

## DESCRIPCION Y MODO DE EMPLEO DEL RELASCOPIO REFLECTOR DE BITTERLICH CON ESCALA ANCHA

### I. Descripción del aparato

Es relascopio reflector del Dr. Bitterlich tiene una presentación exterior en forma de una caja metálica de 14 cm por 4 cm, fácilmente manejable con una sola mano.

El aparato debe sostenerse en la mano derecha, como lo muestra la ilustración 2. Hay que tener cuidado de no tapar una de las ventanas circulares "D". Con la punta del dedo mayor se presiona sobre el botón "E". La mirilla "A" se pone junto al ojo derecho, el ojo izquierdo debe quedar abierto. Para sostener el aparato con más firmeza se puede apoyar el brazo con la mano izquierda.

Una tuerca dispuesta en la parte inferior permite, si se desea obtener medidas especialmente exactas, realizar las mediciones sobre un trípode provisto de una articulación de rotación.

Acerquemos la mirilla al ojo derecho y miremos en dirección de un árbol. Vemos un campo circular dividido en dos mitades iguales por una raya horizontal. En el semicírculo superior aparece el paisaje; el semicírculo inferior es negro y está atravesado por bandas blancas, verticales y graduadas. Las lecturas se hacen siempre sobre la línea mediana que separa los dos campos; véase ilustración 3.

Las graduaciones no son fijas, sino que están trazadas sobre un péndulo que oscila alrededor de un eje horizontal. El botón "E" permite liberar o, al contrario, frenar y bloquear el péndulo.

Ilustr. 1: Relascopio puesto sobre en trípode. La distancia "a" va del ojo del observador hasta el centro del diámetro observado.

Ilustr. 2: A = mirilla, B = visor, C = visera móvil, D = ventana y alumbrado, E = botón que libera el péndulo, F = ojeter, G = tuerca para la fijación del aparato sobre el trípode.

### II. Descripción de las escalas

La parte principal de la escala tiene el aspecto general de una duela y consta de franjas blancas y negras que se alternan.

En el margen derecho de esta escala hay 4 pequeñas franjas, 2 blancas y 2 negras. Estas cuatro franjas forman un campo "dividido en

Ilustración 2

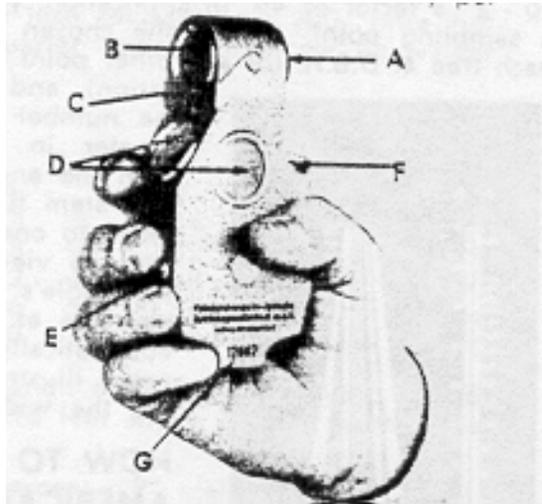


Ilustración 1



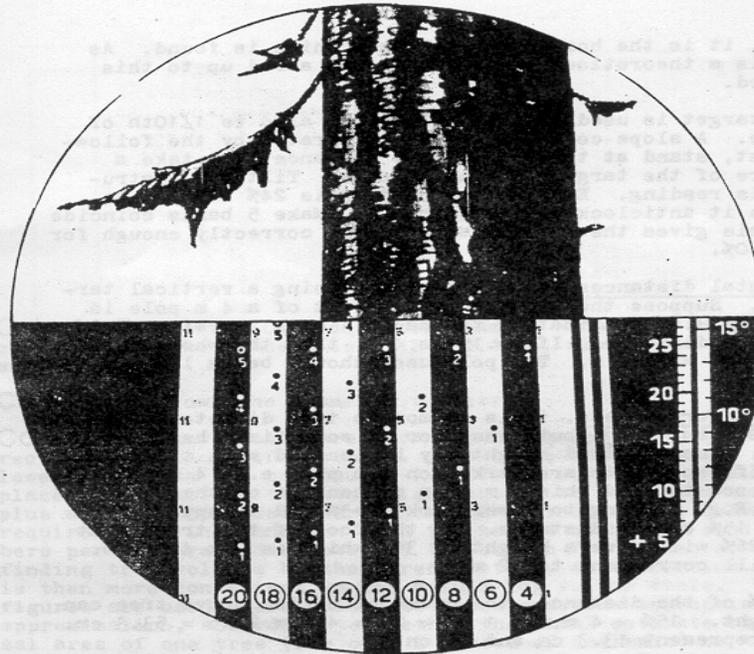


Fig. 10 — Wide-scale Relascope:

Diameter Measurement.

- The tree is being measured from 18 m horizontal distance.
- Heights are read on the band with the circled 18.
- The reading to the foot of the tree was -2 m. The point of measurement is at +5 m, i.e. at 7 m up the tree.
- The bands are arranged to give a whole number of RU's (7) to the left of zero. The fraction to the right of zero is estimated as 0.4 RU. Total, 7.4 RU.
- At 18 m distance, 1 RU = 2% of 18 m = 36 cm. 7.4 RU's =  $36 \times 7.4 = 266$  cm approx.

cuartas partes" que tiene el mismo ancho que la franja blanca más ancha de su borde izquierdo.

Este ancho equivale a una "Unidad de Relascopio o U.R.", así como al factor 1 de superficie terrestre ( $1 \text{ m}^2/\text{ha}$ ) al factor de distancia ( $f, d.50$ ) y, más o menos, al 2 % de la escala de alturas. El ancho de cada una de las 5 franjas blancas y las 5 franjas negras situadas a la izquierda es el mismo que el de la franja "dividida en cuatro partes" o que el de la primera franja ancha.

Esta aproximación puede hacerse aunque en la determinación de estas franjas se ha tenido en cuenta que el cálculo del diámetro de los troncos resulta de la cuerda visible.

La forma que se va estrechando hacia los dos extremos del conjunto de franjas corresponde a la disminución del ancho de un objeto según el coseno del ángulo de enfoque del objeto en cuestión. El conjunto de las franjas está cortado horizontalmente por la línea de separación de los dos campos en un punto que depende del grado de inclinación necesario para el enfoque.

En el sitio donde esta línea corta las franjas las escalas de medición se corrigen de modo que los diámetros de los árboles observados se proyectan verticalmente en el campo del enfoque horizontal.

A la extrema derecha hay dos escalas; la primera, marcada con P, señala la inclinación del pendiente en porcentaje; la segunda indica el ángulo de inclinación en grados.

El punto cero del campo de medición lo representa la separación entre la franja "dividida en cuatro partes" y la primera franja blanca. Las unidades enteras se leen de derecha a izquierda, las cuartas partes de unidad a partir del punto cero hacia la derecha. Para facilitar la determinación del número de unidades enteras desde el punto cero hacia la izquierda, cada franja lleva un número marcado sobre su borde izquierdo que se repite a intervalos que equivalen a  $5^\circ$  sobre la escala "D". Para evitar una confusión entre dos clases de números, los números del borde izquierdo son punteados y ligeramente más pequeños que las graduaciones de las escalas descritas más adelante.

Las franjas 2 a 10 contienen las escalas de tangente para medir los diámetros de los árboles a alturas de 1 m por encima y 1 m por debajo del horizonte del observador.

Estas escalas están señaladas por filas de puntos en la parte derecha de las bandas. Están marcadas por números de 1 a 9 y a partir de 10 por símbolos.

Los valores 10, 20, 30 están señalados por cuadritos puestos sobre una punta con un punto en su centro. Los valores 15 y 25 están representados por pequeños círculos. Los valores medios pueden ser identificados rápidamente tomando como referencia el múltiplo más próximo de 5.

La altura máxima de cada escala es de 30 m o de  $+70^\circ$  y  $-60^\circ$  respectivamente.

Los valores de las escalas indican la altura por encima y por debajo del horizonte cuando las lecturas se hacen a distancias apropiadas "entre el tronco y el ojo del observador" y se señalan en números pares de metros, entre 4 y 20 m. Estas cifras aparecen en círculos en el lugar del punto cero de las escalas. Se puede encontrar la escala apropiada también sin referirse a los números del punto cero, duplicando la posición de cada banda.

Por ejemplo la escala para  $a = 12 \text{ m}$  en la banda sexta, para  $a = 14 \text{ m}$  en la banda séptima y así sucesivamente.

Ilustr. 3: Escalas y objeto a medir. La distancia escogida es de 18 m y el punto a medir está a 5 m por encima del nivel de ojos. El borde 7 coincide con el borde izquierdo del árbol, mientras que el borde derecho cae en el campo de la franja "dividida en cuatro partes". El resultado de la lectura es: 7 U.R. enteras más 1.6 cuarta parte de unidad ( $U.R./4$ )  $1 U.R. = 36 \text{ cm} - 1 U.R./4 = 9 \text{ cm}$ .  $d = (7 \times 36 + 1.6) \times 9 = 266,4 \text{ cm}$ .

### III. Medición del diámetro en altura (medición "d")

Para realizar esta medición se busca primero la altura del punto de medición deseada sobre el tronco y luego se mide el diámetro real. En ambos casos la medición se hace por los ángulos. Como los ángulos sólo señalan una medida relativa, esta ha de ser completada por una medida absoluta. La medida absoluta que mejor conviene es la distancia de base "a" (distancia horizontal entre el árbol y el observador) para la que es preferible escoger un número par de metros de 4 a 20, ya que esto permite el empleo de las escalas descritas más arriba y simplifica el cálculo del diámetro. Esta distancia de base debe ser medida con una cinta.

Cuanto más cerca se está del árbol, tanto más exacta es la medición del diámetro. Con todo el ángulo de inclinación del enfoque no debe ser demasiado grande, por ejemplo, para medir un diámetro de 10 m de altura no hay que ponerse a cuatro metros sino a 10 o 12 m. La siguiente regla se aplica a la determinación del diámetro: "el borde izquierdo del tronco debe coincidir con el borde de una de las bandas anchas de modo que el borde derecho del tronco caiga en el campo de la franja "dividida en cuatro partes". Se cuentan primero las U.R. enteras a la izquierda del origen y luego las cuartas partes de U.R. (o sus fracciones) a la derecha del origen.

U.R. y U.R./4 se convierten en cm según la distancia de base. Si la distancia es: "a", 1 U.R. = 2a cm y U.R./4 = a/2 cm (la conversión es simple, ya que la distancia de base es un número par de metros y también U.R./4 se expresa en cm).

Ejemplo fig.3: Distancia de base 18 m, altura por encima del nivel de los ojos: 5 m, 1 U.R. = 36 cm, U.R./4 = 9 cm; el borde izquierdo del tronco coincide con el borde de la banda 7 o 7 U.R. hacia la izquierda a partir de 0; desde 0 hasta el borde derecho del tronco se lee: 1/4 U.R. + 0.6 U.R./4; 7 U.R. x 36 = 252 cm; 1 U.R./4 = 9 cm; 0.6 U.R./4 = 5.4 cm.

Al sumar los valores se obtiene como diámetro 266.4 cm.

Para los árboles muy altos puede emplearse una escala de distancia doble. En este caso las unidades de escalas equivalen a 2 m en lugar de 1 m.

La escala de porcentajes "P" debe utilizarse para determinar la altura del punto de medición cuando las dificultades del terreno o cualquier otra circunstancia no permiten emplear ninguna de las distancias de base (2 a 20 m) indicadas en la línea de origen. Esta escala "P" señala la altura buscada, por encima y por debajo del nivel de los ojos, en porcentaje de la distancia base; ejemplo: a = 25 m, 1 % = 25 cm.

Si se busca un punto de medición a 7 m de altura sobre el horizonte, hay que elevar la inclinación de la línea de enfoque hasta que el borde de medida indique 700 cm; 25 cm = 28 unidades P. Así una U.R. equivale a 50 cm y 1 U.R./4 equivale a 12.5 cm. Es mejor expresar lo que cae en la franja "dividida en cuatro partes" en décimas de U.R. que en U.R./4 o fracción de U.R./4.

Ej.: 0.4 U.R. preferible a U.R./4 = 0.6  $\frac{U.R.}{4}$ . Al proceder así se simplifica la conversión: 7.4 U.R. x 50 = 370 cm.

Ilustr. 4: Vista de conjunto. Graduaciones.

Ilustr. 5: Medición "d" y medición "b". La escala de U.R. se establece en función del seno del semiángulo de enfoque:  $U = 100 \text{ sen } d/2$

$$\frac{d}{2} = \frac{a \cdot U}{100} \quad \text{o} \quad d = \frac{a \cdot U}{50}$$

Esto significa que el diámetro "d" es proporcional a la distancia "a" y al número "U" de franjas U.R. No obstante, si se desea medir directamente el largo "b" antes que el diámetro "d", hay que tener en cuenta que este largo "b" no es exactamente proporcional a "U".

$$b = \frac{d}{\text{cos } d/2} = \frac{a}{50} \cdot U \cdot \text{sec } a/2$$

La tabla a continuación indica los ángulos de enfoque con los factores distanciales DF y los secantes de los semiángulos correspondientes.

RU	a	Df	sec a/2	RU	a	Df	sec a/2
1	: 1 08 45	: $\frac{50}{25}$	: 1.00005	7	: 8 01 41	: 7,14	: 1.00246
2	: 2 17 31	: $\frac{25}{12,5}$	: 1.00020	8	: 9 10 38	: 6,25	: 1.00322
3	: 3 26 18	: $\frac{16,6}{8,3}$	: 1.00045	9	: 10 19 38	: 5,5	: 1.00407
4	: 4 35 06	: $\frac{12,5}{6,25}$	: 1.00080	10	: 11 28 42	: $\frac{5}{4}$	: 1.00504
5	: 5 43 55	: $\frac{10}{5}$	: 1.00125	11	: 12 37 50	: 4,54	: 1.00611
6	: 6 52 47	: $\frac{8,3}{4,15}$	: 1.00180	12	: 13 47 03	: 4,16	: 1.00731

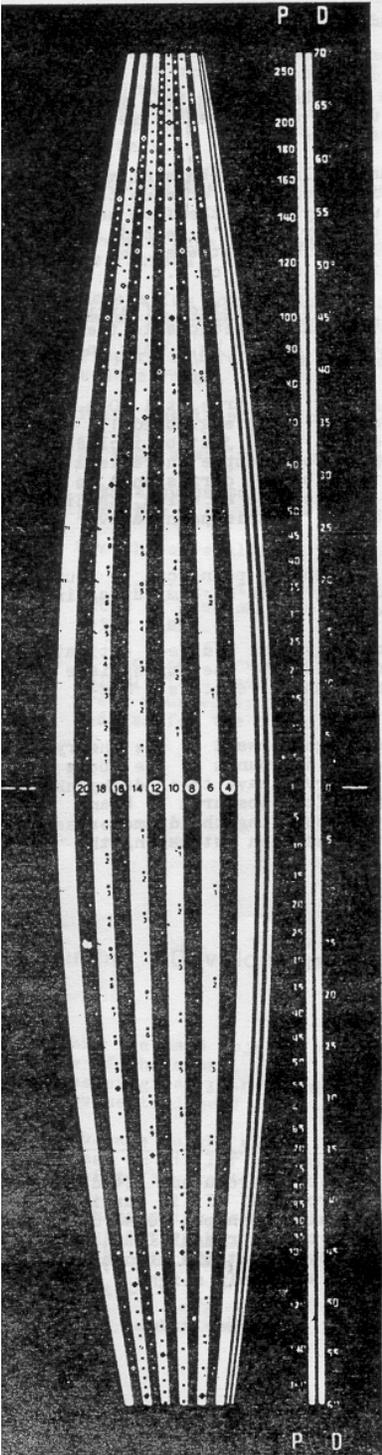
Esta pequeña diferencia no repercute en las medidas de ángulo; no obstante, si se utiliza un jalón para las mediciones, el factor sec d/2 debe emplearse teniendo en cuenta que es de 1/00 para 4.5 U.R.

#### IV. Medición óptica de las distancias (medición "a")

##### Determinación de una longitud deseada

Con una base horizontal debe emplearse el factor de distancia 10 (F.D. 10) que equivale a 5 U.R. y que se indica por la mitad de ancho de la escala. La longitud de mira a utilizar debe ser la décima de la distancia a determinar (véase Relaskopttechnik 2 p.7). Las longitudes horizontales se obtienen con el péndulo oscilante, las longitudes en pendiente cuando el péndulo está parado en 0°. Con una base vertical empléese F.D. 10 y una mira como la descrita más arriba. Colóquese a una distancia más o menos como

Ilustración 4 y 5



WIDE-SCALE RELASCOPE

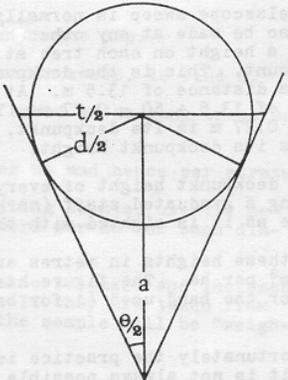
Fig. 7 (left)

Wide-scale Relascope:

Scales, full length.

Fig. 8 (below)

Rod length or diameter.



$\theta$  = angle measured at eye, which depends on the the width of the band.

$t$  = length of target (rod).

$d$  = diameter of tree, or of a cylindrical target.

In the original relascope, the band width is such that:-

$$\frac{t/2}{a} = \tan \theta/2$$

In the wide-scale relascope:-

$$\frac{d/2}{a} = \sin \theta/2$$

When  $t$  or  $d$  are less than  $a/10$ , the difference between these results is negligible, and  $t$  or  $d$  can be used indiscriminately to measure a target rod or a diameter.

la longitud deseada, enfoque el centro del jalón; lea sobre "P" la inclinación del enfoque y añada a esta cifra la mitad del valor encontrado. Inclíne el aparato hasta que el nuevo valor pueda ser leído sobre "P" y bloquee el péndulo: ej. - primera lectura 24 %, posición final 36 %. Sin tocar el botón "E" haga que el relascopio gire a lo largo del eje de enfoque en sentido inverso a las agujas de un reloj, hasta que quede en posición horizontal. Por este movimiento el "ancho de medida" queda en posición vertical. Entonces basta hacer coincidir el "ancho de medida" 05 con el jalón vertical que se consigue desplazándose hacia adelante o hacia atrás.

#### Determinación de largos horizontales desconocidas

Estos largos se determinan mediante una gran base vertical utilizando la escala "P" y empleando preferentemente un trípode. La diferencia conocida de altura (en metros) entre el punto más alto y el más bajo de la base vertical se mide en % a partir de la posición de observación. Una fracción de % puede valorarse hasta cerca del 1/10.

El valor en % obtenido para  $i$  (resp. diferencia o suma de las dos lecturas) se llama "P", como  $i$ , la distancia horizontal se obtiene en metros.

$$\text{como } i = a \cdot \frac{P}{100} \text{ se obtiene } a = \frac{100 \cdot i}{P} \quad (1)$$

Para juzgar con mayor exactitud la precisión de este procedimiento, diferenciamos la función  $a$  (ecuación 1) respecto a  $P$ .

$$\frac{da}{dP} = \frac{-100 \cdot i}{P^2} \quad \text{o} \quad P = \frac{100 \cdot i}{a}$$

$$\frac{da}{dp} = \frac{-A^2}{100 \cdot i} \quad \text{o} \quad da = -\frac{a^2}{100 \cdot i} \cdot dp \quad (2)$$

Cuanto mayor es  $i$  tanto menos puede ejercer influencia un error  $dp$  en la medición en % de "P" sobre un error de distancia  $da$ . Al mismo tiempo el error aumenta con el cuadrado de distancia. Ej.:  $a = 20$ ,  $i = 4$ ,  $da = -dp$ ; por ejemplo un error de  $+0.2\%$  cometido en la medición introduce también un error de  $-0.2\%$  en la distancia. Pero si para la misma longitud de mira  $i = 4$ , la distancia es solamente  $a = 10$ ,  $da = -1/4 dp$ , entonces el error de distancia es solamente de  $-0.05\%$ .

Este ejemplo demuestra la necesidad de una gran base vertical y la importancia de un aumento progresivo de la precisión en la medición del porcentaje al aumentar la distancia. Se puede obtener una mayor precisión con un trípode y con lecturas repetidas. La distancia máxima depende de la necesidad de la precisión que se desee.

Ilustr. 6: Graduaciones y símbolos. M - M: línea mediana. 0 = punto de partida (origen) de las escalas. El número de Unidades Relascopio enteras (U.R.) se cuenta a partir de 0 hacia la izquierda, las cuartas partes de unidades (U.R./4) se cuentan desde 0 hacia la derecha. Cifras; 1; 2; 3...11. Estas cifras marcadas con puntos están en el borde izquierdo de cada franja. V: borde derecho de la franja "dividida en cuartas partes". Las cifras pares en los círculos 4; 6; 8...20 indican la distancia en metros que debe ser utilizada con las "escalas" inscritas en la misma franja. Cada cifra en círculo es el doble del número de la franja correspondiente. Las escalas están marcadas con puntos; negros y blancos, según la franja. Se indican sólo los valores 1 al 9. Los valores 10, 20 y 30 se marcan con un pequeño cuadro, los valores 15 y 25 con un pequeño círculo. En este dibujo el valor de la "escala" es  $h = 3$  para una distancia  $d = 4$  (segunda franja)  $h = 9$  para  $a = 12$   $h = 25$  para  $a = 20$ .

#### Medición de superficies terrestres, "medición b"

La medición de superficies terrestres en los bosques tropicales requiere generalmente el empleo de grandes factores de base. Estos son disponibles de forma inmediata en el relascopio con franja ancha, a saber:

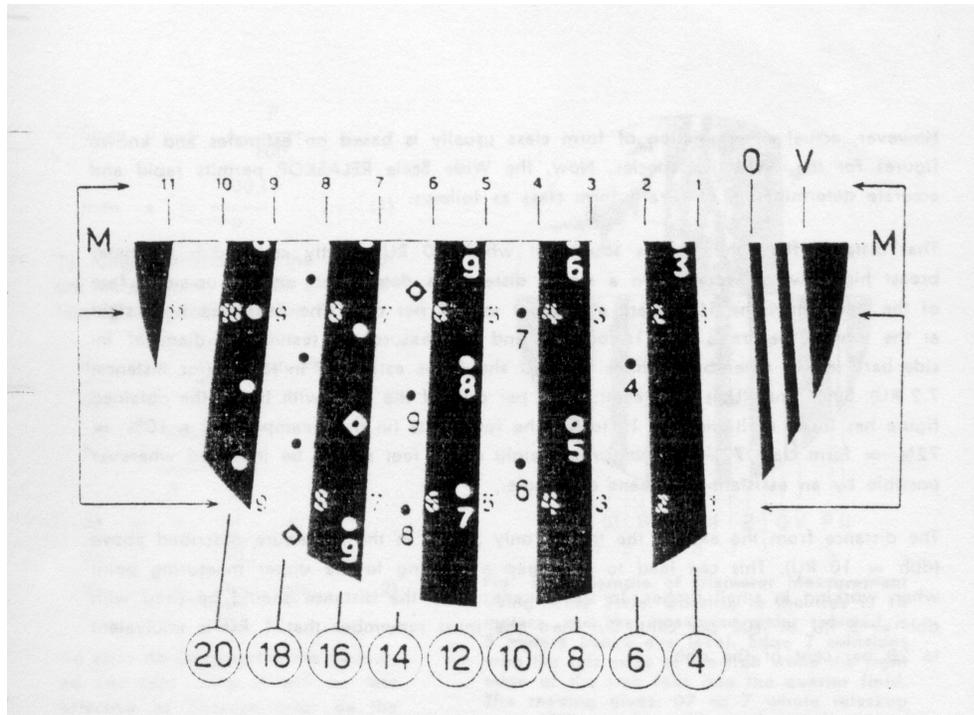
- el cuadrado del número de unidades Relascopio utilizadas es el factor  $k$  de superficie terrestre en  $m^2/ha$  ( $k = U^2$ ).

Cuando se utiliza la banda 01,  $k$  es igual a 02 -  $k = 4$  03  $k = 9$  etc.

La misma regla se aplica a las franjas de "cuartas partes" para 1 U.R./4  $k = 1/16$ , para 2 U.R./4  $k = 1/4$ , para 3 U.R./4  $k = 9/16$ . Esto se aplica también para las combinaciones de unidades enteras U.R. y de cuartas unidades, como por ejemplo para  $(2 + 1/4)$  U.R. =  $9/4$  U.R.  $k = 81/16 m^2/ha$ .

Al igual que la determinación del diámetro a la altura del pecho tiene poco valor para los árboles tropicales y los árboles muy grandes, para obtener la superficie terrestre debe emplearse una altura de medición de 4 o 10 m sobre el suelo. Para encontrar la altura deseada del punto de medición lo más rápidamente posible colóquese una vara de bambú verticalmente al lado del árbol. Escójase

Ilustración 6



la mayor fracción par posible de la altura de medición e indíquese esta cifra sobre la vara con dos señales claramente visibles. (Por ejemplo:  $i = 4$  m para una altura de 4 - 8 - 12 o 16 m). El intervalo conocido según las señales de la vara (aquí  $i = 4$  m) se mide con la escala P con la mayor precisión posible (por ejemplo:  $23 \times 3 = 69\%$ ). El valor en % así obtenido (en este caso 69 %) se utiliza para obtener la altura deseada (12 m) a partir del pie del árbol. Para enfoques a un lado y a otro del nivel de los ojos los valores "P" deben ser añadidos, mientras que si el nivel del pie del árbol y de la altura de medición están en la misma parte de la escala, hay que calcular la diferencia.

El intervalo señalado sobre la vara y obtenido en P % (aquí  $P = 23\%$ ) puede emplearse para medir directamente  $d$ . Como  $1 \text{ U.R.} = 2\%$  y  $1/P$  arroja un valor que equivale a 1 % de la distancia respectiva,  $1 \text{ U.R.} = 2 i/P$  (800/23 cm en este ejemplo).

Con este método se puede determinar desde un punto tanto superficies terrestres como diámetros a alturas inaccesibles desde el suelo.

Si la distancia a partir del punto de observación se determina con una cinta para obtener una mayor precisión en la determinación del diámetro, la altura del punto de medición se obtiene por tantas unidades de 5 % como el 1 % de la distancia está contenido en esta altura (véase también el último párrafo del capítulo 3).

Fabricante:

F.O.B. SALZBURG  
FEINMECHANISCHE - OPTISCHE  
BETRIEBSGESELLSCHAFT M.B.H.  
SALZBURG AUSTRIA

Printed in Austria