



**DEPARTAMENTO DE MANEJO DE RECURSOS FORESTALES**  
**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**  
**UNIVERSIDAD DE CHILE**

**PREGUNTAS PRUEBAS ANTERIORES**

**MF013 MANEJO FORESTAL II**

Primavera 2008

1. Considere el modelo de restricción de unidades (MRU) de la página 49 del capítulo de ordenación. Como establecería en forma implícita (con símbolos) restricciones de flujo de madera no decrecientes (20%). Plantee los supuestos que sean necesarios para llevar a cabo el análisis.
2. Suponga que al intervenir las unidades de la Figura 7.1.12 a (página 49, capítulo de ordenación) de acuerdo al modelo MRU, una especie de fauna A se verá favorecida (aumentará su frecuencia) al intervenir cada unidad, mientras que otra especie vegetal B se verá desfavorecida con las intervenciones (disminuirá su frecuencia). Plantee el modelo MRU como un problema de múltiples objetivos en forma implícita (símbolos) considerando como objetivos la maximización de la frecuencia de ambas especies. (20%). Plantee los supuestos que sean necesarios para llevar a cabo el análisis.
3. Plantee el problema 2 en forma explícita (ejemplo:  $3X + 2Y + \dots + 8Z < 400$ ) para la Figura 7.1.12 a, usando la formulación MinSum (10%) y MinMax (10%). Plantee los supuestos que sean necesarios para llevar a cabo el análisis.
4. Como plantearía el modelo de restricción de área (MRA) considerando la maximización de la frecuencia de ambas especies (20%). Plantee los supuestos que sean necesarios para llevar a cabo el análisis.
5. Suponga que tormentas de viento ocurren en promedio una vez cada 20 años, y que en promedio entre un 20-40% del patrimonio es afectado por caída parcial o total de los árboles. Si la especie A se ve favorecida y la B desfavorecida por este evento, entonces como abordaría usted este problema utilizando un modelo del tipo MRU para maximizar la frecuencia de ambas especies (20%). Plantee los supuestos que sean necesarios para llevar a cabo el análisis.



**DEPARTAMENTO DE MANEJO DE RECURSOS FORESTALES**  
**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**  
**UNIVERSIDAD DE CHILE**

6. Considere que una superficie de 1000 ha puede ser asignada a dos sistemas silviculturales alternativos y mutuamente excluyentes (Talarrasa y Cortas de Protección). El sistema de talarrasa posee una valoración económica de 400 M\$/ha, mientras que el sistema de cortas de protección de 200 M\$/ha. Además, el sistema de talarrasa posee una valoración ambiental de 90 U.A/ha, mientras que el sistema de cortas de protección de 120 U.A./ha. Finalmente el sistema de talarrasa posee una valoración social de 30 U.S./ha, mientras que el sistema de cortas de protección de 84 U.S./ha.
- a) Por simple inspección encuentre los máximos valores de las funciones objetivo económica, social y ambiental (10%)

Objetivo	Económico	400000 M\$
	Ambiental	120000 U.A.
	Social	84000 U.S.

- b) Discuta el nivel de logro de todos los objetivos cuando se maximiza uno a la vez (10%)

	E	A	S
Max E	100%	75%	36%
Max A	50%	100%	100%
Max Z	50%	100%	100%

- c) Plantee la formulación MinSum para una estructura de preferencias de 1:1:1, resuelva y encuentre los niveles de logro para cada uno de los objetivos (10 %)



DEPARTAMENTO DE MANEJO DE RECURSOS FORESTALES  
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES  
UNIVERSIDAD DE CHILE

Formule

$$\text{Min } w_1 v_1 + w_2 v_2 + w_3 v_3$$

s.t.

$$\begin{aligned} 400 X_t + 200 X_c + 400000v_1 &= 400000 \\ 90 X_t + 120 X_c + 120000v_2 &= 120000 \\ 30 X_t + 84 X_c + 84000 v_3 &= 84000 \\ X_t + X_c &\leq 1000 \end{aligned}$$

Resuelva

$$X_t = 0$$

$$X_c = 1000$$

Encuentre Niveles de Logro

$$E \quad 50\%$$

$$A \quad 100\%$$

$$S \quad 100\%$$

- d) Plantee la formulación MinMax para una estructura de preferencias de 1:1:2, encuentre una solución aproximada basada en prueba y error, y encuentre los niveles de logro para cada uno de los objetivos en la solución óptima (20 %)

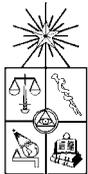
$$X_t = 280 \quad V = 0.36$$

$$X_c = 720$$

$$E \quad 64\%$$

$$A \quad 93\%$$

$$S \quad 82\%$$



**DEPARTAMENTO DE MANEJO DE RECURSOS FORESTALES**  
**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**  
**UNIVERSIDAD DE CHILE**

- e) Usando la formulación MinMax y una estructura de preferencias de 1:10:1, el valor de la función objetivo en el óptimo fue  $v = 0.42$ , con una superficie intervenida bajo talarrasa de 167 ha y bajo cortas de protección de 833 ha. Cómo usted interpreta esto? Cuáles fueron los niveles de logro para cada uno de los objetivos? (20%)

Para este problema las variables de decisión son tres:  $X_t$ ,  $X_c$ ,  $v$ .  $X_t=167$  significa que 167 ha son intervenidas de acuerdo a talarrasa.  $X_c = 833$  significa que 833 ha se intervienen de acuerdo a cortas de protección.  $V = 0.42$  significa que este fue el máximo desvío desde alguno de los objetivos. Significa que alguno de los objetivos se logró en un 58% y todos los demás objetivos fueron mejor logrados:

E	58%
A	96%
S	89%

- f) A que se deben las diferencias entre la formulación MinSum y MinMax ?(5%)

En la formulación MinSum, la solución óptima se encuentra en alguna de las esquinas de la región factible (soluciones básicas), mientras que en la formulación MinMax la solución óptima puede encontrarse entre esquinas de la región factible, proporcionando soluciones intermedias que cambian gradual y no abruptamente al cambiar los pesos.

- g) Qué significan en forma genérica los precios sombra de las restricciones estructurales? (5%)

Los precios sombra representan los aumentos (disminuciones) en el valor de la función objetivo al aumentar en una unidad el lado derecho de una restricción. En este ejemplo, los precios sombra de la restricción estructural representa el aumento en M\$, U.A. o U.S. producto de aumentar en una hectárea la superficie diisponible.

- h) Qué significan en forma genérica los costos reducidos? (5%)

Los costos reducidos representan cuanto debe aumentar el coeficiente de una variable en la función objetivos para que esa variable entre a la base (sea distinta de cero).



**DEPARTAMENTO DE MANEJO DE RECURSOS FORESTALES**  
**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**  
**UNIVERSIDAD DE CHILE**

- i) Qué significan en forma genérica las variables de holgura de las restricciones estructurales? (5%)

La superficie no asignada a algún tratamiento silvícola. En este ejemplo las holguras de superficie fueron cero porque siempre toda la superficie fue asignada a talarrasa o cortas de protección.

- j) Cómo se formula un problema de múltiples objetivos en EXCEL y se resuelve utilizando What's Best?. (10%)

- Cada variable de decisión se representa por una celda
- Cada coeficiente de la FO se representa por una celda
- Cada coeficiente en las restricciones se representa por una celda
- Se usa la función =SUMAPRODUCTO() para multiplicar el vector de variables de decisión con los vectores de coeficientes. Lo que queda almacenado en dichas celdas es la función objetivo o el lado izquierdo de las restricciones
- El lado derecho de cada restricción también se escribe en una celda
- En What's Best se identifican variables de decisión (Adjustable), la función objetivo (Best) y las restricciones (constraints)
- Se resuelve usando Solve

De acuerdo a las lecturas recomendadas:

Con respecto al sistema de cartografía por tratos ¿Cuáles son las ventajas que presenta para la EMSEFOR? Explique al menos 6. (15%)

- a) Dispone de información confiable en la cartografía y de los parámetros de rodal que debe intervenir para presupuestar adecuadamente.
- b) Distribuir adecuadamente a sus operarios en los correspondientes tratos estableciendo tarifas justas y razonables de acuerdo a información que entrega la cartografía, parámetros de mensura y condiciones de transitabilidad (pendiente y sotobosque).
- c) Al disponer de mejor información facilita su gestión y lo posibilita crecer en ámbito de establecer mayor cantidad de faenas.
- d) El autocontrol de su faena le permite tomar medidas oportunas en mejorar la operación, evitando riesgo de repasar la faena que implica un alto costo para él y sus trabajadores.



DEPARTAMENTO DE MANEJO DE RECURSOS FORESTALES  
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES  
UNIVERSIDAD DE CHILE

- e) Al disponer de información confiable y transparente y que a su vez le facilite su gestión, sumando a la disposición de la Empresa de establecer política de continuidad materializada en contratos de mayor plazo sienta a la Empresa con respaldo para su estabilidad como EMSEFOR.
- f) El sistema le permite selección de personal idóneo mejorando la productividad de su faena.
- g) Al seleccionar personal más idóneo con sistema de información transparente para establecer tratos a sus trabajadores le permite mejorar sus ingresos en forma individual o a la cuadrilla y logra mantener los operarios calificados evitando la fuerte rotación de personal.
- h) El sistema optimiza el tiempo de entrega de tratos o de reasignación de nuevos tratos al estar previamente determinados, medidos y programados.
- a) Según O. García los modelos de crecimiento se clasifican comúnmente en tres tipos, los cuales difieren en el nivel de detalle de la descripción de estado. ¿Cuáles son éstos modelos? Describa brevemente cada uno de ellos (10%).
1. Se tiene para una plantación de Pino Radiata sin manejo la siguiente función de rendimiento:

$$Y = 1000 * (1 - e^{(-0,15 * X)})^{7,5}$$

donde Y representa el rendimiento en m<sup>3</sup>/ha y X la edad de la plantación.

- a) Obtenga la función de crecimiento a partir de la función de rendimiento señalada anteriormente. (Realizar y presentar los pasos algebraicos) (15%)

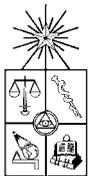
$$Y = 1000 * (1 - e^{(-0,15 * X)})^{7,5}$$

$$\frac{dY}{dX} = 1000 * \frac{d(1 - e^{(-0,15 * X)})^{7,5}}{dX}$$

$$\frac{dY}{dX} = 1000 * 7,5 * (1 - e^{(-0,15 * X)})^{7,5-1} * (-e^{(-0,15 * X)}) * (-0,15)$$

$$\frac{dY}{dX} = 1000 * 0,15 * 7,5 * (e^{(-0,15 * X)}) * (1 - e^{(-0,15 * X)})^{7,5-1}$$

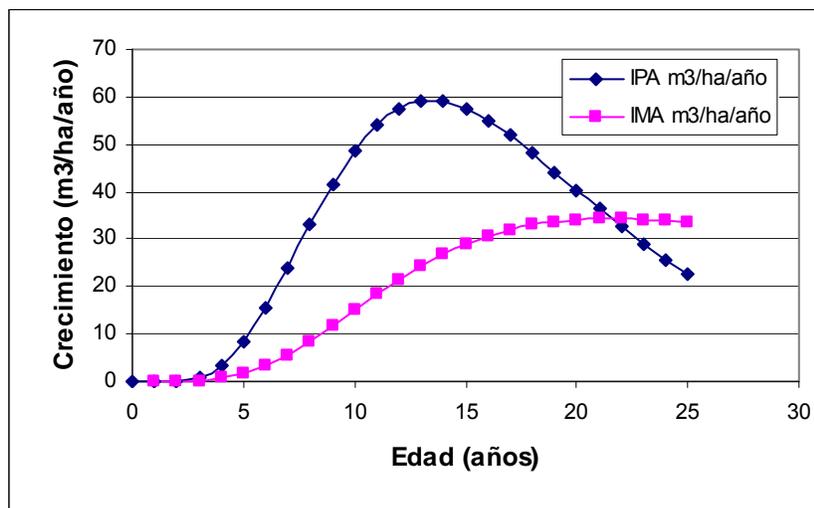
$$\frac{dY}{dX} = 1125 * (e^{(-0,15 * X)}) * (1 - e^{(-0,15 * X)})^{6,5}$$



DEPARTAMENTO DE MANEJO DE RECURSOS FORESTALES  
 FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES  
 UNIVERSIDAD DE CHILE

b) Con las funciones de crecimiento y rendimiento, construya una tabla con el incremento periodico anual (IPA; m<sup>3</sup>/ha/año) y el incremento medio anual (IMA; m<sup>3</sup>/ha/año) hasta los 25 años. Discuta los resultados (Presentar resultados con 1 decimal). (20%).

Edad (años)	dy/dx IPA m <sup>3</sup> /ha/año	y	y/x IMA m <sup>3</sup> /ha/año
0	0,00	0,00	
1	0,00	0,00	0,0
2	0,13	0,04	0,0
3	0,98	0,49	0,2
4	3,50	2,56	0,6
5	8,33	8,27	1,7
6	15,39	19,97	3,3
7	23,95	39,55	5,7
8	32,98	68,03	8,5
9	41,47	105,34	11,7
10	48,64	150,53	15,1
11	54,02	202,02	18,4
12	57,46	257,92	21,5
13	59,03	316,31	24,3
14	58,94	375,42	26,8
15	57,49	433,73	28,9
16	55,00	490,05	30,6
17	51,78	543,49	32,0
18	48,10	593,46	33,0
19	44,18	639,62	33,7
20	40,19	681,80	34,1
21	36,27	720,02	34,3
22	32,50	754,38	34,3
23	28,96	785,09	34,1
24	25,67	812,39	33,8
25	22,67	836,53	33,5





DEPARTAMENTO DE MANEJO DE RECURSOS FORESTALES  
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES  
UNIVERSIDAD DE CHILE

2. En relación a la visita realizada a Forestal Voipir Ltda. ¿Qué fortalezas y debilidades cree que tiene la empresa? ¿Qué opinión le merece la silvicultura aplicada al patrimonio? (10%)
3. Diseñe una metodología para la construcción de un modelo de crecimiento y rendimiento en plantaciones mixtas de Pino oregón y Sequoia sempervirens en el sector de Villarrica. Identifique los componentes necesarios y su forma de modelación (15%)
4. Determine curvas anamórficas de índice de sitio, basado en la siguiente curva guía:

$$H_{\text{dom}} = 25 * (1 - e^{(-0,11*EDAD)})^7$$

Determine dichas curvas para índices de sitio 15, 20, 25 y 30 (edad base = 20) (15%)

$$H_{\text{dom}} = 25 * (1 - e^{(-0,11*EDAD)})^7$$

$$b_{s15} = \frac{15}{(1 - e^{-0.11*20})^7} = 34.12 \Rightarrow 34,12 * (1 - e^{-0.11*EDAD})^7$$

$$b_{s20} = \frac{20}{(1 - e^{-0.11*20})^7} = 45.5 \Rightarrow 45.5 * (1 - e^{-0.11*EDAD})^7$$

$$b_{s25} = \frac{25}{(1 - e^{-0.11*20})^7} = 56.87 \Rightarrow 56.87 * (1 - e^{-0.11*EDAD})^7$$

$$b_{s30} = \frac{30}{(1 - e^{-0.11*20})^7} = 68.26 \Rightarrow 68.26 * (1 - e^{-0.11*EDAD})^7$$



**DEPARTAMENTO DE MANEJO DE RECURSOS FORESTALES**  
**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**  
**UNIVERSIDAD DE CHILE**

1. Plantee las restricciones estructurales para un modelo de estructura tipo II, considerando clases de edad y periodos de 5 años sobre un horizonte de planificación de 30 años, para la siguiente condición inicial del patrimonio (20%)

Clase de Edad	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30+
Area (ha)	346	1234	456	238	754	541	30

Además, considere que el tiempo mínimo entre dos cosechas sucesivas es de 12 años.

2. Para el problema anterior, plantee la maximización de los retornos netos descontados, considerando un ingreso neto por m<sup>3</sup> de 2M\$/m<sup>3</sup>, una tasa de descuento del 7% p.a. y la siguiente función de rendimiento.

$$Y = 845 (1 - e^{-0.11289 X})^{7.40331}$$

Plantee además restricciones de rendimiento no decreciente. (20%)

3. Para la misma condición inicial del patrimonio del problema 1 plantee las restricciones estructurales de un modelo de estructura tipo III, considerando además una edad máxima de cosecha de 30 años (20 %).
4. Plantee la maximización de los retornos netos descontados y restricciones de rendimiento no decreciente para el problema 3, considerando un ingreso neto por m<sup>3</sup> de 2M\$/m<sup>3</sup>, una tasa de descuento del 7% y la siguiente función de rendimiento(20 %).

$$Y = 845 (1 - e^{-0.11289 X})^{7.4033}$$

5. Explique el significado y aplicación de precios sombra y costos reducidos en análisis de sensibilidad (10 %)
6. Demuestre que el IPA intercepta al IMA cuando este último se hace máximo. Discuta la importancia de este concepto (10%).



**DEPARTAMENTO DE MANEJO DE RECURSOS FORESTALES**  
**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**  
**UNIVERSIDAD DE CHILE**

5. ¿Qué entiende usted por Manejo Forestal? ¿y por ordenación forestal? ¿son conceptos equivalentes?. (10%)
  6. Describa la metodología para seleccionar un regimen silvicultural apropiado a un sitio particular (10%)
  7. ¿Que es un modelo de crecimiento? ¿Para qué sirve? (10%)
  8. Calcule el stock del bosque regulado de acuerdo a la concepción de von Mantel considerando un patrimonio de 10436 ha, una rotación de 27 años y un incremento medio anual de 23 m<sup>3</sup>/ha/año (10%).
  9. Enuncie las razones por las cuales el enfoque tradicional a la regulación forestal no puede ser utilizado en forma exitosa en la planificación de la producción de plantaciones intensivamente manejadas (10%).
  10. Explique certidumbre, incertidumbre y riesgo (10%)
- 
1. Enuncie las razones por las cuales el enfoque tradicional a la regulación forestal no puede ser utilizado en forma exitosa en la planificación de la producción de plantaciones intensivamente manejadas (10%).
  2. ¿Por qué se requiere la agregación del tiempo en periodos y la agregación de rodales en croptypes (macro-rodales) en modelación de patrimonio al nivel estratégico? (10%)
  3. Enuncie a base de que características clasificaría el patrimonio de Pino Radiata de Forestal Arauco, para efectos de la planificación de la producción al nivel estratégico. (10%).
  4. Formule en términos literales las restricciones de gestión para un modelo de estructura tipo I, que consideren que el volumen de madera aserrable crezca a tasas de entre un 5 y un 10% por periodo. Si trabaja sobre un horizonte de planificación de T años, con agregación del tiempo en periodos de t años, entonces formule en términos literales el número de restricciones de este tipo que se deberán establecer (30%)



**DEPARTAMENTO DE MANEJO DE RECURSOS FORESTALES**  
**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**  
**UNIVERSIDAD DE CHILE**

5. Describa en términos literales un modelo de estructura tipo I, que permita la adquisición de patrimonio en cualquier punto del tiempo  $t$  a lo largo de un horizonte de planificación  $T$  (40 %).
  1. Describa y explique mediante UN EJEMPLO el modelo de ordenación a nivel táctico visto en clases (con variables enteras) (50 %).
  2. Explique mediante UN EJEMPLO la forma en que se traspasa superficie desde un croptype a otro, en un modelo de estructura tipo III (50 %).
  3. ¿Cuál es la importancia de los planes de ordenación en el desarrollo futuro del sector forestal en Chile?. Esta es una pregunta general, para la cual deseo conocer vuestra opinión basados en los conocimientos adquiridos en los cursos de manejo forestal I y II (50 %).
  4. Discuta las diferencias y similitudes entre modelos de estructura tipo I, II y III.
    1. Describa los modelos de ordenación utilizados en NZ
    2. Explique la estructura y la forma como opera FOLPI
    3. Discuta la influencia de National Forest Management Act (NFMA) sobre la ordenación de los bosques públicos en Estados Unidos.
- I. Definiciones (25%)
  1. Niveles de Decisión (5%)
  2. Ordenación (5%)
  3. Enfoque tradicional a la regulación forestal (5%)
  4. Problema de Ordenación (5%)
  5. Modelo tipo I (5%)



**DEPARTAMENTO DE MANEJO DE RECURSOS FORESTALES**  
**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**  
**UNIVERSIDAD DE CHILE**

**II. Formulación Literal (35 %)**

Considere el siguiente problema de ordenación. Un propietario posee “n” rodales de la misma especie, productividad e intervenidos de acuerdo a “m” sistemas silviculturales. Las edades de los rodales 1, 2, ....., n al inicio del horizonte de planificación son respectivamente  $E_1, E_2, \dots, E_n$ . Todos los rodales se comportan de acuerdo a una función de Chapman-Richards, de coeficientes que varían dependiendo del sistema silvicultural  $\{a_1, b_1, c_1\}, \{a_2, b_2, c_2\}, \dots, \{a_m, b_m, c_m\}$ . El propietario de este predio requiere planificar cómo, cuándo y dónde intervenir para maximizar los ingresos netos considerando el valor del tiempo. El propietario además desea que el volumen total cosechado en cada periodo sea entre un 5 y un 10% mayor que el volumen cosechado en el periodo precedente. Finalmente el propietario desea que al final del horizonte de planificación T, exista al menos cierta superficie en cada clase de edad.

Plantee en forma literal,

- 2.1 Definición de variables de decisión (5%)
- 2.2 Definición de parámetros en forma literal (5%)
- 2.3 Método de cálculo de rendimientos (5%)
- 2.4 Planteamiento Función Objetivo (5%)
- 2.5 Planteamiento Restricciones Estructurales (5%)
- 2.6 Planteamiento de restricciones de rendimientos crecientes (5%)
- 2.7 Planteamiento de restricciones de regulación al final del horizonte de planificación (5%)

**III. Formulación Explícita y Resolución**

Considere ahora que  $n=1, m=1$ , y que se plantea resolver el problema sobre un horizonte de planificación de 4 periodos de 20 años cada uno. La superficie del rodal 1 es de 7548 ha y su edad 17 años. Además este rodal se comporta de acuerdo a una función de rendimientos de Chapman-Richards con coeficientes  $a=454, b=0.05, c=7$ . Plantee el problema de ordenación considerando un ingreso neto por metro cúbico de 12 M\$/m<sup>3</sup>, una tasa de descuento del 4% p.a y restricciones de rendimiento no decreciente. Resuelva y encuentre el valor de las variables de decisión. (40%)



**DEPARTAMENTO DE MANEJO DE RECURSOS FORESTALES**  
**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**  
**UNIVERSIDAD DE CHILE**

1. ¿Qué es un modelo de crecimiento? (20%)

Un modelo es una abstracción de la realidad. Un modelo de crecimiento es una abstracción que permite predecir el tamaño o cambio de tamaño de un árbol o grupo de árboles, basados en:

- (i) una descripción adecuada del sistema en cualquier punto en el tiempo (el “estado del sistema”)
- (ii) una función de transición que estima la tasa de cambio basado en el estado del sistema y en variables externas de control.

En general la predicción se realiza a nivel de la hectárea o rodal.

2. Discuta la diferencia entre sistemas estáticos y dinámicos en modelación de crecimiento. (20%)

3. Describa brevemente los tipos de modelos de crecimiento y rendimiento (40%)

- (i) Modelos de rodal
- (ii) Modelos de distribuciones diamétricas
- (iii) Modelos de árboles individuales

4. Discuta los fundamentos biológicos de la función de crecimiento y rendimiento de von Bertalanffy (Chapman-Richards) (20%)

En efecto esta función de crecimiento, se fundamenta en que el crecimiento de uno o varios organismos, es el resultado entre la síntesis y la degradación de los materiales constitutivos. Es más, estas tasas son alométricamente proporcional a la masa de los individuos en cuestión. La integración de esta función ha dado lugar a la función de rendimiento de Chapman-Richards.

$W = aDAP^b$  (ejemplo de relación alométricamente proporcional)

$$dy/dx = aY^b - cY^d$$

$$Y = B_0(1 - \exp(-B_1X))^{B_2}$$



**DEPARTAMENTO DE MANEJO DE RECURSOS FORESTALES**  
**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**  
**UNIVERSIDAD DE CHILE**

1. Calcule el stock del bosque regulado de acuerdo a la concepción de von Mantel, considerando un patrimonio de 6847 ha, una rotación de 43 años y un crecimiento medio anual de 14 m<sup>3</sup>/ha/año.

Von Mantel concibió el bosque como un triángulo rectángulo de base R y altura Cr.

R=43 años,

$$Cr = (6847/43) * (14 * 43) \quad \text{o} \quad Cr = 6847 * 14 = 95.858 \text{ m}^3$$

$$Sr = R * Cr / 2 = 43 * 95.858 / 2 = 2.060.947 \text{ m}^3$$

2. Diferencia entre crecimiento y rendimiento. ¿ Qué es una función o tabla de rendimiento?

Crecimiento: cambio en la dimensión de un individuo o grupo de individuos en un lapso relativamente pequeño de tiempo. Ej : 20 m<sup>3</sup>/ha/año

Rendimiento : Crecimiento acumulado. Ej: 600 m<sup>3</sup>/ha a los 25 años.

Crecimiento = Productividad

Rendimiento = Producción

Función de Rendimiento : Una ecuación que describe el rendimiento en función de la edad ( Ej  $V(\text{m}^3/\text{ha}) = 600 ( 1 - e^{-0.005 \text{ Edad}} )^7$ )

6. Enuncie las razones por las cuales el enfoque tradicional a la regulación forestal no puede ser utilizado en forma exitosa en la planificación de la producción de plantaciones intensivamente manejadas (10%).
7. ¿Por qué se requiere la agregación del tiempo en periodos y la agregación de rodales en croptypes (macro-rodales) en modelación de patrimonio al nivel estratégico? (10%)
8. Enuncie a base de que características clasificaría el patrimonio de Pino Radiata de Forestal Arauco, para efectos de la planificación de la producción al nivel estratégico. (10%).



**DEPARTAMENTO DE MANEJO DE RECURSOS FORESTALES**  
**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**  
**UNIVERSIDAD DE CHILE**

9. Formule en términos literales las restricciones de gestión para un modelo de estructura tipo I, que consideren que el volumen de madera aserrable crezca a tasas de entre un 5 y un 10% por periodo. Si trabaja sobre un horizonte de planificación de T años, con agregación del tiempo en periodos de t años, entonces formule en términos literales el número de restricciones de este tipo que se deberán establecer (30%)
10. Describa en términos literales un modelo de estructura tipo I, que permita la adquisición de patrimonio en cualquier punto del tiempo t a lo largo de un horizonte de planificación T (40 %).
1. Defina Manejo Forestal (10%)
2. Enuncie y defina los distintos niveles de toma de decisiones (10 %)
3. Enuncie las razones por las cuales el enfoque tradicional a la regulación forestal no puede ser utilizado en forma exitosa en la planificación de la producción de plantaciones intensivamente manejadas (10%).
4. ¿Por qué se requiere la agregación del tiempo en periodos y la agregación de rodales en croptypes (macro-rodales) en modelación de patrimonio al nivel estratégico? (10%)
5. Enuncie a base de que características clasificaría el patrimonio de Pino Radiata de Forestal Arauco, para efectos de la planificación de la producción al nivel estratégico. (10%).
6. Suponga tres rodales A, B y C de 100, 200 y 300 ha y edades de 23, 38 y 66 años respectivamente. Formule matemáticamente un modelo de ordenación que permita planificar la producción del bosque durante los próximos 100 años, considerando que el tiempo se agrega en periodos de 10 años, y que la función de rendimiento aplicable a los tres rodales (A, B, C) es:

$$Y = 600 (1 - e^{-0.05x})^7$$

Donde Y representa el rendimiento en m<sup>3</sup>/ha y X representa la edad en años. Formule las variables de decisión, los parámetros, la función objetivo (maximización de volúmenes descontados al 7%), restricciones estructurales y restricciones de rendimientos no decrecientes. (50 %)



**DEPARTAMENTO DE MANEJO DE RECURSOS FORESTALES**  
**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**  
**UNIVERSIDAD DE CHILE**

1. Considere el patrimonio formado por tres rodales A,B y C de 200, 500 y 700 ha respectivamente. Estos rodales son monoespecíficos de la misma productividad y son manejados de acuerdo al mismo sistema silvícola. Las edades de los rodales A,B y C son 70, 50 y 30 años al inicio del horizonte de planificación. Formule las restricciones estructurales de un modelo tipo II para el problema, considerando que deben transcurrir a lo menos 40 años entre dos cosechas sucesivas. Para lo anterior, considere que el tiempo se agrega en periodos de 10 años sobre un horizonte de planificación de 100 años.
2. Considere un patrimonio de 100.000 ha de una especie nativa, que puede ser intervenido de acuerdo a dos sistemas silvícolas alternativos. El primer sistema silvícola genera un valor presente del suelo de M\$ 250/ha mientras que el segundo, M\$ 150 / ha. Estudios han demostrado que el primer sistema silvícola posee un índice de biodiversidad de 100 mientras que el segundo de 200. Se estima que la biodiversidad aumenta en la medida que el índice crece.

Enuncie el problema, las variables de decisión, los parámetros, las funciones objetivos y las restricciones. Construya la formulación MINSUM y MINMAX.

3. Suponga que usted desea establecer restricciones para que en un determinado punto en el tiempo, a lo largo del horizonte de planificación, exista una mínima cantidad de superficie por clase de edad, usando un modelo de estructura tipo I. Cómo realizaría esto?.
7. Describa los distintos niveles de toma de decisiones. (20%)
8. ¿Qué es ordenación forestal? (20%)
9. Suponga posee la información de 300 parcelas en distintos sitios y fases de desarrollo en bosques no intervenidos de Lenga en Magallanes. En cada parcela, se midió DAP, dominancia, fase de desarrollo, estado sanitario, y altura para un 10% de los árboles. Describa la metodología para construir un modelo de crecimiento y rendimiento considerando distribuciones diamétricas. (40%)
10. Enumere las razones por las cuales, a nivel corporativo, se hace deseable mantener un flujo no decreciente de productos en calidad y cantidad (rendimiento sostenido). (20%)



**DEPARTAMENTO DE MANEJO DE RECURSOS FORESTALES**  
**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**  
**UNIVERSIDAD DE CHILE**

11. Demuestre matemáticamente, usando la función de Chapman-Richards, que el crecimiento medio anual se iguala al crecimiento corriente cuando el crecimiento medio anual se hace máximo.
12. Determine curvas anamórficas de índice de sitio, basado en la siguiente curva guía:

$$H_{\text{dom}} = 25 (1 - e^{-0.11 \text{ Edad}})^7$$

Determine dichas curvas para índices de sitio 15, 20, 25 y 30 (edad base=20)

13. Considere la función acumulada de densidad de Weibull con parámetros  $a=10$ ,  $b=20$ ,  $c=3$ . Construya la tabla de rodal correspondiente considerando un total de 630 árboles por hectárea, y determine área basal por hectárea.
14. Explique la forma en que von Mantel dedujo su fórmula conocida como de "gloriosa simplicidad". Describa la concepción que von Mantel tenía del bosque regulado.
15. Para bosques no intervenidos de Lenga en Río Rubens, se ajustó la siguiente ecuación de densidad:

$$N_{\text{ha}} = 185381 (\text{DCM})^{-1.5657}$$

- a) Son coincidentes estos resultados con los de Reinecke (1933)
  - b) Construya la ecuación de Índice de Densidad de Rodal de Reinecke considerando un diámetro base de 30 cm.
1. Demuestre matemáticamente, usando la función de Chapman-Richards, que el crecimiento medio anual se iguala al crecimiento corriente cuando el crecimiento medio anual se hace máximo.
  2. Determine curvas anamórficas de índice de sitio, basado en la siguiente curva guía:

$$H_{\text{dom}} = 25 (1 - e^{-0.11 \text{ Edad}})^7$$

Determine dichas curvas para índices de sitio 15, 20, 25 y 30 (edad base=20)



**DEPARTAMENTO DE MANEJO DE RECURSOS FORESTALES**  
**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**  
**UNIVERSIDAD DE CHILE**

3. Considere la función acumulada de densidad de Weibull con parámetros  $a=10$ ,  $b=20$ ,  $c=3$ . Construya la tabla de rodal correspondiente considerando un total de 630 árboles por hectárea, y determine área basal por hectárea.
4. Explique la forma en que von Mantel dedujo su fórmula conocida como de "gloriosa simplicidad". Describa la concepción que von Mantel tenía del bosque regulado.
5. Para bosques no intervenidos de Lenga en Río Rubens, se ajustó la siguiente ecuación de densidad:

$$N_{ha} = 185381 (DCM)^{-1.5657}$$

- c) Son coincidentes estos resultados con los de Reinecke (1933)
  - d) Construya la ecuación de Índice de Densidad de Rodal de Reinecke considerando un diámetro base de 30 cm.
3. Describa las diferencias entre las formulaciones MINSUM y MINMAX de programación por múltiples objetivos (20%)
  4. Explique como la programación por múltiples objetivos puede ayudar a guiar las negociaciones en el uso sustentable de los recursos naturales (20%)
  5. Enuncie literalmente un modelo que permita instrumentalizar un uso múltiple y sustentable de los recursos forestales (30%)
  6. Explique un procedimiento para la selección y evaluación de regímenes silviculturales en plantaciones manejadas intensivamente, cuando el objetivo es maximizar las utilidades monetarias de los accionistas de una empresa privada (30%).
1. ¿Cuál es el problema de programación de cosecha? (10 %)
  2. ¿Describa los enfoques usados para resolver el problema de programación de cosecha? (10 %)
  3. ¿Qué es un modelo de patrimonio? (10 %)



**DEPARTAMENTO DE MANEJO DE RECURSOS FORESTALES**  
**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**  
**UNIVERSIDAD DE CHILE**

4. ¿Para qué sirve un modelo de patrimonio? (10 %)
  5. ¿Cuáles son las diferencias entre un modelo tipo I y uno tipo II? (10 %)
  6. ¿Cuál es el significado de los precios sombra de las restricciones estructurales en los modelos tipo I y II, cuando la función objetivo maximiza el valor presente neto? (10 %)
  7. Enuncie la forma literal de un modelo que permita planificar la proporción del patrimonio que una empresa forestal debiera asignar a diferentes regímenes silviculturales (e.g. Régimen orientado a la producción de madera libre de nudos, madera estructural, madera pulpable, y uso silvopastoral). (40 %)
1. Diseñe una metodología para la construcción de un modelo de crecimiento y rendimiento en Renovales de Roble-Raulí-Coigüe, en el área de Panguipulli. Identifique los componentes necesarios y su forma de modelación.
  2. Explique los enfoques tradicionales a la regulación forestal. Ilustre mediante ejemplos. Además, explique por qué estos planteamientos no son de gran aplicabilidad en nuestro mundo actual.
  3. Explique cómo von Mantel derivó su famosa fórmula para lograr la regulación por volumen del bosque. De ser necesario, ilustre mediante ejemplos.
  4. Describa las ecuaciones de crecimiento y rendimiento propuestas por Bertalanffi. Discuta los supuestos biológicos de la ecuación.
  5. Dada la siguiente función de rendimiento, construya una tabla de rendimiento, CMA y CC, basado en FUNCIONES. Explique los resultados obtenidos.

$$V \text{ (m}^3\text{/ha)} = 1005.65053 (1 - e^{-0.11289 E})^{7.40331}$$

6. Describa una metodología para evaluar y seleccionar regímenes silviculturales.



**DEPARTAMENTO DE MANEJO DE RECURSOS FORESTALES**  
**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**  
**UNIVERSIDAD DE CHILE**

7. Asumiendo la siguiente distribución de superficies por clase de edad, simule la cosecha del patrimonio usando el método de regulación por área, para una rotación de 27 años y un horizonte de planificación de 50 años.

T (años)	0-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36+
V (m <sup>3</sup> /ha)	0	0	115	250	350	430	500	550

Tiempo	Superficie (ha) por clase de edad						
	0-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31 +
0	2437	56	841	5048	70	335	0
0-5							
6-10							
11-15							
16-20							
21-25							
26-30							
31-35							
36-40							
41-45							
46-50							

Tiempo	Volumen cosechado (m <sup>3</sup> ) por clase de edad						
	0-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31 +
0							
0-5							
6-10							
11-15							
16-20							
21-25							
26-30							
31-35							
36-40							
41-45							
46-50							

8. Explique la diferencia entre Silvicultura y Manejo Forestal
9. ¿ Qué entiende usted por manejo sustentable ?



**DEPARTAMENTO DE MANEJO DE RECURSOS FORESTALES**  
**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**  
**UNIVERSIDAD DE CHILE**

10. Calcule crecimiento medio anual y crecimiento corriente para la siguiente serie de rendimientos volumétricos.

Edad	Rendimiento (m <sup>3</sup> /ha)	CAM (m <sup>3</sup> /ha/año)	CC (m <sup>3</sup> /ha/año)
0	0		
5	0		
10	14		
15	70		
20	117		
25	209		
30	305		

4. ¿ Cual es la importancia de la predicción de crecimientos y rendimientos ?