

UNIVERSIDAD DE CONCEPCION
DPTO. DE CIENCIAS FORESTALES

MINISTERIO DE AGRICULTURA
FONDO INVESTIGACION AGROPECUARIA

PROYECTO FIA, REGISTRO 4/84.
"ESTUDIO DE POTENCIALIDAD Y CRECIMIENTO DEL PINO INSIGNE
EN LA PRECORDILLERA DE LA VII REGION"

INFORME FINAL

C H I L L A N
1986

INDICE

	<u>Página</u>
RESUMEN	
1. INTRODUCCION	1
2. METODOLOGIA	3
2.1. Delimitación área de estudio	3
2.2. Delimitación superficie susceptible de plantar con pino insigne	4
2.2.1. Restricción 1 : Régimen legal de "Area de Protección"	5
2.2.2. Restricción 2 : "Rocas, aguas y suelos de Uso Agrícola o Ganadero "	5
2.2.3. Restricción 3 : "Bosques adultos o renovales manejables"	6
2.2.4. Restricción 4 : "Pendiente"	8
2.3. Identificación de los suelos forestales	9
2.4. Caracterización del clima del área de estudio	10
2.5. Descripción y evaluación de plantaciones existentes en el área de estudio	11
2.6. Evaluación económica	13
2.6.1. Antecedentes básicos de costos e ingresos	15
3. RESULTADOS	22
3.1. Superficie área de estudio y formaciones presentes.	22
3.2. Superficie susceptible de plantar con pino insigne.	24
3.3. Descripción general de los suelos forestales.	24
3.4. Descripción del clima	32
3.5. Descripción general de las plantaciones existentes en el área de estudio	33
3.6. Evaluación económica de plantaciones de pino insigne	47

	<u>Página</u>
3.7. Superficie plantable con pino insigne, clasificada por Clase de Sitio.	52
4. CONCLUSIONES	54
5. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	58
APENDICE	

RESUMEN

El área de estudio está ubicada en la precordillera andina de la VII Región entre las cotas 300 y 900 m.s.n.m., cubriendo una superficie, excluidos embalses, aguas y rocas, de 342.653 ha.

Las distintas formaciones forestales abarcan 223.303,2 ha, con participación de matorrales en 97.593,3 ha; plantaciones existentes de pino insigne en 17.574,1 ha; renoval de Nothofagus de buena calidad en 4.557,9 ha; renoval de Nothofagus de mala calidad en 93.287,5 ha; bosque de Nothofagus maduro en 940,0 ha y bosque de Nothofagus degradado en 9.350,4 ha.

En toda el área se presentan limitantes climáticas para el cultivo del pino insigne y, salvo en los suelos volcánicos, también limitantes edáficas.

La superficie potencialmente disponible para pino insigne, incluida la actualmente plantada, asciende a 217.805,3 ha, distribuyéndose 16.592,2 ha en la Clase de Sitio I, 104.086,6 ha en la Clase II y 92.185,8 ha en la Clase III.

En los suelos con Clase de Sitio III no es conveniente establecer pino insigne.

Las Tasas Internas de Retorno para las Clases de Sitio I y II no son superiores a las de inversiones alternativas en el país (agosto 1986); además los precios de venta y costo de formación del bosque no permitirían aumentar la rentabilidad. Por lo tanto, el forestador debe elegir cuidadosamente los suelos en donde implantará el bosque, pre-

firiendo sitios Clase I, para aplicar en ellos un esquema de régimen silvicultural en que la producción de madera para pulpa es objetivo marginal.

En opinión de los autores no se justificaría un plan masivo de forestación con pino insigne en la precordillera de la VII Región, salvo que no existan especies alternativas. Asimismo estiman necesario emprender un plan de recuperación de los suelos y cubiertas vegetacionales naturales de una zona tan deteriorada como la estudiada.

PARTICIPANTES EN EL ESTUDIO

Ingeniero Forestal, BERNARDO AVILES ROSALES, especialista en Manejo de Bosques.

Ingeniero Agrónomo, PEDRO CARRASCO PEÑA, especialista en Suelos Forestales.

Ingeniero Forestal, FERNANDO DRAKE ARANDA, especialista en Manejo de Bosques.

Ingeniero Forestal, JAIME GARCIA SANDOVAL, especialista en Inventarios Forestales.

Ingeniero Forestal, JAIME MILLAN HERRERA, especialista en Manejo de Uso Múltiple.

Técnico Forestal, VICTOR VARGAS NIELLO, especialista en Fotointerpretación.

1. INTRODUCCION

El presente documento constituye el Informe Final del estudio "Potencialidad y crecimiento del pino insigne en la precordillera de la VII Región", que encargó el Fondo de Investigación Agropecuaria del Ministerio de Agricultura al Departamento de Ciencias Forestales de la Universidad de Concepción, con los siguientes objetivos :

- Estudiar el crecimiento que presenta el pino insigne en la zona precordillerana de la VII Región e identificar las limitantes que afectan su cultivo y producción.
- Determinar las áreas de bosque nativo de acuerdo a su potencialidad y factibilidad de manejo económico, delimitando y cuantificando las superficies de aquellas susceptibles de reemplazo.

El área de trabajo se restringió a los límites regionales y a los que definen las cotas 300 y 900 m.s.n.m.; dado que, bajo la primera predominan los suelos de aptitud agrícola y los 900 m representan el límite invernal de nieve permanente, limitante severa para el cultivo con pino insigne.

Para desarrollar este estudio generalizado se consultó documentos e informes, cuya nómina se incluye en la bibliografía. La metodología empleada para satisfacer los objetivos planteados se describe en el punto 2. Los resultados de las evaluaciones física y económica se presentan en el punto 3 y las conclusiones finales en el punto 4.

2.-

Durante la ejecución se contó con la colaboración, que por este intermedio se reconoce y agradece, de la Corporación Nacional Forestal VII Región y Empresa Forestal CELCO Ltda.

2. METODOLOGIA

2.1. Delimitación área de estudio

De acuerdo a los términos de referencia, el área de estudio se circunscribió a la precordillera andina de la VII Región del Maule, limitada por las cotas 300 y 900 metros sobre el nivel del mar, la que se replanteó sobre Cartas Regulares IGM (Instituto Geográfico Militar), Escala 1:50.000, quedando incluidas parte de las provincias y comunas siguientes, delimitadas conforme lo dispuesto en el D.L. Nº 1325 del Ministerio del Interior, publicado en el Diario Oficial del 10 de diciembre de 1980:

<u>Provincia</u>	<u>Comuna</u>
CURICO	Teno
	Curicó
	Romerol
	Molina
TALCA	Pelarco
	San Clemente
	Río Claro
LINARES	Colbún
	Linares
	Longaví
	Parral
	Yerbas Buenas

Además, se delimitaron las siguientes cuencas hidrográficas :

Río Teno
 Río Lontué
 Río Claro
 Río Maule
 Río Achibueno
 Río Perquillauquén

La información física más relevante se presenta en un mapa Escala 1:100.000. Se cuenta para consulta con un ejemplar de planos, escala 1:50.000, base carta regular IGM, disponibles en la oficina de la Dirección Regional de la Corporación Nacional Forestal de la VII Región (Talca) y en el Departamento de Ciencias Forestales de la Universidad de Concepción (Chillán).

2.2. Delimitación superficie susceptible de plantar con pino insigne

Como dentro del área de estudio se presentan diversas situaciones de régimen legal, geomorfológicas, de calidad de la vegetación natural y de uso agrícola o ganadero intensivo, se procedió a aplicar una serie de restricciones, con el fin de delimitar y excluir las superficies no susceptibles de plantar con pino insigne.

Las restricciones aplicadas, que más adelante se describen en detalle, fueron las siguientes :

<u>RESTRICCIÓN</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>
1	Régimen legal de "Área de Protección".
2	Rocas, Aguas, Uso Agrícola o Ganadero.
3	Formas de cobertura y susceptibilidad de manejo.
4	Pendiente superior a 60%.

2.2.1. Restricción 1 : Régimen legal de "Area de Protección"

Basado en disposiciones legales, el Presidente de la República decretó que las siguientes superficies se categorizaran como "Areas de Protección" :

- "Vilches", según D.S. Nº 46 del Ministerio de Agricultura, del 26 de febrero de 1976, publicado en el Diario Oficial del 27 de abril de 1976.
- "Radal-7 Tazas", según D.S. Nº 248 del Ministerio de Agricultura del 26 de octubre de 1981, publicado en el Diario Oficial del 25 de noviembre de 1981.

En consecuencia, se procedió a delimitar para excluirlas de la superficie susceptible a plantar con pino insigne, ambas Areas de Protección, conforme a los límites informados por la Corporación Nacional Forestal VII Región.

2.2.2. Restricción 2 : "Rocas, Agua y Suelos de Uso Agrícola Ganadero".

Por razones que resultan obvias, se procedió a excluir de la superficie susceptible de plantar con pino insigne a aquellas de rocas, aguas y los suelos cuyo uso es agrícola o ganadero.

La identificación fue hecha por fotointerpretación con apoyo aéreo y terrestre y se codificó como sigue en las Cartas de Formaciones, escala 1:50.000:

<u>Código</u>	<u>Formación</u>
L	Roca
G	Agrícola
P	Pradera

Los embalses y cursos de agua fueron delimitados y se excluyeron de la superficie del área de estudio.

2.2.3. Restricción 3 : "Formas de cobertura y susceptibilidad de manejo".

Luego de aplicadas las dos restricciones anteriores, la superficie remanente incluye como consecuencia todos los terrenos que podrían ser puestos bajo manejo forestal.

Como uno de los objetivos del estudio es determinar la superficie susceptible de plantar con pino insigne, fue necesario caracterizar su cobertura y determinar la potencialidad productiva actual.

Se definieron cuatro formas de cobertura: bosque, renoval, matorral y plantación de pino insigne.

Bajo la denominación genérica de "Nothofagus" se incluyeron los tipos forestales presentes en el área de estudio y descritos en el Decreto Supremo Nº 259 del Ministerio de Agricultura, del 1º de septiembre de 1980.

Se distinguió entre bosque y renoval según su estado de desarrollo, considerando como bosque a una formación de fustal y como renoval a una formación de latizal.

Los matorrales corresponden a una formación arbustiva que cubre el terreno con una cobertura igual o superior a 50%. Además, se clasificaron en dos categorías: "matorral caja de río" (Clave Mo en la Carta de Formaciones) y "matorral en general" (Clave Ml en la Carta de Formaciones).

Las plantaciones de pino insigne presentes en el área (Clave I en la Carta de Formaciones) fueron identificadas, sin considerar su edad ni calidad.

Los bosques y renovales fueron estratificados por calidad; en el caso de los bosques, según fuera su composición, estructura y estado

sanitario, se asignó el concepto de "maduro" (Clave B_1 en la Carta de Formaciones) a masas susceptibles de aprovechamiento industrial significativo. No se consideró como aprovechamiento la leña, carbón y estacas para asignar el concepto anterior.

El concepto de "degradado" (Clase B_2 en la Carta de Formaciones), se asignó a bosques que por su composición, estructura y estado sanitario, no son susceptibles de aprovechamiento industrial.

Por otra parte, en el caso de los renovales se asignó el concepto de buena calidad (Clave R_1 en la Carta de Formaciones) a formaciones que por su composición, estructura y estado sanitario podrían ser manejadas para generar bosques susceptibles de aprovechamiento industrial. El concepto de mala calidad (Clave R_2 en la Carta de Formaciones), se asignó a formaciones que no presentan una composición, estructura, densidad y estado sanitario apropiados para su puesta bajo manejo, con fines productivos. Cabe mencionar aquí que muchos de estos renovales cumplen, en su estado actual, una función de protección importante.

En consecuencia, los bosques y renovales naturales se clasificaron en dos categorías:

- a) Masas con buenas perspectivas de desarrollo y con valor comercial.
- b) Masas con pocas o nulas posibilidades de desarrollo y aprovechamiento.

La delimitación y clasificación, de acuerdo a los criterios anteriores de las formaciones, se efectuó mediante fotointerpretación sobre fotografías aéreas, escala 1:30.000 y 1:60.000, del Servicio Aerofotogramétrico de la Fuerza Aérea de Chile. Para la obtención de patrones de fotointerpretación se recorrió el área de estudio, caracterizando situaciones típicas en cada una de las formaciones mencionadas.

Posteriormente, se procedió a comprobar la fotointerpretación preliminar mediante un recorrido terrestre exhaustivo. La codificación y fotointerpretación definitiva se presenta en las Cartas de Formaciones, escala 1:50.000, disponibles para consulta en las oficinas de CONAF - VII Región y Departamento de Ciencias Forestales de la Universidad de Concepción - Chillán.

La aplicación de la restricción descrita determinó que se excluyeran de la superficie susceptible de plantar con pino insigne : las plantaciones de esta especie (Clave I), los matorrales de caja de río (Clave Mo), los bosques maduros (Clave B₁) y los renovales de buena calidad (Clave R₁). En consecuencia, constituyen superficies susceptibles de plantar con pino insigne las formaciones de matorrales (Clave M₁), de bosques nativos degradados (Clave B₂) y de renovales de mala calidad (Clave R₂).

2.2.4. Restricción 4 : "Pendiente"

La conservación de los suelos, especialmente en terrenos montañosos, exige adoptar algunas precauciones en el manejo y explotación de los bosques. Ya el Reglamento del D.L. N° 701 (D.S. N° 259 del Ministerio de Agricultura, del 1° de septiembre de 1980), en su Artículo 18°, establece que sólo podrán ser usados métodos de corta y explotación que eviten la erosión de los suelos.

Asimismo, antecedentes proporcionados por empresas forestales de la zona indican que plantaciones de pino insigne, ubicadas en pendientes superiores a 45%, son, con la tecnología actual, económicamente no rentables.

Para aplicar esta restricción, se determinó zonas de pendiente homogénea sobre Cartas Regulares IGM, escala 1:50.000, según los siguientes rangos :

- a Pendiente 0 a 30%
- b Pendiente 31 a 60%
- c Pendiente igual y superior a 61%

El área de percepción mínima fue de 100 ha.

Los resultados de esta determinación se presentan en las Cartas de Zonificación por Pendiente, escala 1:50.000, indicadas anteriormente.

La consecuencia de esta restricción es que todas las superficies con pendientes superiores a 61% no son susceptibles de poblar con pino insignis. Las superficies con pendientes inferiores a 30% podrían ser plantadas, analizándose cuidadosamente la conveniencia de poblar aquellos sectores de pendientes entre 30 y 60%.

2.3. Identificación de los suelos forestales

En una primera etapa se recopiló y consultó toda la información disponible, a saber :

- Suelos. Descripciones del PAF / OEA / BID. 1964.
- Mesa redonda sobre Suelos Volcánicos. 1964.
- Uso, clasificación y Conservación de Suelos. 1976.
- Suelos volcánicos de Chile. 1985.

Al haberse concentrado los trabajos anteriores en los suelos agrícolas, resultó que para el 60% del área de estudio no existe información y se encuentran clasificados como "Áreas no reconocidas".

En una segunda etapa, para identificar los Grupos de Suelos de Aptitud Forestal, se procedió a realizar una fotointerpretación geomorfológica sobre fotografías aéreas, escala 1:30.000 y 1:60.000, la que se complementó con la información altimétrica de las Cartas IGM.

Posteriormente, se realizó un reconocimiento de terreno para obtener patrones de fotointerpretación de suelos, los que se comprobaron mediante la identificación de los Grupos de Suelos en 44 puntos, en sectores de principal interés por su ubicación, posición fisiográfica, y por tener plantaciones de pino insigne o formaciones vegetales de especial relevancia. Finalmente, se realizó una fotointerpretación definitiva empleando el método de "Análisis de Patrones", el que considera todos los elementos externos del suelo que tienen una correlación directa con las características del perfil.

2.4. Caracterización del clima del área de estudio.

Para obtener información sobre el clima del área se recurrió a revisión bibliográfica y consulta a diversas instituciones que disponen de antecedentes sobre la materia.

Entre otros se consultaron los siguientes textos :

- Recopilación de datos climáticos de Chile y mapas sinópticos respectivos. 1958.
- Perspectivas de desarrollo de los recursos de la VII Región, Tomos Climatología y Distritos Agroclimáticos. 1979.
- Regiones Ecológicas de Chile. PNUD/FAO. 1973.
- Información de Distritos Agroclimáticos, VII Región del Maule. CIREN. 1986.

Del análisis de la bibliografía y consultas, fue posible con-

cluir que no existe en el área de estudio, una red de estaciones meteorológicas que proporcione información detallada sobre sus características climáticas.

2.5. Descripción y evaluación de plantaciones existentes en el área de estudio.

Después de realizada la cartografía preliminar, se ubicaron todas las plantaciones de pino insigne, utilizando para ello la información proporcionada por CONAF y la obtenida mediante reconocimiento aéreo.

Las plantaciones existentes se clasificaron a priori, para objeto de estudio, en tres grupos :

- a) Menores de dos años
- b) Plantaciones jóvenes, mayores de 2 años y menores de 8 años.
- c) Plantaciones adultas, mayores de 8 años.

Con el propósito de obtener información sobre el prendimiento, desarrollo inicial y estado sanitario de los bosques, se seleccionó al azar 17 plantaciones de edades menores de 8 años; en cada una de ellas se midió, en parcelas circulares de 100 m^2 , la cantidad de plantas vivas y la altura total media, observándose el estado sanitario, el estado de competencia con malezas y su distribución espacial, además de la descripción del suelo correspondiente. En el caso de las plantaciones de 2 años no se midió la altura total media.

Se identificaron 13 plantaciones adultas, en las cuales se instalaron parcelas de 100 m^2 de superficie, midiéndose en ellas el d.a.p. (cm) de todos los árboles vivos, su posición social y la altura (m) de los cinco árboles más cercanos al centro de la parcela; seguidamente,

en una parcela se seleccionó un árbol, que representara el área basal media del rodal, para análisis fustal. Al mismo tiempo, a una distancia no mayor a cinco metros de éste se realizó una descripción del suelo.

Posteriormente, se confeccionó las tablas de rodal y existencia y se procedió al cálculo de relaciones de la forma $H = f(d.a.p.)$ y en base a la altura media dominante se determinó los índices de sitio, complementando esta información con las curvas de altura total-edad obtenidas de los análisis de fuste, la que se relacionó además con la información de suelos.

Los índices de sitio, según grupos de suelo, se determinaron en base a la proyección de las curvas de altura dominante-edad, a la edad clave de 20 años.

Se debe señalar que no se utilizaron ecuaciones generales de índices de sitio, construidas con datos de otras zonas, debido a las características edafoclimáticas particulares del área de estudio.

La información básica permitió determinar las variables de estado para plantaciones de 6 a 12 años de edad, para clases de sitio I, II y III, en cuanto a :

- número de árboles por hectárea,
- área basal por hectárea,
- diámetro medio cuadrático,
- altura media dominante,
- altura de los 200 árboles más altos por hectárea.

Las variables de estado determinadas se incorporaron a simuladores de crecimiento, para así obtener mayores posibilidades de análisis

de alternativas de manejo silvícola, superiores a las que se podrían haber logrado mediante la utilización de funciones de rendimiento.

2.6. Evaluación económica

Para los fines del estudio, se consideraron tres clases de sitio: una clase de sitio I con un Índice de Sitio (IS) de 28 m; una clase II con un IS 26 m y una clase III con un IS de 22 m.

Definidas las clases de sitio, se procedió a establecer 12 esquemas de regímenes silviculturales, para cuyo cálculo de proyección física se empleó el simulador de crecimiento de la Empresa Forestal Celco Ltda. La determinación de la proyección económica fue realizada mediante programas computacionales preparados para estos efectos, por el Departamento de Ciencias Forestales de la Universidad de Concepción.

Los esquemas de regímenes silviculturales, seleccionados de entre los más aplicados actualmente en Chile, se presentan en el Cuadro Nº 1.

Los criterios de eficiencia económica utilizados permitieron comparar la productividad física, sometida a diferentes regímenes silvícolas, obteniendo de cada esquema el rendimiento en madera aserrable libre de nudos, con cilindro nudoso, sin poda y madera pulpable.

Los cálculos de rentabilidad se llevaron a cabo mediante la determinación del "valor potencial del suelo" (*) y "la tasa interna de retorno", con y sin subsidio otorgado por el D.L. 701, para bosque en pie y antes de impuestos. La elección de tales criterios se fundamentó en las siguientes consideraciones técnicas:

- El máximo del "valor potencial del suelo" (VPS), por clase de sitio es alcanzado al momento en que la suma algebraica de los ingre-

* Ver Apéndice.

CUADRO Nº 1 ESQUEMAS DE REGIMENES SILVICULTURALES EMPLEADOS ,
POR CLASE DE SITIO.

ESQUEMAS	CLASE DE SITIO		
	I	II	III
<u>Sin intervención</u>	X	X	X
<u>Raleo 8 años</u>	X	X	X
Raleo 8 años	X		
<u>Poda 8, 10 años</u>			
Raleo 8,10,13 años	X		
<u>Poda 8,10,12 años</u>			
Raleo 8, 9 años			X
<u>Poda 8, 9 años</u>			
Raleo 8, 10 años		X	
<u>Poda 8, 10 años</u>			
Raleo 8,9,14 años		X	X
<u>Poda 8,9,12 años</u>			

sos y costos, capitalizádos al año de explotación, logran el mayor valor actualizado, en US\$/ha.

- El método permite visualizar el comportamiento de las tasas de interés elegida, para un año de cosecha predeterminado, por clase de sitio.

- El VPS es una expresión manifiesta de la inversión realizada, que permite comparar el capital invertido y la renta que es capaz de producir el suelo y el vuelo.

Para cada uno de los 12 esquemas silviculturales descritos en el cuadro N° 1, se fijaron edades de rotación de 15, 18, 20, 22, 25 y 30 años, con tasas de interés de 6, 8, 10, 12 y 14%

En cada clase de sitio se seleccionó el esquema de mayor VPS, que se indica. En el apéndice se incluyen las respectivas Tablas de Producción.

- Clase Sitio I : Raleo a los 8 años
Poda a los 8 y 10 años
- Clase Sitio II : Raleo y Poda a los 8 y 10 años.
- Clase Sitio III : Raleo y Poda a los 8 y 9 años.

Los esquemas anteriormente citados se evaluaron económicamente considerando, además, el subsidio establecido en el D.L. 701.

2.6.1. Antecedentes básicos de costos e ingresos.

Los costos, expresados en US\$/ha en que se incurre para llevar a efecto actividades como las de compra de suelo, repoblación, administración, preparación del suelo y fertilización se presentan en el Cuadro N° 2.

CUADRO Nº 2 COSTOS, EN US \$/ha, UTILIZADOS PARA EL ANALISIS ECONOMICO, SEGUN CLASE DE SITIO.

COSTOS EN US \$/ha ,SEGUN CLASE DE SITIO			
ITEMES DE COSTOS	I	II	III
Suelo	120,00	80,00	40,00
Preparación Suelo	-	21,00	45,00
Replacación	106,58	106,58	106,58
Fertilización	-	12,60	12,60
Administración	4,00	4,00	4,00

Fuente = Corporación Nacional Forestal
Encuestas a Empresas del área de estudio.

En la generalidad, dichos costos se capitalizan a la edad de cosecha, a tasa de interés compuesto, desde el momento en que el gasto se hace efectivo.

Los ingresos y costos provenientes de los esquemas de los regímenes silvícolas seleccionados se presentan en el cuadro N° 3, en US\$/ha por Clase de Sitio.

Los ingresos provienen de los rendimientos físicos, considerando un valor de 3 US\$/m³ para madera pulpable, 11 US\$/m³ para madera aserrable y 30 US\$/m³ para madera libre de nudos.

Los valores resultantes se expresan, según Clase de Sitio, en los cuadros N°s 4, 5 y 6.

Para la determinación de la evaluación económica, considerando el subsidio, se bonificó la forestación, administración y poda en un 75% del costo establecido por CONAF, en julio de 1986.

CUADRO N° 3 INGRESOS DE RALEOS Y COSTOS DE PODAS EN US\$/ha,
SEGUN ESQUEMA SILVICULTURAL Y CLASE DE SITIO.

ESQUEMAS	CLASE DE SITIO		
	I	II	III
<u>Sin intervención</u>	-	-	-
<u>Raleo 8 años</u>	27,00	18,00	9,00
Raleo 8 años	51,00		
Poda 8 años	20,40		
<u>Poda 10 años</u>	11,00		
Raleo 8 años	21,00		
Raleo 10 años	54,00		
Raleo 13 años	132,00		
Poda 8 años	25,50		
Poda 10 años	10,00		
<u>Poda 12 años</u>	7,20		
Raleo 8 años			9,00
Raleo 9 años			21,00
Poda 8 años			15,60
<u>Poda 9 años</u>			8,25
Raleo 8 años		18,00	
Raleo 10 años		48,00	
Poda 8 años		20,40	
<u>Poda 10 años</u>		11,00	
Raleo 8 años		12,00	6,00
Raleo 9 años		24,00	24,00
Raleo 14 años		132,00	120,00
Poda 8 años		25,50	19,50
Poda 9 años		10,00	7,50
Poda 12 años		8,00	7,20

CUADRO N° 4 ^{NETOS}
 INGRESOS A LA EDAD DE ROTACION, EN US\$/ha*, SEGUN
 ESQUEMA SILVICULTURAL, CLASE DE SITIO I.

ESQUEMAS	INGRESOS (US\$/ha) A LA EDAD DE ROTACION (AÑOS)					
	15	18	20	22	25	30
Sin intervención	956	1256	1347	1644	1926	2446
Raleo 8 años	882	1203	1392	1696	2250	2805
Raleo 8 años Poda 8, 10 años	699	987	2843	3518	4543	5999
Raleo 8,10,13 años Poda 8,10,12 años	513	759	2262	2993	3967	5573

* 1 US\$ = \$ 200

CUADRO Nº 5 NETOS
 INGRESOS A LA EDAD DE ROTACION, SEGUN ESQUEMA
 SILVICULTURAL, CLASE DE SITIO II.

ESQUEMAS	INGRESOS (US\$/ha) A LA EDAD DE ROTACION (AÑOS)					
	15	18	20	22	25	30
Sin intervención	651	858	924	1083	1363	1668
Raleo 8 años	673	917	924	1165	1397	1940
Raleo 8, 10 años	504	720	1892	2506	3086	4051
Poda 8, 10 años						
Raleo 8,9,14 años	405	597	1726	1944	2648	3719
Poda 8,9,12 años						

Fuente = Corporación Nacional Forestal
 Encuestas a Empresas del área de estudio.

CUADRO Nº 6 ^{NETOS} INGRESOS A LA EDAD DE ROTACION, SEGUN ESQUEMA SILVICULTURAL, CLASE DE SITIO III.

ESQUEMAS	INGRESOS (US\$/ha) A LA EDAD DE ROTACION (AÑOS)					
	15	18	20	22	25	30
Sin intervención	384	507	546	636	774	999
Raleo 8 años	347	468	507	588	717	932
Raleo 8,9 años	363	510	1147	1432	1852	2405
Poda 8,9 años						
Raleo 8,9,14 años	285	414	1073	1240	1417	1708
Poda 8,9,12 años						

Fuente = Corporación Nacional Forestal

Encuestas a Empresas del área de estudio.

3. RESULTADOS

3.1. Superficie del área de estudio y formaciones presentes.

El área de estudio, ubicada en la precordillera andina de la VII Región, limita con la VI Región por el norte, con la VIII Región por el sur y las cotas 300 y 900 m.s.n.m. por el oeste y este, respectivamente; abarca una superficie total de 342.653,1 ha, que excluye la de embalses, aguas y rocas.

En el cuadro N° 7 se presenta la distribución por formaciones, conforme a las descripciones establecidas en los puntos 2.2.2. y 2.2.3. Llama la atención la gran participación de las formaciones matorral (97.593,3 ha) y renoval Nothofagus 2 o degradado (93.287,5 ha); entre ambas suman 190.880,8 ha, cubren el 65% del área de estudio, representan el 85% de las formaciones netamente forestales y se localizan mayoritariamente en la provincia de Linares.

Asimismo, debe mencionarse la baja representación, con 5.497,9 ha, de las formaciones renoval Nothofagus 1 o de buena calidad y bosque Nothofagus maduro.

Todas las cifras señalan con elocuencia el profundo deterioro sufrido por el bosque nativo en la Región.

Anexo a este informe, se cuenta en las oficinas de CONAF-VII Región y en el Departamento de Ciencias Forestales de la Universidad de Concepción, con un listado de las formaciones, con sus superficies, clasificadas por carta IGM, Comuna, cuenca, pendiente y sus combinaciones y Cartas escala 1:50.000 con la ubicación de cada una de ellas. Para referencia regional se anexa a este informe un Mapa escala 1:100.000.

CUADRO Nº 7 SUPERFICIE (ha) DE FORMACIONES PRESENTES EN EL AREA DE ESTUDIO,
POR PROVINCIA Y REGION.

	SUPERFICIE (ha) POR PROVINCIA		SUPERFICIE TOTAL AREA	
	CURICO	TALCA		LINARES
AGRICOLA	41.372,6 (58,8-36,2)*	22.237,3 (31,6-26,5)	6.778,4 (9,6-4,7)	70.388,3
PRADERAS	6.943,7 (18,5-6,1)	16.085,6 (42,8-19,2)	14.537,8 (38,7-10,0)	37.567,1
MATORRAL CAJA DE RIO	5.583,9 (49,0-4,9)	1.154,3 (10,1-1,4)	4.656,3 (40,9-3,2)	11.394,5
MATORRAL	31.377,7 (32,1-27,5)	24.253,5 (24,9-28,9)	41.962,1 (43,0-29,0)	97.593,3
PINO INSIGNE	5.814,2 (33,1-5,1)	4.168,5 (23,7-5,0)	7.591,4 (43,2-5,3)	17.574,1
RENOVAL NOTHOFAGUS 1	-	1.250,7 (27,4-1,5)	3.307,2 (72,6-2,3)	4.557,9
RENOVAL NOTHOFAGUS 2	22.552,4 (24,2-19,7)	14.692,5 (15,7-17,5)	56.042,6 (60,1-38,8)	93.287,5
BOSQUE NOTHOFAGUS MADURO	-	-	940,0 (100,0-0,7)	940,0
BOSQUE NOTHOFAGUS DEGRADADO	601,4 (6,4-0,5)	-	8.749,0 (93,6-6,0)	9.350,4
T O T A L	114.245,9	83.842,4	144.564,8	342.653,1

* La primera cifra indica el porcentaje respecto al total de la formación en el área de estudio y la segunda el porcentaje de la formación respecto a la superficie provincial estudiada.

3.2. Superficie susceptible de plantar con pino insigne.

Se consideró como superficie susceptible de plantar con pino insigne a las formaciones matorral, renoval Nothofagus 2 y bosque Nothofagus de gradado. También se incluyó la formación de pino insigne constituida por plantaciones existentes. Por la restricción mencionada en el punto 2.2.4., se excluyó toda superficie con pendiente superior a 60% y que, en total, suma 4.940,7^{ha} para las formaciones arriba mencionadas.

Del cuadro N° 8 (pag. 25), se desprende que la superficie regional susceptible de plantar con pino ^{insigne} asciende a 212.864,6 ha, ubicándose el 52,6% de ella en la provincia de Linares, el 28,0% en la de Curicó y el 19,4% en la de Talca. Como comunas destacan las de San Clemente (17,3%) y Linares (17,1%). Si se descuenta la superficie ya plantada con la especie (17.574,1 ha) quedan potencialmente disponibles 195.290,5 ha.

3.3. Descripción general de los suelos forestales.

En el área se identificaron tres Grandes Grupos de Suelos:

- Suelos de Origen Volcánicos de lomajes y cerros (Trumaos).
- Suelos Rojo Arcillosos.
- Suelos Arcillosos Degradados de origen andesítico y basáltico.

Sus características más relevantes son las siguientes:

- a) Suelos volcánicos de lomajes y cerros.

El material de origen son cenizas volcánicas, derivadas principalmente de vidrios volcánicos, material piroclástico, de naturaleza pulverulenta

CUADRO N° 8 SUPERFICIE (ha) SUSCEPTIBLE DE PLANTAR CON PINO INSIGNE, POR COMUNA, PROVINCIA Y REGION.

PROVINCIA	COMUNA	SUPERFICIE * TOTAL (ha)	%
CURICO		<u>59.544,2</u>	<u>28,0</u>
	Teno	9.795,9	4,6
	Curicó	19.517,6	9,2
	Romeral	16.314,5	7,7
	Molina	13.916,2	6,5
TALCA		<u>41.311,1</u>	<u>19,4</u>
	Pelarco	420,8	0,2
	San Clemente	36.786,8	17,3
	Río Claro	4.103,5	1,9
LINARES		<u>112.009,3</u>	<u>52,6</u>
	Colbún	23.867,0	11,2
	Linares	36.350,8	17,1
	Longaví	25.201,4	11,8
	Parral	26.590,1	12,5
TOTAL REGION		<u>212.864,6</u>	<u>100,0</u>

* Incluye superficie actualmente plantada con la especie.

de tamaño diverso, que fluctúa desde el polvo impalpable hasta 2 mm.

El drenaje externo e interno es bueno.

Presenta grados de erosión de intensidad variable por efectos del agua. Es particularmente grave cuando se ha eliminado la cubierta arbórea nativa, especialmente en sectores con alta pluviometría y fuertes pendientes (superiores a 30%) y en los que se ha empleado el fuego, que ha destruido gran parte de la materia orgánica que aglutina los agregados.

También debe mencionarse el peligro que representa la compactación por efecto del pisoteo de animales y/o uso de maquinaria o vehículos utilizados en las faenas forestales, que disminuiría drásticamente la infiltración natural del suelo, aumentando considerablemente el efecto erosivo de las aguas.

La geomorfología es de lomajes altos con topografía abrupta, de cerros y montañas de la cordillera andina, con quebradas profundas originadas por esteros y cursos intermitentes, afluentes de ríos que disectan el bloque cordillerano y que escurren de este a oeste. El perfil del suelo se caracteriza por presentar un grado de contaminación importante con materias arcillosas sobre los cuales están depositados. Por este motivo, aunque su densidad aparente es baja, su textura corresponde a la del tipo franco arcillo-arenoso en la superficie, hasta aproximadamente los 0.55 m de profundidad, tornándose limoso a partir de ésta.

La estructura superficial es granular fina. A mayor profundidad se presenta en forma de bloques subangulares medios a granular, li

geramente adhesivos en el estrato superficial, para tornarse adhesivos y plásticos en húmedo en los horizontes inferiores.

Los colores en húmedo son pardos oscuros, debido al mayor contenido de materia orgánica, a pardo amarillento a medida que se profundiza en el perfil.

Tienen un pH moderadamente ácido en casi todo el perfil, con un contenido de materia orgánica alto hasta los 0,55 m, para bajar a medio a mayor profundidad; el Nitrógeno total es bajo en todo el perfil, con una capacidad de intercambio catiónico elevada.

Se trata de suelos profundos, estratificados, fácilmente distinguibles o con diferencias de color notables entre el suelo y el subsuelo, desarrollados bajo condiciones de clima mediterráneo templado.

En general, constituyen los mejores sitios para el establecimiento de plantaciones de pino insigne. Los principales factores limitantes que presentan en algunas zonas, se refieren a fuertes pendientes, cuando superan al 61%, a escasa profundidad y afloramientos rocosos. Las áreas con estas características no deben forestarse.

b) Suelos Rojo Arcillosos

El material parental son cenizas volcánicas o materiales piroclásticos antiguos, que provienen de algún período interglacial del Pleistoceno, que descansan sobre un conglomerado volcánico altamente descompuesto.

El drenaje externo es rápido y el interno es medio.

La casi totalidad de estos suelos presentan un severo proceso erosivo de manto en los sectores más planos y de zanjas en los de mayor pendiente, las que en algunos casos, dejan en descubierto el conglomerado volcánico.

La mayoría de los suelos que presentan un grado avanzado de erosión, ha perdido los horizontes superficiales y se clasifican como "Suelos Decapitados", por encontrarse en la superficie el horizonte B. El fenómeno señalado es la consecuencia del manejo inadecuado aplicado a ellos, el que se inició con la eliminación indiscriminada de la vegetación nativa, y así habilitarlos para el cultivo de cereales y, posteriormente, para la ganadería. En la actualidad, extensas zonas están totalmente degradadas, careciendo de cubiertas protectoras que minimicen el proceso erosivo.

La posición fisiográfica que ocupan corresponde a los primeros contrafuertes cordilleranos de la depresión intermedia, con formaciones aisladas de lomajes, con menor tamaño a los que se presentan al sur del río Perquilauquén.

Los suelos presentan perfiles de profundidad variable, según sea la posición fisiográfica y el grado de erosión, la que puede fluctuar desde 0,80 hasta 1,6 m.

La textura superficial es franco arcillosa con estructura granular gruesa a bloques subangulares hasta los 0,22 m de profundidad; a partir de ésta, se torna arcillosa, con estructura de bloques subangulares hasta los 0,62 m y franco arcillosa hasta 1,2 m.

Debido a sus características texturales son muy plásticos y adhesi

vos en húmedo, duros y compactos en seco.

Los colores son pardo rojizo oscuro en húmedo y rojo oscuro a mayor profundidad.

Tienen un pH moderadamente ácido en todo el perfil, con un porcentaje de materia orgánica muy bajo y casi nulo a partir de los 0,62 m, al igual que el contenido de Nitrógeno.

La capacidad de intercambio catiónico es alta, debido probablemente a que existen mezclas de arcillas del tipo haloisita y vermiculita.

Este grupo presentó una serie de limitantes para el establecimiento del pino insigne, derivadas básicamente del intenso proceso erosivo que han experimentado y de las características físicas del perfil.

Por tratarse de suelos que han perdido los horizontes superficiales, son duros y compactos en verano; por esta razón, debe prepararse el sitio con el objeto de elevar la sobrevivencia durante el primer año.

Otro factor que debe considerarse, es la eliminación de las malezas que compiten con la plantación por los nutrientes y el agua disponible, especialmente en el período estival, el que tiene un déficit hídrico durante la totalidad de la estación.

Respecto a problemas de fertilidad, es necesario aplicar boro como elemento correctivo de la deficiencia que se observa en la totalidad de las plantaciones que existen en suelos rojo arcillosos en la zona. También es posible que esta deficiencia esté asociada a otras carencias.

c) Suelos Arcillosos Degradados

El material parental lo constituyen rocas ígneas andesíticas y basálticas que han experimentado un largo proceso evolutivo, *in situ*.

El drenaje externo es rápido y el interno es medio.

Presentan un severo proceso de erosión producto de la dispersión y arrastre del suelo por efectos de las lluvias, en las que predominan las formaciones de cárcavas, las que en numerosos casos llegan hasta el material de origen.

Son formaciones montañosas con fuertes pendientes de topografía abrupta y, en algunos casos, constituyen cerros islas, originados por la disectación del macizo original por el efecto erosivo de los ríos.

En el estrato superficial, hasta 0.10 m, la textura es arcillosa, con estructura de bloques subangulares medios y finos, muy plásticos y adhesivos en húmedo, muy duros y compactos en seco. A medida que aumenta la profundidad, la textura se torna arcillosa, densa, con una estructura de carácter masivo, muy plástica y adhesiva en húmedo, muy dura y compacta en seco.

Presenta fases con fuertes pendientes, muy erosionadas y por profundidad, delgadas a profundas.

El pH es neutro en todo el perfil, con un bajísimo contenido de materia orgánica, carente de Nitrógeno y con una capacidad de inter

cambio catiónico muy bajo en la superficie, para aumentar a niveles medios con la profundidad.

Estos suelos presentan severas limitaciones para el establecimiento de plantaciones de pino insignne, por tener un grado de erosión muy avanzado que ha dejado en la superficie el subsuelo, el que por las propiedades físicas que tiene es muy duro y compacto en el verano, característica que es determinante en la sobrevivencia en el primer año.

Desde el punto de vista de fertilidad, se trata de un recurso muy degradado y pobre que requiere fertilización.

Por las características texturales, estructurales y de elevada compactación natural, debe subsolarse para mejorar las condiciones de infiltración y porosidad y así aumentar la cantidad de agua aprovechable en el perfil. Lo anterior deberá complementarse con un control adecuado de malezas, para optimizar el uso de agua por la plantación.

De los tres grupos de suelos identificados, sólo los de origen volcánicos presentan buenas aptitudes para el establecimiento de pino insignne. Los suelos rojo arcillosos presentan factores limitantes importantes que, en algunos casos, pueden ser modificados con prácticas de manejo.

En el caso de los suelos arcillosos degradados de origen andesítico y basáltico, las restricciones que tienen son de tal magnitud que hacen muy difícil el establecer plantaciones de pino insignne productivas.

3.4. Descripción del clima

De la información bibliográfica consultada se desprende que el área de estudio pertenece a las regiones ecológicas LLano Central y Cordillera Central (PNUD/FAO, 1973).

La primera, que se extiende de norte a sur en la planicie longitudinal, presenta un clima mediterráneo lluvioso, con una estación seca que empieza en diciembre. La precipitación media anual asciende a 744 mm en Curicó, 926 mm en Molina y 1050 mm en Linares. Entre el 55 y 57% de ella cae en los meses de invierno, entre el 14 y 16% en la primavera y sólo entre el 3 y 5% en el verano. Esto determina que entre octubre y marzo ocurra déficit hídrico cercano a los 650 mm.

La región ecológica Cordillera Central presenta 2 fajas estrechas que se extienden de norte a sur. La primera, más cercana al Llano, con un clima mediterráneo templado, lluvioso, con 4 o más meses secos en el norte y 1 a 3 meses secos en el sur. La precipitación media anual asciende a 1264 mm en la latitud de la provincia de Curicó (Estación Los Queñes) y a 1433 mm en la ribera del río Maule (Estación Canal Maule en Colorado). Al igual que en la región ecológica LLano Central, la mayor parte de la precipitación ocurre en invierno (47 a 55%) y en verano aumenta, en cambio, hasta un 10%. El déficit hídrico entre octubre y marzo alcanza aún a 540 mm en promedio.

La segunda faja, ubicada al oriente de la anterior, presenta un clima mediterráneo frío que por falta de información no puede caracterizarse con precisión. En todo caso, la precipitación promedio anual debe alcanzar a los 1800 mm en la latitud de la provincia de Talca y a 2200 mm en la latitud de Parral. La precipitación estival ascendería a alrededor de 150 mm y con ello el déficit hídrico se reduciría a unos 470 mm.

Una limitante en esta faja la representaría las bajas temperaturas en el invierno y primavera, las que pueden provocar descalce en las plantaciones recién establecidas.

De los antecedentes, se desprende que el Llano Central presenta severas limitantes climáticas para el cultivo del pino insigne. La Cordillera presenta condiciones que se tornan más favorables en la medida que se asciende hacia el oriente y se desplaza hacia el sur.

3.5. Descripción general de las plantaciones existentes en el área de estudio.

La sobrevivencia inicial de las plantaciones, entre 1 y 4 años, se ve sensiblemente afectada por características del suelo, del clima, preparación del sitio para plantación, calidad de plantas, técnicas de plantación, control de vegetación competitiva (gramíneas y otros pastos de verano) y nutrición mineral durante el primer año, lo que en parte se puede apreciar en los datos proporcionados en el cuadro N° 9.

Cuadro N° 9 PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA Y ALTURA MEDIA DE PLANTACIONES DE UN AÑO DE EDAD.

CARACTERISTICAS DEL SECTOR	% SOBREVIVENCIA	*CV	% SOBREVIVENCIA	ALTURA MEDIA (cm)
Erosión S/ gramíneas **	77		2,7	25
Erosión C/ gramíneas **	46		8,5	27
Caja de ríos y terrazas	60		17,0	29
Erosión C/ prep. sitio **	100		2,8	26
Buen suelo S/ competencia y sin prep. sitio ***	93		3,5	25

* CV = COEFICIENTE VARIACION

**/ suelos rojo arcillosos degradados.

***/ suelos de origen volcánicos, sin alteración.

A continuación se analizan algunas características generales de las plantaciones existentes en el área.

a) Calidad de plantas

En general, todas las plantaciones observadas presentan problemas respecto a atributos físicos como altura, diámetro de cuello y sistema radicular y a atributos fisiológicos como color y vigor. Fue posible observar que las plantas prospectadas carecen de un manejo adecuado en vivero que les proporcione las condiciones para superar los factores limitantes del sitio.

b) Habilidad y preparación del lugar de plantación

El roce y la quema de la vegetación existente antes de la plantación, normalmente esclerófila, es una labor habitual en las plantaciones establecidas. Estas operaciones de habilitación de terreno ha aumentado la degradación de los suelos, provocando endurecimiento, compactación superficial, reducción de la estrata orgánica, desmejoramiento de las condiciones de drenaje y aumento del escurrimiento superficial. Esta situación es más notable en la medida que la pendiente y la fragilidad del suelo aumentan.

La rotura del suelo constituye una excepción como faena de preparación de sitio y, en los casos en que se ha practicado, la sobrevivencia es superior.

En ninguno de los casos observados, se detectó control de malezas en plantaciones; este hecho agrava el equilibrio hídrico en las plantas, sometiéndolas a 'stress' en los meses de sequía.

c) Defectos de plantación

En aproximadamente un 25% de los casos, se observó defectos, tales como plantas torcidas, plantación a una profundidad inadecuada y sistema radicular doblado.

d) Deficiencia mineral

Las plantaciones ubicadas en aquellos lugares notablemente deficitarios en materia orgánica y con serios factores edafoclimáticos limitantes, presentan en general deficiencias de boro, cuya manifestación es la muerte apical con pérdida de dominancia y, en algunos casos de plantas de mayor edad, abundante resinación. No se observó aplicación de boro de carácter correctivo en ninguna de las plantaciones prospectadas.

Las condiciones anteriormente mencionadas determinan la sobrevivencia inicial de las plantaciones, definiendo la distribución espacial en la actualidad y la forma que ésta adquirirá a futuro.

La baja sobrevivencia está determinando una distribución espacial desagregada que altera las relaciones de competencia, dando lugar a que en un mismo rodal coexistan árboles en competencia libre y otros en competencia extrema, situación que incide en la homogeneidad de la masa, su ordenación espacial y, finalmente, en la prescripción del manejo silvícola.

Tanto en plantaciones jóvenes como adultas no se observó la aplicación de intervenciones silvícolas como poda y raleo.

En general, la calidad de los árboles independientemente de su posición social y calidad de sitio es deficiente, encontrándose un por

centaje importante de ejemplares torcidos, bifurcados y con malformaciones en el fuste.

Se determinó una estrecha relación entre calidad de sitio y grupo de suelo, tal como se observa en el gráfico N° 1. La mejor calidad se ubica en suelos de origen volcánico (trumaos), la intermedia en los suelos rojo arcillosos y la inferior en los suelos arcillosos degradados.

La información de campo indica que el índice de sitio promedio de la Clase I es de 30 m, con un límite inferior de 28 m y un máximo de 32 m.

Para la clase de sitio II los valores son de 26 m con un límite inferior de 24 m y un máximo de 28 m; finalmente, en el sector clasificado como clase de sitio III el índice de sitio promedio es de 22 m, con un límite inferior de 20 m y un máximo de 24 m.

Se observa en los análisis fustales que existe un rápido crecimiento en altura durante los primeros años, especialmente en sitios de clase I, para decaer posteriormente, posiblemente debido a variaciones de las características del suelo.

Es notable la variación del incremento en alturas (Gráfico - N° 2) en los suelos arcillosos degradados, como resultado de una aplicación de boro a los 7 años de edad. Además, queda establecida una diferencia notoria en las diferentes clases de sitio, respecto del crecimiento diamétrico, lo que afecta las áreas basales promedio de rodal para diferentes edades. (Gráficos N°s 3a y 3b).

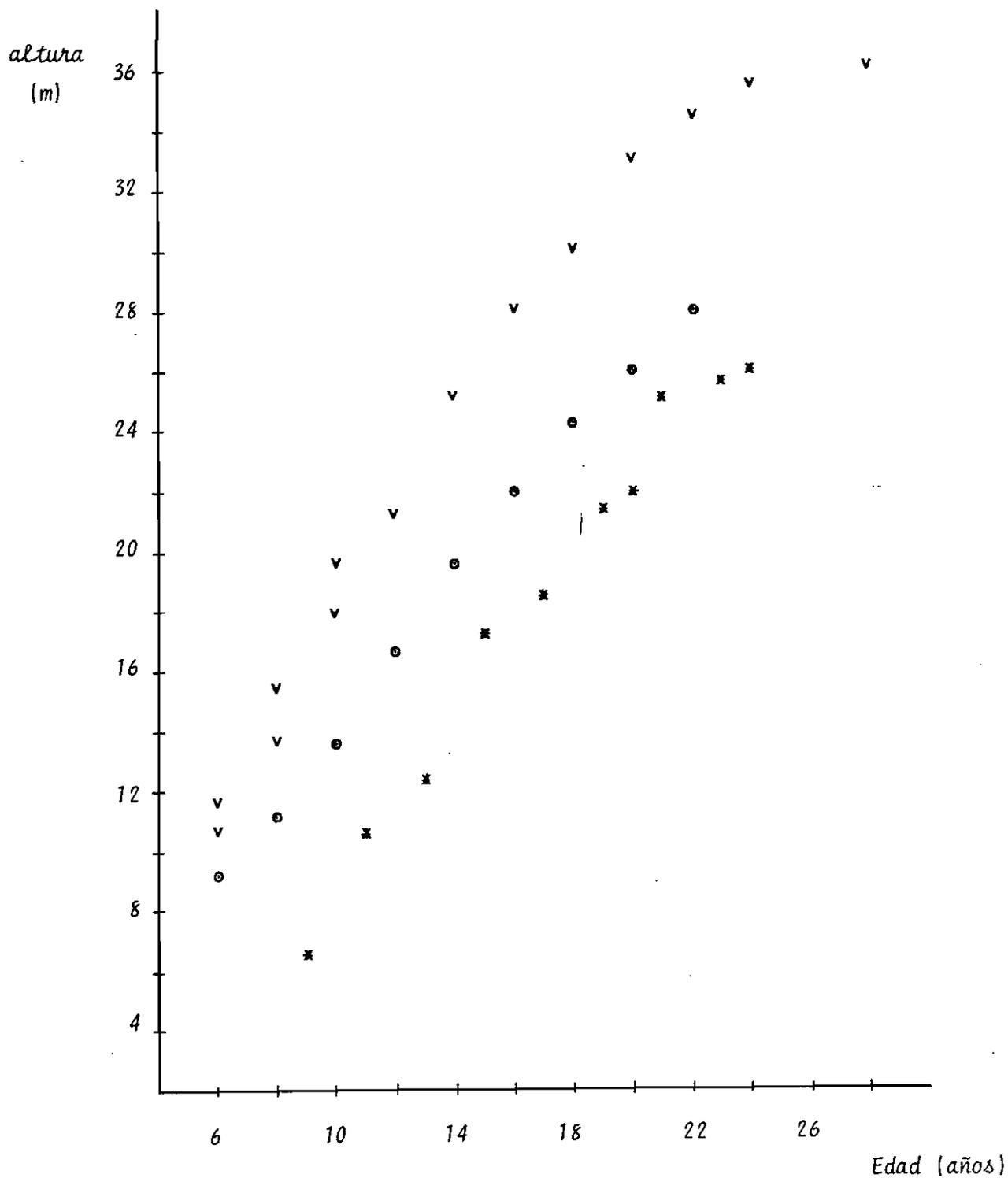


GRAFICO N° 1 : RELACION ALTURA EDAD SEGUN GRUPO DE SUELO Y ANALISIS FUSTAL.

- v Sitio I, suelo volcánico
- o Sitio II, suelo rojo arcilloso
- x Sitio III, suelo arcilloso. degradado

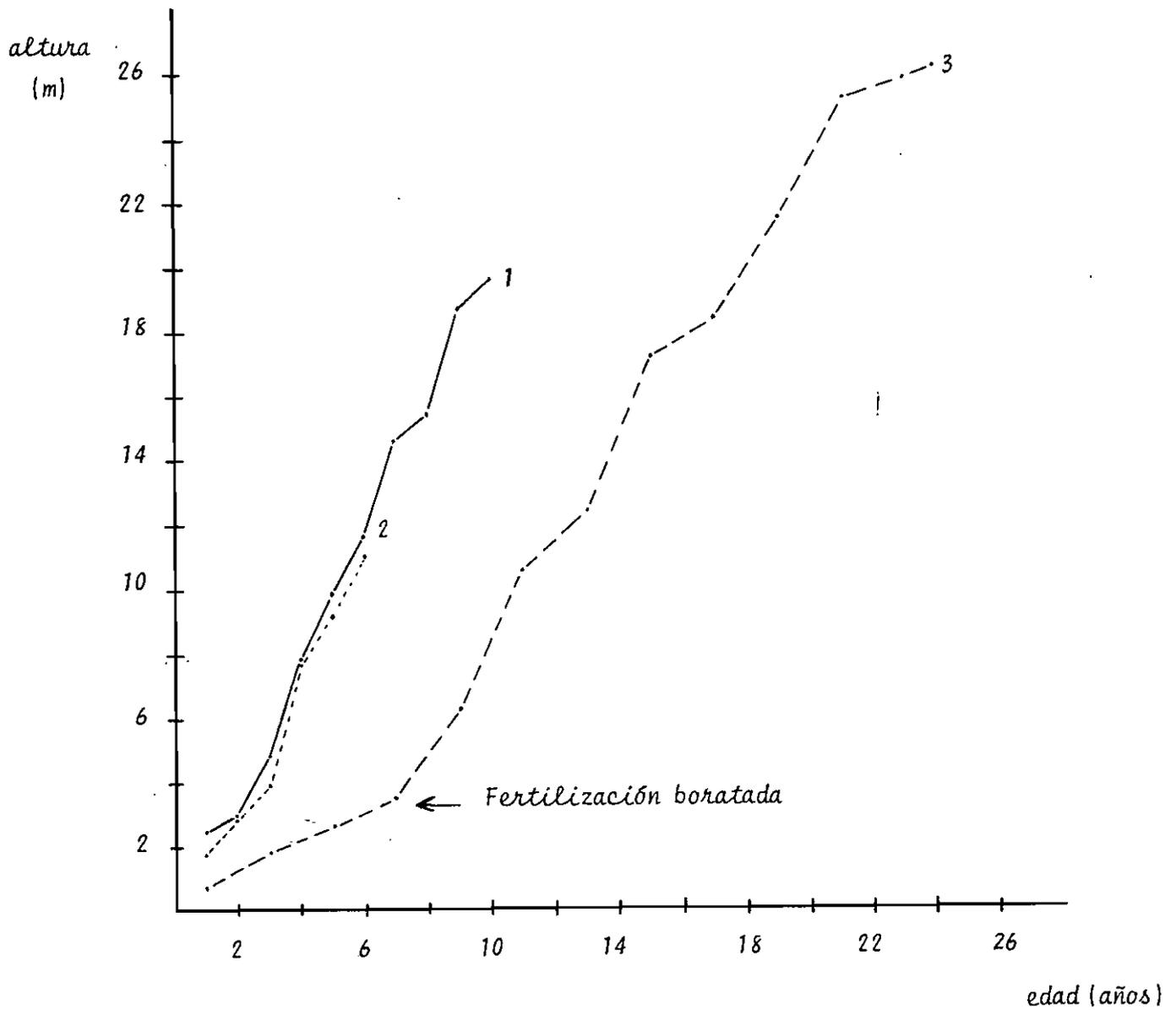


GRAFICO Nº 2 : RELACION ALTURA/EDAD EN ANALISIS DE FUSTE

- 1 Sector Corel (suelo volcánico)
- 2 Sector Lomas Gaticanas (suelo volcánico)
- 3 Sector Sociedad Dignidad (suelo arcilloso degradado)

altura
(m)

39.-

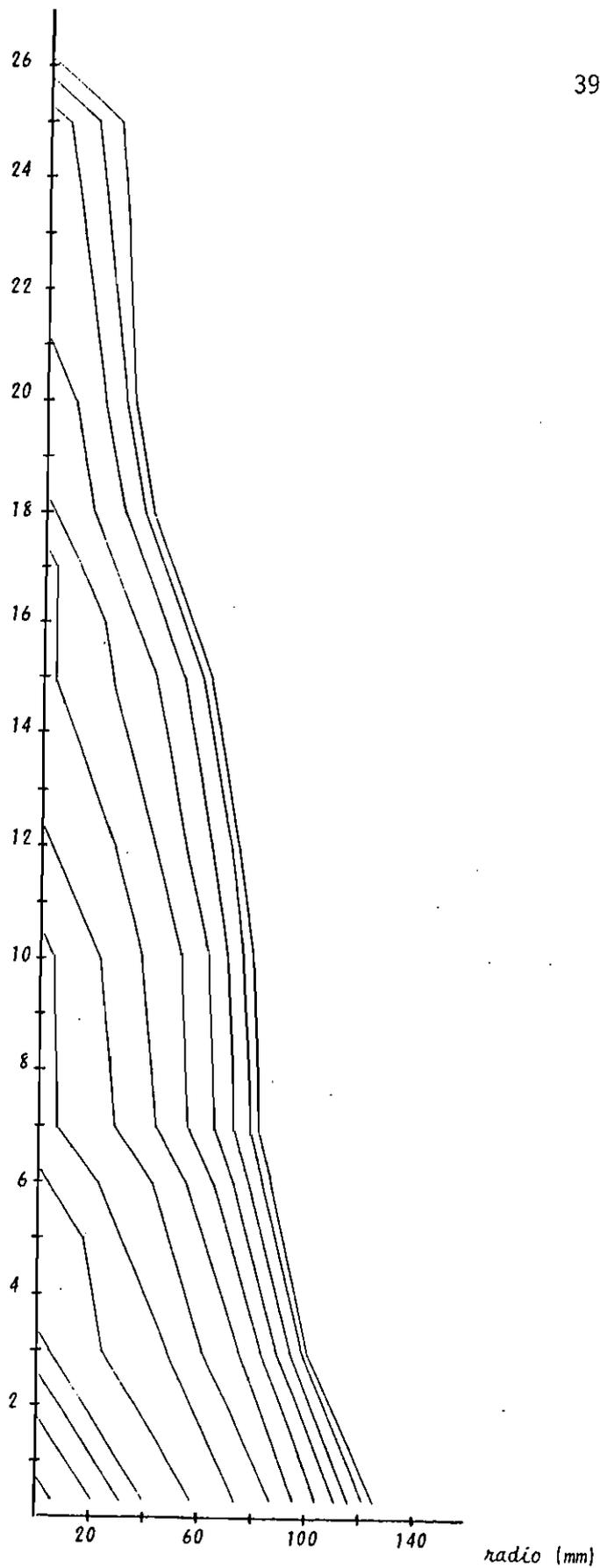


GRAFICO N° 3a : ANALISIS FUSTAL SECTOR SOC. DIGNIDAD
(curvas cada dos años, desde el
primer año).

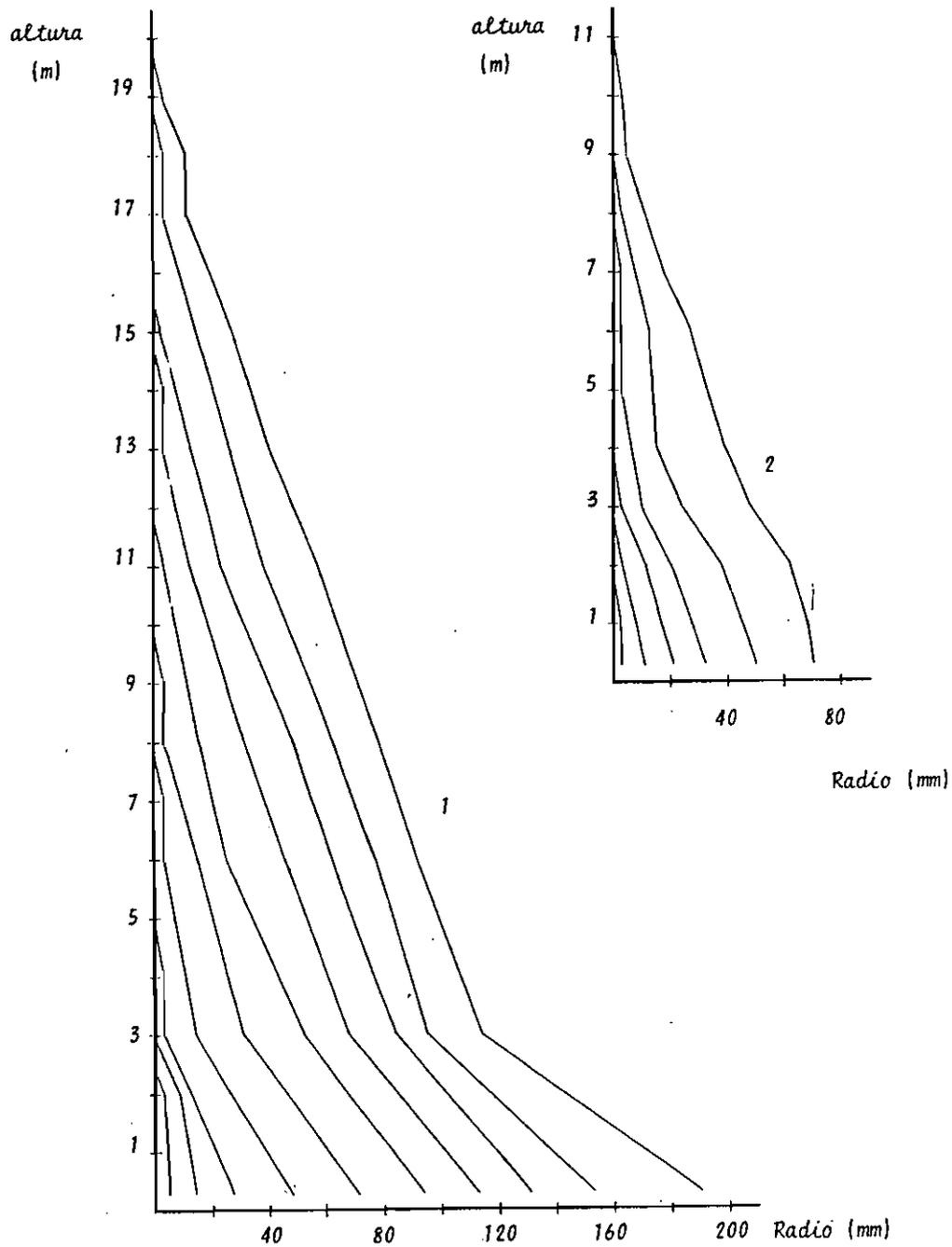


GRAFICO N° 36 : ANALISIS DE FUSTE

- 1) Sector Corel
- 2) Sector Lomas gaticanas

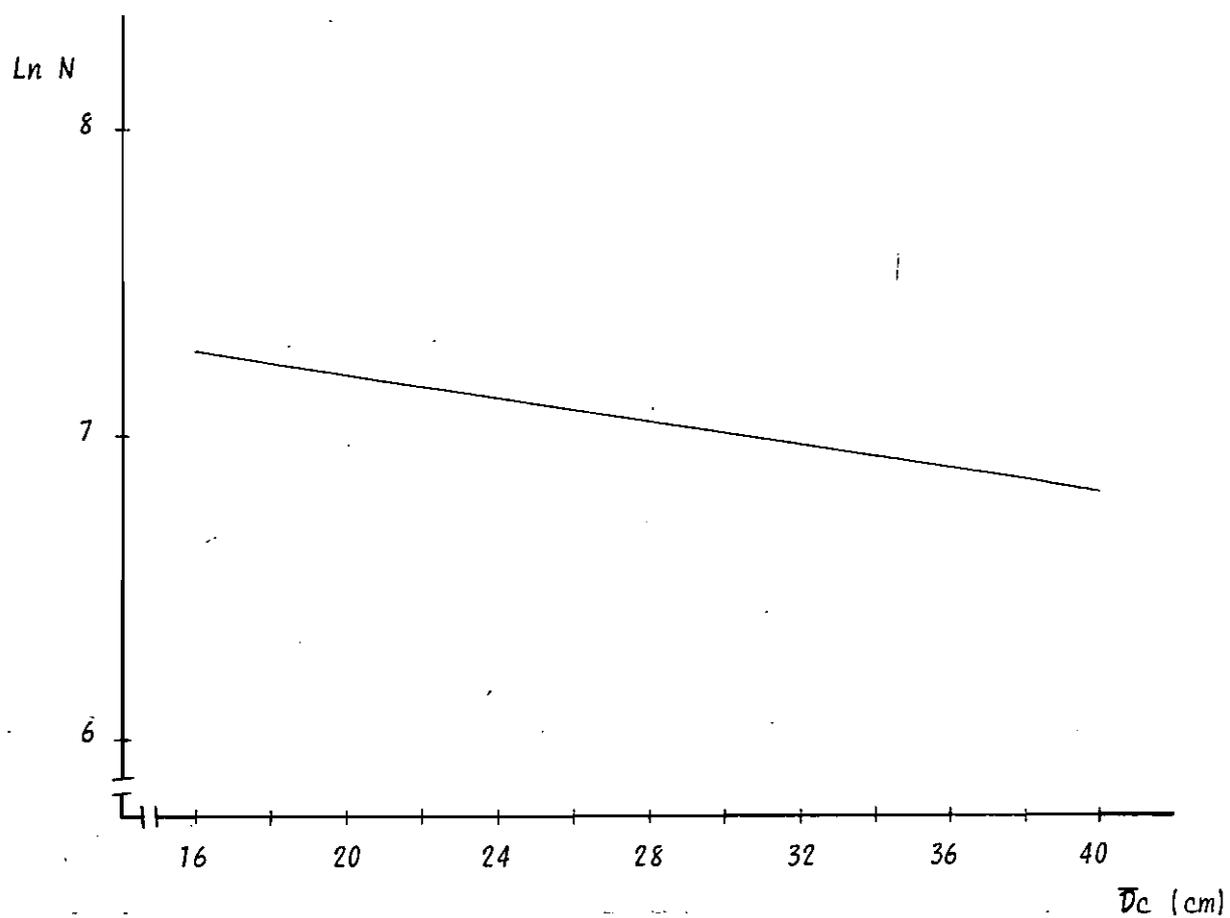


GRAFICO N° 4: RELACION LOGARITMO NATURAL DE N (ARB/ha)/
DIAMETRO CUADRATICO.

Como efecto de un reducido y heterogéneo preñamiento inicial más las limitaciones propias del sitio (suelo-clima) y la carencia de un manejo silvícola adecuado, se obtiene una gran variabilidad de las áreas basales promedio de rodal, y una baja relación de logaritmo natural del número de árboles y diámetro medio cuadrático (Fig. 4); esto podría ser explicado por una no manifiesta competencia interespecífica, resultado en algunos casos de la baja densidad de los rodales, desde su establecimiento.

La información dasométrica de terreno se extrapó utilizando métodos gráficos y estadísticos, para determinar las variables de estado de los rodales entre los 6 y 12 años de edad, con el objeto de simular el crecimiento de rodales teóricos de características promedio para cada una de las clases de sitio presentes.

Con el fin de correr el simulador de crecimiento se seleccionaron las variables que se indican en el cuadro N° 10 a partir de los 8 años.

Para establecer comparaciones acerca de la producción de madera y evolución de los rodales sin intervención, en cada una de las clases de sitio, se presentan las Tablas de Producción para cada uno de ellos. (cuadros N° 10, 11, 12 y 13).

CUADRO Nº 10 VARIABLES DE ESTADO INICIALES PARA
SIMULAR CRECIMIENTO.

Edad (años)	$\bar{H}DOM$ (m)	G Máximo Normal (m ² /ha)		Dc (cm)	N (árbo/ha)
Clase de Sitio I ($\bar{H}DOM_{20} = 30$ m)					
0	-	-	-	-	2500
6	8.2	26.0	19.5	-	2400
8	11.6	31.1	23.3	12.8	2400
10	16.0	36.3	27.2		
12	19.4	41.5	31.1		

Clase de Sitio II ($\bar{H}DOM_{20} = 26$ m)					
0	-	-	-	-	2500
6	6.5	21.5	16.1	-	2250
8	10.0	26.5	19.9	12.2	2250
10	13.4	31.7	23.7	-	
12	16.4	36.7	27.5		

Clase de Sitio III ($\bar{H}DOM_{20} = 22$ m)					
0	-	-	-	-	2500
6	4.7	17.7	13.3		1950
8	7.7	23.0	17.0	12.2	1950
10	10.6	28.0	21.0		
12	13.3	33.3	24.9		

* $\bar{H}DOM$ = Altura media de árboles dominantes.

G = Area basal.

Dc = Diámetro medio cuadrático.

N = Número de árboles.

CUADRO N° 11 TABLA DE PRODUCCION PARA CLASE DE SITIO I,
SIN INTERVENCION SILVICOLA.

Edad (años)	HDOM (m)	N (arb/ha)	Dc (cm)	m ² G (m ² /ha)	m ³ V (m ³ /ha)	m ³ Cr (m ³ /ha/año)
8	11.6	2400	11.1	23.3	105	13.1
9	13.0	2398	11.9	26.9	132	14.7
10	14.2	2394	12.7	30.1	160	16.0
-	-	-	-	-	-	-
20	27.3	2191	18.8	60.8	449	22.4
21	28.1	2166	19.2	62.5	477	22.7
22	28.9	2142	19.5	64.0	507	23.0
23	29.7	2118	19.8	65.4	535	23.3
24	30.4	2095	20.1	66.6	565	23.5
25	31.0	2073	20.4	67.7	587	23.5
26	31.7	2051	20.7	68.8	608	23.4
27	32.3	2030	20.9	69.7	629	23.3
28	32.8	2010	21.1	70.1	706	23.3
29	33.4	1991	21.4	71.4	670	23.1
30	33.9	1972	21.6	72.1	682	22.7

Fuente : Simulador de crecimiento Empresa Forestal CELCO Ltda.

CUADRO N° 12 TABLA DE PRODUCCION PARA CLASE DE SITIO II,
SIN INTERVENCION SILVICOLA.

Edad (años)	HDOM (m)	N (árbo/ha)	Dc (cm)	m^2G (m ² /ha)	m^3V (m ³ /ha)	m^3Cr (m ³ /ha/año)
8	10.0	2250	10.6	19.9	79	9.9
9	11.2	2250	11.4	23.0	100	11.1
10	12.2	2249	12.1	25.9	121	12.1
-	-	-	-	-	-	-
20	23.5	2147	17.9	54.1	308	15.4
21	24.2	2103	18.2	55.8	246	16.5
22	24.9	2119	18.6	57.3	361	16.4
23	25.6	2105	18.8	58.7	387	16.8
24	26.2	2091	19.1	60.0	405	16.9
25	26.8	2077	19.4	61.2	432	17.3
26	27.3	2064	19.6	62.3	454	17.5
27	27.8	2051	19.8	63.3	471	17.4
28	28.3	2038	20.0	64.2	482	17.2
29	28.8	2026	20.2	65.1	500	17.2
30	29.2	2014	20.4	65.9	516	17.2

Fuente : Simulador de crecimiento Empresa Forestal CELCO Ltda.

CUADRO N° 13 TABLA DE PRODUCCION, PARA CLASE DE SITIO III,
SIN INTERVENCION SILVICOLA.

Edad (años)	HDOM (m)	N (árb/ha)	Dc (cm)	m^2G (m ² /ha)	m^3V (m ³ /ha)	m^3Cr (m ³ /ha/año)
8	7.7.	1950	10.6	17.3	57	7.1
9	8.6	1950	11.4	19.8	70	7.8
10	9.4	1950	12.0	22.1	84	8.4
-	-	-	-	-	-	-
20	18.1	1931	17.4	45.9	182	9.1
21	18.7	1927	17.7	47.4	192	9.1
22	19.2	1923	18.0	48.9	212	9.6
23	19.7	1919	17.2	50.2	232	10.1
24	20.2	1915	18.5	51.4	239	10.0
25	20.6	1911	18.7	52.5	258	10.3
26	21.0	1907	18.9	53.6	266	10.2
27	21.4	1903	19.1	54.6	278	10.3
28	21.8	1899	19.3	55.5	285	10.2
29	22.1	1985	19.5	56.4	303	10.4
30	22.5	1981	10.6	57.3	318	10.6

Fuente : Simulador de crecimiento Empresa Forestal CELCO Ltda.

3.6. Evaluación económica de plantaciones de pino insignne.

La calidad del sitio está relacionada con el rendimiento de una inversión que tendrá como objetivo la instalación de una masa boscosa, relación que permite evaluar la rentabilidad del capital invertido.

El "valor potencial del suelo" (VPS), es un criterio de eficiencia que dice hasta cuanto se puede pagar por un suelo para lograr una rentabilidad esperada. Este criterio se describe en Apén... dice.

El cuadro Nº 14 muestra las notables diferencias que se producen en el VPS (US\$/ha), con respecto a la calidad del sitio; para el caso del sitio I, con un cambio de tasa de interés del 12% al 10%, el VPS aumenta en 157 US\$/ha, pero al acogerse al subsidio del D.L. 701, con una misma variación de tasa de interés, la diferencia del VPS alcanza a 168,5 US\$/ha. Al mismo tiempo se aprecia que la rotación no podría ser inferior a los 20 años.

En la clase de sitio II, se observa un comportamiento constante de la edad de rotación óptima, para diferentes tasas de interés; al variar la tasa de 10 a 12%, el VPS cambia en US\$ 114/ha, lo que es inferior en US\$ 43/ha, respecto de la misma situación en la clase I. El efecto del subsidio del D.L. 701 es, en clase II, muy importante.

En la clase de sitio III, se produce una evidente distorsión en las edades de rotación y queda de manifiesto que sólo es posible realizar proyectos forestales de ésta índole, sólo si ellos son subsidiados.

Llama la atención al analizar las figuras 5 y 6, que las tasas de interés de 10 y 12%, que resultaron más convenientes en el análisis efectuado, no son superiores a otras posibilidades de inversión.

CUADRO Nº 14 MAYOR VALOR POTENCIAL DEL SUELO EN US\$/ha, SEGUN
TASA DE INTERES, ROTACION Y CLASE DE SITIO.

Rotación (años)	Tasa interés (%)	Valor Potencial Suelo (US\$/ha)	
		Sin Subsidio	Con Subsidio
<u>CLASE DE SITIO I</u>			
25	6	1071,86	1244,29
22	8	506,64	654,66
20	10	223,19	359,02
20	12	66,62	190,48
20	14	- 31,93	83,81
<u>CLASE DE SITIO II</u>			
22	6	649,41	829,74
22	8	283,63	433,92
22	10	87,45	220,37
22	12	- 26,95	94,82
22	14	- 97,15	17,24
<u>CLASE DE SITIO III</u>			
25	6	247,31	442,10
25	8	38,80	-
22	8	-	203,63
22	10	- 62,60	83,54
20	12	-120,15	14,74
20	14	-152,25	- 27,59

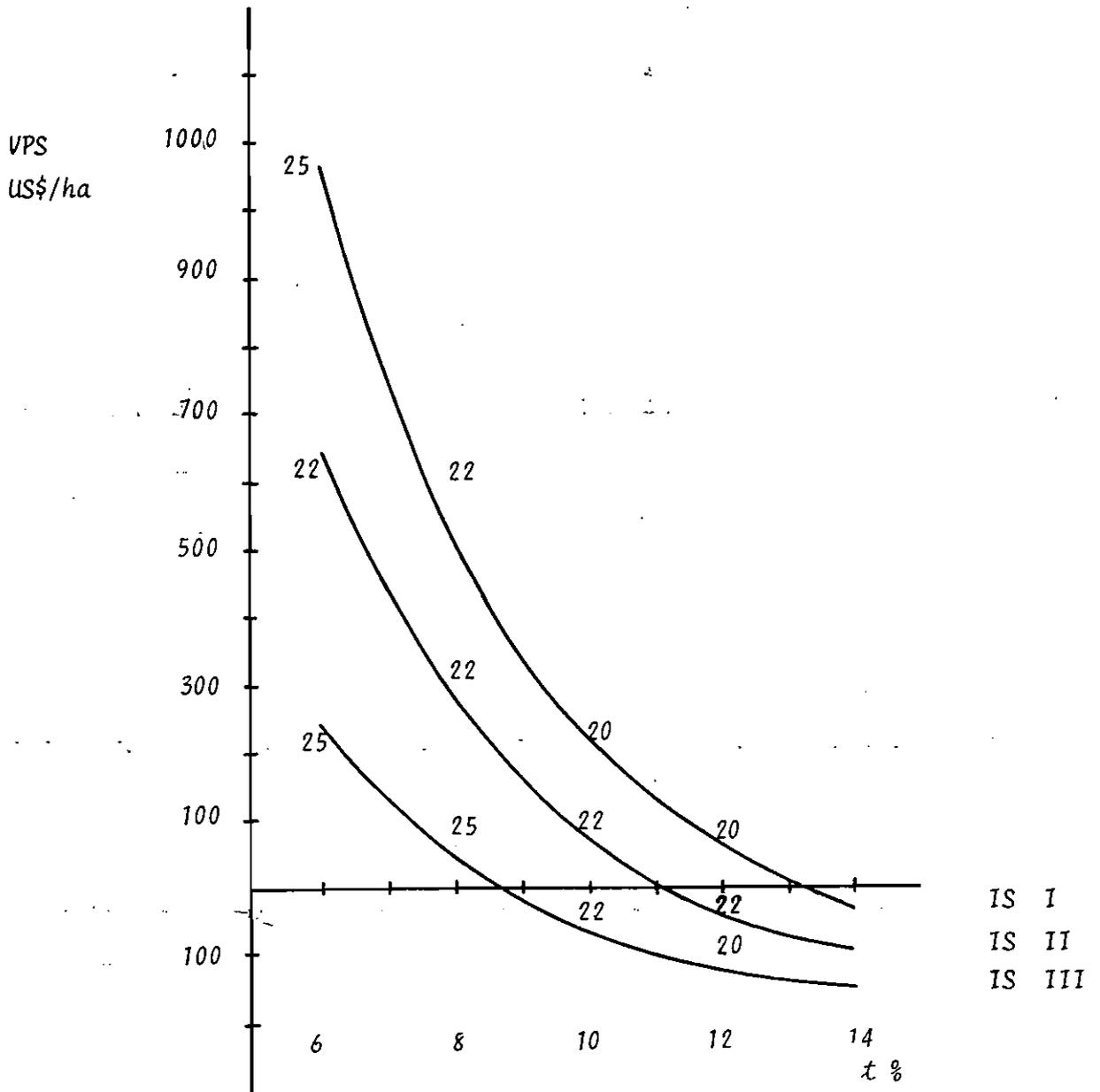


GRAFICO N° 5 : VALOR POTENCIAL DEL SUELO Y TASA INTERNA DE RETORNO SIN BONIFICACION.

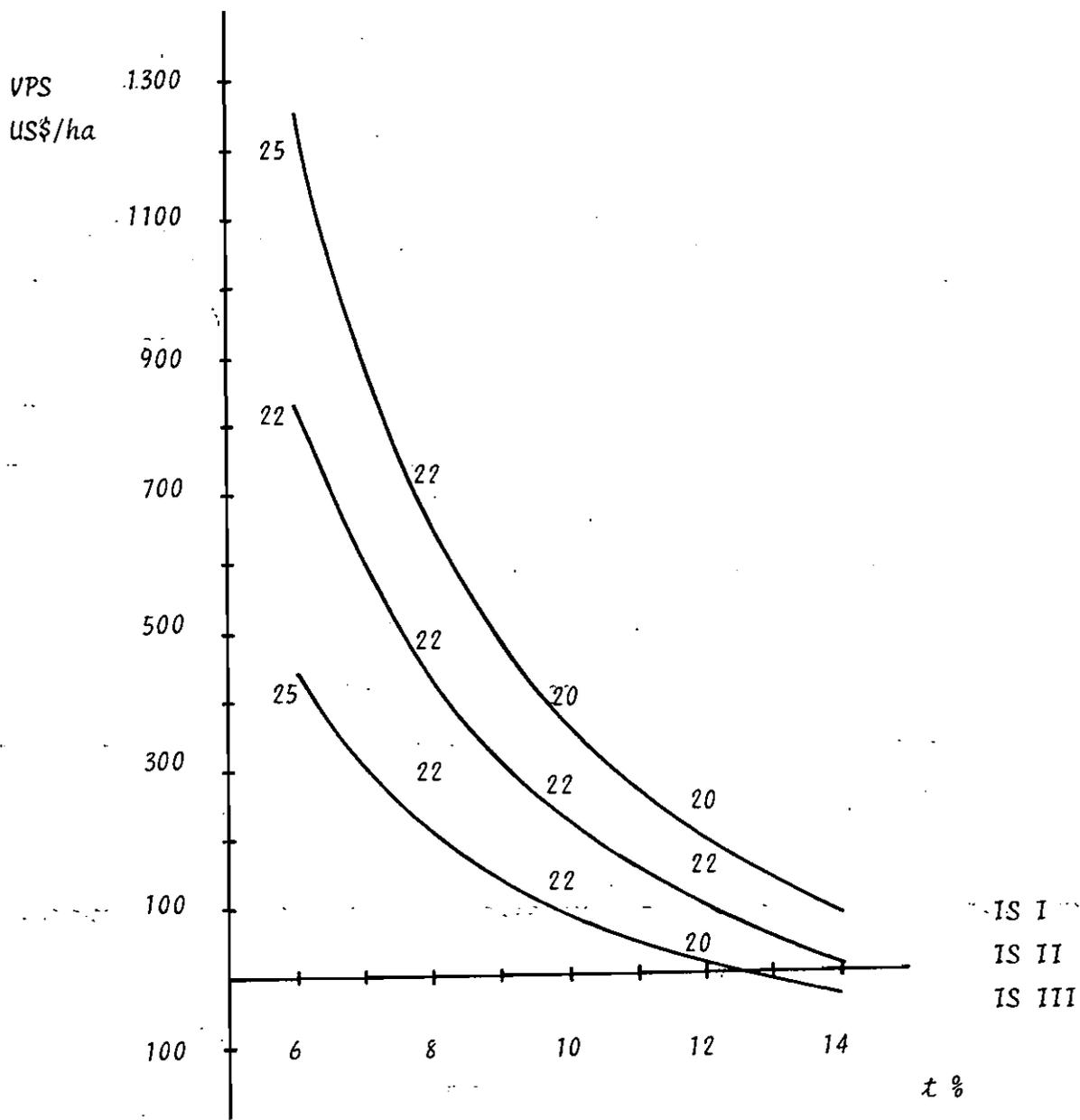


GRAFICO N° 6 : VALOR POTENCIAL DEL SUELO Y TASA INTERNA DE RETORNO CON BONIFICACION.

CUADRO Nº 15. TASA INTERNA DE RETORNO, SEGUN DISTINTOS VALORES DE SUELOS, CON Y SIN SUBSIDIO D.L. 701.

Clase	de Sitio	Precio del Suelo US\$ / ha			Tasa interna de retorno %		
		40	80	120	40	80	120
		Sin Subsidio			Con Subsidio		
	I	12,5	11,9	11,2	15,0	14,0	13,1
	II	10,5	10,1	9,6	13,2	12,2	11,5
	III	8,0	7,6	7,1	11,2	10,0	9,9

Los antecedentes expuestos en el cuadro Nº 15 muestran diferencias de 4,1 a 4,5% al comparar las tasas internas de retorno entre clases de sitio, para diferentes valores de suelo.

Si se considera el subsidio, la diferencia en términos absolutos oscila desde un 3,2 a un 3,8%.

La evaluación económica indica que la tasa interna de retorno varía entre un 7,1 y 12,5% para plantaciones sin subsidio y entre 9,9 y 15,0% para aquellas con subsidio, considerando una rotación no mayor a los 22 años. El efecto del valor del suelo no parece relevante en la tasa determinada.

Como el estudio evaluó bosques en pie, los resultados económicos obtenidos no consideran las inversiones necesarias para su explotación y transporte, esencialmente las de red vial, escasamente desarrollada en el área.

3.7.- Superficie plantable con pino insigne, clasificada por Clase de Sitio .

Al clasificar según Clase de Sitio la superficie total susceptible de plantar con pino insigne (212.864,6 ha), se comprueba que 16.592,2 ha (7,8%) se ubican en la Clase I, 104.086,6 ha (48,9%) en la II y 92.185,8 ha (43,3%) en la III.

En el cuadro N° 16 se presenta su distribución por provincia y comuna.

CUADRO Nº 16 SUPERFICIE (ha) SUSCEPTIBLE DE PLANTAR CON PINO INSIGNE, SEGUN CLASE DE SITIO, POR COMUNA, PROVINCIA Y REGION.

PROVINCIA	COMUNA	SUPERFICIE (ha) POR CLASE DE SITIO			SUPERFICIE TOTAL
		I	II	III	
CURICO		6315,0	14959,5	38269,7	59544,2
	Teno	-	-	9795,9	9795,9
	Curicó	70,0	8709,4	10738,2	19517,6
	Romerol Molina	-	1243,9 5006,2	15070,6 2665,0	16314,5 13916,2
TALCA		3659,0	17877,8	19774,3	41311,1
	Pelarco	-	-	420,8	420,8
	San Clemente	3411,5	17877,8	15497,5	36786,8
	Río Claro	247,5	-	3856,0	4103,5
LINARES		6618,2	71249,3	34141,8	112009,3
	Colbún	-	2622,7	21244,3	23867,0
	Linares	-	28980,0	7370,8	36350,8
	Longaví	-	20869,7	4331,7	25201,4
	Parral	6618,2	18776,9	1195,0	26590,1
TOTAL REGION		16592,2	104086,6	92185,8	212864,6
		7,8%	48,9%	43,3%	100%

4. CONCLUSIONES

1. El área de estudio, ubicada en la precordillera andina de la VII Región, limita al norte con la VI Región (34°50' Lat. Sur), al sur con la VIII Región (36°25' Lat. Sur), al este con la cota de los 900 m.s.n.m. y al oeste con la cota de los 300 m.s.n.m. Cubre una superficie de 342.653,1 ha, excluidas las áreas rocosas, embalses y ríos.
2. En el área estudiada se distinguen las siguientes formaciones y superficies: agrícolas con 70.388,3 ha; praderas con 37.567,1 ha; matorral de caja de río con 11.394,5 ha; matorral con 97.593,3 ha; renoval Nothofagus de buena calidad con 4.557,9 ha; renoval de Nothofagus de mala calidad con 93.287,5 ha; bosque de Nothofagus maduro con 940,0 ha, bosque de Nothofagus degradado con 9.350,4 ha y plantaciones de pino insigne con 17.574,1 ha.
3. La superficie susceptible de plantar con pino insigne en el área estudiada asciende a 212.864,6 ha, correspondiendo 16.592,2 ha (7,8%) a Clase de Sitio I; 104.086,6 ha (48,9%) a Clase de Sitio II y 92.185,8 ha (43,3%) a Clase de Sitio III. En las cifras están incorporadas las plantaciones existentes.
4. En el área de estudio no existe una red de estaciones meteorológicas que permitan disponer de información suficiente para estudios detallados. No obstante, fue posible establecer que en el Llano Central y faja cordillerana baja, hay severas restricciones climáticas para el establecimiento y desarrollo del pino insigne, derivadas del déficit hídrico,(650 mm.). En la faja cordillerana alta, el déficit hídrico disminuye a 540 mm, principalmente, por el aumento de la precipitación total anual y la proporción que cae en el período estival.

5. Para el área no se encontraron antecedentes sobre suelos, a nivel de serie o más detallado. Tras un estudio generalizado, se identificaron tres grandes grupos de suelos, a saber: volcánicos de lomas y cerros, rojo arcillosos y arcillosos degradados de origen andesítico y basáltico. De éstos, los volcánicos son los más apropiados para el establecimiento de pino insigne. Los restantes presentan factores limitantes. El grupo de suelos volcánicos se asocia a Clase de Sitio I, el de los rojos arcillosos a Clase de Sitio II y los arcillosos degradados a Clase de Sitio III.
6. Al analizar la situación de las plantaciones existentes, surge como necesario y urgente, para optimizar el manejo de nuevas plantaciones, mejorar sustancialmente las técnicas de producción de plantas y de habilitación y preparación de terrenos; desarrollar programas de capacitación de personal para plantación; incorporar cuando se requiera, la fertilización como práctica rutinaria y promover el manejo silvícola del pino insigne.
7. La Clase de Sitio III se distribuye en condiciones edafoclimáticas con limitaciones muy severas para el crecimiento y desarrollo del pino insigne; esto determina que, al margen de su rentabilidad económica y producción física, no sea recomendable el uso de esta especie para forestación en esta clase de sitio.

Las Clases de Sitio I y II se encuentran en áreas que no presentan severas limitantes para el desarrollo de la especie; no obstante, en la Clase II, es necesario mejorar en forma considerable las técnicas de establecimiento y cuidados culturales, especialmente durante los primeros años.

8. En los terrenos de Clase de Sitio I y II, la rotación óptima se obtiene con manejo intensivo aproximadamente entre 25 a 22 años de edad, proporcionando Valores Potenciales del Suelo de 1072US\$/ha a 649 US\$/ha, con tasa de interés del 6%, y Tasas Internas de Retorno (TIR) de 9,6 y 12,5%, dependiendo del precio del suelo. Para la Clase de Sitio II es relevante el efecto en la TIR del subsidio del D.L. 701.
9. Las TIR para las Clases de Sitio I y II no son superiores a la de inversiones alternativas en el país (agosto 1986); además, los precios de venta del bosque en pie y su costo de formación no permitiría mejorar la rentabilidad. Por lo tanto, el forestador debe elegir cuidadosamente los suelos en donde establecerá el bosque, prefiriendo sitios Clase I, para aplicar en ellos un esquema de régimen silvicultural en que la producción de madera para pulpa sea objetivo marginal.
10. No obstante que, a nivel de hectárea y para algunos sectores, la forestación con pino insigne puede ser una inversión interesante, las limitantes edafoclimáticas, los problemas del establecimiento, la distribución de las actuales plantaciones de la especie en el país y en la Costa de la VII Región, la ubicación de las industrias consumidoras de esta materia prima y puertos de embarque y la deficiente red vial en la zona precordillerana, hacen que, desde un punto de vista global, un programa de forestación masivo con pino insigne sea discutible, recomendándose por consecuencia otras especies alternativas.
11. El análisis integrado de la información disponible y obtenida, confirma la urgencia en poner bajo ordenación y manejo las superfi-

cies cubiertas con vegetación nativa, porque, en su actual estado de degradación, no cumplen satisfactoriamente funciones de producción ni protección. Lo anterior es aún más urgente en las superficies descubiertas.

5. BIBLIOGRAFIA

1. ALMEYDA E. y SAEZ F. 1958. Recopilación de datos climáticos de Chile y Mapas sinópticos respectivos. Santiago, Chile. Ministerio de Agricultura.
2. CHILE, CIREN - CORFO. Información de distritos Agroclimáticos VII Región del Maule. s.p.
3. CHILE, CIREN - CORFO. 1984. Tabla de Rendimiento por clase de sitio para Pinus radiata D. Don en la VII Región Maule. Proyecto Centro de Información de Recursos Naturales - CIREN.
4. CHILE, CORPORACION NACIONAL FORESTAL. Nuevo Decreto Ley 701. de Fomento Forestal. 14 p.
5. CHILE, CORPORACION NACIONAL FORESTAL. Reglamento de Contabilidad Forestal. 11 p.
6. CHILE, CORPORACION NACIONAL FORESTAL. Reglamento del Decreto Ley Nº 701 de 1974, sobre fomento forestal. 7 p.
7. CHILE, CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION. Instituto Forestal 1986. Especies Forestales exóticas de interés económico para Chile. Santiago, Chile. Gerencia de Desarrollo AF/86/32.
8. CHILE, F.A.O. - PNUD. 1973. Reconocimiento e Investigación de los suelos. Chile; regiones ecológicas de Chile. Roma. AGL:SF/CHI 18. Informe Técnico Nº 3.

9. CHILE, INTENDENCIA REGION DEL MAULE - SERPLAC VII. F.N.D.R. PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE. Estudio de las Cuen - cas de los ríos Mataquito y Maule. 197 p.
10. CHILE, INTENDENCIA REGIONAL DEL MAULE, Santiago, Chile. Plan Re gional de desarrollo 1982 - 1989, Tema III: Sectores Infra - estructura y Servicios. 11 p.
11. CHILE, SECRETARIA REGIONAL DE PLANIFICACION Y COORDINACION (SERPLAC) - CORPORACION NACIONAL FORESTAL (CONAF) 1982. El sector Fo restal en la Región del Maule. Talca. 22 p.
12. DUERR, W.A. 1960. Fundamental of Forestry Economics N.Y. Mc. Graw - Hill. 560 p.
13. DAVIS P. KENNETH. 1966. Forest Management regulation and valuation Second edition N.Y. Mc. Graw - Hill. 519 p.
14. LEUSCHNER WILLIAM A. 1984. Introducción to Forest Resource Mana gement. John Wiley y Sons. 298 p.
15. SOUTER GARCIA HUIDOBRO, RICARDO y REYES MORANDE, JUAN PABLO. 1979. Análisis de los recursos forestales, perspectivas de desarro - llo de los Recursos de la VII Región. Santiago, Chile, Ins - tituto Nacional de Investigación de recursos naturales IREN - CORFO. 136 p.
16. ULRIKSEN U. PABLO, PARADAL, MARTA y ACEITUNO Y., PATRICIO. 1979. Climatología perspectivas de desarrollo de los recursos de la VII Región. Santiago, Chile, Instituto Nacional de Investiga ción de Recursos Naturales IREN - CORFO. 69 p. (Publicación Nº 25).

A P E N D I C E

CUADRO Nº 1

TABLA DE PRODUCCION, CLASE DE SITIO 1,
MEJOR ESQUEMA DE MANEJO.

Edad (años)	\bar{H}_{DOM} (m)	N (arb/ha)	Dc (cm)	m^2G (m ² /ha)	V_3 (m ³)	Intervención*
8	11.6	550	13.7	8.1	36	P - R
9	13.0	550	16.0	11.0	54	
10	14.2	550	17.8	13.7	72	P
11	16.0	550	20.1	17.5	102	
12	17.7	550	22.1	21.1	134	
13	19.2	550	23.7	24.4	167	
14	20.6	550	25.2	27.4	200	
15	21.6	550	26.5	30.2	233	
16	23.2	550	27.6	32.9	266	
17	24.3	550	28.6	35.3	298	
18	25.4	550	29.5	37.6	329	
19	26.3	549	30.3	39.6	359	
20	27.3	548	31.1	41.5	323	
21	28.1	547	31.8	43.3	348	
22	28.9	546	32.4	45.0	373	
23	29.7	545	33.0	46.5	396	
24	30.4	544	33.5	48.0	421	
25	31.0	543	34.0	49.3	442	
26	31.7	542	34.5	50.6	462	
27	32.2	541	34.9	51.8	482	
28	32.8	540	35.3	52.8	500	
29	33.4	539	35.7	54.0	518	
30	33.9	538	36.1	55.0	535	

I N T E R V E N C I O N E S

Edad (años)	R a l e o s		P o d a s	
	N (arb/ha)	m^3V (m ³ /ha)	N (arb/ha)	altura (m)
8	1850	17	1200	3.9
10	-	-	550	6.0

* P = Poda; R = Raleo

Fuente : Simulador de crecimiento Empresa Forestal CELCO Ltda.

CUADRO Nº 2 TABLA DE PRODUCCION, CLASE DE SITIO II,
MEJOR ESQUEMA DE MANEJO.

Edad (años)	HDOM (m)	N (arb/ha)	Dc (cm)	m^2G (m^2/ha)	V_3 (m^3)	Intervención*
8	10.0	1200	10.6	19.9	79	P - R
9	11.2	1200	12.9	15.6	68	
10	12.2	550	15.5	10.4	49	P - R
11	13.8	550	17.8	18.7	71	
12	15.2	550	19.7	16.8	94	
13	16.5	550	21.4	19.7	119	
14	17.8	550	22.8	22.4	143	
15	18.9	550	24.0	24.8	168	
16	20.0	550	25.1	27.1	192	
17	20.9	550	26.0	29.3	216	
18	21.9	550	26.9	31.2	240	
19	22.7	550	27.7	33.1	263	
20	23.5	550	28.4	34.8	224	
21	24.2	550	29.0	36.4	245	
22	24.0	550	29.6	37.9	264	
23	25.6	550	30.2	39.3	283	
24	26.2	550	30.7	40.7	299	
25	26.8	550	31.1	41.9	311	
26	27.3	550	31.6	43.1	328	
27	27.8	550	32.0	44.2	341	
28	28.3	550	32.4	45.2	357	
29	28.8	550	32.7	46.2	370	
30	29.2	550	33.1	47.2	385	

I N T E R V E N C I O N E S

Edad (años)	R a l e o s		P o d a s	
	N (arb/ha)	V (m^3/ha)	N (arb/ha)	altura (m)
8	1050	6	3.4	1200
10	650	16	5.1	550

* P = Poda; R = Raleo

Fuente : Simulador de crecimiento Empresa Forestal CELCO Ltda.

CUADRO N° 3

TABLA DE PRODUCCION, CLASE DE SITIO III,
MEJOR ESQUEMA DE MANEJO.

Edad (años)	HDOM (m)	N (arb/ha)	Dc (cm)	m^2G (m ² /ha)	V_3 (m ³)	Intervenciones*
8	7.7	1200	11.4	12.2	40	P - R
9	8.6	550	13.8	8,3	30	p - R
10	9.4	550	15.4	10.2	39	
11	10.6	550	17.4	13.1	54	
12	11.7	550	19.1	15.7	71	
13	12.7	550	20.5	18.1	88	
14	13.7	550	21.7	20.4	104	
15	14.6	550	22.8	22.4	121	
16	15.4	550	23.8	24.4	138	
17	16.1	550	24.6	26.2	154	
18	16.8	550	25.4	27.8	170	
19	17.5	550	26.1	29.4	186	
20	18.1	550	27.6	30.8	139	
21	18.7	550	27.3	32.2	150	
22	19.2	550	27.8	33.5	161	
23	19.7	550	28.3	34.6	173	
24	20.2	550	28.8	35.8	181	
25	20.6	550	29.2	36.8	194	
26	21.0	550	29.6	37.8	204	
27	21.4	550	30.0	38.7	213	
28	21.8	550	30.3	39.6	223	
29	22.1	550	30.6	40.5	232	
30	22.5	550	30.9	41.3	240	

I N T E R V E N C I O N E S

Edad (años)	R a l e o s		P o d a s	
	N (arb/ha)	V_3 (m ³ /ha)	N (arb/ha)	altura (m)
8	1050	6	3.4	1200
10	650	16	5.1	550

* P = Poda; R = Raleo

Fuente : Simulador de crecimiento Empresa Forestal CELCO Ltda.

PARAMETROS DE EVALUACION ECONOMICA Y CALCULO VALOR POTENCIAL
DEL SUELO (VPS)

La evaluación económica descrita en los puntos 2.6 y 3.6 del presente informe se estableció por comparación de la productividad física; ello dió como resultado cuatro alternativas de tabla de producción para pino insigne, según el régimen silvicultural y clase de sitio elegido. Los volúmenes por clase de edad se presentan para madera libre de nudos, con cilindro nudoso y madera pulpable.

El rendimiento físico esperado es el volumen a la edad de rotación, expresado como madera en pié y valorado a precio de mercado. Para evaluar cada alternativa se calculó la rentabilidad a través del Valor Potencial del Suelo y la Tasa Interna de Retorno.

Los criterios de eficiencia económica seleccionados considerando costos expresados en US\$/ha, según clase de sitio (cuadro N° 2) y costos e ingresos en US\$/ha según esquema silvicultural (cuadro N° 3).

Para los efectos de cálculo, el raleo genera ingresos a la edad de intervención y la poda constituye un costo actualizado.

El valor y la preparación del suelo, la repoblación, la fertilización y administración, son costos promedios calculados por la Corporación Nacional Forestal, publicados en agosto de 1986 y reajustados al momento del cálculo según el Índice de Precios al Consumidor (I.P.C.)

El análisis efectuado consideró la productividad física de un bosque en pié, antes de impuesto, con o sin subsidio otorgado por el DL 701 de octubre de 1974.

Los ingresos provenientes de la madera pulpable de 3 US\$/m³, madera aserrable de 11 US\$/m³ y madera libre de nudos de 30 US\$/m³, son valores promedios en el área de estudio, sujetos a variaciones originadas por la ubicación geográfica y calidad de la masa boscosa.

El valor potencial del suelo se calculó mediante la fórmula modificada de FAUSTMANN.

$$\begin{aligned}
 \text{VPS} = & \text{Yr} - S ((1 + t) \exp (r) - 1) \\
 & - V ((1 + t) \exp (r) - 1) \\
 & - CS (1 + t) \exp (r) \\
 & - CE (1 + t) \exp (r) \\
 & - \text{Sumatoria } F_i (1 + t) \exp (r - f_i) \\
 & - \text{Sumatoria } CR_i (1 + t) \exp (r - n_i) \\
 & - \text{Sumatoria } CP_i (1 + t) \exp (r - p_i) \\
 & - e (((1 + t) \exp (r) - 1) / t)
 \end{aligned}$$

$$(1 + t) - 1$$

donde:

- S : valor del suelo en US\$/ha
- CS : costo de preparación del sitio en US\$/ha
- CE : costo de plantación en US\$/ha
- F_i : costo de la fertilización en US\$/ha
- V : costo de administración en US\$/ha
- CR_i : ingresos provenientes de raleos en US\$/ha
- CP_i : costos de la poda en US\$/ha
- Yr : ingresos por explotación a la edad de rotación en US\$/ha
- r : edad de rotación
- t : tasa de interés.
- f_i : año en que se realiza la fertilización.
- n_i : año en que se realiza el raleo.
- p_i : año en que se realiza la poda.

Para cada tabla de producción, según la edad de rotación, se calculó el valor potencial del suelo considerando tasas de interés de 6, 8, 10, 12 y 14 %. Al graficar los valores de V.P.S. versus $t\%$, se determinó la tasa interna de retorno.

TABLA DE PRODUCCION PARA MEJOR ESQUEMA DE MANEJO
CLASE DE SITIO I

EDAD	ALURA CM	APR /HA	DAP CM	AS M2/HA	VOLUMENES M3/HA	LIBRE CILIN.	SIN NUDOS	PODA PULPA	TOTAL	ALFURA CM	PODAS CM	ARBOLES /HA	ARBOLES EXTR/HA	VOLUMEN M3/HA
8	6	2400	11.3	23.2	105				105					
8	6	1200	12.3	14.2	54				54				1200	9
8	6	1550	13.7	13.1	36				36	3.9	14.8	1200		
9	6	550	13.0	13.7	54				54				550	3
9	6	550	17.8	11.0	72				72					
9	6	550	17.0	11.4	72				72	6.0	17.5	550		
10	6	550	22.3	11.4	134				134					
10	6	550	22.5	11.4	157				157					
10	6	550	22.7	11.4	200				200					
10	6	550	23.2	11.4	233				233					
10	6	550	23.7	11.4	256				256					
10	6	550	23.9	11.4	279				279					
10	6	550	24.1	11.4	303				303					
10	6	550	24.4	11.4	328				328					
10	6	550	24.7	11.4	353				353					
10	6	550	25.0	11.4	379				379					
10	6	550	25.3	11.4	405				405					
10	6	550	25.6	11.4	432				432					
10	6	550	25.9	11.4	459				459					
10	6	550	26.2	11.4	487				487					
10	6	550	26.5	11.4	516				516					
10	6	550	26.8	11.4	546				546					
10	6	550	27.1	11.4	577				577					
10	6	550	27.4	11.4	609				609					
10	6	550	27.7	11.4	642				642					
10	6	550	28.0	11.4	677				677					
10	6	550	28.3	11.4	714				714					
10	6	550	28.6	11.4	753				753					
10	6	550	28.9	11.4	794				794					
10	6	550	29.2	11.4	837				837					
10	6	550	29.5	11.4	882				882					
10	6	550	29.8	11.4	929				929					
10	6	550	30.1	11.4	978				978					
10	6	550	30.4	11.4	1029				1029					
10	6	550	30.7	11.4	1082				1082					
10	6	550	31.0	11.4	1137				1137					
10	6	550	31.3	11.4	1194				1194					
10	6	550	31.6	11.4	1253				1253					
10	6	550	31.9	11.4	1314				1314					
10	6	550	32.2	11.4	1377				1377					
10	6	550	32.5	11.4	1442				1442					
10	6	550	32.8	11.4	1509				1509					
10	6	550	33.1	11.4	1578				1578					
10	6	550	33.4	11.4	1649				1649					
10	6	550	33.7	11.4	1722				1722					
10	6	550	34.0	11.4	1797				1797					
10	6	550	34.3	11.4	1874				1874					
10	6	550	34.6	11.4	1953				1953					
10	6	550	34.9	11.4	2034				2034					
10	6	550	35.2	11.4	2117				2117					
10	6	550	35.5	11.4	2202				2202					
10	6	550	35.8	11.4	2289				2289					
10	6	550	36.1	11.4	2378				2378					
10	6	550	36.4	11.4	2469				2469					
10	6	550	36.7	11.4	2562				2562					
10	6	550	37.0	11.4	2657				2657					
10	6	550	37.3	11.4	2754				2754					
10	6	550	37.6	11.4	2853				2853					
10	6	550	37.9	11.4	2954				2954					
10	6	550	38.2	11.4	3057				3057					
10	6	550	38.5	11.4	3162				3162					
10	6	550	38.8	11.4	3269				3269					
10	6	550	39.1	11.4	3378				3378					
10	6	550	39.4	11.4	3489				3489					
10	6	550	39.7	11.4	3602				3602					
10	6	550	40.0	11.4	3717				3717					
10	6	550	40.3	11.4	3834				3834					
10	6	550	40.6	11.4	3953				3953					
10	6	550	40.9	11.4	4074				4074					
10	6	550	41.2	11.4	4197				4197					
10	6	550	41.5	11.4	4322				4322					
10	6	550	41.8	11.4	4449				4449					
10	6	550	42.1	11.4	4578				4578					
10	6	550	42.4	11.4	4709				4709					
10	6	550	42.7	11.4	4842				4842					
10	6	550	43.0	11.4	4977				4977					
10	6	550	43.3	11.4	5114				5114					
10	6	550	43.6	11.4	5253				5253					
10	6	550	43.9	11.4	5394				5394					
10	6	550	44.2	11.4	5537				5537					
10	6	550	44.5	11.4	5682				5682					
10	6	550	44.8	11.4	5829				5829					
10	6	550	45.1	11.4	5978				5978					
10	6	550	45.4	11.4	6129				6129					
10	6	550	45.7	11.4	6282				6282					
10	6	550	46.0	11.4	6437				6437					
10	6	550	46.3	11.4	6594				6594					
10	6	550	46.6	11.4	6753				6753					
10	6	550	46.9	11.4	6914				6914					
10	6	550	47.2	11.4	7077				7077					
10	6	550	47.5	11.4	7242				7242					
10	6	550	47.8	11.4	7409				7409					
10	6	550	48.1	11.4	7578				7578					
10	6	550	48.4	11.4	7749				7749					
10	6	550	48.7	11.4	7922				7922					
10	6	550	49.0	11.4	8097				8097					
10	6	550	49.3	11.4	8274				8274					
10	6	550	49.6	11.4	8453				8453					
10	6	550	49.9	11.4	8634				8634					
10	6	550	50.2	11.4	8817				8817					
10	6	550	50.5	11.4	8992				8992					
10	6	550	50.8	11.4	9169				9169					
10	6	550	51.1	11.4	9348				9348					
10	6	550	51.4	11.4	9529				9529					
10	6	550	51.7	11.4	9712				9712					
10	6	550	52.0	11.4	9897				9897					
10	6	550	52.3	11.4	10084				10084					
10	6	550	52.6	11.4	10273				10273					
10	6	550	52.9	11.4	10464				10464					
10	6	550	53.2	11.4	10657				10657					
10	6	550	53.5	11.4	10852				10852					
10	6	550	53.8	11.4	11049				11049					
10	6	550	54.1	11.4	11248				11248					
10	6	550	54.4	11.4	11449				11449					
10	6	550	54.7	11.4	11652				11652					
10	6	550	55.0	11.4	11857				11857					
10	6	550	55.3	11.4	12064				12064					
10	6	550	55.6	11.4	12273				12273					
10	6	550	55.9	11.4	12484				12484					
10	6	550	56.2	11.4	12697				12697					
10	6	550	56.5	11.4	12912				12912					
10	6	550	56.8	11.4	13129				13129					
10	6	550	57.1	11.4	13348				13348					
10	6	550	57.4	11.4	13569				13569					
10	6	550	57.7	11.4	13792				13792					
10	6	550	58.0	11.4	14017				14017					
10	6	550	58.3	11.4	14244				14244					
10	6	550	58.6	11.4	14473				14473					
10	6													

TABLA DE PRODUCCION PARA MEJOR ESQUEMA DE MANEJO
CLASE DE SITIO II

EDAD	ALTURA DEM.	AREA /HA	DAP CM	VOLUMENES M3/HA	LIBRE SILVA	SIN DETECT	PEDA PULPA	TOTAL	ALTURA DEM.	PODAS CM	APOCLES /HA	RALEOS ARBOLES EXTR/HA	VOLUMEN M3/HA
8	10.0	21500	11.5	143	0	0	0	79	3.4	13.7	1500	750	4
9	11.0	21500	11.5	157	1	1	1	60	4.9	14.5	500	700	8
10	12.0	21500	11.5	160	2	2	2	78					
11	13.0	21500	11.5	160	5	5	5	51					
12	14.0	21500	11.5	160	12	12	12	56					
13	15.0	21500	11.5	160	22	22	22	91					
14	16.0	21500	11.5	160	35	35	35	117	8.4	18.3	400		
15	17.0	21500	11.5	160	55	55	55	117					
16	18.0	21500	11.5	160	82	82	82	113					
17	19.0	21500	11.5	160	119	119	119	135					
18	20.0	21500	11.5	160	160	160	160	138					
19	21.0	21500	11.5	160	219	219	219	178					
20	22.0	21500	11.5	160	292	292	292	199					
21	23.0	21500	11.5	160	385	385	385	224					
22	24.0	21500	11.5	160	500	500	500	249					
23	25.0	21500	11.5	160	635	635	635	299					
24	26.0	21500	11.5	160	790	790	790	339					
25	27.0	21500	11.5	160	965	965	965	370					
26	28.0	21500	11.5	160	1160	1160	1160	406					
27	29.0	21500	11.5	160	1385	1385	1385	436					
28	30.0	21500	11.5	160	1640	1640	1640	461					
29	31.0	21500	11.5	160	1925	1925	1925	481					
30	32.0	21500	11.5	160	2240	2240	2240	496					

FUENTE : SALIDA BASICA SIMULADOR FORESTAL CELCO S.A.

