

# Gestión sustentable de ecosistemas forestales: Caso predio San Pablo de Tregua, Chile<sup>1</sup>

Sustainable management of forest ecosystems:  
San Pablo de Tregua Case Study, Southern Chile

JORGE GAYOSO, MAURICIO ACUÑA, ROBERTO MUÑOZ

Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia, Chile.

## SUMMARY

Sustainable forestry supports for leading a multi-purpose project in San Pablo de Tregua forest, located in 10<sup>th</sup> Region, Chile, are proposed. The problem is solved by a baseline analysis of physical, biological, social information, forest resources, a potential uses discussion, the identification of homogeneous zones, the economic assessment for different intensities of harvesting and an environmental assessment of different settings under analysis.

Essentially, threshold values were built for the different use options. The options consisted of one-use units and multi-purpose units considering wood production, hydrological cycle regulation, soil and water conservation, carbon sequestration, biodiversity conservation, recreation, and research.

According to financial assessment, at least 27% of the area needs to be harvested to cover the investment and operating costs. Likewise, according to environmental assessment, it is possible to harvest up to 70% of the productive area and maintain a very low impact. The integrated analysis shows that the project is feasible from an economical and environmental viewpoint by keeping a forest cover between 30% and 73% of the area.

*Key words:* sustainable forestry, environmental impact, forest harvest planning.

## RESUMEN

El presente trabajo establece bases para la implementación de un proyecto de manejo forestal sustentable en el predio San Pablo de Tregua, ubicado en la Décima Región de Chile. El estudio comprende el análisis de los antecedentes de línea de base del ambiente físico, biológico, social y de los recursos forestales nativos, los usos potenciales, la zonificación en áreas homogéneas, las evaluaciones económicas para los diferentes intensidades de aprovechamiento de los bosques y una evaluación ambiental.

En lo esencial, se construyen ciertos umbrales de viabilidad de las opciones de uso, que comprenden unidades de uso preferente y unidades de uso múltiple; entre ellos se consideraron: producción maderera, regulación del ciclo hidrológico y conservación del recurso agua, protección y conservación de suelos, fijación de carbono e intercambio gaseoso, resguardo de la biodiversidad, acogida de público con fines de docencia, investigación y recreación.

La evaluación económica indica la necesidad de cosechar al menos un 27% de la superficie para cubrir los costos de inversión y operación. Del mismo modo, la evaluación ambiental sugiere que la cosecha puede alcanzar, gradualmente, hasta el 70% del área productiva en un plazo de 40 años, manteniendo el impacto ambiental en un nivel muy bajo. Mediante análisis integrado, se determinó que el proyecto es viable económica y ambientalmente para el amplio rango entre 30 y 73% de retención del bosque.

*Palabras claves:* manejo forestal sostenible, impacto ambiental, planificación de la cosecha forestal.

---

<sup>1</sup> Trabajo patrocinado por el Centro Experimental Forestal (CEFOR) de la Universidad Austral de Chile.

INTRODUCCION

La sustentabilidad del manejo de recursos renovables en Chile es de interés tanto de privados como de sectores institucionales y de opinión pública en general. Por largo tiempo se ha sido testigo de la gran sensibilidad, cuestionamiento y diferentes apreciaciones que despiertan los proyectos de cosecha relacionados con el bosque nativo (Sepúlveda y Geisse, 1995; Raga y Sierralta, 1995). A nivel de opinión pública, se puede decir que existe un juicio preliminar negativo hacia la actividad forestal, aunque se reconozca ausencia de información especializada. Además, se aprecia una carencia de consenso en la conceptualización de lo que debe ser desarrollo sustentable y por consiguiente el manejo sustentable de recursos forestales nativos y plantados.

Así, se percibe la necesidad de impulsar proyectos para la gestión sustentable del recurso forestal y propiciar la formación de una instancia técnica para la discusión de los temas de Gestión Ambiental en el subsector forestal del bosque nativo: políticas y compromisos, sistemas de información ambiental (indicadores de calidad ambiental, emisiones, desechos, impactos, balance de energía, costos y beneficios), sistemas de apoyo (organización, capacitación), implementación de mejores prácticas de manejo (pautas y manuales de campo) y sistemas de evaluación (control, auditorías), comunicación interna y externa (capacidad de difusión de los logros).

Siendo la discusión de los conflictos ambientales controversial y dinámica, la implementación de proyectos forestales requiere de una suerte de negociación y concertación de los diferentes puntos de vista técnicos y políticos de los sectores involucrados.

Este trabajo tiene por objeto plantear una metodología de gestión y generar una base de discusión para ayudar a una toma de decisiones respecto de la implementación de proyectos en ecosistemas forestales. Se demuestra la viabilidad de la propuesta mediante una aplicación al caso de un predio de bosque nativo. Los análisis comprenden diversos usos, desde la preservación total de los recursos hasta la conservación bajo un programa de producción sustentable.

METODOLOGIA

El área de estudio corresponde al predio San Pablo de Tregua, propiedad de la Universidad Austral de Chile, ubicado aproximadamente en los 39°30' latitud Sur y 72° longitud Oeste. El predio de 2.216 hectáreas, está cubierto mayoritariamente por bosques del tipo forestal Coihue-Raulí-Tepa (*Nothofagus dombeyi* - *Nothofagus alpina* - *Laureliopsis philippiana*).

El enfoque metodológico general comprende la identificación de riesgos ambientales y potencialidades del recurso, con ajuste espacial y temporal e incorpora las funciones ambientales en el manejo productivo del bosque. Así, se adoptan los siguientes criterios para el manejo forestal sostenible, basados en aquellos desarrollados a través del Proceso de Montreal (Meza 1996):

- conservación de la diversidad biológica;
- mantenimiento y mejoramiento de las condiciones y productividad de los ecosistemas;
- conservación de los recursos suelo y agua;
- contribuciones del ecosistema forestal a los ciclos ecológicos globales;
- beneficios múltiples a la sociedad;
- aceptación de la responsabilidad de la sociedad para el desarrollo sustentable.

Este estudio, realizado en el año 1997, incluye un análisis de los antecedentes de línea de base del ambiente físico, biológico, humano y de los recursos forestales; una discusión de los usos potenciales, la zonificación del predio en áreas homogéneas, las evaluaciones económicas a precios de mercado para diferentes grados de aprovechamiento o retención y una evaluación ambiental de los diferentes escenarios bajo análisis.

*Definición de unidades de manejo y usos.* Siguiendo la metodología de la Office National des Forêts de Francia, se definen zonas homogéneas en relación a los atributos del medio natural, sus riquezas, potencialidades y restricciones (Office National de Forêts, 1993; CONAF, 1996). El análisis se basa en el inventario forestal y en el levantamiento de transectos considerando factores ecológicos y de dinámica natural del bosque (Forestal Alihuén, 1994). Para medir el nivel de diversidad de las especies arbóreas se utiliza el índice ecológico de Simpson (Krebs, 1989). Junto con lo anterior, se incorpora a la diferenciación un con-

junto de variables abióticas (pendiente, exposición, altitud, suelo, precipitaciones, la presencia de cauces), y bióticas (composición florística, estado de conservación de las especies, estructura de la vegetación y presencia de árboles notables).

*Planificación de operaciones.* La planificación de las distintas operaciones forestales y el transporte se realizan con apoyo del análisis de redes, utilizando el algoritmo heurístico propuesto por Sessions (1987). Se estudian las diferentes alternativas del proyecto, las que consideran orígenes, productos, destinos, rutas y períodos múltiples para las distintas unidades de manejo, de tal manera de maximizar los beneficios para un flujo constante de productos, durante 8 períodos de 5 años cada uno. Los rodales a intervenir se asignan a las temporadas, mediante un modelo de optimización, de tal manera de asegurar la mayor rentabilidad del proyecto.

*Evaluación económica.* La evaluación económica considera un flujo constante de productos basado en el concepto de rendimientos no decrecientes para un período de 40 años. El análisis comprende las opciones de destino posible para los diferentes productos maderables (madera para torno, madera aserrable, madera pulpable y leña) y los costos de las diferentes operaciones a precios de mercado, niveles de retención variable del bosque entre 10 y 100% y tasas de descuento entre 2 y 12%. Los análisis económicos consideran como destino para la madera calidad torno, una planta industrial ubicada a 40 km de distancia del predio que ofrece un precio de 70,6 US\$/m<sup>3</sup> para tepa (*Laureliopsis philippiana*) y 55,5 US\$/m<sup>3</sup> para coihue y, como destino aserrable, una planta ubicada a 95 km con precios de 35,3 US\$/m<sup>3</sup> para tepa y mañío (*Saxegothaea conspicua*) y 60,5 US\$/m<sup>3</sup> para coihue.

Por su parte, las inversiones previstas corresponden a las mínimas necesarias para otorgar al predio y rodales de una red de caminos de estándar medio: 27,5 km de caminos permanentes, 13,9 km de caminos temporales y 48 m de puentes (Gayoso, 1997; Gayoso *et al.*, 1997).

*Evaluación de impacto ambiental.* De acuerdo con la ley de Bases del Medio Ambiente y el reglamento correspondiente, un proyecto forestal en el área de estudio, que incluya una intervención de cosecha de menos de 500 ha/año, no requiere de

un estudio de impacto ambiental (Chile, 1994 y 1997). Aun cuando las intervenciones que se analizan están muy por debajo del límite señalado, siendo el objetivo del proyecto asegurar la sustentabilidad del ecosistema, se consideró esencial practicar una evaluación ambiental.

La metodología utilizada para la evaluación ambiental corresponde a un análisis multicriterio, el cual comprende los siguientes indicadores de evaluación: carácter, intensidad, extensión y duración del impacto, capacidad del sistema para retornar a una situación de equilibrio similar o equivalente a la inicial, y el riesgo de ocurrencia del efecto (Gayoso, 1995). La valoración de estos indicadores permite la obtención de un índice sintético de impacto ambiental (VIA), el cual se clasifica en cinco categorías de impacto: muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo (Buroz, 1994).

La evaluación considera un análisis cualitativo de los efectos potenciales que generarían las diferentes acciones del uso productivo sobre los componentes ambientales, tanto bióticos como abióticos. Se evalúan las acciones correspondientes a la construcción de caminos y canchas, la cosecha del bosque, la preparación del sitio y las cortas intermedias, y los efectos sobre los componentes ambientales suelo, agua, flora y fauna.

## RESULTADOS Y DISCUSION

*Unidades homogéneas y usos propuestos.* De acuerdo con el análisis del inventario forestal y transectos este-oeste practicados en el predio, no se logró una diferenciación importante considerando factores ecológicos y de la dinámica natural del bosque. Mientras, la diferenciación mediante el conjunto de variables bióticas y abióticas analizadas mediante un sistema de información geográfico, entregó 174 rodales que comprenden 19 clases diferenciables. Treinta y tres de ellos corresponden a los rodales con uso productivo, en el área de interés. Además de dos clases con restricciones especiales: una, las franjas de protección de los cursos de agua, con una superficie de 140 hectáreas y, otra, las áreas con pendientes mayores de 45% que alcanza a 616 hectáreas.

Teniendo en cuenta los criterios de sustentabilidad, los atributos de las diferentes unidades homogéneas y el interés general de conservación, se determinaron cinco tipos de objetivos preferentes (figura 1):

- Unidades de producción sin restricciones, 442 ha, áreas de menos de 15% de pendiente, sin limitaciones en cuanto a los factores físicos y donde es aplicable el método de corta árbol semi-llero (tipo forestal Coihue-Raulí-Tepa).
- Unidades de producción con restricciones menores, 273,4 ha, áreas de pendientes entre 15 y 45%, donde es aplicable el método de corta de protección (tipo forestal Coihue-Raulí-Tepa, extracción del 70% del área basal el primer año y el resto a 5 años plazo, una vez asegurada la regeneración).
- Unidades de protección del recurso agua, biodiversidad y fijación de carbono, 207,9 ha (30 m a cada lado de cauces).
- Unidades de protección del recurso suelo, biodiversidad y fijación de carbono, 616,3 ha (pendientes mayores de 45%).
- Unidades de preservación integral, 137,1 ha (78.1 ha de retención variable nucleada y 59 ha entre los tipos forestales *Nothofagus pumilio* y *Pilgerodendron uviferum*).

A nivel predial, los objetivos o usos preferentes se complementan. Así, se logran cumplir distintas funciones: producción de madera, regulación del ciclo hidrológico y conservación del recurso agua, protección y conservación de suelos, intercambio gaseoso, fijación y reserva de carbono, resguardo de la biodiversidad, fuente de protección de la vida silvestre y el uso social, incorporando, además, la acogida de público con fines de docencia, investigación y recreación.

*Oferta de madera, bosques productivos.* El recurso forestal del predio está constituido por renovales, bosque degradado y bosque productivo intervenido y virgen. Desde el punto de vista de los recursos y el período que se analiza, sólo los dos últimos generan beneficios económicos por producción maderera. La viabilidad de este proyecto forestal bajo criterios de sustentabilidad compatibiliza la producción de bienes y servicios con valor económico supeditada al logro de objetivos ecológicos. Para el caso de las unidades con uso productivo, correspondiente con las opciones de corta, se plantea la opción de manejo que incluye corta con retención variable y ordenación en monte alto regular con clases de edad en equilibrio (Franklin y Armesto, 1996). Este tipo de cortas favorece la regeneración natural de la especie coihue (*Nothofagus dombeyi*) y posibilita el restablecimiento de raulí (*Nothofagus alpina*) mediante "enriquecimiento", todo lo cual conlleva a mejorar los ingresos futuros y a disminuir la edad de rotación.

El bosque de San Pablo está conformado mayoritariamente por el tipo forestal Coihue-Raulí-Tepa, con 1.760 ha (80% de la superficie total del predio). De éstas, 756 ha (34% de la superficie total del predio) se dejan como bosques de protección de laderas de fuertes pendientes y franjas de protección de cursos de agua. De las restantes 1.004 ha del tipo forestal, el 16% se encuentra con algún grado de alteración, quedando 823 ha de bosque no alterado con alto potencial productivo. Debe

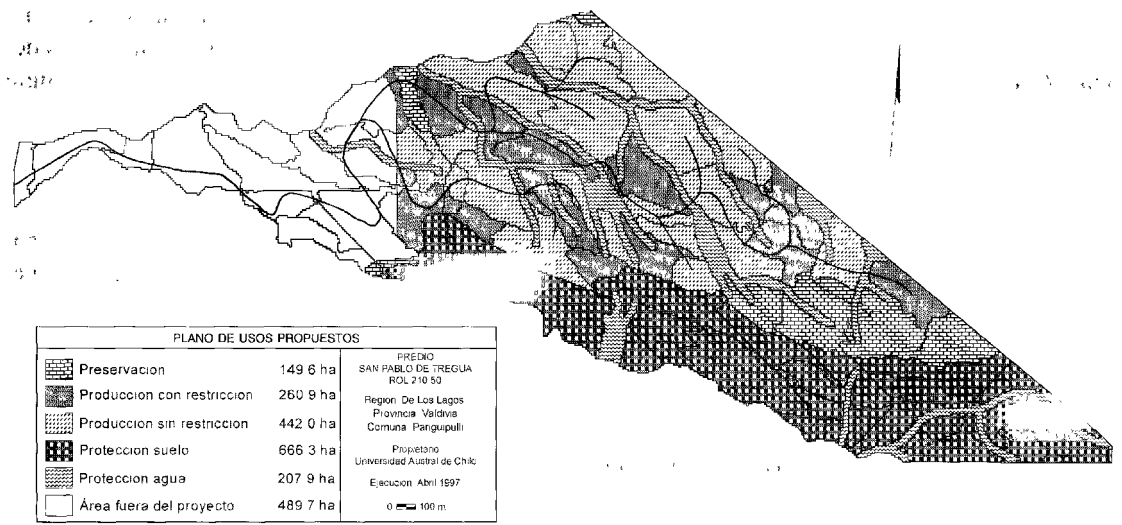


Figura 1. Plano de usos propuestos.  
Proposed uses map.

destacarse que la especie raulí está ausente en el área que se analiza.

El análisis del último inventario sistemático realizado en 1994, con una representatividad de 7 ha por parcela, permite estimar una oferta de alrededor de 244.000 m<sup>3</sup> de madera. Esto es, cada hectárea de bosque suministra de 200 a 300 m<sup>3</sup>, de los cuales un 25% corresponde a maderas tipo torno y el resto a aserrable. La especie dominante y casi exclusiva en el rango de los diámetros mayores de 100 cm, es coihue.

*Marco legal y opciones de manejo.* Desde el punto de vista legal<sup>2</sup>, los métodos de corta permitidos para el tipo forestal Coihue-Raulí-Tepa son: árbol semillero, sin restricción hasta el 30% de pendiente y hasta el 45% en superficies menores a 20 ha; corta de protección hasta el 60% de pendiente, y corta selectiva hasta sobre el 60%. Lo anterior significa que la totalidad del tipo forestal Coihue-Raulí-Tepa del predio puede ser potencialmente destinado a la producción con alguno de los métodos señalados. No obstante las opciones que permite la ley, con la finalidad de fortalecer la conservación del ecosistema, se descarta la cosecha en aquellas áreas con pendientes mayores a 45% de pendiente y en las franjas de protección de cursos de agua permanente, en un ancho de 30 m a cada lado de los cauces. Además, en las áreas productivas se introduce el concepto de retención variable (Franklin y Armesto, 1996). Ello permite dejar núcleos para la conservación de elementos estructurales del rodal original, lo que significa dejar una superficie adicional sin intervención de al menos 10%.

*Unidades de uso preferente productivo.* Bajo las consideraciones de sustentabilidad y la definición de usos, se determinó una superficie de corta de 715,4 ha tendiente a obtener clases de edad en equilibrio y un volumen constante de extracción, basado en el concepto de rendimiento no decreciente. El resultado del análisis de redes determina un volumen promedio de extracción de trozos aserrables y debobinables, de aproximadamente 27.500 m<sup>3</sup>/quinquenio, considerando un 10% de retención variable en las áreas de intervención.

Con estos supuestos y asumiendo el enriquecimiento del bosque con la especie raulí, se plantea una rotación de 40 años para efectos de análisis. Esto se traduce en una tasa máxima de corta de 5.500 m<sup>3</sup>/año o una intervención menor de 18 ha/año. Si bien en este primer ciclo se estima que raulí será la especie acompañante de coihue, especie última que alcanzaría su edad de rotación cerca de los 60 años, se prevé que en rotaciones siguientes pueda constituirse en la especie dominante. Este proyecto, por su baja tasa de intervención anual, da la flexibilidad suficiente para cambiar de especie objetivo, en caso de inadecuada respuesta de raulí.

Pueden ser cuestionables también en esta opción, entre otros, la edad de rotación prevista para la especie, y la exclusión del proyecto de 616 ha comprendidas entre 45 y 60% de pendiente, la no incorporación de las áreas con bosque degradado y renovales. Lo anterior podría llevar a un mayor tamaño de proyecto y consecuentemente a aumentar los niveles de intervención anual y mejorar la rentabilidad; sin embargo, el nivel de la información actual no es suficiente para incorporar al análisis las áreas referidas. El estudio, si bien entrega resultados para los antecedentes propuestos, puede ser ajustado posteriormente a otras condiciones, por ejemplo, modificaciones de la superficie de intervención y de la tasa de corta.

*Rentabilidad del proyecto.* Después de analizar la situación predial, factores externos y los potenciales flujos de ingresos, se descartan tres componentes del análisis económico:

- los ingresos correspondientes al uso turístico por su carácter marginal;
- las maderas pulpables y la leña. Bajo las actuales condiciones de precio y distancia del predio hasta los puntos de destino, los productos aprovechables del bosque quedan restringidos a maderas tipo torno y aserrable, dado que, por una parte, no existe mercado para la leña y, por otra, para el caso de los productos pulpables, el costo de transporte supera el precio que pagan las plantas receptoras.
- los ingresos por posible venta de carbono. Por una parte, se estimó difícil demostrar la adicionalidad de la captura de carbono en las áreas sometidas a intervención y, por otra, en el caso de la renuncia a la opción de corta, debido a la

<sup>2</sup> Ley 19.561 publicada en el Diario Oficial del 16 de mayo de 1998.

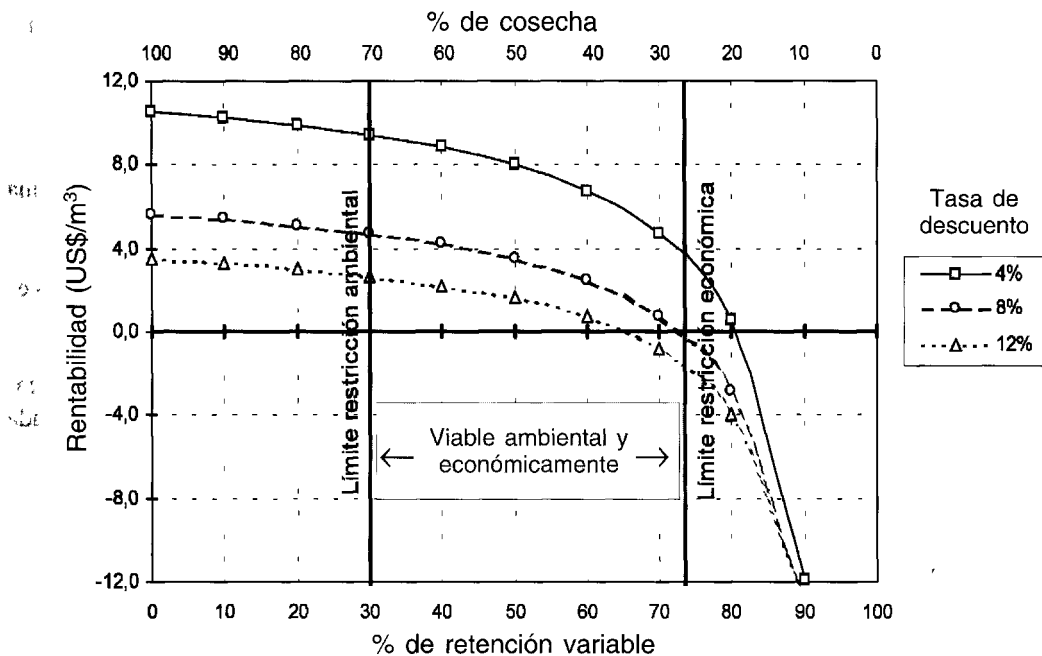


Figura 2. Límites de viabilidad económica y ambiental para el proyecto Economic and environmental viability boundaries for the project.

ausencia de un mercado formal, se agregaría la incertidumbre que genera la amplia variabilidad de los precios de referencia.

En consecuencia, los ingresos quedan restringidos a los productos maderables. De los correspondientes flujos de caja para la situación de cosecha con 10% de retención variable, una tasa de descuento de 8% y volumen total repartido regularmente en 40 años, se obtiene: un valor actual neto (VAN) de US\$ 1.190.100 (5.4 US\$/m³, TIR 42,7%), sin considerar el valor del vuelo del predio, y un VAN de US\$ -222.900, considerando el valor comercial del vuelo del predio.

Por la magnitud de la inversión inicial en caminos, que alcanza los US\$ 630.000, el resultado es altamente sensible a esta inversión, a la tasa de corta anual, la tasa de descuento y lo que ocurra en los primeros años del proyecto. Resulta importante para la toma de decisiones analizar el costo que tiene para la rentabilidad del proyecto el dejar mayor o menor porcentaje de retención variable y precisar el valor mínimo de intervención para el cual resulta un VAN cero (figura 2).

De acuerdo con la evaluación financiera realizada para un período de 40 años, sería necesario cosechar al menos 66.000 m³ de maderas aserrables o intervenir 27% del área ocupada por los bosques

del tipo forestal Coihue-Raulí-Tepa, para cubrir la inversión en caminos y los costos operacionales<sup>3</sup>. Variaciones de la tasa de descuento generan importantes cambios en los beneficios, lo cual orienta a la necesidad de buscar financiamientos alternativos a tasas preferenciales. Mientras una tasa de 4% posibilita una retención del 81%, ésta queda limitada al 66% para una tasa alternativa del 12%. Durante los primeros años se requerirá contar con un financiamiento externo, US\$ 270.000 el primer año hasta reducirse a cero el tercer año.

*Impacto ambiental.* Según información secundaria y la opinión de los especialistas en flora, fauna, suelos, hidrología y ecología de comunidades, se determinó que un proyecto de usos preferentes complementarios en el predio San Pablo ajustado a adecuados criterios de sustentabilidad -esto es, por ejemplo, que no considere la sustitución del bosque nativo, ni la fragmentación del bosque, ni la cosecha a tala rasa de grandes superficies- no genera cambios importantes en las variables ambientales. Esto se basa principalmente en la aceptación, que los ecosistemas del predio

<sup>3</sup> Sin considerar el valor del vuelo y con tasa de descuento de 8%

San Pablo no son exactamente únicos, ocurriendo una alta diversidad de especies asociada al estado de madurez del bosque, lo que le otorga cierto nivel de estabilidad. Los suelos, si bien son inestables en condiciones de temporada húmeda, son manejables adecuando la técnica y época de eventuales intervenciones (Gayoso *et al.*, 1997).

Sin perjuicio de lo anterior, debe reconocerse la ausencia de cierta información de detalle relacionada con la línea de base, especialmente de indicadores cuantitativos respecto de los atributos de las comunidades ecológicas presentes en el predio y su variabilidad. Esto es, diversidad de especies de flora y fauna, estructura y formas de crecimiento, estructura trófica, etc. Si bien esta información es valiosa al momento de analizar si las acciones generadas por los usos puede generar algún tipo de cambio en las comunidades, se piensa que es necesaria sólo en la medida que se implemente un uso productivo intensivo del predio y que ello sería posible de levantar durante los primeros años de un eventual proyecto, seguido de un adecuado diseño de un programa de monitoreo.

El análisis parte de la base que las acciones asociadas a los usos se adecuarán a las condiciones ambientales del predio, esto es, el empleo de tecnologías de impacto reducido y la aplicación de mejores prácticas de manejo, de tal modo de disminuir los posibles impactos (Gayoso, 1995).

Los resultados determinan para las distintas operaciones que el nivel de impacto ambiental negativo aumenta gradualmente a medida que aumenta la intensidad de corta o disminuye el porcentaje de retención de bosque. Una excepción es el manejo de desechos o arrumado en fajas que ayuda a mitigar la erosión, favorece la infiltración y sirve de refugio a roedores y mamíferos menores<sup>4</sup>. Se propone dejar como mínimo 10% de retención para mantener el impacto en un nivel "bajo" o 30% si se quiere mantener un nivel "muy bajo" (cuadro 1).

Para los diferentes niveles de retención, las principales acciones que generan impactos negativos se refieren al madereo y la construcción de caminos y canchas, específicamente sobre los componentes suelo y agua. Sin embargo, éstos en ningún caso alcanzan valores extremos de impacto, lo cual se debe principalmente a baja tasa de superficie de

intervención anual (18 ha/año) y a la moderada fragilidad intrínseca del sitio a la degradación.

Situación similar ocurre con los efectos negativos sobre la flora y la fauna, los cuales también se estiman bajos, lo que se explica por la poca extensión de la intervención anual del proyecto, que sólo produce un desplazamiento temporal de la fauna sin alterar la diversidad de las especies. Además, el mantenimiento de franjas protectoras alrededor de los cauces, los núcleos de retención y las áreas no tocadas también actúan como corredores e islas para la fauna, lo cual reduce aun más el impacto sobre este componente ambiental.

Como parte de la evaluación ambiental realizada, se plantean tres aspectos que requieren un mayor análisis:

- el proyecto en los primeros quinquenios genera una reducida cantidad de empleos de temporada, correspondiente con la baja tasa de intervención anual. Además, parte de estos empleos será mano de obra calificada que se requerirá contratar de otras zonas. Sin embargo, la situación en el largo plazo mejorará por el requerimiento de empleos permanentes para ejecutar las diferentes intervenciones silvícolas del manejo en las superficies intervenidas acumuladas.
- la situación sin proyecto, esto es, una condición sin actividades de manejo, también genera impacto ambiental referido principalmente a la pérdida de producto atribuido a la sobremaduración del bosque y al empeoramiento de la calidad fitosanitaria del mismo.
- el proyecto genera un volumen de desechos que es casi tres veces el volumen que tiene destino comercial, por problemas de mercado formal. Sin embargo, por la baja tasa de corta podrían investigarse otros mercados, como colocar ciertas maderas de menor dimensión en aserraderos locales y satisfacer la demanda de leña de una ciudad cercana. En el mediano plazo, éste y otros proyectos que tienen la misma problemática podrían tener una salida económica a través de proyectos de dendroenergía y de destilación de alcoholes a partir de desechos.

*Evaluación integrada.* La integración de las evaluaciones económica y ambiental determina el rango de viabilidad del proyecto. De acuerdo a la figura 2, se establece un límite de restricción económica, que acepta un porcentaje máximo de re-

<sup>4</sup> Mayor detalle puede consultarse en Gayoso *et al.* 1997.

CUADRO 1

Valor de impacto ambiental (VIA) según porcentaje de retención y operación  
 VIA(0-2) Muy Bajo, (2-4) Bajo, (4-6) Medio, (6-8) Alto  
 Environmental impact value (VIA) according to retention percentage and operation  
 VIA (0-2) Very low, (2-4) Low, (4-6) Medium, (6-8) High.

| Retención % | Componente | VIA parcial por tipo de operación |                 |                 |                 | Vía <sup>5</sup> global | Significado |
|-------------|------------|-----------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------------|-------------|
|             |            | CC <sup>1</sup>                   | CO <sup>2</sup> | AF <sup>3</sup> | CI <sup>4</sup> |                         |             |
| 90-100      | Suelo      | 0,0                               | 0,0             | 0,0             | 0,0             | 0,0                     | Muy Bajo    |
|             | Agua       | 0,0                               | 0,0             | 0,0             | 0,0             |                         |             |
|             | Flora      | 0,0                               | 0,0             | 0,0             | 0,0             |                         |             |
|             | Fauna      | 0,0                               | 0,0             | 0,0             | 0,0             |                         |             |
| 60-90       | Suelo      | -1,7                              | -1,7            | +2,0            | -1,7            | -1,4                    | Muy Bajo    |
|             | Agua       | -1,7                              | -1,7            | +2,0            | -1,7            |                         |             |
|             | Flora      | -1,7                              | -1,7            | 0,0             | -1,7            |                         |             |
|             | Fauna      | -1,5                              | -1,7            | +2,0            | -1,7            |                         |             |
| 30-60       | Suelo      | -2,2                              | -2,3            | +2,0            | -2,1            | -1,8                    | Muy Bajo    |
|             | Agua       | -1,9                              | -2,3            | +2,0            | -2,0            |                         |             |
|             | Flora      | -2,0                              | -2,0            | 0,0             | -2,0            |                         |             |
|             | Fauna      | -1,7                              | -2,0            | +2,0            | -2,0            |                         |             |
| 10-30       | Suelo      | -3,7                              | -3,6            | +2,0            | -2,8            | -2,7                    | Bajo        |
|             | Agua       | -2,8                              | -4,1            | +2,0            | -2,6            |                         |             |
|             | Flora      | -2,3                              | -2,3            | 0,0             | -2,3            |                         |             |
|             | Fauna      | -2,0                              | -2,4            | +2,0            | -2,0            |                         |             |
| 0-10        | Suelo      | -5,2                              | -5,0            | +2,0            | -4,2            | -4,2                    | Medio       |
|             | Agua       | -4,6                              | -5,9            | +2,0            | -3,9            |                         |             |
|             | Flora      | -3,9                              | -3,5            | 0,0             | -2,9            |                         |             |
|             | Fauna      | -3,2                              | -3,7            | +2,0            | -2,9            |                         |             |

(1) CC: Construcción de caminos y canchas, (2) CO: Cosecha del bosque, (3) AF: Arrumado en fajas, (4) CI: Cortas intermedias, (5) el signo denota el carácter positivo (+), negativo (-) o neutro (0,0) del impacto.

tención entre 66 y 81%, dependiendo de la tasa de descuento utilizada para la evaluación. Por su parte, la restricción ambiental acepta hasta 10% de retención para mantener el nivel de impacto ambiental en un nivel "bajo" y 30% de retención para mantener un nivel de impacto "muy bajo". Para una tasa de descuento de 8% y un impacto ambiental muy conservador de nivel "muy bajo", el proyecto sería viable desde un punto de vista técnico, ambiental y económico, si deja entre 30 y 66% de retención o si cosecha entre 70 y 34% del área potencialmente productiva.

CONCLUSIONES

Los principales resultados indican que el proyecto de usos preferentes complementarios sobre 1.676 ha del predio San Pablo de Tregua es viable técnica, económica y ambientalmente. Este proyecto considera el uso productivo de 715,4 ha de bosques del tipo forestal Coihue-Raulí-Tepa mediante corta de retención variable y ordenación en bosque coetáneo en unidades de superficie en equilibrio.



La rentabilidad generada por el proyecto, producto de un flujo constante de madera para torno y aserrable, resulta muy sensible a la intensidad de la tasa de corta anual y porcentaje de retención, a la calidad e intensidad de las inversiones que se realicen en infraestructura y a la tasa de descuento. Un aspecto discutible es que el proyecto no paga el interés del capital patrimonial, lo cual desde el punto de vista privado podría ser objetable. Por otra parte, tampoco considera la valoración de externalidades positivas, tales como los servicios ambientales.

El proyecto a través de las áreas de preservación y protección, las unidades adicionales de retención, la gradualidad del proceso de cortas y la implementación de tecnología de impacto reducido, minimiza los riesgos sobre la diversidad biológica, suelo y agua.

Este, sin duda, no es un proyecto cerrado y podrá incorporar todo tipo de sugerencias. Por ejemplo, la cifra definitiva de retención variable o nivel de intervención queda abierta entre los valores umbrales de retención fijados por la evaluación ambiental y la económica, decisión que está por encima de aspectos técnicos y económicos. El rango de solución da espacio para la discusión; ir hacia uno u otro límite será cuestión de política del propietario del bosque.

Además, existen aún muchos caminos no agotados para mejorar la viabilidad económica del proyecto sin afectar la sustentabilidad del mismo. Entre otros, se señalan los siguientes ingresos compatibles con los usos propuestos:

- incorporar al uso productivo las áreas comprendidas entre 45 y 60%, lo cual permitiría aumentar la tasa de corta en unas 15 ha/año, superficie hoy descartada sólo por falta de información.
- incorporar al manejo y posterior uso productivo los subtipos bosque degradado, Coihue-Lenga y renovales, con igual intención de manejar una mayor superficie anualmente o prolongar la edad de rotación.
- considerar los eventuales ingresos que generarán las áreas de plantación del predio
- gestionar tasas preferenciales de interés para la realización de las inversiones del proyecto
- estudiar un eventual escenario con bonificaciones por manejo del bosque nativo.

Otro aspecto que requiere mayor análisis es la posible comercialización del carbono secuestrado por el bosque. Del mismo modo, es importante valorizar el uso que la Universidad Austral de Chile hace del predio en términos de docencia, investigación y extensión.

Este estudio entrega bases suficientes para lograr el manejo forestal sustentable del predio San Pablo de Tregua y resolver la definición de usos y objetivos de manejo. El apoyo dado por la Facultad de Ciencias Forestales a la iniciativa y el interés por reactivar las acciones en esa unidad patrimonial son la base para seguir a las etapas siguientes.

La siguiente etapa debiera corresponder al diseño operacional, para lo cual se requiere la formación de un Comité Técnico constituido por los principales actores involucrados para la discusión técnica del proyecto, de tal manera de mejorar la propuesta y buscar la necesaria legitimización social del mismo para su implementación.

## BIBLIOGRAFIA

- BUROZ, E. 1994. Métodos de evaluación de impactos ambientales. En: II Curso de Postgrado sobre Evaluación de Impactos Ambientales. FLACAM. La Plata, 63 p.
- CHILE, DIARIO OFICIAL. 1994. Ley N° 19.300 sobre bases generales del medio ambiente. Santiago, Chile. 34810: 3381-3388.
- CHILE, DIARIO OFICIAL. 1997. Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Santiago, Chile. 35731: 4309-4319.
- CONAF. 1995. Decreto Ley N° 701: En la ruta del acuerdo. Chile Forestal Año XX, N° 224: 24-25.
- CONAF. 1996. Reserva Nacional de Malleco. Plan de Ordenación. Documento Seminario. Temuco, 18-19 Diciembre 1996, 54 p.
- FORESTAL ALIHUEN LTDA. 1994. Inventario Forestal predio San Pablo de Tregua. Valdivia, s/p.
- FRANKLIN, J., J. ARMESTO. 1996. "Una alternativa de manejo para los bosques chilenos", *Ambiente y Desarrollo* 12 (12): 69-79.
- FUNDACION CEPA. 1995. Proyección Ambiental. Documentos Ambiente (1) N° 2, Serie Desarrollo Sustentable. La Plata, 156 p.
- GAYOSO, J. 1995. Impacto ambiental de las prácticas de cosecha forestal y construcción de caminos en bosques nativos siempreverdes de la X Región de Chile. Serie Monografías de Explotación Forestal N° 6. FAO. Roma, 169 p.
- GAYOSO, J., M. ACUÑA, R. MUÑOZ. 1997. Proyecto de uso múltiple predio San Pablo de Tregua, Informe técnico final. Universidad Austral de Chile, Instituto de Manejo Forestal - Centro Experimental Forestal. Valdivia, 90 p. y anexos.
- GAYOSO, J. 1997. Bases para la gestión sustentable del predio San Pablo de Tregua de la Universidad Austral de Chile, Informe general del proyecto. Foro Latinoamericano de

- Ciencias Ambientales, VII Curso de formación ambiental. La Plata, 99 p. y anexos.
- KREBS, CH. 1989. Ecological methodology. Harper Collins Publishers Inc. New York, 654 p.
- MEZA, A. 1996. Criterios e Indicadores para el Manejo Sustentable de los Bosques El Proceso de Montreal en Chile. Documento Técnico N° 99 Chile Forestal 11 p.
- OFFICE NATIONAL DES FORÊTS. 1993. *Manual de Ordenación de Bosques*. Trad. Prieto y López. Ed. Paraninfo. Madrid, 261 p.
- SESSIONS, J. 1987. A heuristic algorithm for the solution of the variable and fixed cost transportation problem. In Proc.: the 1985 Symposium on System Analysis in Forest Resources. Univ. of Georgia, Athens. pp. 324-336.