaciales, de la pendiente o inclinación de los caminos, que hay que vencer mediante un esfuerzo (costos en energía, combustible o tiempo) para ascender desde los sectores más bajos a los más altos del territorio. El esfuerzo de ascender las áreas inclinadas aumenta la fricción de la distancia en comparación con el que se requiere para transitar por áreas planas.

ID	Peso de Fricción	Rango de Pendientes
1	1	0 a 15% o 0 a 7 grados (planos)
2	2	15 a 30% o 7 a 13.5 grados (moderada)
3	3	30 a 45% o 13.5 a 21 grados (fuertes)
4	4	Mayor a 45% o 21 grados (abruptas)

Tabla 3. Peso de la Fricción de Distancia según la pendiente de los caminos de la Comuna de Collipulli.

- Isolíneas de valor relativo de accesibilidad:

Se construyeron isóneas (líneas que unen puntos de igual valor) de accesibilidad para inferir a partir de ella las zonas de conectividad óptima para cada uno de los centros poblados existentes en la comuna. Para ello se calcularon índices de conectividad espacial de cada uno de los centros poblados, que dependen de la cantidad de conexiones (caminos) que salen de ellos y del tipo de camino, según sus tipos de carpetas existentes (hormigón, pavimentos, ripio y tierra).

De esta manera se obtuvo la tabla 4 que contiene la conectividad ponderada para cada centro poblado.

ID	Localidad	Valores de conectividad
1	Collipulli	4
2	Mininco	4
3	Villa Esperanza	4
4	Villa Curaco	4
5	Villa Río Amargo	2
6	La Granja	4
7	Rucañanco	2
8	Caillín	3
9	Canada	2
10	Pemehue	1
11	Mariluán	3
12	El Encinar	3
13	Santa Julia	2
14	Niblinto	2
15	Loncomahuida	2
16	San Andrés	1
17	Los Guindos	1
18	Lolenco	1
19	Radal	3

Tabla 4. Conectividad entre las localidades pobladas de la comuna de Collipulli

Las isóneas unieron puntos de igual valor de accesibilidad por medio de un proceso de interpolación a partir de un TIN (Triangulo Irregular Network) geométrico.

### 1.3. Accesibilidad Óptima

Se utilizó la misma metodología de construcción de áreas de accesibilidad, pero introduciendo dos cambios sobre la red vial actual para disminuir las zonas de baja accesibilidad y de inaccesibilidad. Primero se planteó la necesidad de mejorar los tipos de carpeta de la red vial para mejorar los buffers de accesibilidad. De esta manera, en el escenario óptimo, se proponen las siguientes mejoras para la red vial (tabla 5)

ID	Tipo de Carpeta Actual	Tipo de Carpeta Óptima
1	Hormigón (Panamericana)	Hormigón (Panamericana)
2	Pavimento	Pavimento
3	Ripio	Pavimento
4	Tierra	Ripio

Tabla 5. Medidas de mejoramiento de la red vial de la Comuna de Collipulli

Además, se plantea la necesidad de definir tres ejes viales nuevos correspondientes a la más baja categoría de tipos de caminos, con el fin de disminuir el área inaccesible que se encuentra en el centro de la comuna de Collipulli.

#### **1.4. Zonificación óptima de usos del suelo:**

Se identificaron los usos óptimos de los suelos en el área de estudio, a partir de la implementación de los siguientes criterios:

- Los suelos son usados de acuerdo a su capacidad productiva potencial, tales como agrícolas y forestales.
- La conservación de las zonas de vegetación nativa y de los remanentes de vegetación ripariana existentes en los bordes de los cursos de agua
- La conservación de las áreas de mayor productividad vegetal; definidas a partir del cálculo del Índice Normalizado de Diferencia Vegetal (NDVI), resultante del procesamiento digital de la imagen satelital Landsat – TM del 16 de febrero de 2001. Este indicador permite evaluar el estado de la vegetación captada por el sensor satelital a partir del análisis de las bandas espectrales del rojo cercano (banda 3) y el infrarrojo (banda 4), que logra captar la producción de clorofila vegetal por pixel.
- La conservación de las áreas de mayor concentración de biomasa y humedad en el suelo; definidas a partir de la aplicación del Modelo “Tasseled Cap”, que obtiene dos índices que son el producto de la combinación simultánea de seis bandas espectrales de las imágenes captadas por el Satélite Landsat TM (excepto la banda térmica): verdor (“greenness”) y brillo (“brightness”) (Kauth y Thomas, 1998, cit. en Pinilla, 1995; Eastman, 2003).
- La conservación de los buffers vegetales de protección de los cauces hídricos importantes para preservar los remanentes de vegetación ripariana.
- La determinación de zonas de protección de las localidades urbanas ante el avance de las actividades forestales.
- La determinación de zonas de protección de caminos ante el avance de las actividades forestales.

Sobre la base de dichos criterios, se establecieron los siguientes usos óptimos del territorio:

##### **1. Uso Agropecuario:**

- Suelos de Capacidad Potencial de Usos I y II
- Suelos de Capacidad de Uso III que tengan acceso moderado al riego. La zona bajo riego corresponde a un buffer de cercanía de 500 m a cursos de agua.
- Zonas de mayor concentración de biomasa en el suelo.

##### **2. Uso forestal:**

- Suelos de Capacidad de Uso III sin acceso a riego, es decir, sobre 500 m de distancia a los cauces de agua.
- Suelos de Capacidad de Usos IV, V y VI, definidos como silvopecuarios.

##### **3. Conservación de Vegetación Nativa:**

- Áreas de vegetación de bosques nativos y matorrales naturales arborescentes semidensos y densos.

##### **4. Preservación de Vegetación Nativa:**

Esta zona corresponde a las unidades de bosque nativo que poseen una productividad vegetal de alto valor de acuerdo a lo que muestra el Índice Normalizado de Diferencias Vegetales (NDVI).

#### **5. Zonas de Protección de vegetación ripariana:**

Esta zona se establece a través de la identificación de áreas de vegetación natural y de alta productividad vegetal (NDVI) que ocupan un margen de 50 metros desde la ribera del cauce.

#### **6. Zonas de Protección de los Centros Poblados ante la Actividad Forestal:**

Se definió un área de protección de los centros poblados rurales y de la infraestructura caminera existente en la comuna ante el avance de las actividades forestales. De esta manera se excluyen de las zonas de plantaciones forestales los márgenes de los caminos principales y secundarios en a lo menos 50 metros, y se sugieren procedimientos especiales de manejo de las plantaciones cuando se encuentran a menos de 200 metros alrededor de las vías principales. Además, se sugiere un área de protección circular de 1.000 metros en torno a la ciudad de Collipulli; de 750 metros en torno a los poblados de Mininco, Curaco y Esperanza y de 500 metros en torno a los centros poblados de menor envergadura (Amargo, Canadá, etc.). Se propone proteger una franja de buffers riparianos de 150 metros desde la ribera de los cursos de agua.

#### **7. Zonas de suelos húmedos:**

Se identificaron en la imagen satelital, las áreas cuyos suelos están saturados de humedad y se comportan como áreas de descarga o de inundación o revenimiento potencial.

#### **8. Zonas Urbanas:**

Corresponden a las zonas de ocupación urbana actuales para los centros de Collipulli, Mininco, La Esperanza y Curaco

### **IV. Resultados**

#### **1. El Uso actual de los Suelos**

La figura 1, que representa el uso actual de los suelos, permite reconocer que son las plantaciones forestales las que cubren la mayor parte del territorio comunal, incluyendo la Depresión Intermedia y el Piedemonte Andino.

#### **4.**

#### **2. Accesibilidad Actual**

El cruce de las variables que representan a las distancias lineales a los ejes de los caminos y su ponderación en términos de la fricción-distancia introducida por la pendiente, permitió construir la carta de accesibilidad actual, que se presenta en la figura 2. Se observan amebas o polígonos de superficies y formas heterogéneas, que corresponden a las zonas de alta, media y baja o nula accesibilidad:

Las áreas del territorio comunal cubiertas por los diversos grados de accesibilidad se indican en la tabla 6:

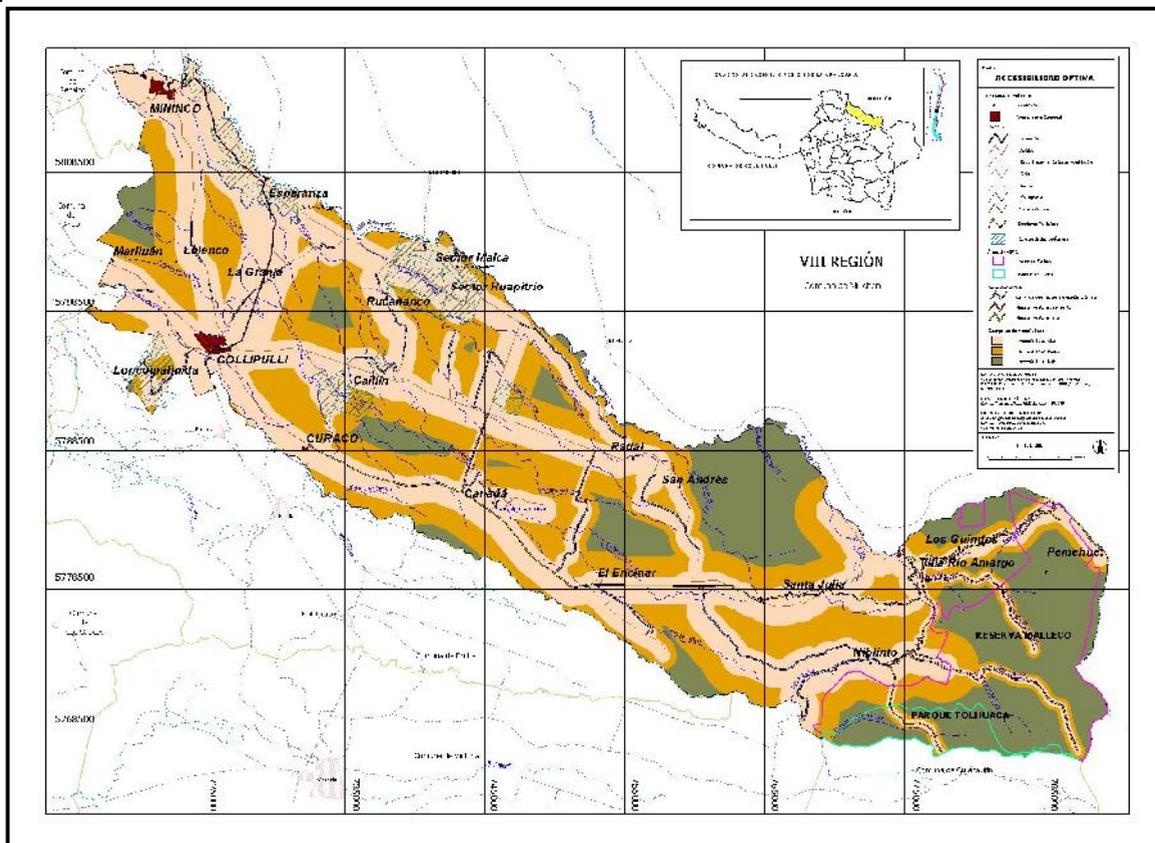
ID	Rango Accesibilidad	Área (Há)
1	Alta Accesibilidad	37613.38
2	Media Accesibilidad	46414.23
3	Baja Accesibilidad	46349.61

Tabla 6. Áreas actuales de accesibilidad en la Comuna de Collipulli

La tabla demuestra que las mayores superficies de la comuna corresponden a áreas de accesibilidad media y baja, manifestando una de las principales dificultades que enfrenta la conectividad territorial.

### 3. Usos óptimos del territorio

La figura 3 ilustra el conjunto de cambios propuestos por el ordenamiento territorial correspondiente al escenario óptimo, mientras que las superficies resultantes se presentan en la tabla 7.

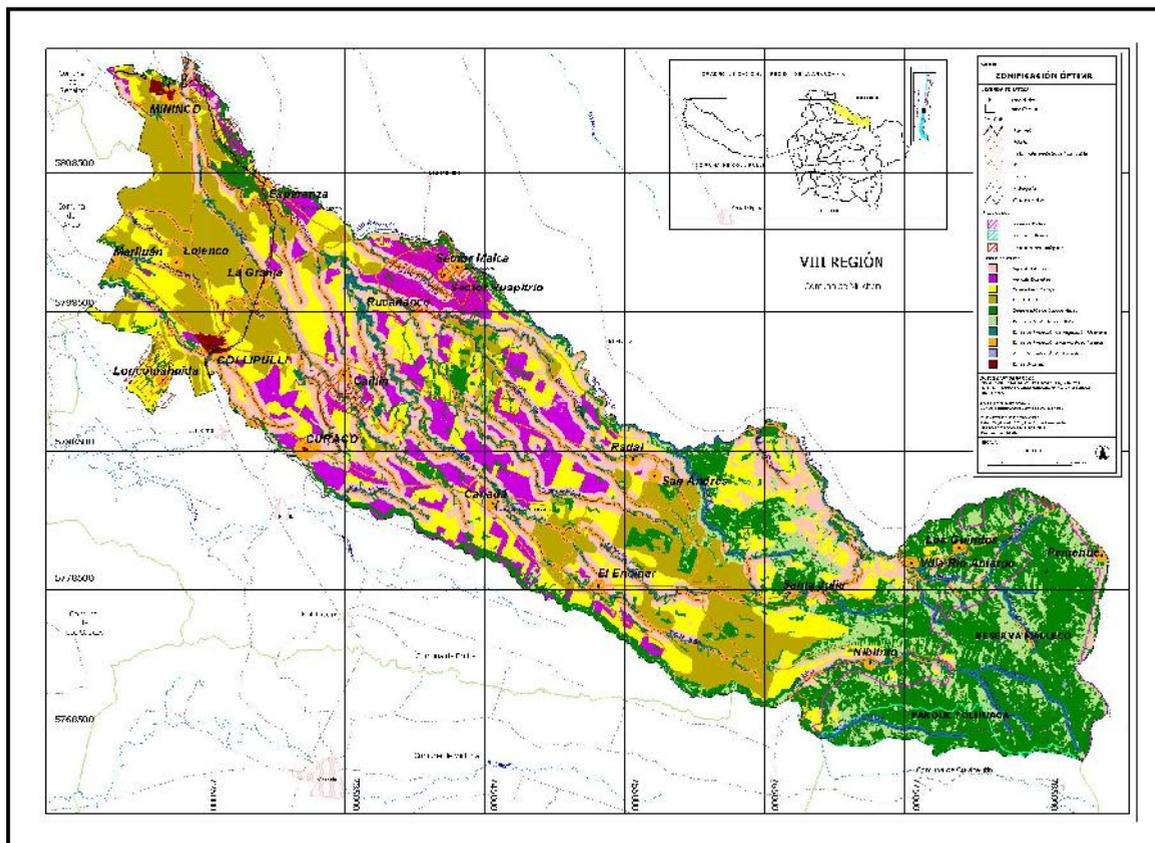


ID	Usos Óptimos	Superficie (Há)
1	Agropecuario	20782.26
2	Plantaciones forestales	49350.87
3	Conservación de vegetación nativa	30214.89
4	Preservación de bosques	9251.10
5	Zona de protección de vegetación ripariana	5625.99
6	Zonas de Protección por Actividad Forestal	14628.96
7	Zonas de protección de humedales	139.77
8	Zonas Urbanas	370.17
	Total	130364.01

Tabla 7. Superficies ocupadas por los usos óptimos del suelo en la Comuna de Collipulli.

#### 4. Escenario de Mejoramiento de la Accesibilidad

La tabla 8 presenta las superficies según los cambios en la accesibilidad que resultan de mejorar la calidad de los caminos a la categoría inmediatamente superior. En la tabla 8 y figura 4 se observa que son ahora las áreas de alta accesibilidad las que ocuparían el primer lugar, reduciéndose en más de 14.000 las superficies inaccesibles.



ID	Rango Accesibilidad	Área (Há)
1	Alta Accesibilidad	58202.79
2	Media Accesibilidad	40047.75
3	Baja Accesibilidad	32092.78

Tabla 8. Áreas resultantes de la optimización de la accesibilidad en la Comuna de Collipulli.

## V. Conclusiones

El escenario alternativo a la situación actual o de optimización territorial, conduce a la siguiente proposición de especialización, complementariedad y articulación del territorio comunal de Collipulli:

1. El sector mayormente impactado por esta proposición espacial resulta ser el área central de la comuna, especializada en producción agropecuaria, la que disminuye fuertemente sus niveles de baja accesibilidad, dinamizando los centros poblados que la enmarcan y mejorando la utilidad de los lugares y con ello, su competitividad territorial ante el avance de las plantaciones forestales. De esta manera se sugiere una mayor complementariedad territorial entre los usos alternativos del suelo, reconociendo la importancia de la producción agropecuaria en términos de empleo, radicación de población, identidad cultural y retención de los beneficios económicos, sociales y ambientales.
2. Un segundo sector que debiera experimentar cambios se refiere a la dinamización de las funciones espaciales del principal eje actual del territorio comunal que tiene por centro a la ciudad de Collipulli y a la Carretera Panamericana. En este caso la dinamización no descansa sólo en el aumento de la accesibilidad sino que además en el incremento de la funcionalidad espacial de las localidades de La Esperanza y Mininco y del desarrollo de flujos provenientes de las localidades pobladas que sirven a las comunidades indígenas.
3. El tercer eje de desarrollo consiste, en consecuencia, en el fortalecimiento de las localidades que atienden las necesidades de las comunidades indígenas
4. El cuarto eje territorial trata de la dinamización de las localidades precordilleranas, mediante el mejoramiento de la accesibilidad y el fortalecimiento de los centros poblados que allí se localizan, abriendo las posibilidades a las actividades turísticas y recreacionales, que debieran ser un complemento necesario a las funciones rurales.
5. El quinto eje consiste en la incorporación más efectiva de las reservas de conservación de la naturaleza, para lo cual se sugiere reconocer al Sendero de Chile como un primer articulador espacial, promoviendo la habilitación de otros senderos desde los actuales poblados precordilleranos, que estimulen el desarrollo del turismo ecológico y de aventura, con lo cual se estaría asegurando la integración más efectiva de un área de gran importancia futura para la comuna.

## **Bibliografía**

Carrera, C; Del Canto, C; Gutiérrez, J; Méndez, R; Pérez, Ma. C; 1993. Trabajos Practicos en Geografía Humana, Editorial Síntesis, 1993.

Klaasen, I.T. & Jacobs, M. 1999. Relative location value based on accesibility: application of a useful concept in designing urban regions. *Landscape and Urban Planning* 45 (1999) 21-35

Fik, T. 1997. *The Geography of Economic Development. Regional Changes, Global Challenges.* The MacGraw-Hill Companies, Inc.College Custom Series. Pág. 636.

Romero, H y Toledo, X.; 1998. Crecimiento Económico, Regionalización y Comportamiento Espacial del Sector Inmobiliario en Chile. *Rev. Geográf. De Chile Terra Australis* 43:131-203.

Romero, H. 2002. El territorio como espacio de integración global y local. *Revista Ambiente y Desarrollo Volumen XVIII, N°2,3,4: 177-181.*

Oñate, J; J. Pereira, D. & Suárez, F. 2003. Strategic Environmental Assessment of the Effects of the European Union,s Regional development Plans in Doñana National Park (Spain). *Environmental Management, Vol 31, N°5: 642-655.*

Partidario, M.R. 2000. Elements of an SEA framework-improving the added-value of SEA. *Environmental Impact Assessment Review* 20: 647-.653

Pinilla, C. *Elementos de Teledetección.* Editorial Ra-Ma, Madrid, España, 1995.

Zandbergen, P; Schreier, H; Brown, S; Hall, K; Bestbier, R. *Urban Watershed Management, CD-Rom, Vol 2.0.* Institute for Resources and Environment, University of British Columbia, Vancouver, Canada, 2000.