

# ACTUALIZACIÓN DE EXISTENCIAS ENTRE INVENTARIOS DE ORDENACIÓN

Javier Martínez Millán & Sonia Condés

Departamento de Economía y Gestión de las Explotaciones Forestales. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Ciudad Universitaria, s/n. 28040 MADRID

## 1. INTRODUCCIÓN

En las revisiones decenales de los proyectos de ordenación de montes ordenados de producción maderable se necesitan los cálculos de las existencias actualizadas, con vistas a una planificación correcta de las cortas en el semiperíodo.

Las «Normas sobre redacción de propuestas y presupuestos para la ejecución de Revisiones de Ordenación», incluidas en las Instrucciones de Ordenación de Montes arbolados, establecen que, en aquellas revisiones cuyo comienzo de vigencia no coincida con el final del período de reproducción, se efectuará el conteo directo de pies únicamente en el tramo de reproducción. De acuerdo con estas normas *«el cálculo de existencias, en aquellos tramos en que no se haya realizado el conteo, se hará partiendo de las existencias en número de pies y volumen, determinadas en el proyecto anterior, disminuidas en los aprovechamientos realizados durante la vigencia del Plan Especial correspondiente, e incrementadas, en el caso del volumen, en la parte que corresponde de los crecimientos determinados en el anterior estudio, si la fiabilidad del crecimiento es patente, o en caso contrario, por el empleo del crecimiento centesimal aceptado en el anterior proyecto, o bien, modificado con los datos que se hubieran podido recoger durante la ejecución del Plan Especial.»*

En la metodología que se propone suponemos que, para una determinada unidad dasocrática, se cuenta con una distribución

diamétrica inicial (la del último inventario realizado) y unas cortas que se van registrando año por año, en las que de cada pie aprovechado se conoce su diámetro normal y su estado (verde o seco).

La distribución diamétrica inicial se actualiza hasta el año de interés. Para ello, para cada año transcurrido, se hacen dos operaciones: detracción de las cortas y proyección de la distribución diamétrica, que se harán en este orden si las cortas se efectúan al principio del año y en orden inverso si se efectúan al final del año. Una vez calculada la distribución diamétrica resultante al final de un año, esta misma sirve de distribución inicial para la siguiente proyección.

Para el cálculo de existencias en un determinado año se supone que, ya sea mediante valores modulares o tarifas de ordenación del último inventario (modificados o no), se tienen unos valores unitarios por especies, estratos, y clases diamétricas que aplicados a la distribución diamétrica resultante nos proporcionan los valores de las existencias y crecimientos.

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1. Detracción de las cortas

Se supone que en una determinada unidad dasocrática y para una determinada especie se conocen el número de pies según clases diamétricas,  $n(i, t)$ , al principio del año  $t$ , y las cortas efectuadas, que se suponen controladas por el número de pies según clases

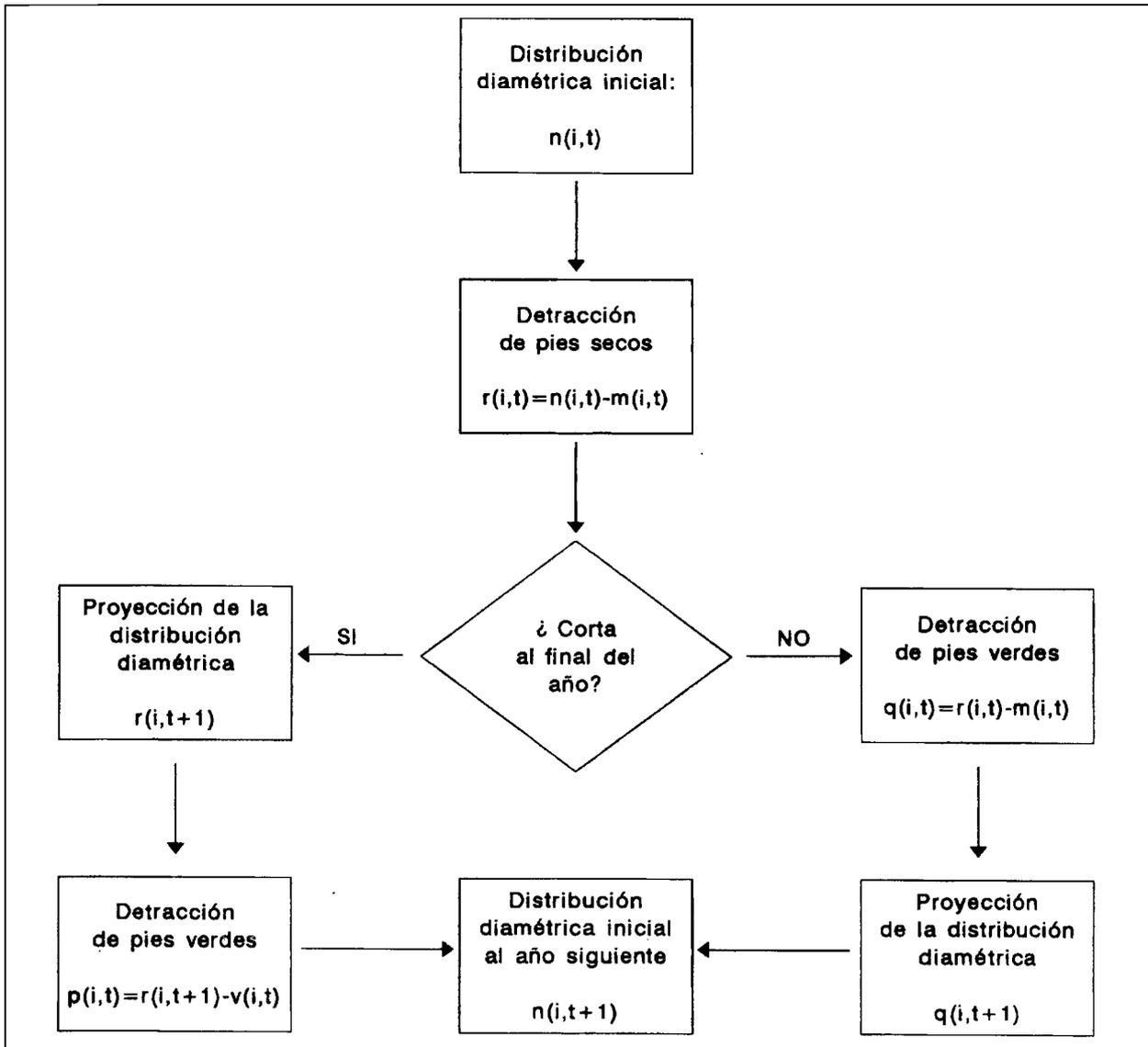


Figura 1. Esquema de actualización anual de la distribución diamétrica

diamétricas. Se designan con  $m(i,t)$  y  $v(i,t)$  los números de pies muertos y verdes extraídos durante el año, correspondientes a la clase diamétrica  $i$ .

En cualquier caso los pies secos se detraen de la distribución diamétrica inicial, pues se supone que no han crecido durante el año:  $r(i,t)=n(i,t)-m(i,t)$ .

Si los pies verdes aprovechados lo han sido al final del año, antes de restarlos se debe proyectar la distribución  $r(i,t)$  un año como consecuencia de su incremento diametral obteniéndose una nueva distribución  $r(i,t+1)$ . De ésta se detraen los pies verdes

aprovechados obteniéndose una distribución al final del año  $p(i,t)=r(i,t+1)-v(i,t)$ , que será la inicial en el año  $t+1$ .

Si los pies verdes han sido aprovechados al principio del año  $t$  se restan de la distribución  $r(i,t)$ , obteniéndose un valor  $q(i,t)=r(i,t)-v(i,t)$ . A continuación se hace la proyección de la distribución diamétrica  $q(i,t)$  para un año, obteniéndose la distribución final  $q(i,t+1)$  que será la inicial del año  $t+1$ .

La aplicación, año por año, a la distribución inicial de la misma secuencia de operaciones nos permite obtener la distribución

diamétrica actualizada para el año ya transcurrido que se desee. En la figura 1 puede verse un esquema de actualización anual de la distribución diamétrica.

## 2.2. Investigación de los incrementos diametrales

Para poder hacer la proyección de una distribución diamétrica se necesitan valores promedios  $\overline{id}_i$  de los incrementos diametrales anuales con corteza que sean representativos de cada clase diamétrica  $i$ , de amplitud a conocida (generalmente 5 cm). Estos valores se pueden obtener a veces de los datos del proyecto directamente o en forma de tiempos de paso  $tp_i$ , definidos como el número de años que necesita un árbol de diámetro  $d_i - a/2$  para pasar al diámetro  $d_i + a/2$ . En este caso se obtienen los incrementos diametrales  $id_i$  como  $a/tp_i$ . Si no se conocen estos datos deben ser investigados en cada una de las combinaciones estratoespecie (series) decididas en el monte.

Para cada clase diamétrica se pueden barrenar 16 pies seleccionados al azar dentro de las unidades dasocráticas pertenecientes a cada serie.

Se mide el espesor diametral de los 10 últimos anillos de crecimiento como suma de los espesores radiales, medidos en los extremos de un diámetro promedio del árbol, y se calculan también los espesores radiales de la corteza en los dos extremos.

Como los incrementos diametrales se van a utilizar para proyectar a partir de distribuciones diamétricas con corteza, deben estimarse con corteza, para lo cual se pueden multiplicar los  $id_{sci}$  investigados por el valor  $r_i$ , que es el cociente entre el diámetro con y sin corteza, obteniéndose  $id_i = r_i id_{sci}$ .

Se calcula con los 16 datos la media  $\overline{id}_i$  y la desviación típica  $s_i$  y el coeficiente de variación  $cv_i = s_i / \overline{id}_i$ .

Si suponemos válido el coeficiente de variación así obtenido, el error relativo  $e'_i$  de la estimación del incremento diametral  $\overline{id}_i$ , para una probabilidad fiducial de 2/3, será

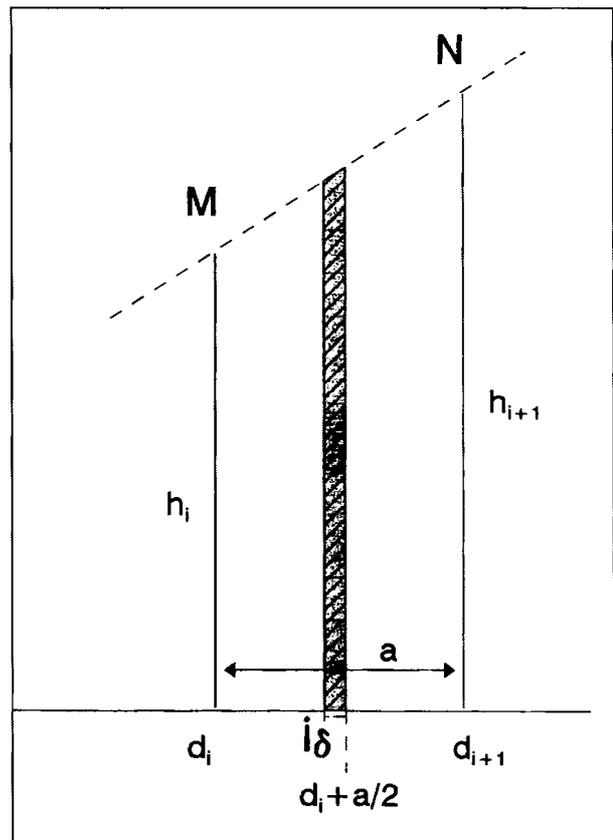


Figura 2. Proyección de los pies de una clase diamétrica.

$e'_i = cv_i / 4$ . Si designamos con  $e_i$  la cota de error admisible se puede calcular el número total de árboles a barrenar  $n_i$  de la clase diamétrica  $i$  como  $n_i = cv_i^2 / e_i^2 = 16 (e'_i / e_i)^2$ .

Dependiendo principalmente de la variabilidad de las edades de los pies de cada clase diamétrica, los valores de los  $cv_i$  suelen oscilar desde un 20% en los más homogéneos hasta el 50% en rodales disetáneos.

Además cada valor calculado  $id_i$  se debe referir al diámetro con corteza del árbol en el año al que corresponde el crecimiento periódico medio calculado, es decir, 5 años antes. Para esta edad el diámetro con corteza correspondiente se puede estimar como  $d_{i(-5)} = d_i - 5 \cdot id_i$ .

Si el valor  $d_{i(-5)}$  hace que el árbol pase a la clase diamétrica inferior, se incluye el dato  $id_i$  en la clase  $i-1$  para el cálculo de los valores promedios.

### 2.3. Proyección de la distribución diamétrica

Suponemos una distribución diamétrica inicial de pies verdes con frecuencias absolutas  $f_i$  y valores  $\overline{id}_i$  de los incrementos diamétricos.

Vamos a calcular el número de pies que pasarían en un año de la clase diamétrica  $i$  a la clase  $i+1$ , con un número de pies  $f_{i+1}$ .

Para estimar más correctamente el incremento diametral de los pies que saltan de clase diamétrica se podrían utilizar unos valores  $\overline{id}_i(i, i+1) = (\overline{id}_i + \overline{id}_{i+1}) / 2$ .

En cualquier caso vamos a designar con  $i\delta$  al valor del incremento diametral anual adoptado.

En la figura 2 se puede ver un histograma de frecuencias en el que las áreas representan frecuencias absolutas de modo que  $f_i = h_i a$  y  $f_{i+1} = h_{i+1} a$ .

Los pies que saltan de la clase  $i$  a la clase  $i+1$  en un año son los que están en la distribución diamétrica situados a una distancia del límite superior de la clase  $d_i + a/2$  menor o igual que  $i\delta$ . Analíticamente este número es:

$$n(i, i+1) = \int_{d_i + a/2 - i\delta}^{d_i + a/2} h(x) dx$$

siendo  $h(x)$  la función de densidad de frecuencias. Esto es equivalente al área rayada en la figura.

Casi nunca se va a tener una función teórica de distribución de frecuencias que se adapte exactamente a una distribución de diámetros. Entonces se puede suponer que esta función de densidad de frecuencias es una recta MN en el intervalo entre dos clases diamétricas, obteniéndose:

$$n(i, i+1) = \frac{f_i + f_{i+1}}{2a} i\delta - \frac{f_{i+1} - f_i}{2a^2} i\delta^2$$

Se puede simplificar el proceso anterior suponiendo que la distribución es rectangu-

lar dentro de la clase diamétrica  $i$  y que no está interferida por las frecuencias de las clases diamétricas a derecha e izquierda.

En este caso se hace  $n(i, i+1) = f_i i\delta/a$ .

Las diferencias con la otra alternativa suelen ser pequeñas por lo que se puede utilizar generalmente esta aproximación.

### 2.4. Cálculo de la incorporación

Consideramos como incorporación el número de pies que pasan en un año a formar parte de la primera clase inventariable.

En aquellos estratos en que este dato sea significativo debe investigarse una tasa de incorporación a la primera clase diamétrica. Se puede hacer con la misma metodología expuesta para la investigación de los incrementos diametrales, barrenando pies de la clase diamétrica preinventariable.

Para calcular la incorporación debe conocerse también el número de pies de la clase preinventariable. Puede ocurrir que, si no se hacen entrar en juego los pies de las clases diamétricas no métricas, al hacer la proyección varios años se agoten los de la clase preinventariable. Cuando esto vaya a ocurrir conviene comprobar el estado de la masa joven en el estrato de que se trate. Si se observa que la incorporación a la clase preinventariable está garantizada se puede aplicar una tasa de incorporación igual a la de la primera clase métrica. En caso contrario se reduce la tasa de incorporación a la clase preinventariable o se anula si es necesario.

### 2.5. Cálculo de existencias

El sistema de cálculo más adecuado a esta metodología consiste en la utilización de valores unitarios de las existencias, por clases diamétricas y especies, para cada uno de los estratos definidos.

Estos valores unitarios multiplicados por el número de pies de una unidad dasocrática proporcionan las existencias y crecimientos.

Los valores unitarios pueden provenir directamente de los valores modulares utilizados en el inventario del último proyecto o revisión, o de tarifas de ordenación, ecuaciones que proporcionan existencias y crecimientos en función del diámetro.

En el caso de valores modulares se recomienda el uso de alturas reducidas que multiplicadas por el área basimétrica proporcionan datos del volumen aprovechable, o directamente el uso de volúmenes unitarios. Estos valores multiplicados por el crecimiento relativo anual nos proporcionan el crecimiento corriente anual del volumen.

En el caso de utilizar tarifas de ordenación, como mínimo se debe contar con tarifas de volúmenes y del crecimiento corriente anual.

Si al controlar el volumen de las cortas se observa una variación notable de la cubicación hecha con los valores unitarios o tarifas, con respecto a la cubicación real del árbol apeado, se pueden corregir adecuadamente los valores o tarifas de volumen para adaptarlos a la realidad.

Sólo se justificará el apeo y medición de nuevos árboles tipo cuando haya habido un cambio apreciable en la relación alturas/diámetros de la masa. Se suele suponer que ésto no va a ocurrir en períodos inferiores a los 10 años de un semiperíodo.

### 3. CONCLUSIONES

La actualización de las existencias entre inventarios de ordenación se puede realizar de un modo más sencillo y objetivo basándose en la evolución de la distribución diamétrica.

Para poder aplicar el método es necesario contar, para cada unidad dasocrática de interés, con un inventario inicial y datos de las cortas efectuadas año por año, evaluadas en

diámetro y no necesariamente en volumen.

La época de corta se debe tener en cuenta a la hora de hacer la detracción de las cortas y la proyección de la distribución diamétrica.

Se necesita investigar los crecimientos diametrales para cada estrato por especie y clase diamétrica. Para cada combinación se recomienda barrenar una muestra de 16 árboles como mínimo.

La forma de la distribución diamétrica no tiene tanta importancia, pudiéndose adoptar la hipótesis de distribución rectangular dentro de cada clase diamétrica.

Por último se recomienda con éste método el uso de valores modulares o tarifas de ordenación para el cálculo de las existencias.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DIRECCIÓN GENERAL DE MONTES; 1971. *Ordenación de Montes Arbolados. Instrucciones*. Circular n.º 2/1971 de 23 de febrero.

MACKAY, E.; 1949. *Fundamentos y métodos de la Ordenación de Montes. Segunda parte*. Sección de publicaciones. Escuela Especial de Ingenieros de Montes.

MARTÍNEZ MILLÁN, J.; 1978. Una normalización de los Inventarios por muestreo para ordenación. Ponencia presentada a la reunión de «Ordenación de Montes» celebrada por ICONA en San Rafael. No publicado.

MINISTERIO DE AGRICULTURA; 1953. *Instrucciones para el Servicio de Ordenación de Montes*. Publicaciones del Ministerio de Agricultura. Madrid.

MORO, J.; 1968. *Mecanización del cálculo de los inventarios forestales con enumeración completa de los árboles*. Comunicación n.º 17. IFIE. Madrid.