

# SUBVENCION

# DE AITIM

# PARA LA REALIZACION

# DE UN PROTOTIPO

## EL HIPSOMETRO M2, NUEVO APARATO PARA MEDICION DE LA ALTURA DE LOS ARBOLES

**José Angel Merino López**

Alumno de 5.º Curso en la Escuela  
ETSI Montes, de Madrid

El hipsómetro M2 es un aparato sencillo destinado a la medición rápida de alturas de árboles en pie. Sus cualidades fundamentales son el determinar la altura con una sola lectura y sin necesidad de efectuar corrección alguna en función de la pendiente del terreno.

### INTRODUCCION

La altura es un parámetro muy importante del árbol pues se utiliza para determinar su volumen y crecimiento, así como la calidad de la estación en que habita. Los aparatos utilizados actualmente con este fin, basados en principios trigonométricos (Suunto, Hipsómetro Blume-Leiss, Relascopio, Haga, Morin, etc.) hacen necesarias dos lecturas, correspondientes a las distancias a la horizontal del ápice y la base del árbol, determinándose la altura como suma o diferencia de ellas, según los casos. Además, la mayoría requieren efectuar una corrección debida a la pendiente del terreno, lo que hace necesaria su medida en el monte.

Para eliminar estos inconvenientes se introduce un nuevo procedimiento de medición de alturas de árboles con el empleo de ábacos, que permiten obtener la altura con una sola lectura y que llevan incluida la corrección debida a la pendiente. Los parámetros que definen las curvas son la distancia horizontal, la pendiente del terreno y la altura correspondiente a la curva considerada.

La utilización del aparato que presento supone un ahorro de tiempo y el cometer un error de lectura y no dos.

### FUNDAMENTO DEL METODO

Si nos situamos a una distancia horizontal "d" del árbol, la altura de éste vendrá dada por la expresión:

$$h = d \cdot \operatorname{tg} \alpha_1 + d \cdot \operatorname{tg} \alpha_2$$

$$h = d (\operatorname{tg} \alpha_1 + \operatorname{tg} \alpha_2)$$

siendo los ángulos  $\alpha_1$  y  $\alpha_2$  los formados por las visuales al ápice y a la base del árbol, respectivamente (figura 1).

Si estamos situados en un terreno con pendiente  $\alpha$  y la medición de la distancia se realiza con un visor dióptrico y mira vertical, con su

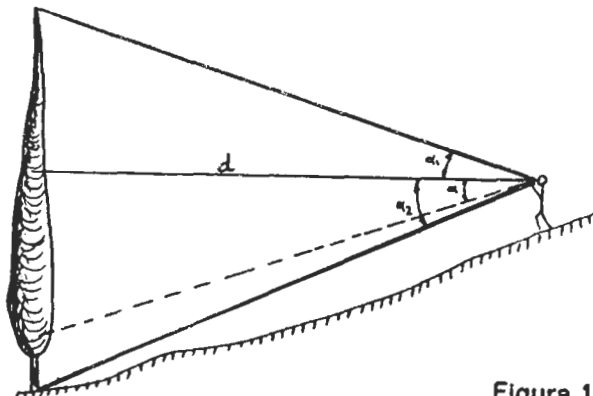


Figura 1

centro situado a la altura de los ojos, la distancia entre nuestros pies y la base del árbol es  $d \cdot \cos \alpha$  pues de la mira vemos sólo su proyección sobre la normal a la visual, que forma con aquella precisamente un ángulo  $\alpha$ . Por consiguiente, la distancia horizontal será  $d' \cdot \cos^2 \alpha$ ; siendo  $d'$  la distancia a la que nos situaríamos si el terreno fuese horizontal. La altura será:

$$h = d' \cdot \cos^2 \alpha (\operatorname{tg} \alpha_1 + \operatorname{tg} \alpha_2) \quad (I)$$

El visor dióptrico es una lente que desfasa las imágenes un cierto ángulo. El más normalmente utilizado es el de constante 3 (tangente de dicho ángulo igual a 3%). Si en la mira situamos dos trazos separados "a", la distancia a la que estaremos situados al hacerlos coincidir mirando a través del dióptrico será  $a/0,03$ . Por ejemplo, si queremos situarnos a 20 m. la separación entre los trazos será de 60 cm.

El ángulo  $\alpha_2$  está condicionado por el  $\alpha$  (figura 2).

(II)

$$\alpha_2 = \operatorname{arc} \operatorname{tg} (d \cdot \cos \alpha \cdot \operatorname{sen} \alpha - h_0) / d \cdot \cos^2 \alpha$$

siendo  $h_0$  la altura de los ojos del observador que podemos suponer constante e igual a 1,60 m. El error que se comete con esta suposición es inferior al que supondría un error en la pendiente de un 1%; lo que es despreciable.

Este sistema utiliza unos ábacos que pueden girar en un plano vertical, por gravedad; de forma que estando libres, el eje "y" de un sistema cartesiano permanezca vertical, introduciendo el ángulo que forma la visual (eje del aparato). Si visamos al pie del árbol introduce el ángulo

Un péndulo que gira asimismo en un plano vertical marca sobre el ábaco un punto, correspondiente a la altura del árbol, cuando visamos al ápice del mismo. Con este fiel introducimos el ángulo  $\alpha_1$ .

Las ecuaciones de las curvas serán, según la figura 3:

(III)

$$x = a \cdot \cos \alpha_2 - b \cdot \operatorname{sen} (\alpha_1 + \alpha_2)$$

$$y = a \cdot \operatorname{sen} \alpha_2 + b \cos (\alpha_1 + \alpha_2)$$

siendo 'a' la distancia entre los ejes de giro del fiel y el ábaco, y 'b' la longitud del fiel.

Los ábacos estarán debidamente contrapeados para que el centro de masas esté en la vertical del eje de giro.

Fijada una altura  $h$ , para un  $\alpha$ , mediante la ecuación (II) determinamos el ángulo  $\alpha_2$ . Con

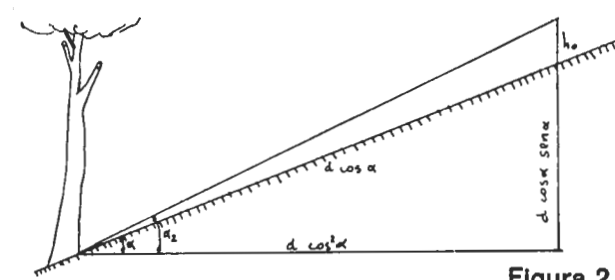


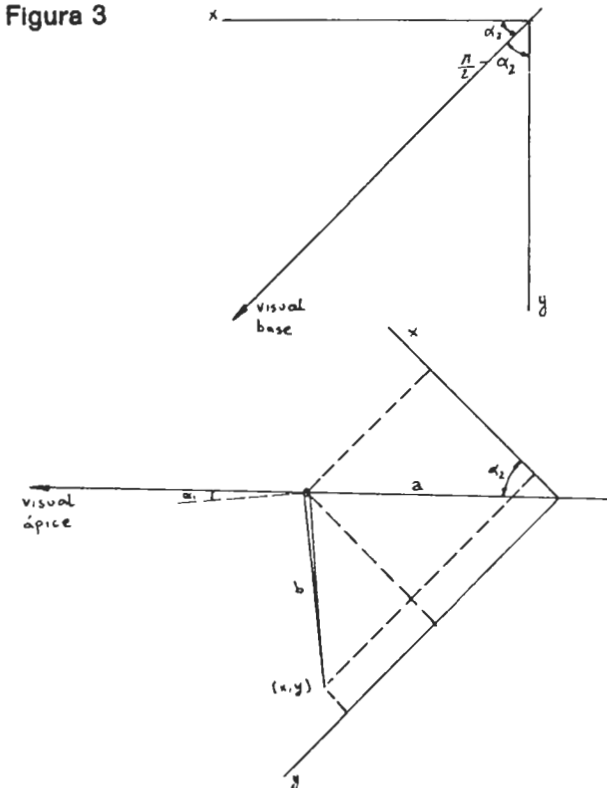
Figura 2

él, entrando en la ecuación (I) obtenemos el  $\alpha_1$ . Con estos dos ángulos y las ecuaciones paramétricas (III) obtenemos las coordenadas de un punto (x, y) que pertenecerá a la curva de altura  $h$ . Si vamos variando el ángulo de pendiente  $\alpha$  obtenemos los puntos de la curva de altura  $h$ . Variando el  $h$  obtenemos todas las curvas del ábaco.

Al ser variables de los ábacos, tanto la pendiente del terreno como los dos ángulos de las visuales al pie y al ápice del árbol con la horizontal, no hay que efectuar corrección debida a dicha pendiente, y la altura del árbol nos vendrá dada con una sola lectura.

Si en lugar de mira vertical utilizamos mira horizontal, todo el razonamiento es análogo y sólo varía la distancia a la que nos colocamos del árbol. Con mira horizontal la distancia entre nuestros pies y la base del árbol será  $d'$ , ésto es,

Figura 3



## PROTOTIPO

a la que nos situaríamos en terreno horizontal, y la distancia reducida será  $d' \cdot \cos \alpha$ . Por otra parte, también varía la relación entre los ángulos de pendiente del terreno y de la visual al pie del árbol con la horizontal:

$$\alpha_2 = \arctg (d \cdot \operatorname{sen} \alpha - h_o) / d \cdot \cos \alpha$$

La distancia para la que se construirán los ábacos será de  $d' = 20$  m., aunque claro está, podrían trazarse para cualquier otra. De los expuesto se deduce que la distancia horizontal al árbol no será de esos 20 m., salvo en el caso de  $\alpha = 0$ .

Las curvas estarán trazadas para alturas que varíen de m. en m., con lo que es posible alcanzar una estimación de 25 cm., que es más que suficiente en la mayoría de los casos.

### DESCRIPCION DEL HIPSOMETRO M2

Los elementos que constituyen el aparato son los siguientes:

— Línea de puntería, materializada por un ocular (o) y una alidada de pínulas (p)

— Un eje paralelo a dicha línea, en el que va colocado el fiel (e) y la placa donde van grabados los ábacos (a), que pueden girar como se indica en la figura 4.

— Mecanismo para fijar y dejar en libertad los ábacos, independiente de un mecanismo análogo para fijar el fiel; ambos independientes. Mediante éstos se introducen automáticamente los ángulos  $\alpha_1$  y  $\alpha_2$  respectivamente.

— Telémetro óptico (t) para situarse a la distancia fijada (dióptrico).

— Carcasa protectora con ventana (v) a través de la que se ven la punta del fiel y los ábacos. Fijo a la carcasa lleva un mango situado de forma que permita accionar los mecanismos de fijación de péndulos con la misma mano con la que se sostiene el aparato.

El aparato presenta forma de 1/4 de círculo de dimensiones reducidas, que lo hacen manejable (longitud máxima, unos 20 cm.).

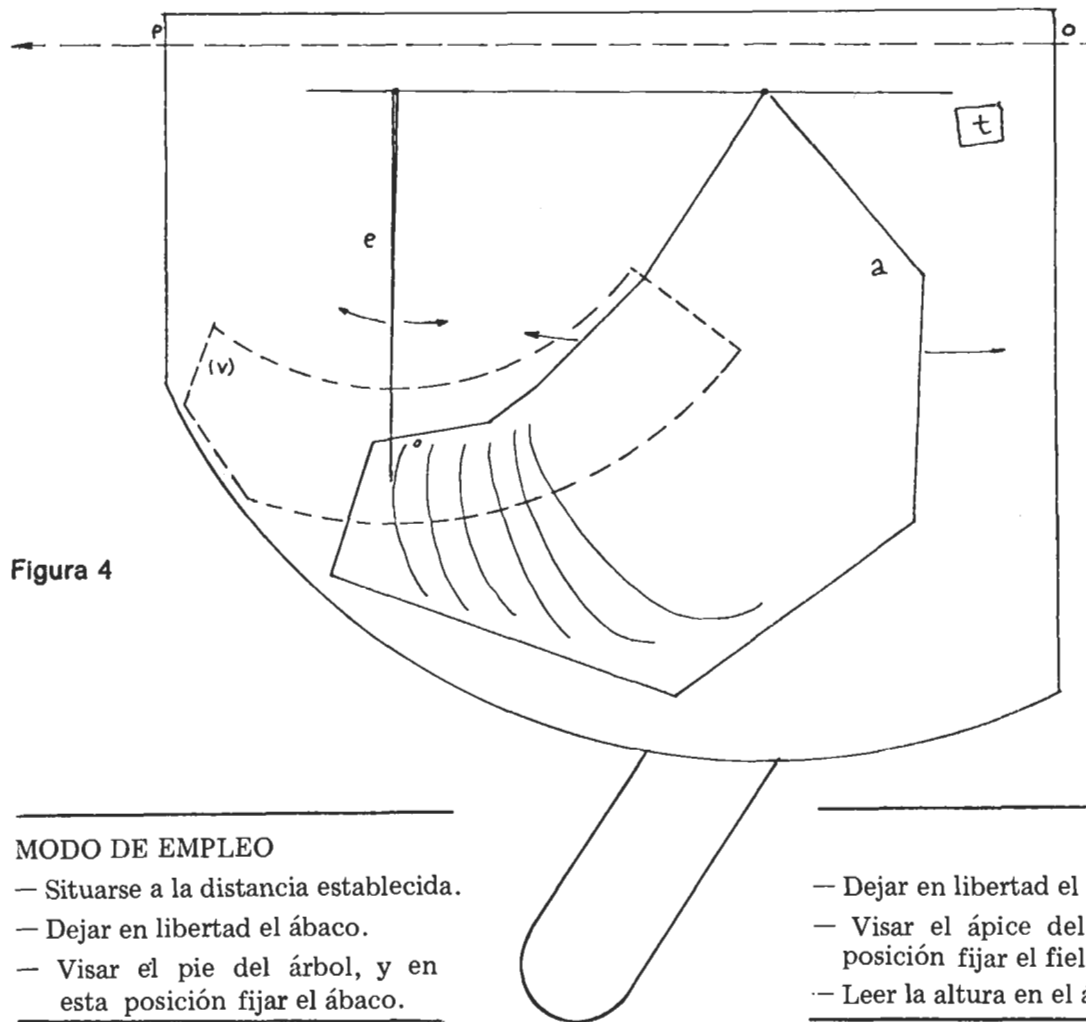


Figura 4

### MODO DE EMPLEO

- Situar a la distancia establecida.
- Dejar en libertad el ábaco.
- Visar el pie del árbol, y en esta posición fijar el ábaco.

- Dejar en libertad el fiel.
- Visar el ápice del árbol, y en esta posición fijar el fiel
- Leer la altura en el ábaco.