

PERSPECTIVAS DEL ABASTECIMIENTO DE PINO INSIGNE

A LA INDUSTRIA FORESTAL EN LA REGION DEL BIO-BIO ✕

1.- Introducción

El problema de las posibilidades de abastecimiento de pino insigne, especialmente para las plantas de celulosa y papel, ha preocupado a las autoridades del Sector Forestal en los últimos años. Se ha realizado un número apreciable de estudios al respecto (Astorga, 1966; Urzúa, 1968; Asenjo 1969; CORFO, 1970; CESEC, 1970; Zañartu y Urzúa, 1970; Kuflik, 1970; Muller, 1970; Urzúa, 1971; Jaakko Poyry and Co., 1972), la mayoría de los cuales coinciden en señalar dificultades futuras de abastecimiento, en especial en la Región del Bío-Bío. Hay discrepancias en cuanto a la magnitud y ubicación en el tiempo de tales dificultades, debido a diferencias en la información básica, supuestos y metodología utilizadas. En todo caso, está claro que la situación en la Región del Bío-Bío no es holgada, como lo refleja el hecho de que el consumo de madera es de aproximadamente 4.000.000 m³/año (incluyendo la planta de Celulosa Arauco a plena capacidad) mientras que el crecimiento de los bosques se estima en unos 3.000.000 m³/año. Las posibilidades de abastecimiento dependen entonces de un agotamiento de los bosques existentes mientras las nuevas plantaciones que se hagan en estos años lleguen a edad de explotación.

En este trabajo se presenta una proyección de las disponibilidades de pino insigne para la Región del Bío-Bío tratando de usar la información más reciente disponible. Sin embargo, las deficiencias de ésta información han obligado a complementarla con supuestos y estimaciones subjetivas. La metodología usada es análoga a la de la mayoría de los trabajos anteriores. Cabe hacer notar que tal metodología se basa en un modelo muy simplificado del Sector Forestal, lo que la hace imprecisa y muy sensible a supuestos que deben adoptarse más o menos arbitrariamente, como por ejemplo la distribución de las cortas por clases de edad. Tomando en cuenta esto último, y para tener una idea del efecto de la planificación del uso del recurso forestal en las posibilidades de abastecimiento, se hicieron proyecciones bajo tres supuestos de manejo del recurso.

Consciente de las limitaciones de este tipo de estudios, el Instituto Forestal está realizando investigaciones orientadas a mejorar la planificación forestal. Se ha estimado de interés indicar brevemente los trabajos que se están llevando a cabo relacionados con el tema de este informe.

Pinaceas - pinus radiata

abastecimiento

chile

industria forestal

* Presentado en la Reunión de Especialistas en
Papel y Celulosa celebrada en Santiago entre
el 12 y 15 de Diciembre de 1972.

2.- Proyección de las disponibilidades de pino insigne

2.1 Metodología

Se ha considerado en este estudio la Región del Bío-Bío, constituida por las provincias de Ñuble, Concepción, Bío-Bío, Arauco y Malleco. Se ha supuesto esta región como cerrada en relación a los flujos de materia prima de pino insigne.

El procedimiento utilizado es el mismo usado anteriormente por el Instituto Forestal y CORFO (CORFO 1970). El mismo método fue usado también posteriormente por CESEC (1970) y por la Misión Finlandesa (Jaakko Poyry and Co., 1972). Consiste esencialmente en partir con la superficie inicial clasificada en clases de edad de 5 en 5 años y proyectar la superficie usando períodos de 5 años, satisfaciendo un consumo total prefijado para el período. Para esto, en cada período de 5 años se descuenta de la superficie al comienzo del período una cierta proporción que se supone que se quema. Luego, de la demanda para el período se descuenta el volumen recuperable de los incendios y el volumen que se obtiene de raleos en el período. El resto de la demanda se supone que se obtiene en cortas finales, distribuyéndola de acuerdo a un criterio determinado entre las distintas clases de edad. Para esto se usan volúmenes por hectárea para las clases de edad en la mitad del período (o sea, desplazadas en 2,5 años). A continuación, las superficies que quedan se desplazan en una clase de edad, agregando en la primera clase la superficie reforestada en el período, y se toman con superficies iniciales para el período siguiente.

Dado que en este caso se disponía de las superficies iniciales agrupados en clases de 3 años, podrían haberse usado para la proyección clases y períodos de 3 años. Sin embargo, se prefirió reagruparlos en clases de 5 años para utilizar un programa de computación ya preparado, sin tener que modificarlo.

Los detalles sobre las fuentes y elaboración de la información básica utilizada se presentan en el Anexo 1. Las superficies de edades mayores de 10 años corresponden a cifras provisorias para 1972 de la Sección Inventarios y Mensura del Instituto Forestal. Las superficies de las edades menores de 10 años se estimaron en parte en base a datos del inventario de 1965 (Instituto Forestal, 1966) y en parte en base a estimaciones de reforestación. Los rendimientos por hectárea se estimaron a partir de los volúmenes y superficies, registrados en el inventario de 1965, descontando un 15% por concepto de pérdidas en la explotación y sobreestimación debida a los criterios de cubicación en pie. Se supuso que se ralea un 20% de la superficie entre las edades 13 y 17 y un 20% de la superficie entre las edades 18 y 22. Se supone una tasa de reforestación de 30.000 há/año en el primer período, 40.000 en el segundo y 50.000 en los que siguen.

La proyección del consumo se obtuvo suponiendo que la producción de celulosa y papel se mantendría constante al nivel actual más la producción de la planta de Celulosa Arauco trabajando a plena capacidad, y la producción de madera aserrada de pino insigne en la Región crecería a una tasa del 3% anual. Estos supuestos se adoptaron considerando que la

* Por error se descuenta un 25%. Los antecedentes disponibles indican que la cifra más adecuada sería alrededor de el 20%. En todo caso las conclusiones siguen siendo válidas, en general. Se hará el cálculo con las cifras corregidas.

escasez de materia prima prevista limitaría los incrementos de producción y, además, que es interesante proyectar las disponibilidades bajo condiciones de consumo reducido. La producción actual de madera aserrada se estimó incrementando en un 42% las cifras del Instituto Nacional de Estadísticas para tomar en cuenta la falta de cobertura de las encuestas (Ver Anexo 1).

Para estudiar el efecto del manejo del recurso forestal de la Región sobre las disponibilidades de madera, se probaron tres alternativas de distribución por clases de edad de las cortas finales :

- Alternativa A

Se completa el volumen a extraer exclusivamente con las plantaciones de mayor edad. Esta modalidad es inaplicable en la práctica ya que implicaría un control absoluto de las explotaciones por un organismo planificador. Además no es la más conveniente económicamente, debido al efecto de los costos de transporte y de las diferencias de crecimiento de las plantaciones, factores que no se consideran en este modelo simplificado. Se ha estimado útil, sin embargo, hacer una proyección en base a esta alternativa, ya que es la más favorable desde el punto de vista del abastecimiento, proporcionando una cota superior para las disponibilidades futuras de madera.

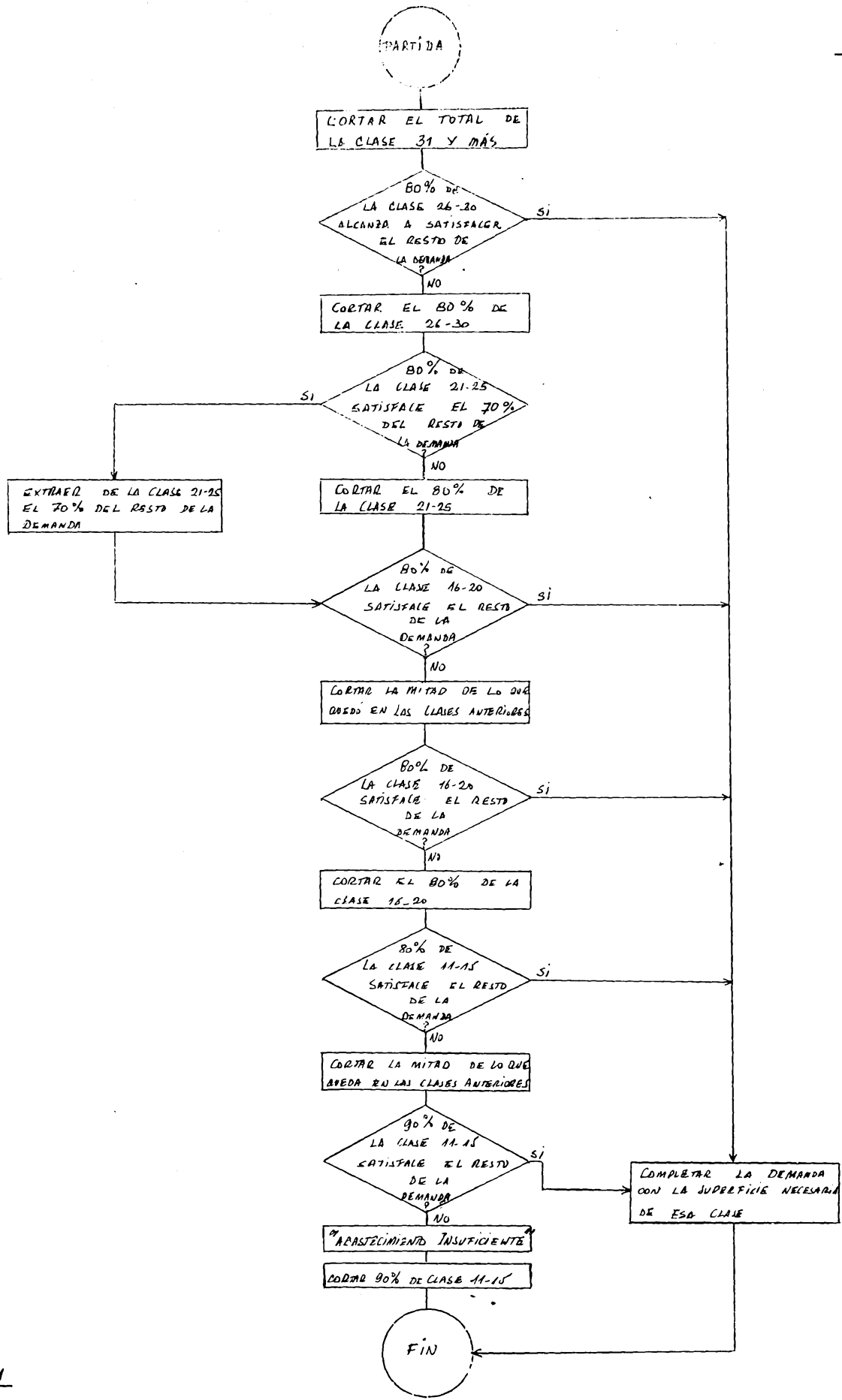
- Alternativa B

Consiste en distribuir la corta de preferencia en las edades mayores pero sin agotarlas totalmente. Para ésto se distribuye el volumen a extraer empezando por las clases de mayor edad y aplicando ciertos criterios prefijados (CORFO, 1970; CESEC, 1970). Los detalles del procedimiento adoptado se describen en la figura 1. La distribución de las cortas así obtenida probablemente se aproxima a la que podría conseguirse con una adecuada planificación y coordinación de las explotaciones.

- Alternativa C

Se supone que todos los bosques mayores de 17 años tienen igual probabilidad de ser explotados. De acuerdo con ésto se distribuye la superficie a extraer proporcionalmente a la superficie existente en las clases de edad de 16 a 20, 21 a 25, 26 a 30, y 31 y más años (ésta son edades al comienzo de cada período de 5 años). En caso de que ésta superficie sea insuficiente, se trata de completar la diferencia con las edades menores. Al parecer, esta hipótesis es la que más se acerca a lo que ha estado ocurriendo en los últimos años en la Región del Bío-Bío. En general, las explotaciones tienden a decidirse fundamentalmente en base a las posibilidades de adquisición de bosques, los precios exigidos por los propietarios, facilidades de acceso y distancias de transporte a las plantas, considerando conveniencias de corto plazo. La edad de corta jugaría un papel secundario.

Los cálculos se realizaron con el Sistema APL/360 en el terminal del Instituto Forestal. Se usó un programa en APL preparado con anterioridad, el que se modificó para incluir las alternativas A y C.



A N.º 1

2.2 Resultados

Los resultados de las proyecciones se resumen en el Anexo 2. Para visualizar mejor las disponibilidades de abastecimiento se ha graficado la evolución de dos indicadores de la situación del recurso forestal.

En el gráfico 1, se presenta la evolución del volumen aprovechable de las plantaciones según las distintas hipótesis de manejo. El gráfico 2 muestra como varía la tasa estimada de crecimiento del bosque, comparada con el consumo.

Los resultados para la alternativa B más allá de 1982 no son comparables con los de las otras alternativas, ya que las características del programa hacen que con esta alternativa se considere que el abastecimiento es insuficiente aún sin haber llegado a agotar totalmente el volumen disponible (Figura 1). En tal caso la extracción de madera no satisface completamente la demanda. Es así como en los períodos 1982-1986-1987-1991 y 1992-1996, con la alternativa B se produjo solamente un 97%, 85% y 97% del consumo proyectado, respectivamente. En el período 1992-1996 fue imposible satisfacer la demanda con la alternativa C, completándose solamente un 95% de éste.

2.3 Discusión

Se comprueba que la situación del abastecimiento futuro es bastante crítica, imposibilitando aumentos importantes del consumo. Aparentemente, con un buen uso del recurso, habrían posibilidades de superar la crisis, aunque de todos modos puede ser necesario reducir el consumo por debajo de los valores considerados, como lo sugieren los resultados de la alternativa B. En todo caso sería necesario entrar a explotar bosques muy jóvenes, como se puede apreciar en el Anexo 2.

Dentro del intervalo en que son comparables las Alternativas A y B, los gráficos 1 y 2 prácticamente no muestran diferencias entre ellos, aunque en los cuadros del Anexo 2 se observa que conducen a distintas estructuras de edad. La alternativa C, aunque aparece como físicamente capaz de satisfacer el consumo hasta el período 1987-1991, lleva rápidamente a una situación insostenible, como lo evidencia la concentración de las cortas en las edades menores. Conviene recordar que esta hipótesis de manejo es probablemente la que se aproxima más a la realidad actual..

Deben tenerse presentes las limitaciones de las técnicas de proyección empleadas. El criterio de proyectar el desarrollo del bosque satisfaciendo una demanda prefijada equivale a suponer una demanda totalmente inelástica. En la práctica el consumo variará dependiendo de las disponibilidades de abastecimiento. Además el modelo no refleja las alteraciones en los niveles y relaciones de precios de la madera pulpable y aserrable, provocadas por los cambios en la disponibilidad de bosques, en el consumo relativo de pulpa y madera aserrada y en las edades de corta. Por otra parte, las deficiencias de la información básica y del procedimiento mismo introducen imprecisión en los resultados.

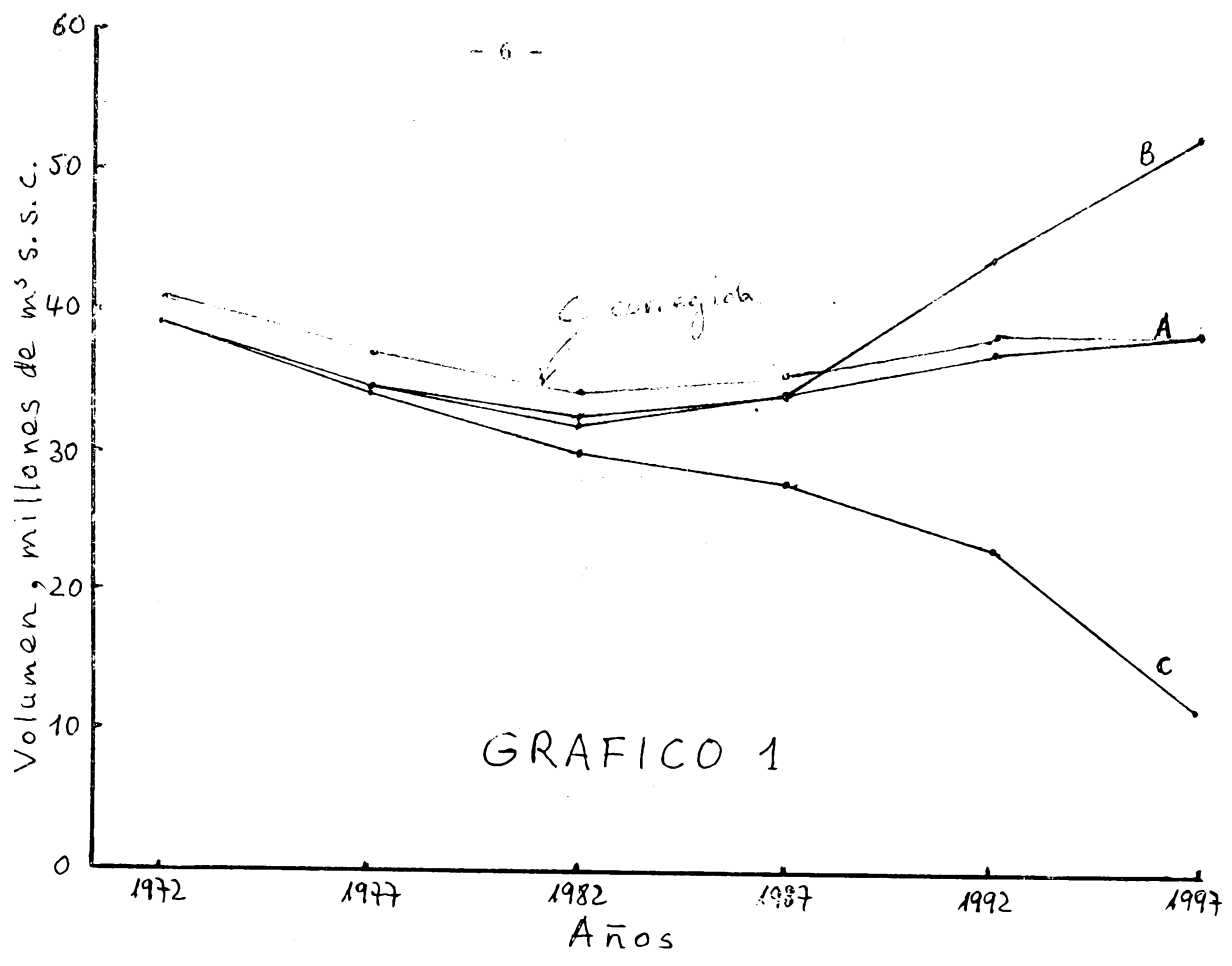


GRAFICO 1

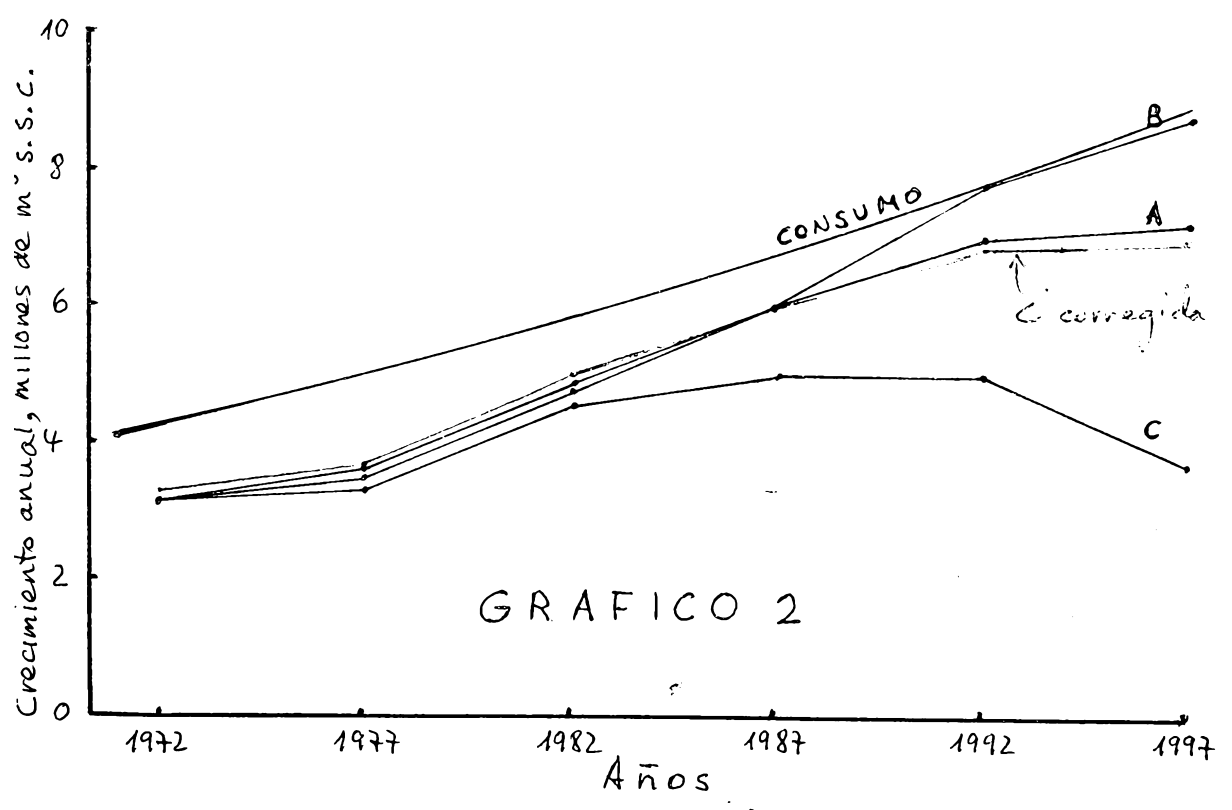


GRAFICO 2

En todo caso, queda clara la influencia del manejo del recurso en la disponibilidad de madera para la industria forestal. Es necesario hacer un esfuerzo por racionalizar el aprovechamiento del bosque. La medida en que ésto pueda conseguirse dependerá del grado de control que tenga el Estado sobre los recursos forestales; de la actitud de las empresas del Sector Privado y de las técnicas de planificación de que se disponga.

Es evidente que el nivel de agregación del modelo aquí utilizado hace que éste no tenga utilidad operacional. La programación del manejo del recurso forestal debe considerar, además de las edades, las diferencias de calidad de sitio y la ubicación espacial de los bosques, ya que estas características afectan los rendimientos y los costos de transporte. Es necesario, por lo tanto, trabajar con modelos que consideren estos factores. Deben, además, desarrollarse criterios de evaluación social que orienten la optimización conjunta del manejo del recurso forestal y el desarrollo industrial del Sector.

3.- Investigaciones del INFOR relacionadas con el abastecimiento de madera industrial

3.1 Información básica

Se han mencionado ya las deficiencias de la información básica disponible para este tipo de estudios. El Instituto Forestal está desarrollando estudios encaminados a mejorar esta información.

La Sección Inventarios y Mensura efectuó en el verano de 1971-1972, un inventario forestal de la Región de Maule, cuyas cifras definitivas se encuentran en elaboración. Este verano llevará a cabo un inventario de la Región del Bío-Bío que permitirá contar con antecedentes detallados sobre las plantaciones de esta zona. Al mismo tiempo, se ha estado trabajando en el mejoramiento de las técnicas de inventario, y en un sistema de procesamiento de datos para acelerar la obtención de resultados y facilitar el acceso y elaboración de información detallada para diversos usos. Se trabajará también en un sistema de actualización que permita mantener permanentemente al día la información.

Esta misma Sección tiene a su cargo también estudios para determinar rendimientos reales bajo distintas condiciones de explotación.

La Sección Estadísticas está investigando la manufactura secundaria de la madera. De esta manera se espera tener datos más exactos sobre la producción de madera aserrada, ya que la magnitud del universo estadístico y la difícil accesibilidad a los aserraderos hace inevitables las fallas de cobertura en la determinación directa de la producción.

Una planificación racional de la reforestación requiere un conocimiento del rendimiento potencial de los distintos lugares susceptibles de ser reforestados. En relación a esto, la Sección Silvicultura, en colaboración con la Facultad de Ciencias Forestales de la U. de Chile, está desarrollando una investigación sobre las relaciones entre la calidad de sitio para el pino insigne con las propiedades físicas y químicas del suelo. Paralelamente, la Sección Manejo está estudiando la estimación de la calidad de sitio en base a agrupaciones de suelos y varias características topográficas fáciles de determinar.

3.2 Modelos

Se ha mencionado anteriormente la necesidad de desarrollar modelos más realistas del sector forestal, que contribuyan a una planificación racional tanto del manejo del recurso forestal como de la expansión de la Industria. La Sección Manejo está trabajando en el desarrollo de modelos matemáticos del abastecimiento de pino insigne a la Industria Forestal con los siguientes objetivos :

- a.- Predecir los efectos de cualquier política de abastecimiento (entendiendo por política de abastecimiento un programa que indique para cada industria o grupo de industrias los rodales de los cuales será abastecida , conjuntamente con un plan de reforestación.)
- b.- Determinar políticas de abastecimiento óptimas, dentro de las limitaciones del modelo.

- c.- Evaluar el costo de las desviaciones de la política óptima que sean necesarias debido a factores no considerados en el modelo.
- d.- Estimar valores marginales de la madera, desde el punto de vista social, con el fin de evaluar proyectos de incremento del Recurso, como uso de fertilizantes, aprovechamiento de desechos (astillas), reforestación, mejoramiento genético, etc., y de expansión industrial.

La programación lineal es una técnica útil para estos fines (ver, por ejemplo, Curtis, 1962; Thompson et alli., 1968; Kuflik, 1970; Muller 1970). Sin embargo, si se aplica directamente la programación lineal el tamaño del problema excede rápidamente las posibilidades computacionales al intentar formular un modelo medianamente realista. En consecuencia, se ha estado trabajando en la formulación del modelo y la aplicación del principio de descomposición de Dantzig y Wolfe (Hailey, 1962 ; Dantzig, 1963), para aprovechar la estructura especial del problema. Posiblemente este enfoque se combine con otras técnicas como la Teoría de Redes, Programación Dinámica y el principio del máximo de Pontryagin.

4.- Conclusiones

- a.- Las proyecciones indican que la situación del abastecimiento de pino insigne en la Región sería crítica, a pesar del bajo incremento del consumo supuesto y aunque se mejore el manejo del recurso.
- b.- El efecto de la distribución de las cortas según edad y sitio sobre las disponibilidades de abastecimiento es importante, debiendo propenderse a una racionalización del uso del bosque.
- c.- Los planes de desarrollo industrial forestal deben realizarse coordinadamente con planes de desarrollo del Recurso, ya que los largos plazos involucrados no permiten improvisaciones en este aspecto.
- d.- Es necesario mejorar la ^{investigación} ~~investigación~~ ^{in formación} básica y desarrollar modelos más elaborados del Sector Forestal que contribuyan a una planificación racional de este Sector.

A N E X O 1.

Información básica utilizada

1. Superficies.

Las superficies en 1972, en las clases de edad mayores de 10 años, se tomaron de las siguientes cifras provisionales proporcionadas por la Sección Inventarios y Mensura del Instituto Forestal

Cuadro 1

Clase de edad, años	Superficie, hectáreas	Clase de edad, años	Superficie, hectáreas
10 - 12	5.886	31 - 33	5.614
13 - 15	12.162	34 - 36	1.008
16 - 18	16.778	37 - 39	495
19 - 21	15.286	40 - 42	307
22 - 24	18.448	46 - 48	30
25 - 27	20.237	55 - 58	16
28 - 30	9.293	Indeterminada	12.489

Estas superficies se reagruparon en clases de 5 años y la superficie de edad indeterminada se distribuyó proporcionalmente a la superficie existente en cada clase.

Para la superficie en la clase de edad de 1 a 5 años, se tomó la reforestación entre los años 1967 y 1971 según estimaciones de Urzúa, (1971) menos un 25% por pérdidas. En la clase de 6 a 10 años se consideró la reforestación de 1965 y 1966 según Urzúa, menos un 25%, más 3/5 de la superficie en la clase 1 a 5 años, dada por el inventario de 1965. Las superficies obtenidas son las siguientes.

Cuadro 2

Clase de edad, años	Superficie, hectáreas
1 - 5	78.675
6 - 10	35.856
11 - 15	18.126
16 - 20	24.647
21 - 25	34.129
26 - 30	25.672
31 y +	8.417
Total	225.522

2. Rendimientos.

Los rendimientos para las clases de edad al comienzo de los períodos, se obtuvieron dividiendo los volúmenes por las superficies dados para la región del Bío-Bío por el inventario de 1965 (Instituto Forestal, 1966) y descontando un 15% por concepto de pérdidas en la explotación. Los rendimientos en la mitad de los períodos se obtuvieron por interpolación entre las cifras así calculadas. El crecimiento anual se estimó dividiendo por 2,5 la diferencia entre las dos cantidades recién indicadas.

El volumen extraído en los raleos se calculó como un 20% del volumen en la clase de edad correspondiente. De la superficie quemada se supuso que es recuperable un volumen igual al volumen para un índice de utilización de 25 centímetros, según porcentajes indicados en CORFO, 1970. La superficie afectada por incendios se estimó en un 1% por período.

Los valores calculados son los siguientes.

Cuadro 3

Edades al comienzo del período	Rendimiento al comienzo del período, m ³ /ha.	Rendimiento medio del período, m ³ /ha.	Crecimiento anual, m ³ /ha/año	Rendimiento de raleos, m ³ /ha.	Recuperable de incendio, m ³ /ha.
1 - 5	0	0	0		0
6 - 10	48	97	15		5
11 - 15	147	194	19	39	46
16 - 20	242	294	20	59	126
21 - 25	345	421	25		261
26 - 30	464	549	26		483
31 y +	631	676	25		622

Ver nota en pag. 2

3. Consumo.

Los insumos de madera por la industria de celulosa, papel y tableros de la región del Bío-Bío en 1969 fueron (Instituto Forestal, 1972 b, pág. 113):

INFORSA	261 miles de m3 s.s.c
CMPC	1.348 " " " "
Tableros de fibra	53 " " " "
Tableros de partículas	16 " " " "

(El insumo indicado aquí para tableros de astillas es la mitad del dado para las dos plantas, de MASISA, Valdivia y Chiguayante).

En este estudio se ha supuesto que el insumo de estas industrias se mantiene constante en esta cantidad, más el de la nueva planta de Celulosa Arauco trabajando a plena capacidad. Esta última se estima en 710 mil m3 s.s.c. (Jaako Poyry and Co., 1972) lo que dá un total de 2.388 miles de m3 s.s.c. por año.

La producción actual de madera aserrada de pino insigne en la región, se estimó aplicando una corrección por falta de cobertura a las cifras del Instituto Nacional de Estadísticas. El procedimiento se describe en el Cuadro siguiente.

Cuadro 4

Provincia	Aserraderos activos encuestados. (1)	Aserraderos para encuestados. (1)	Total de aserraderos. (2)	Total de aserraderos. (2)	Factor de corrección.	Producción según encuesta (3)	Producción estimada
Nuble	130	51	181	198	1,09	2.976	3.240
Concepción	79	22	101	132	1,31	12.908	16.900
Arauco	47	5	52	62	1,19	2.292	2.720
Bío-Bío	51	18	69	131	1,90	3.715	7.060
Malleco	65	23	88	131	1,49	1.410	2.100
Total						23.301	32.020

Las cantidades son para la temporada 1970-71 y se expresan en miles de pulgadas cortas.

Transformando las pulgadas a metros cúbicos y asumiendo un rendimiento promedio en los aserraderos de un 40%, se llega a un consumo anual para madera aserrada de 1.660.000 m3 s.s.c.

- (1) Instituto Forestal, 1972 b, pág. 131
- (2) Instituto Forestal, 1972 a, pág. 127
- (3) Instituto Forestal, 1972 b, pág. 128

Esta cantidad se proyectó con una tasa de crecimiento de un 3% anual y se agrupó por períodos.

Agregando el consumo para pulpa y tableros, se llega a la siguiente proyección de consumo.

Cuadro 5

Períodos	Consumo por período, miles de m3 s.s.c.
1972 - 1976	22.673
1977 - 1981	26.429
1982 - 1986	30.638
1987 - 1991	35.520
1992 - 1996	41.177

A N E X O 2.

Resumen de resultados de las proyecciones

1. Alternativa A.

Quadro 6

Clase de edad	Período 1972 - 1976			Período 1977 - 1981		
	Superficie inicial, hectáreas	Superficie extraída, hectáreas	Porcentaje extraído	Superficie inicial, hectáreas	Superficie extraída, hectáreas	Porcentaje extraído
1 - 5	78.675	787	1	150.000	1.500	1
6 - 10	35.856	359	1	77.888	779	1
11 - 15	18.126	181	1	35.497	355	1
16 - 20	24.647	246	1	17.945	844	5
21 - 25	34.129	5.919	17	24.401	24.401	100
26 - 30	25.672	25.672	100	28.210	28.210	100
31 y +	8.417	8.417	100	0	0	100
Total	225.522	41.581	18	333.941	56.088	17

Clase de edad	Período 1982 - 1986			Período 1987 - 1991		
	Superficie inicial, hectáreas	Superficie extraída, hectáreas	Porcentaje extraído	Superficie inicial, hectáreas	Superficie extraída, hectáreas	Porcentaje extraído
1 - 5	200.000	2.000	1	250.000	2.500	1
6 - 10	148.500	1.485	1	198.000	21.212	11
11 - 15	77.109	63.317	82	147.015	147.015	100
16 - 20	35.142	35.142	100	13.792	13.792	100
21 - 25	17.101	17.101	100	0	0	100
26 - 30	0	0	100	0	0	100
31 y +	0	0	100	0	0	100
Total	477.853	119.046	25	608.807	184.519	30

Clase de edad	Período 1992 - 1996		
	Superficie inicial, hectáreas	Superficie extraída, hectáreas	Porcentaje extraído
1 - 5	250.000	2.500	1
6 - 10	247.500	61.758	25
11 - 15	176.788	176.788	100
16 - 20	0	0	100
21 - 25	0	0	100
26 - 30	0	0	100
31 y +	0	0	100
Total	674.288	241.046	36

Cuadro 7

Clase de edad	1972		1977		1982	
	Volumen, m ³ les de m ³	Crecimien- to, m ³ /ha/ año	Volumen, m ³ les de m ³	Crecimien- to, m ³ /ha/ año	Volumen, m ³ les de m ³	Crecimien- to, m ³ /ha/ año
1 - 5	0	0	0	0	0	0
6 - 10	1.721	538	3.739	1.168	7.128	2.228
11 - 15	2.665	344	5.218	674	11.335	1.465
16 - 20	5.965	493	4.343	359	8.504	703
21 - 25	11.775	853	8.418	610	5.900	428
26 - 30	11.912	667	13.089	733	0	0
31 y +	5.311	210	0	0	0	0
Total	39.349	3.105	34.807	3.544	32.867	4.824

Clase de edad	1987		1992		1997	
	Volumen, m ³ les de m ³	Crecimien- to, m ³ /ha/ año	Volumen, m ³ les de m ³	Crecimien- to, m ³ /ha/ año	Volumen, m ³ les de m ³	Crecimien- to, m ³ /ha/ año
1 - 5	0	0	0	0	0	0
6 - 10	9.504	2.970	11.880	3.713	11.880	3.713
11 - 15	21.611	2.793	25.988	3.359	27.304	3.529
16 - 20	3.338	276	0	0	0	0
21 - 25	0	0	0	0	0	0
26 - 30	0	0	0	0	0	0
31 y +	0	0	0	0	0	0
Total	34.453	6.039	37.868	7.072	39.184	7.242

2. Alternativa B.

Cuadro 8

Clase de edad	Período 1972 - 1976			Período 1977 - 1981		
	Superficie inicial, hectáreas	Superficie extraída, hectáreas	Porcentaje extraído	Superficie inicial, hectáreas	Superficie extraída, hectáreas	Porcentaje extraído
1 - 5	78.675	787	1	150.000	1.500	1
6 - 10	35.856	359	1	77.888	779	1
11 - 15	18.126	181	1	35.497	355	1
16 - 20	24.647	5.490	22	17.945	9.561	53
21 - 25	34.129	8.886	26	19.157	17.260	90
26 - 30	25.672	20.589	80	25.243	22.744	90
31 y +	8.417	8.417	100	5.083	5.083	100
Total	225.522	44.708	20	330.814	57.283	17

Clase de edad	Período 1982 - 1986			Período 1987 - 1991		
	Superficie inicial, hectáreas	Superficie extraída, hectáreas	Porcentaje extraído	Superficie inicial, hectáreas	Superficie extraída, hectáreas	Porcentaje extraído
1 - 5	200.000	2.000	1	250.000	2.500	1
6 - 10	148.500	1.485	1	198.000	1.980	1
11 - 15	77.109	69.476	90	147.015	132.461	90
16 - 20	35.142	31.663	90	7.634	6.878	90
21 - 25	8.384	7.969	95	3.479	3.307	95
26 - 30	1.897	1.803	95	415	394	95
31 y +	2.499	2.499	100	94	94	100
Total	473.531	116.894	25	606.637	147.614	24

Clase de edad	Período 1992 - 1996		
	Superficie inicial, hectáreas	Superficie extraída, hectáreas	Porcentaje extraído
1 - 5	250.000	2.500	1
6 - 10	247.500	2.475	1
11 - 15	196.020	176.614	90
16 - 20	14.554	13.114	90
21 - 25	756	718	95
26 - 30	172	164	95
31 y +	21	21	100
Total	709.023	195.605	28

Cuadro 9

Clase de edad	1972		1977		1982	
	Volumen, miles de m ³	Crecimiento, m ³ /ha/año	Volumen, miles de m ³	Crecimiento, m ³ /ha/año	Volumen, miles de m ³	Crecimiento, m ³ /ha/año
1 - 5	0	0	0	0	0	0
6 - 10	1.721	538	3.739	1.168	7.128	2.228
11 - 15	2.665	344	5.218	674	11.335	1.465
16 - 20	5.965	493	4.343	359	8.504	703
21 - 25	11.775	853	6.609	479	2.892	210
26 - 30	11.912	667	11.713	656	880	49
31 y +	5.311	210	3.207	127	1.577	62
Total	39.349	3.105	34.829	3.463	32.316	4.717

Clase de edad	1987		1992		1997	
	Volumen, miles de m ³	Crecimiento, m ³ /ha/año	Volumen, miles de m ³	Crecimiento, m ³ /ha/año	Volumen, miles de m ³	Crecimiento, m ³ /ha/año
1 - 5	0	0	0	0	0	0
6 - 10	9.504	2.970	11.880	3.713	11.880	3.713
11 - 15	21.611	2.793	28.815	3.724	36.019	4.655
16 - 20	1.847	153	3.522	291	4.696	388
21 - 25	1.200	87	261	19	497	36
26 - 30	193	11	80	4	17	1
31 y +	59	2	13	1	5	0
Total	34.414	6.016	44.571	7.752	53.114	8.793

3. Alternativa C.

Cuadro 10

Clase de edad	Período 1972 - 1976			Período 1977 - 1981		
	Superficie inicial, hectáreas	Superficie extraída, hectáreas	Porcentaje extraído	Superficie inicial, hectáreas	Superficie extraída, hectáreas	Porcentaje extraído
1 - 5	78.675	787	1	150.000	1.500	1
6 - 10	35.856	359	1	77.888	779	1
11 - 15	18.126	181	1	35.497	355	1
16 - 20	24.647	13.305	54	17.945	15.928	89
21 - 25	34.129	18.424	54	11.342	10.067	89
26 - 30	25.672	13.859	54	15.705	13.940	89
31 y +	8.417	4.544	54	15.687	13.924	89
Total	225.522	51.458	23	324.064	56.494	17

Clase de edad	Período 1982 - 1986			Período 1987 - 1991		
	Superficie inicial, hectáreas	Superficie extraída, hectáreas	Porcentaje extraído	Superficie inicial, hectáreas	Superficie extraída, hectáreas	Porcentaje extraído
1 - 5	200.000	2.000	1	250.000	2.500	1
6 - 10	148.500	79.261	53	198.000	147.602	75
11 - 15	77.109	41.157	53	69.239	51.615	75
16 - 20	35.142	35.142	100	35.952	35.952	100
21 - 25	2.016	2.016	100	0	0	100
26 - 30	1.274	1.274	100	0	0	100
31 y +	3.527	3.527	100	0	0	100
Total	467.570	164.379	35	553.191	237.670	43

Clase de edad	Período 1992 - 1996		
	Superficie inicial, hectáreas	Superficie extraída, hectáreas	Porcentaje extraído
1 - 5	250.000	2.500	1
6 - 10	247.500	247.500	100
11 - 15	50.398	50.398	100
16 - 20	17.624	17.624	100
21 - 25	0	0	100
26 - 30	0	0	100
31 y +	0	0	100
Total	565.521	318.021	56

Cuadro 11

Clase de edad	1972		1977		1982	
	Volumen, miles de m ³	Crecimiento, m ³ /ha/año	Volumen, miles de m ³	Crecimiento, m ³ /ha/año	Volumen, miles de m ³	Crecimiento, m ³ /ha/año
1 - 5	0	0	0	0	0	0
6 - 10	1.721	538	3.739	1.168	7.128	2.228
11 - 15	2.665	344	5.218	674	11.335	1.465
16 - 20	5.965	493	4.343	359	8.504	703
21 - 25	11.775	853	3.913	284	696	50
26 - 30	11.912	667	7.287	408	591	33
31 y +	5.311	210	9.898	392	2.226	88
Total	39.349	3.105	34.398	3.285	30.480	4.567

Clase de edad	1987		1992		1997	
	Volumen, miles de m ³	Crecimiento, m ³ /ha/año	Volumen, miles de m ³	Crecimiento, m ³ /ha/año	Volumen, miles de m ³	Crecimiento, m ³ /ha/año
1 - 5	0	0	0	0	0	0
6 - 10	9.504	2.970	11.880	3.713	11.880	3.713
11 - 15	10.178	1.316	7.408	958	0	0
16 - 20	8.700	719	4.265	352	0	0
21 - 25	0	0	0	0	0	0
26 - 30	0	0	0	0	0	0
31 y +	0	0	0	0	0	0
Total	28.382	5.005	23.553	5.023	11.880	3.713

REFERENCIAS

- ASENJO, P. (1969) Proyecciones de los consumos de madera en la región Bío-Bío. Compañía Manufacturera de Papeles y Cartones.
- ASTORGA, E. (1966) Disponibilidades futuras de materia prima en la región geoeconómica del Bío-Bío. ACHIF, 2^{as} Jornadas Forestales.
- CESEC, (1970) Bases para una política de desarrollo industrial forestal.
- CORFO (1970) Definición de una política de corto plazo para el desarrollo industrial forestal. Departamento de Industrias Forestales.
- CURTIS, F.H. (1962) Linear programming the management of a forest property Journal of Forestry, 60: 611-616.
- DANTZIG, G.B. (1963) Linear programming and extensions, Princeton Univ. Press. (Capítulo 23)
- HADLEY, G. (1962) Linear programming, Addison- Wesley (pags. 400-411)
- INSTITUTO FORESTAL (1966) Inventario de las plantaciones forestales de la zona Centro Sur de Chile.. Informe Técnico N° 24.
- INSTITUTO FORESTAL (1972 a) Boletín Estadístico Año I, N°s. 7 y 8
- INSTITUTO FORESTAL (1972 b) Boletín Estadístico. Año I, N°s 9 y 10
- JAAKKO POYRY and CO. (1972) Chile :Short-term forest industries development plan. Availability of industrial wood from Radiata pine plantations until 1985. Preliminary Appraisal.
- KUFLIK, M (1970) Modelo del abastecimiento de madera de pino insigne a la industria forestal de la región del Bío-Bío. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, U. de Chile (tesis)
- MULLER, R (1970) Modelo de abastecimiento de madera de pino insigne a la industria forestal de la región del Maule.. Fac. de Ciencias Físicas y Matemáticas, U. de Chile (Tesis)
- THOMPSON, E.F. et alli (1968). Linear programming over time to establish least cost wood procurement procedures. Virginia Polytech. Inst. Research Div. Bull, 29.
- URZUA J.D. (1968) Las plantaciones de pino insigne ante el consumo de madera de sus industrias derivadas en la región del Bío-Bío ACHIF, IV Jornadas Forestales.
- URZUA, J.D. (1971) El abastecimiento de materia prima para la industria de celulosa y papel en Chile. ACHIF, VII Jornadas Forestales.
- ZANARTU, E. y URZUA, J.D. (1970) Análisis técnico del desarrollo forestal industrial a corto plazo . ACHIF, VI Jornadas Forestales.

Diciembre, 1972

