

Uso de los Dendroscopios Monoculares

Precisión MAC 200
(Basimétrico)

y

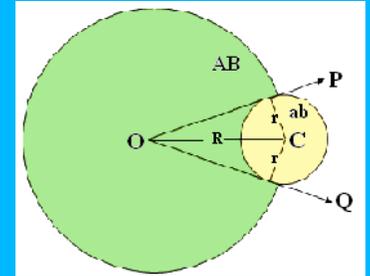
Precisión MAC 200
(Diamétrico)



José Manuel Cabrera

Introducción

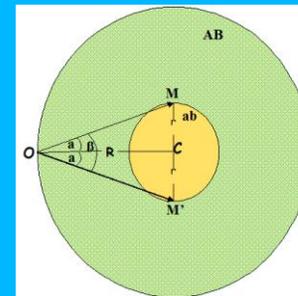
Bitterlich creó el método de Parcelas de Dimensiones Variables; no obstante, ignoró que había creado un Muestreo Forestal Virtual porque su exposición era dogmática, a pesar de presentarla con operaciones aritméticas y geométricas. Él asoció, con el árbol tangente a cierto ángulo dado POQ una parcela circular (mostrados a la par), coligiendo la proporción: $\frac{ab}{AB} = \frac{FAB}{10000}$, la cual denominamos "El Postulado de Bitterlich".



Bitterlich aceptó dogmáticamente que la figura anterior era la correcta y expuso las relaciones aritméticas y geométricas colegidas de su postulado y, como empleó relaciones, llamó Relascopía a su método. Ese oscuro dogmatismo hacía imposible entender su obra, lo cual empeoraba cuando la exponía en manuales para el uso de sus Relascopios, sin exponer ninguna demostración matemática formal. Dilworth intentó corregir ese error con un teorema trigonométrico que lo

condujo a: $FAB = \frac{10000}{1+4\left(\frac{R}{d}\right)^2}$, fórmula incorrecta

según probamos con un teorema algebraico que conduce a: $FAB = \left(\frac{50d}{R}\right)^2$. Luego, con base en la figura del Árbol Secante Límite ilustrado a la izquierda, creamos el Axioma de Bitterlich-Cabrera, a partir del cual demostramos el teorema trigonométrico que deriva hacia aquella fórmula: $FAB = \left(\frac{50d}{R}\right)^2$,



lo cual prueba que el árbol secante límite es la figura correcta y no la del árbol tangente de Bitterlich; lo que demuestra a la vez que los árboles

tangentes NO generan parcela alguna. Comprobada la posición correcta para que el árbol genere su parcela virtual asociada, colegimos los corolarios que dan fundamento científico a la Dendroscopimetría.

Nuestros dos teoremas y sus cuatro corolarios, agotan todas las posibilidades del Muestreo Forestal Angular y permiten entender perfectamente el método, develando la profundidad conceptual que permitió detectar que se trataba de un Muestreo Forestal Virtual, lo que solo podía comprenderse con teoremas demostrados formalmente y sus consecuentes corolarios, nunca por las relaciones aritméticas subjetivas asociadas con una figura geométrica.

La Dendroscopía corrige más de 20 errores de la Relascopía, lo cual está asociado con la creación de nuevos aparatos, pues las escalas de los Relascopios de Espejos son muy complejas y su "cuerpo" de casi una libra (0,4Kg), es sumamente pesado, consecuencia de la mentalidad de mercadeo de mediados del siglo pasado, cuando lo que más pesaba y lo que era más difícil de entender tenía mayor valor. En el siglo actual se aprecia más lo liviano, lo más fácil de entender y lo más barato. Ello explica por qué nuestros Dendroscopios de una onza (0,03Kg), son muy livianos, tienen escalas muy sencillas y son sumamente baratos.

Características y presentación De los dendroscopios

Consisten en un cilindro de vidrio, protegido por una funda de aluminio que tiene un diámetro de 2.5cm en el ocular, 2.6 cm en el objetivo y una longitud de 8.7 cm. El cilindro de vidrio genera una claridad absoluta, deseable en los oscuros bosques tropicales. Su forma y su peso de apenas 30 gramos le hacen ergonómico, pues se lleva



fácilmente en el bolsillo del chaleco o de la camisa y el inventariador lo puede llevar colgado durante todo el levantamiento de la muestra sin que le duela la nuca.

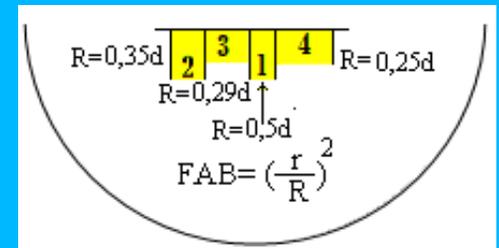
Su tamaño y liviandad se notan en la figura de la derecha, en donde se percibe lo ergonómico del aparato.



Viendo la tendencia de los usuarios de alejarlo un poco de su ojo, se analizó con el calibrador de dioptrías alejándolo del ojo a más de 20 cm y no hubo diferencia alguna, lo que indica que puede usarse de esa manera.

Precisión MAC 200 Basimétrico

El objetivo está diseñado para estimar áreas basales por hectárea con cuatro factores según se muestra a la derecha. Se recomienda usar los factores 2, 3 o 4, porque el factor 1 es el menos recomendable (otro error de la Relascopía cuando recomienda este factor como el más representativo).



Este factor sirve también para estimar las distancias entre el observador y el árbol auxiliándose de una forcípula empleando la fórmula $R=0,5d$ la cual indica que la distancia "R" es igual que la mitad de la apertura "d" de forcípula. Si la forcípula, colocada a la par de un árbol, se abre a 30 o 40cm se está a 15 o 20m del árbol. También se usa para determinar área basal por hectárea en bosques con frecuencia

defectiva, por lo que el efecto de la sombra óptica se anula, fenómeno que se expone en el siguiente subtítulo.

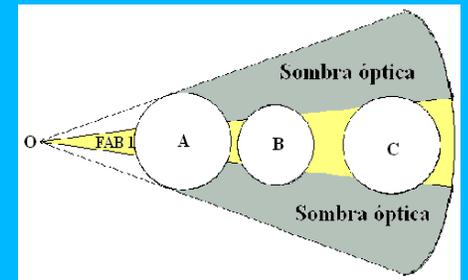
Árboles tangentes hacia arriba o abajo del terreno se miden por corrección teórica de pendiente "CTP", pues llevados al plano de observación son secantes. Los árboles tangentes que estén en terreno llano o sobre curva de nivel debieran ignorarse pero, como la forma de la sección transversal del fuste del árbol suele ser ovalada, pudieran ser árboles secantes. Por ello, a la par o debajo de cada FAB, aparece la fórmula que debe emplearse para estimar la distancia "R" y, una vez calculada, determinar si el árbol se mide o no. Por ejemplo, muestreando con factor 4, si la distancia "R" hacia el árbol tangente es menor o igual que la calculada ($R \leq 0,25d$), el árbol se mide. Otra alternativa consiste en emplear uno de los corolarios notables de la Dendroscopía: el árbol se mide si $\left(\frac{r}{R}\right)^2 \geq FAB$, en donde r =radio del árbol en cm y R =distancia hacia él en m. Si el árbol midiera 40 cm y estuviera a 10m, entonces: $\left(\frac{20}{10}\right)^2 \geq 4$ por lo que el árbol es secante y se mide, si estuviera a 11m se tendría que: $\left(\frac{20}{11}\right)^2 < 4$ por lo que el árbol NO es secante y, por tanto, NO se mide.

La Dendroscopía -teoría del Muestreo Forestal Virtual-, demuestra que NO existe nada crítico: ángulo crítico, árbol crítico, diámetro crítico, distancia crítica y todo lo que Bitterlich consideraba crítico son conceptos que carecen de sentido. Esto convierte en innecesario comprar todos los adminículos que el mercado ofrece para tener certidumbre sobre la determinación del "árbol crítico": miras verticales, prismas triangulares, carísimos binoculares con porta prismas, incómodos trípodes, inútiles arneses de pecho (más inútiles cuanto más agitado esté el pecho del usuario por la caminata), etc. etc. Todos, absolutamente todos, son obsoletos, incluso son obsoletos los pesados Relascopios de espejos que sustituimos con nuestros livianos Dendroscopios, a menos

que se necesitara medir diámetros a diferentes alturas para determinar volumen real "VR" en pie, pero con las restricciones pertinentes que se expondrán adelante.

Elección del factor que se utilizará

El factor elegido debe evitar el efecto de la "sombra óptica", la cual oculta uno o más árboles secantes, como ocurre en la figura, en donde A oculta a B y a C. Esto sucede casi siempre con FAB 1, por ello es el menos representativo porque subestima el parámetro. Se corrige haciendo un barrido preliminar con FAB 1 y el resultado se divide entre ocho, ofreciendo un acercamiento al factor que debe emplearse. Contando 22 árboles, al dividir entre 8 se obtendría 2,75 por lo que puede usarse FAB 2 en coníferas o bosques latifoliados "descremados" o, si existieran árboles gruesos, como ocurre en latifoliados poco intervenidos, se emplearía FAB 3 o 4. Si recomendamos dividir entre 8 es porque durante casi medio siglo de emplear el MFV, el menor número de árboles que hemos intersecado por punto muestra ha sido 4, menudeando conteos de 7 árboles y, lo más que hemos intersecado, son 15 árboles. Calculando la media con la fórmula de Newton se obtiene: $No. = \frac{4+4(7)+15}{6} = 7,8$; es decir, ocho árboles en promedio.



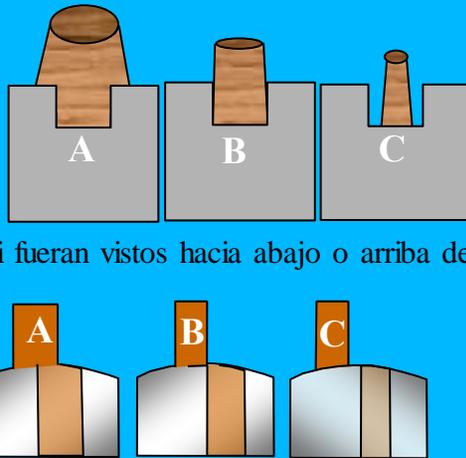
Determinación del área basal por hectárea

Si se desea aforar a ojo se cuenta el número "n" de árboles aprovechables y, al multiplicar por el FAB (nFAB), se obtienen los $\frac{m^2}{ha}$;

el volumen cilíndrico se obtiene multiplicando por la altura "h" promedio de los árboles utilizables y, el volumen real, multiplicando por el coeficiente mórico "CM", o factor de corrección "f", por lo que $nFABhf = \frac{m^3}{ha}$. Si se desconoce el CM, se asumirá un factor $f=0,50$ en coníferas y, $f=0,80$ en latifoliadas. Si se desea levantar un inventario, se deben medir todos los diámetros intersecados, de preferencia desde 5cm de DAP, o según diámetro menor predeterminado para fines específicos.

Forma de elegir los Árboles medibles

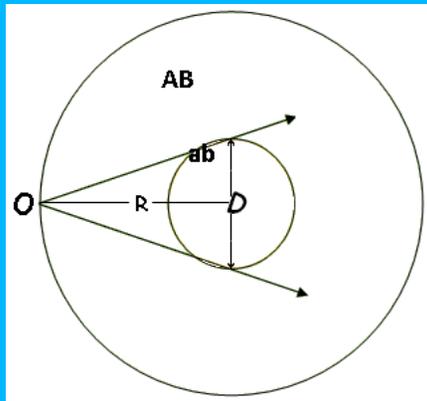
Incluyendo el uso de prismas ilustrado abajo, hay tres casos posibles, de los cuales solo se miden los árboles intersecados (caso A). Los tangentes (caso B), si fueran vistos hacia abajo o arriba de la pendiente, se miden por corrección teórica de pendiente "CTP". Si estuvieran sobre terreno llano o curva de nivel, teóricamente NO SE MIDEN pero, como la sección transversal del fuste del árbol suele ser elíptica, se aplican las fórmulas ya recomendadas para determinar si son secantes. Todos los del caso "C" se descartan.



Elementos básicos empleados en

Los teoremas dendroscópicos

La figura de la derecha ilustra el concepto del Árbol Secante Límite, el cual se encuentra en el centro de la parcela circular, esto asociado con

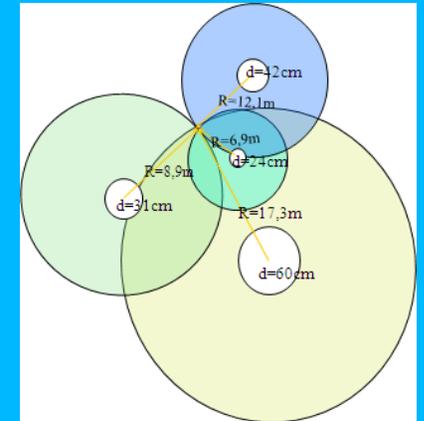


el Postulado de Bitterlich $\frac{ab}{AB} = \frac{FAB}{10000}$, constituye el Axioma de Bitterlich-Cabrera.

El conglomerado de Parcelas virtuales

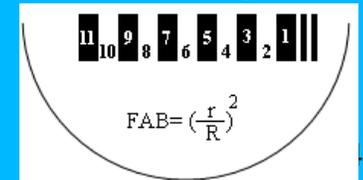
A la derecha un conglomerado de 4 árboles retirados a su posición secante límite generando 4 parcelas de dimensiones variables. Conviene recordar que las parcelas son virtuales y que los árboles están retirados virtualmente hacia el centro de su parcela asociada.

En el ejemplo los árboles tienen 24, 31, 42 y 60cm de DAP y son retirados, respectivamente, a las distancias 6,9m, 8,9m, 12,1m y 17,3m. Como puede verse los árboles no son tangentes, no están en el borde de las parcelas y, la parcela más grande, no contiene a las demás, errores corregidos a la Relascopía.



Precisión MAC 200 Diamétrico

Estima diámetros arriba de contrafuertes "DAC", corrigiendo el concepto de unidades relascópicas -UR- (otro error que oscurece la comprensión de la Relascopía), ocultando el concepto de



dioptría: 2 UR= 2 dioptrías. Cada ancho de escaque genera las 2 dioptrías de un Dendroscopio FAB 1, dos escaques equivalen a un FAB 4. Así como se pueden medir diámetros con el FAB 1 en función de la distancia hacia el árbol, lo inverso también es posible, pues la fórmula $R=0,5d$ se convierte en $d = 2R$, en donde d =ancho que cubre un escaque en cm. Si la distancia hacia el árbol fuera de 5m, cada escaque intersecaría 10 centímetros, y si el diámetro de ese árbol fuera cubierto por tres escaques mediría 30 cm, si se estuviera a 8m cubriendo con seis escaques el diámetro, este mediría 96cm ($6 \times (2 \times 8)$). Por lo regular se preferirá determinar directamente la Estimación Dendroscópica "ED" partiendo del ancho que cubre cada escaque abriendo una forcípula a la par del árbol como se verá adelante.

Usando un Estadal horizontal

La ED se puede estimar con un estadal dividido en sectores de cinco centímetros, el cual se coloca a la par del árbol y, luego, se mira cuántos cm cubre un escaque; esta será la ED, como se simula a la derecha en donde una ED equivale a 13cm.



Usando una forcípula

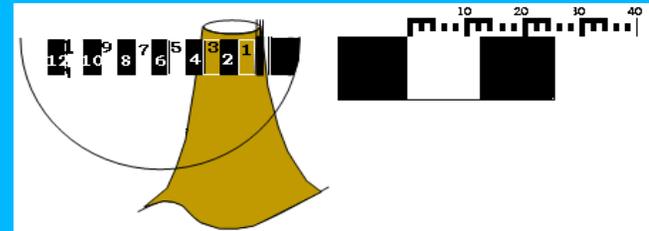
Estando a la misma distancia del ejemplo anterior, la apertura de la forcípula sería de trece centímetros: $ED=13$ cm. No es ocioso repetir que la ED tiene un doble uso sirviendo también para estimar distancias hacia el árbol. Si, por ejemplo, se quisieran estimar 20m, el ayudante abre una forcípula a 40 cm y el Jefe de Grupo se retira hasta que un escaque central del aparato cubra la apertura y se estará a 20m del árbol.



Para medir diámetros superiores en terrenos escarpados, es preferible subir o bajar hasta que el plano de observación quede a la mitad de la altura de medición con lo que la distancia hacia abajo es igual que la distancia hacia arriba, en donde se encuentra el diámetro a medir, lo que evita compensar distancias.

Medición de diámetros en Árboles que tienen contrafuertes

En estos árboles, el diámetro se mide cincuenta centímetros arriba de la influencia de contrafuertes. Se coloca la Estadia horizontal o la forcípula a la par del árbol y se determina la ED.



Arriba $ED= 13$ cm y 3,5 escaques cubren el diámetro. Esto equivale a 45,5 cm ($d=13\text{cm} \times 3,5$). Los escaques se ajustan de manera que a la izquierda quede el final de un escaque y, a la derecha, la fracción. Es preferible retirarse o acercarse hasta que el diámetro sea cubierto por un número entero de escaques, a continuación se determina la ED.

Antes de proseguir conviene hablar sobre la conformación del grupo de inventariación. Cada grupo estará formado por 1Jefe de grupo, 1Auxiliar y 2 Baqueanos. En bosques latifoliados uno de los baqueanos deberá ser chiclero por su habilidad para escalar los árboles y ser buen conocedor de especies forestales. De no haber chicleros, deberá contratarse un cazador porque son hábiles conocedores de especies.

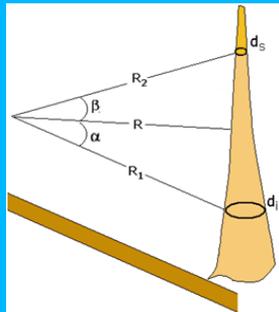
Medición de diámetros Con problemas

Cuando hay plantas que impiden ver el diámetro arriba de contrafuertes; el baqueano deberá escalar para cortar las plantas o bejucos que impidan la visión. A veces, es factible ver bien el fuste un poco arriba de los 50 cm predeterminados, por lo que el "dac" puede tomarse a esa altura, pues en corto trecho la lectura será casi la misma, como se expone a la derecha. Todas las operaciones se realizan en el gabinete, en el bosque solo se apuntan las mediciones en libreta de campo.



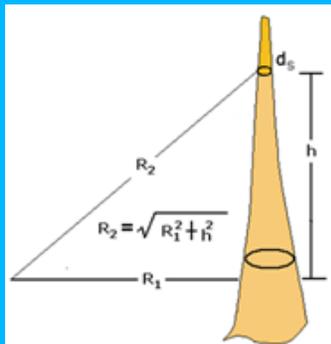
Medición de diámetros A la altura utilizable

Debe recordarse que la compensación de distancia en laderas se evita caminando hacia arriba de la pendiente hasta que la distancia "R₁" hacia el diámetro inferior "d_i", equivalga a la distancia "R₂" hacia el diámetro superior "d_s".



Medición de diámetros superiores en terreno plano

En terrenos llanos, la ED para estimar el diámetro superior "d_s" se obtiene determinando la distancia inclinada "R₂", aplicando el teorema de Pitágoras. Se mide la distancia horizontal "R₁" y la altura "h" desde el nivel de la vista hasta el diámetro superior. Siempre se usará hipsómetro, nunca se estimará la altura a ojo. La distancia R₂ se



convierte en Estimación Dendroscópica "ED" operando $ED=2R_2$. Acto seguido, se multiplica por el número "n" de sectores que cubrieron el diámetro superior "d_s" y se obtiene la estimación de ese diámetro operando $d_s=n(ED)$.

Cuando el árbol carezca de contrafuertes se toma el DAP directamente pero, si los tiene, se usa el aparato para estimarlo arriba de los contrafuertes "DAC". En este caso, si la apertura de la forcípula a la par del árbol definiera una $ED=13$ y el número "n" de escaques que cubrieran el DAC fuera de 8.75, entonces $d_i=n*ED \Rightarrow d_i=8.75*13 \Rightarrow d_i=113.75$, lo que equivale a 1,14m.

El diámetro superior se obtiene calculando la ED superior a partir de la distancia R₂ por Pitágoras (empleando la distancia R₁ y la altura "h" de medición). La distancia horizontal "R₁" equivale a la mitad de la ED inferior ($R_1 = \frac{ED}{2}$). Asumiendo la ED anterior de 13cm, entonces $R_1 = \frac{13}{2}m$, con lo que $R_1 = 6,5m$. Si la altura desde el nivel del ojo hasta el lugar de medición fuera de doce metros ($h=12m$), entonces $R_2 = \sqrt{R_1^2 + h^2} \Rightarrow R_2 = \sqrt{6,5^2 + 12^2} \Rightarrow R_2 = 13,65m$, con lo que la ED para la estimación diamétrica superior será: $ED=27,29cm$ y, si la lectura superior "n₂" fuera de tres escaques, entonces el diámetro superior sería de: $d_s=3*27,29=81,88cm$ equivalente a 0,82m.

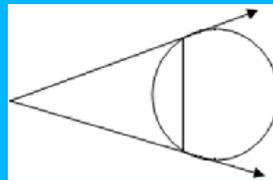
Más adelante se expondrá cómo se puede obtener el coeficiente mórfico a partir del diámetro inferior "d_i=113,75" y el diámetro superior "d_s = 81,88".

Sobre la exactitud de las mediciones

Si se quisiera verificar la exactitud con que Relascopios y Dendroscopios estiman los diámetros, deberá considerarse que la cinta diamétrica y la forcípula, sobrestiman el diámetro de los árboles, por lo

que las estimaciones angulares siempre serán inferiores. La sobrestimación se debe a que las secciones del tronco tienen forma elíptica y la cinta estima el diámetro de un círculo con circunferencia igual al perímetro de esa elipse pero, como la circunferencia encierra un área mayor que el perímetro de una elipse, necesariamente la cinta diamétrica sobrestima el diámetro del árbol; por similares razones la forcípula también sobrestima ese diámetro.

Como se muestra en la figura de la derecha, aun cuando se estimara el diámetro de una columna cilíndrica, este sería subestimado, pues estos aparatos subtienden la longitud de una cuerda menor, y no la cuerda mayor (el diámetro). Así pues, Dendroscopios y Relascopios subestiman el diámetro pero, en todo caso, es mejor subestimar que sobrestimar, además, las mediciones se hacen sobre la corteza por lo que son preferibles las subestimaciones dendroscópicas. El evitar esta aclaración es otro error de la Relascopía.



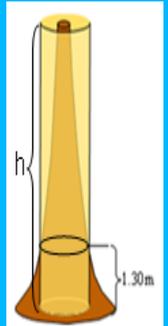
Ahora bien, si alguien quisiera comparar mediciones entre los Dendroscopios **Precisión MAC 200** y los **Relascopios de Espejos**, puede hacerlo dibujando en una cartulina una pirámide escalonada con anchos crecientes de 10 en 10 cm y comparar ambas estimaciones, con la restricción de que la distancia a la que se mida con ambos aparatos sea la misma. También podría estimarse el ancho de una columna rectangular alejándose 5, 10, 15, 20 y 25 m de esa columna.

Coefficiente mórfico "CM"

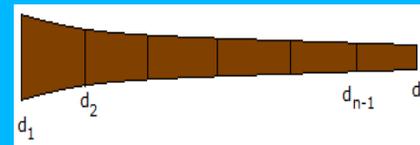
El CM es un factor que se obtiene por la relación entre el volumen real "VR" (el del tronco de cono del fuste), y el volumen aparente "VA" (el del cilindro que lo contiene): $CM = \frac{VR}{VA}$. El VR se obtiene a partir de mediciones en árboles abatidos y el VA, es el del cilindro cuyo diámetro es el tomado a la altura del pecho DAP o arriba de contrafuertes "DAC".

Con el Dendroscopio **Precisión MAC 200 Diamétrico** se puede determinar el Coeficiente Mórfico de Cabrera "CMc" el cual obtiene el CM a partir de los diámetros superior e inferior evitando apaar árboles.

Previo a exponer el algoritmo del CMc se explicará lo que se entiende por coeficiente mórfico. En la figura de la derecha se simula el volumen real "VR", inscrito en el volumen aparente "VA" del cilindro que lo circunscribe. El VR se encuentra abatiendo el árbol para cubicarlo por secciones iguales. Cada sección se cubica a partir de sus áreas basales "A_i" según fórmula de Smallian: $V = \left(\frac{A_1 + A_2}{2}\right)L$.



Ignorando que la base del fuste se cubica por la fórmula de Newton, el volumen de todo el fuste se puede calcular por **Smallian Desarrollada**. Si los trocillos fueran de 2m, la fórmula se simplificaría empleando solo diámetros: $VR = 0.7854[(d_1^2 + d_n^2) + 2 \sum_{i=2}^{n-1} d_i^2]$.

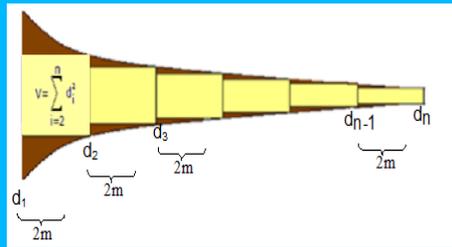


El CM general se obtiene promediando varios árboles abatidos calculando en cada caso: $CM = \frac{VR}{VA}$. Posteriormente el volumen real de cualquier árbol se calculará como

$$VR = VA * CM.$$

La fórmula del Ortoedro Inscrito " $V = \frac{d^2 L}{2}$ " (Cabrera 1987), al igual que la de Smallian se puede procesar como **Cabrera desarrollada** calculando la sumatoria de trozas escuadradas dentro de los rollizos de Smallian, siendo un volumen más útil desde el punto de vista práctico, pues estima el volumen de la pirámide escalonada inscrita dentro del tronco de cono calculado por Smallian. En secciones de 2m, se reduce a la sumatoria de diámetros al cuadrado: $VR = \sum_{i=2}^n d_i^2$ Esta sumatoria ofrece el volumen de la pirámide escalonada inscrita dentro el tronco de

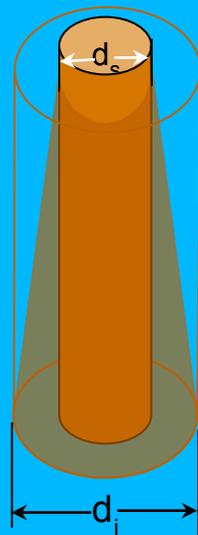
como cubicado por Smallian, como muestra la figura de la derecha. Como la troza escuadrada a canto vivo ($V = \frac{d^2 L}{2}$), contiene el 64% del volumen de cada trocillo cilíndrico, es obvio que **Cabrera Desarrollada** produce el 64% del volumen del tronco de cono, por lo que el volumen real de fustes apeados, cubicados en secciones de 2m, se obtiene operando: " $VR = \frac{\sum_{i=2}^n d_i^2}{0,64}$ ". Como 0,64 es el redondeo de 0,63662, para obtener un resultado más exacto se operaría $VR = 1,5708(\sum_{i=2}^n d_i^2)$, fórmula mucho más sencilla que la de Smallian. En resumen, **Cabrera Desarrollada** ofrece dos volúmenes, el de la pirámide escalonada inscrita dentro del volumen del tronco de cono y, a la vez, calcula el volumen del tronco de cono con solo dividir su resultado entre 0,64 o multiplicarlo por 1,57.



El coeficiente mórfo de Cabrera "CMc"

Este concepto fue creado para aplicarlo en áreas protegidas, evitando aprear árboles, siendo un coeficiente mórfo ecológico. Se obtiene midiendo el diámetro inferior "d_i" y el superior "d_s", a la altura del índice de utilización en coníferas, o hasta donde las ramas permitan obtener una troza aserrable en latifoliadas. El d_i es el DAP a 1.30m del suelo, o bien 50 cm arriba de los contrafuertes "DAC".

Como la forma del fuste es similar al de un tronco de cono según se observa en la figura, es evidente que su volumen equivale al promedio de dos volúmenes, el del cilindro que lo circunscribe (con



base en el diámetro inferior d_i) y el del cilindro inscrito en él (con base en el diámetro superior d_s), de donde se obtiene que: $CMc = \frac{d_i^2 + d_s^2}{2d_i^2}$ o bien $CMc = \frac{1 + (\frac{d_s}{d_i})^2}{2}$. Con el ejemplo en el cual d_i = 113,75 cm y d_s = 81,88cm, aplicando la fórmula se obtiene: $CMc = \frac{113,75^2 + 81,88^2}{2(113,75)^2}$ ⇒ $CMc = 0,76$ o bien:

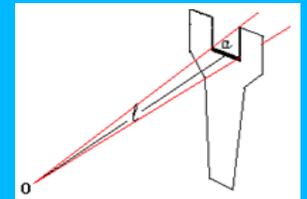
$$CMc = \frac{1 + (\frac{81,88}{113,75})^2}{2} = \frac{1 + 0,6260}{2} \Rightarrow CMc = 0,76$$

APLICACIONES

El método está definido por 4 corolarios cogidos de la fórmula canónica de la Dendroscopía: $k = (\frac{50d}{R})^2$

Corolario 1: La relación entre el diámetro "d" y la distancia "R", hacia él equivale a la de la raíz del factor " \sqrt{k} " entre cincuenta $\frac{d}{R} = \frac{\sqrt{k}}{50}$

Corolario 2: El diámetro "d", se encuentra al dividir entre cincuenta la distancia "R", y multiplicar el resultado por la raíz cuadrada del factor " \sqrt{k} ": $d = (\frac{R}{50})\sqrt{k}$ o bien: $d = 0,02R\sqrt{k}$. Con esta fórmula también se puede determinar el ancho "a" de cualquier



Dendroscopio simple que se quiera construir con una longitud "l" entre el ojo "O" y ese ancho "a", con la fórmula: $a = (\frac{l}{50})\sqrt{k} \Rightarrow a = 0,02l\sqrt{k}$

Corolario 3: De manera heurística podemos razonar lo siguiente: si la igualdad $d = 0,02(\sqrt{k})R$, se multiplica por cien, el diámetro se expresa en centímetros:

d centímetros = $2(\sqrt{k})R$ metros $\Rightarrow d = 2(\sqrt{k})R$ por lo que la distancia "R" se obtiene operando:

$$R = \frac{d}{2\sqrt{k}}$$

Esta fórmula permite determinar el diámetro "d" a partir de la distancia "R" en metros, determinando una constante para cada factor de área basal según se expone en el cuadro 3

Cuadro 3 Constantes para estimación del diámetro

| FACTOR DE AREA BASAL "k" (m ² /ha) | CONSTANTE DE CONVERSIÓN (2√k) | DIÁMETRO (2√k)R |
|---|-------------------------------|-----------------|
| 1 | 2.000 | d = 2.000*R |
| 2 | 2.828 | d = 2.828*R |
| 3 | 3.464 | d = 3.464*R |
| 4 | 4.000 | d = 4.000*R |
| 5 | 4.472 | d = 4.472*R |

Es trivial el hecho de que "2√k" son las dioptrías del aparato. Si con FAB1 se tuviera una R de 12 metros, deberá entenderse que d=24 cm y, si el diámetro "d" fuera de 40 cm la distancia es de 20m ($R = \frac{d}{2}$).

Corolario 4: Este corolario heurístico necesita más imaginación que conocimiento matemático. Si en $FAB = \left(\frac{50d}{R}\right)^2$ el diámetro "d" se sustituyera por 2r, la fórmula se convertiría en: $FAB = \left(\frac{100r}{R}\right)^2$. De donde 100r metros= r centímetros, por lo que, *el FAB puede obtenerse al dividir el radio "r" del árbol en centímetros entre la distancia "R" en metros, todo elevado al cuadrado "k = $\left(\frac{r}{R}\right)^2$ ".* Este ardid heurístico permite calibrar prismas obteniendo directamente el factor de área basal "k" a partir de sus dioptrías, si el prisma fuera de 3,5 dioptrías se operaría: $\left[\frac{3.5}{2}\right]^2 = 1.75^2 = 3.06 = 3m^2/ha$

El resultado notable $FAB = \left(\frac{\text{dioptrías}}{2}\right)^2$ debiera memorizarse, pues permite obtener el poder dióptrico que deberá tener un prisma para que funcione como un factor de área basal "k" predeterminado al operar: $\left(\frac{\text{dioptrías}}{2}\right)^2 = k$

$$\frac{\text{Dioptrías}}{2} = \sqrt{k}$$

por lo anterior:

$$\text{dioptrías} = 2\sqrt{k}$$