

Instrumentos de Investigación

Visión General

Antes de la recogida de datos de campo, hay que asegurarse de que se tiene todo el equipamiento necesario para los protocolos que se enumeran en las *Guías de Campo*. Algunos de los instrumentos utilizados en la *Investigación de Cobertura Terrestre/Biología* se pueden construir y/o necesitan algunas instrucciones especiales en cuanto a su uso. Esta sección detalla la construcción y uso de esos instrumentos, que incluye:

A. El Sistema MUC – Es el sistema de clasificación de cobertura terrestre utilizado por GLOBE. Para realizar una clasificación usando este sistema MUC se necesitará tener la *Tabla del Sistema MUC* (que se incluye más adelante en esta sección) y el *Glosario de Términos MUC* (que se encuentra en el *Apéndice* de este capítulo) o la *Guía de Campo MUC* (suministrada por GLOBE en un libro aparte). También se necesitará familiarizarse con el sistema y sus convenciones.

B. Densímetro – Instrumento utilizado para tomar medidas de la cobertura vegetal como parte de las mediciones de biometría descritas en el *Protocolo de Biometría*. Se necesitará construir y familiarizarse con el uso de los densímetros antes de realizar mediciones en el campo.

C. Clinómetro – Instrumento utilizado para medir la altura de los árboles como parte de las mediciones de biometría descritas en el *Protocolo de Biometría*. Se necesitará construir y familiarizarse con el uso antes de realizar mediciones de campo.

D. Medir por pasos - Técnica utilizada para medir distancias fácilmente durante la investigación. Es importante medir la longitud de los pasos y que familiarizarse con el uso de esta técnica de medida.

E. Cinta métrica – Utilizada mucho en la investigación de cobertura terrestre.

Al final de esta sección se encontrará *Evaluación de Instrumentos de Investigación*. Antes de ir al campo, usar esta evaluación para asegurarse de que se sabe utilizar el instrumento correctamente.

A. El sistema MUC

MUC como Sistema de Clasificación

La identificación o clasificación de la cobertura terrestre es uno de los principales objetivos de la *Investigación de Cobertura Terrestre/Biología*. Para que el alumnado, el profesorado y los científicos que utilizan datos GLOBE sepan exactamente qué tipo de cobertura terrestre hay en un sitio en cuestión, todos deben usar un mismo “lenguaje” en cuanto a cobertura terrestre. El Programa GLOBE utiliza el Sistema Modificado de Clasificación de la UNESCO (MUC), un sistema que sigue estándares internacionales y utiliza terminología de ecología para la identificación de tipos específicos de cobertura terrestre. El equipo de cobertura terrestre modificó un sistema de clasificación utilizado por la UNESCO (Organización Educativa, Científica y Cultural de las Naciones Unidas) añadiendo un tipo de cobertura terrestre para áreas urbanizadas y realizando otros pequeños cambios.

Todos los sistemas de clasificación, incluyendo el MUC, tienen cuatro características. Estas son:

1. Todos los sistemas de clasificación tienen identificadores, que son los títulos de las clases, y definiciones o reglas, que son los criterios que se aplican para decidir la clase correcta a la que pertenece un objeto.
2. Todos están dispuestos en una estructura *jerarquizada* (múltiples niveles de clases). A cualquier nivel de detalle, todas las distintas clases deberían englobarse en el nivel siguiente, menos detallado, y ser coherentes con la definición de ese nivel de clase.
3. Son totalmente *exhaustivos*, es decir, que existe una clase para cada dato u objeto.
4. Finalmente, cada clase es totalmente *excluyente*, es decir, que hay una y sólo una clase para cada uno de los datos u objetos.

Utilizando un sistema de clasificación estándar internacional todos los datos GLOBE se pueden compilar en un conjunto único de datos de cobertura terrestre regional o global. Este sistema de clasificación es una herramienta para situar todos los posibles tipos de cobertura de la Tierra en

en una única clase. Así, los datos de suelo se pueden recoger y ser utilizados para validar los datos tomados mediante teledetección, siguiendo los mismos protocolos científicos en todo el mundo. Este sistema de clasificación permite a los participantes GLOBE describir con toda exactitud la cobertura de cualquier punto de la Tierra utilizando los mismos criterios que el resto de participantes GLOBE. Para obtener información de los sitios de muestreo de cobertura terrestre se debe saber cómo utilizar el sistema MUC.

Organización del Sistema MUC

Existen dos componentes del sistema MUC. Uno es la delimitación del sistema. La *Tabla del Sistema MUC*, (que se muestra más adelante) contiene la lista jerárquica de identificación de cada clase. El segundo es el *Glosario de Términos MUC* (se encuentra en el *Apéndice* de este capítulo), con reglas y definiciones. Estos dos componentes se combinan en la *Guía de Campo MUC*. Se pueden elegir utilizar la *Tabla del Sistema MUC* y el *Glosario de Términos MUC* o la *Guía de Campo MUC* para las clasificaciones. Se pueden usar ambos. Sin embargo, y sin importar cuál se elija, antes de clasificar cualquier tipo de cobertura terrestre es esencial comprobar siempre la definición de la clase de cobertura terrestre en cuestión que se cree que es la apropiada. Incluso si se cree saber

lo que es un Bosque Cerrado se deberá comprobar la definición, para confirmar que el sitio es, realmente, un Bosque Cerrado y no una Zona Arbolada.

El Sistema MUC posee una estructura jerárquica, con 10 clases de nivel 1. Estas clases son muy generales y fácilmente identificables. Se debe seleccionar una clase MUC única para identificar un tipo de cobertura terrestre de cada nivel MUC, comenzando por el nivel 1. Dentro de cada clase de nivel 1 existen de dos a seis clases de nivel 2 más detalladas. Las clases del nivel 2 son todavía fáciles de distinguir y muy generales. Los niveles 3 y 4 son comunidades más específicas o asociaciones de vegetación. La estructura jerárquica del sistema MUC simplifica el proceso de clasificación. En cada nivel la elección está restringida a aquellas clases que se encuentren en la clase que se ha seleccionado en el nivel anterior. Así, mientras todo el sistema MUC contiene más de 150 clases, en cada elección sólo existen de tres a seis tipos de cobertura terrestre

Para llevar a cabo la *Investigación de Cobertura Terrestre/Biología* es necesario empezar identificando la clase de nivel 1 de cada sitio homogéneo de muestreo de cobertura terrestre. Cada clase de nivel 1 es general y se puede identificar calculando el porcentaje de cobertura vegetal y del suelo del tipo de cobertura terrestre dominante en el sitio de muestreo.

Tabla CT-SS-1: Clases MUC de Nivel 1

MUC Código	Clases MUC de Nivel 1	Cobertura Precisa
0	Bosque Cerrado	>40% árboles, al menos de 5 metros de alto, con las copas tocándose
1	Zona Arbolada	>40% árboles, al menos de 5 metros de alto, no se tocan las copas
2	Zona Arbustiva o de Matorral	>40 % arbustos o matorrales, entre 0,5 m. y 5 m. de altura
3	Arbustos Enanos o Subarbustivo	>40% por debajo de 0,5 m de altura
4	Vegetación Herbácea	>60% plantas herbáceas, hierba, y otras (de hoja ancha)
5	Suelo Desnudo	<40% cobertura vegetal
6	Humedales	>40% cobertura vegetal, incluye pantanos, marismas.
7	Cuerpos de Agua	>60% de cuerpos de agua
8	Zona de Cultivo	>60% especies agrícolas
9	Urbano	>40% cobertura urbana (construcciones, áreas asfaltadas)

Generalmente, el porcentaje de cobertura se puede estimar visualmente. Algunas veces será preciso realizar mediciones de la cobertura dominante para determinar con exactitud el nivel 1 de clase MUC. El procedimiento para estas mediciones se encuentra en el *Protocolo de Biometría*. La Tabla CT-II-1 muestra las 10 clases MUC de nivel 1. Una vez la clase MUC de nivel 1 se ha seleccionado, ya sólo se deberán considerar las clases MUC de nivel 2 asociadas. El mismo proceso se sigue para los niveles 3 y 4. Es esencial comprobar la definición de cada clase para asegurarse de que se escoge la clase correcta.

Utilización del Sistema MUC

Uso del Glosario de Términos MUC y de la Tabla de la Guía del Profesor

Al clasificar la cobertura terrestre utilizando el sistema MUC, siempre se comienza por las clases más generales (nivel 1), y se continúa secuencialmente a las clases más específicas (niveles altos). Hay 10 clases de nivel 1 en el MUC. Ocho de ellas son coberturas naturales, y dos son artificiales.

Las clases MUC de nivel 1 incluyen Bosque Cerrado, Monte Alto, y Urbano. En el nivel 2, dentro del Bosque Cerrado, están los principalmente perennes, los principalmente caducifolios, y los extremadamente xeromórficos (secos). Estas clases de nivel 2 son más detalladas que el nivel 1, Bosque Cerrado, y se pueden agrupar en ella. En otras palabras, cualquier miembro de una clase de nivel 2, pertenece siempre a una clase de nivel 1. Ver la Tabla CT-II-2. Esta tabla una versión resumida del MUC, en la que se muestran sólo las clases de los niveles 1 y 2.

El sistema MUC posee hasta 4 niveles de clases dispuestas jerárquicamente. Cada nivel superior contiene propiedades más específicas de cobertura terrestre. Los códigos de las clases MUC tienen hasta 4 dígitos que se asocian con cada clase MUC, con un dígito para cada nivel. Ver la Tabla CT-II-3.

Clasificación de la Cobertura Terrestre Utilizando la Tabla del Sistema MUC y el Glosario de Términos MUC

- Observar el sitio de cobertura terrestre y leer las definiciones para las 10 clases de nivel 1. Escoger la que mejor describa el sitio. Si es necesario, realizar mediciones de la altura de la vegetación, cobertura vegetal y del suelo, e identificar la vegetación dominante y codominante, para decidir qué clase de nivel 1 es la que mejor se ajusta. Ver las Guías de Campo del *Protocolo de Biometría*.
- Una vez que elegida la clase de nivel 1, leer las definiciones de las clases de nivel 2 entre las que se tiene que elegir. Si ninguna de las definiciones parece adecuada, retroceder y volver a plantearse el nivel 1.
- Escoger la clase del nivel 2 que mejor describa la cobertura terrestre del sitio. Puede ser necesario realizar mediciones de biometría y volver a leer las definiciones.
- Una vez que se ha seleccionado la clase de nivel 2, leer las definiciones de las clases de nivel 3 entre las que se tiene que elegir. Si ninguna de las definiciones parece adecuada, plantearse de nuevo la elección de la clase de nivel 2. Si no hay opciones para el nivel 3, ya se habrá terminado.
- Escoger la clase de nivel 3 que mejor describa el sitio de cobertura terrestre. Puede que se necesite realizar mediciones de biometría, y volver a leer las definiciones.
- Una vez que seleccionada la clase de nivel 3, leer las definiciones de las clases de nivel 4 entre las que se tiene que elegir. Si ninguna de las definiciones parece adecuada, volver de nuevo a las clases de nivel 3. Si no se tiene que elegir el nivel 4, ya se habrá terminado.
- Anotar la clase MUC (hasta 4 dígitos) en el sitio adecuado de la *Hoja de Datos*.

Tabla CT-II-2: MUC Nivel 1 y 2

	Nivel 1	Nivel 2
Cobertura Natural	0 Bosque Cerrado	01 Principalmente Perenne 02 Principalmente Caducifolio 03 Extremadamente Xeromórfico (Seco)
	1 Monte alto	11 Principalmente Perenne 12 Principalmente Caducifolio 13 Extremadamente Xeromórfico (Seco)
	2 Monte bajo	21 Principalmente Perenne 22 Principalmente Caducifolio 23 Extremadamente Xeromórfico (Subdesértico) Arbustos o Matorral
	3 Arbustos Enanos o Matorral Enano	31 Principalmente Perenne 32 Principalmente Caducifolio 33 Extremadamente Xeromórfico (Subdesértico) Arbustos Enanos o Matorral Enano 34 Tundra
	4 Vegetación herbácea	41 Gramíneas Altas 42 Gramíneas de talla media 43 Gramíneas de Talla Corta 44 Otras herbáceas
	5 Suelo desnudo	51 Planicies Salinas Secas 52 Zonas arenosas 53 Roca desnuda 54 Llanuras de nieve permanente 55 Glaciares 56 Otros
	6 Humedales	61 Ribereños 62 Palustres 63 de estuarios 64 Lacustres
	7 Cuerpos de Agua	71 Agua dulce 72 Marina
Cobertura antrópica	8 Tierra Cultivada	81 Agricultura 82 No agricultura
	9 Urbana	91 Residencial 92 Comercial e Industrial 93 Transporte 94 Otros

Cómo Usar la Guía de Campo MUC

La *Guía de Campo MUC* está diseñada para servir como guía en la elección de niveles MUC, desde el más general (nivel 1) hasta el más específico. Los niveles más detallados serán el 2, 3 ó 4, dependiendo de la clase de cobertura terrestre. En cada nivel, se formularán una o más cuestiones sobre el sitio o se proporcionará una lista de opciones entre las que se elegirá la que mejor describa el sitio. La elección o respuesta a una pregunta (habitualmente SI o NO) llevará a la siguiente, hasta que, finalmente, se alcance el nivel más específico MUC del sitio. Cuando se haya alcanzado el nivel más detallado, aparecerá “TERMINADO”.

Cada clase dentro de cada nivel posee un único identificador o código numérico. La clasificación se identificará con una serie de números. En la *Guía de Campo MUC* se da la definición del *Glosario de Términos MUC* para cada nivel MUC. Las preguntas descritas anteriormente y las definiciones están descritas en la parte izquierda de la página. En la parte derecha de la página, junto con las aclaraciones de las palabras utilizadas al definir la clase MUC, pueden haber algunas notas para ayudarle a realizar la elección. En toda la guía hay intercalados dibujos que ayudarán a entender mejor los tipos de vegetación y las reglas utilizadas en el Sistema MUC. Al final de esta Guía se incluye una tabla que muestra todas las clases MUC.

Consejos Útiles

- El alumnado debería remitirse a las definiciones de la *Guía de Campo MUC* o al *Glosario de Términos MUC* para determinar la clase MUC de un área.
- Distinguir entre clases MUC requiere mediciones cuantitativas del porcentaje del sitio que está cubierto por diferentes tipos de vegetación y/o la altura de la vegetación dominante. Se puede identificar la clase MUC correcta usando las mediciones que se encuentran en el *Protocolo de Biometría*.
- Para clasificar una cobertura terrestre se puede utilizar la *Guía de Campo MUC* o el *Glosario de Términos MUC* junto con la *Tabla del Sistema MUC*.
- Para simplificar la *Tabla del Sistema MUC* y el *Glosario de Términos MUC* para el alumnado, algunos profesores los han modificado, eliminando algunas de las alternativas más improbables, es decir, glaciares, y aguas salobres, en una zona desértica interior; bosques xeromórficos (extremadamente secos) en un entorno muy húmedo, etc.

Tabla CT - SS - 3: Tabla del sistema MUC		NOTAS Y EJEMPLOS		
NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	
Cobertura Natural	Principalmente Perennifolio	0 Bosque cerrado	0111 Tierras bajas	Costa Rica: vertiente atlántica Costa Rica: Sierra de Talamanca Barro Colorado, Montecristians
			0112 Submontano	
			0113 Montano	
			0114 Subalpino	
			0115 Nival	
			0121 Tierras bajas	Casta spp.
			0122 Submontano	
			0123 Montano	
			0124 Subalpino	
			0131 Tierras bajas	Queensland, Australia, y Tatar
			0133 Montano y nival	
			0141 Tierras bajas	Costa chilena
			0142 Submontano	
			0143 Montano	
			0144 Subalpino	
			0145 Nival	
			0151 Templado o Subpolar húmedo	Templado Subpolar
			0152 Subpolar	
			0161 Tierras bajas	Tierras bajas y Submontano >50m Tierras bajas y Submontano <50m
0162 Submontano				
0163 Montano				
0164 Subalpino	Eucaliptus regnans, E. diversicolor EE.UU.: bosque de roble de California			
0171 Tierras bajas y Submontano >50m				
0172 Tierras bajas y Submontano <50m	Pinus spp. bosque de Honduras y Nicaragua Pinus spp. bosque de Filipinas y del sur de Méjico			
0181 Tierras bajas y Submontano				
0182 Montano y Subalpino	Sequoia y Pseudotsuga spp. Pacífico O. de N. América Pinus spp. Picea y Abies spp. Boreal, ramas cortas.			
0191 Gigante (>50m)				
0192 Copas redondas irregulares				
0193 Copas cónicas	0194 Copas cilíndricas			
0194 Copas cilíndricas				

Tabla CT - SS - 3. Tabla del sistema MUC (continuación)

NIVEL 1		NIVEL 2		NIVEL 3		NIVEL 4		NOTAS Y EJEMPLOS	
<i>Cobertura Natural</i>									
0	Bosque cerrado	Principalmente caducifolio	021	Tropical y subtropical Caducifolio-seco	0211	Tierras bajas con Hoja ancha y Submontano	0212	Montano y nival	Noroeste de Costa Rica Norte de Perú
			022	Caducifolio-frio con perennifolios	0221	Hoja ancha con árboles perennifolios y enredaderas	0222	Con árboles caducifolios de hoja acicular	Oeste de Europa: <i>Ilex aquifolium</i> , <i>Hedera helix</i> Norte América: <i>Magnolia</i> spp. Noroeste de EE.UU.: bosque de arce
			023	Caducifolio - frio con árboles de hoja perenne	0231	Tierras bajas templadas y Submontano hoja ancha	0232	Montano y boreal	
			0233		0233	Subalpino y Subpolar			Zonificación en las zonas arboladas
03	Extremadamente Xeromórfico (Seco)		031	Dominado por esclerófilas					
			032	Dominado por espinosas	0321	Mezcla caducifolio - perennifolio	0322	Totalmente caducifolio	
			033	Principalmente suculentas					
1	Principalmente perennifolios		111	Hoja ancha					
			112	Hoja acicular	1121	Copas redondas irregulares	1122	Copas cónicas	<i>Pinus</i> spp. Principalmente subalpino
			1123		1123	Copas cilíndricas			Regiones boreales: <i>Picea</i> spp.
			121	Caducifolios secos	1211	Tierras bajas con Hoja ancha y Submontano	1212	Montano y nival	
			122	Caducifolios frios con perennifolios	1221	Con árboles de hoja perenne y ancha y enredaderas	1222	Con árboles de hoja perenne acicular	
			123	Caducifolios frios sin árboles perennifolios	1231	Hoja ancha	1232	Hoja acicular	
			1233		1233	Mezcla			
13	Extremadamente Xeromórfico (seco)		131	Dominado por esclerófilas					
			132	Dominado por espinosas	1321	Mezcla caducifolio - perennifolio	1322	Totalmente caducifolio	
			133	Principalmente suculentas					
1	Zona arbolada								

Tabla CT - SS - 3: Tabla del sistema MUC (continuación)

NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NOTAS Y EJEMPLOS	
Cobertura Natural	21 Principalmente perennifolios	211 Hoja ancha	211.1 Bambú bajo 211.2 Arbol Tuft 211.3 Hemi-esclerofilas de hoja ancha 211.4 Esclerofilas de hoja ancha 211.5 Sufruticosas	Palmera arbustiva mediterránea, helecho hawaiano <i>Rhododendron</i> subalpino, o <i>Hibiscus tiliaceus</i> Chaparral <i>Cistus</i>	
		212 Hoja acicular o microfillos	212.1 Hoja acicular 212.2 Microfillos	<i>Pinus mughus</i> Tropical subalpino	
	2 Arbustivo o matorral	22 Principalmente caducifolios	221 Caducifolios de zona seca con plantas leñosas perennifolias		
			222 Caducifolios de zona seca sin plantas leñosas perennifolias		
			223 Caducifolios de zona fría	223.1 Templado 223.2 Subalpino y Subpolar	
	23 Arbustos extremadamente xeromórficos (subdesértico)	231 Principalmente perennifolios	231.1 Únicamente perennifolios	231.1.1 Sin suculentas 231.1.2 Con suculentas	Australia, N. América. <i>Atriplex-Kochia-saltbush</i>
			231.2 Principalmente caducifolios		
			311 Matorral enano	311.1 Cespitoso 311.2 Rastrero	<i>Calluna</i> <i>Loiseleuria</i>
			312 Subarbustivo	312.1 Almohadillado	E. Mediterráneo: <i>Astragalus</i> y <i>Acantholimon</i> spp.
	3 Subarbustivo o matorral enano	313 Mezcla de perennifolios y matorral enano y herbáceas	313.1 Perennifolios y herbáceos mezclados		<i>Nardus-Calluna</i> Grecia: <i>Phygnana</i> spp.
313.2 Perenne parcial y herbáceos mezclados					
32 Principalmente caducifolios		321 Caducifolios facultativos de zona seca	321.1 Matorral enano cespitoso 321.2 Matorral enano rastrero 321.3 Subarbustivo almohadillado 321.4 Subarbustivo mezclado		
		322 Caducifolios estrictos de zona seca			
		323 Caducifolios de zona fría	323.1 323.2 323.3 323.4		

Tabla CT-SS-3: Tabla del sistema MUC (continuación)

NIVEL 1		NIVEL 2		NIVEL 3		NIVEL 4		NOTAS Y EJEMPLOS	
Cobertura Natural	3 Subarbusivo o matorral enano	33 Subarbusivo extremadamente xeromórfico (subdesértico)	331 Principalmente perennifolios	3311 Solamente perennifolios	3312 Semi-caducifolios				
			332 Principalmente caducifolios	3321 Sin suculentas	3322 Con suculentas				
		34 Tundra	341 Principalmente briófitos	3411 Cespitosas	3412 Rastreras				
			342 Principalmente líquenes						
4 Vegetación herbácea	41 Gramíneas altas	411 Con árboles cubriendo 10-40%	4110 Árboles: de hoja perenne acicular						
			4111 Árboles: de hoja perenne ancha						
		4112 Árboles: de hoja semi-perenne ancha							
		4115 Árboles: caducifolios de hoja ancha							
		412 Con árboles cubriendo <10%	4120 Árboles: de hoja perenne acicular						
			4121 Árboles: de hoja perenne ancha						
			4122 Árboles: de hoja semi-perenne ancha						
			4123 Árboles: caducifolios de hoja ancha						
		4124 Tropical y subtropical con árboles y arbustos							
		413 Con arbustos	4130 Arbustos: de hoja perenne acicular						
4131 Arbustos: de hoja perenne ancha									
4132 Arbustos: de hoja semi-perenne ancha									
4133 Arbustos: de hoja caduca ancha									
4134 Tropical y subtropical con árboles y arbustos									
42 Gramíneas de altura media	421 Con árboles cubriendo 10-40%	4210 Árboles: hoja perenne acicular							
		4211 Árboles: hoja perenne ancha							
		4212 Árboles: hoja semi-perenne ancha							
4213 Árboles: hoja caduca ancha									
422 Con árboles cubriendo <40%	4220 Árboles: hoja perenne acicular								
	4221 Árboles: hoja perenne ancha								
	4222 Árboles: hoja semi-perenne ancha								
	4223 Árboles: hoja caduca ancha								
4224 Tropical y subtropical con árboles y arbustos									
43 Con plantas en mata	431 Sin leñosas	4310 Tropical con palmeras							
		4311 Tropical							
		4312 Tropical							
44 Con plantas en mata	441 Sin leñosas	4410 Árboles: hoja perenne acicular							
		4411 Árboles: hoja perenne ancha							
		4412 Árboles: hoja semi-perenne ancha							
		4413 Árboles: hoja caduca ancha							
45 Sin leñosas	451 Sin leñosas	4510 Árboles: hoja perenne acicular							
		4511 Árboles: hoja perenne ancha							
		4512 Árboles: hoja semi-perenne ancha							
		4513 Árboles: hoja caduca ancha							

Bajas latitudes de África, Amazonas bajo, Nilo superior

Tabla CT -SS - 3: Tabla del sistema MUC

NIVEL 1		NIVEL 2		NIVEL 3		NIVEL 4		NOTAS Y EJEMPLOS	
Cobertura natural	42 Gramíneas de altura media	42	Con arbustos	4250	Arbustos: de hoja perenne acicular				
				4251	Arbustos: hoja perenne ancha				
				4252	Arbustos: hoja semi-perenne ancha				
				4253	Arbustos: hojacaduca ancha				
				4254	Tropical y subtropical con árboles y arbustos				
				4255	Arbustos espinosos caducifolios				
				4256	Arbustos espinosos caducifolios				
				4257	Arbustos espinosos caducifolios				
				4258	Arbustos espinosos caducifolios				
				4259	Arbustos espinosos caducifolios				
4 Vegetación herbácea	43 Gramíneas cortas	43	Plantas en mata abierto	434	Plantas en mata abierto				
				435	Sin leñosas				
				4351	Principalmente hierbas cespitosas				
				4352	Principalmente herbáceas en ramillete				
				4310	Árboles: hoja perenne acicular				
				4311	Árboles: hoja perenne ancha				
				4312	Árboles: hoja semi-perenne ancha				
				4313	Árboles: hoja caduca ancha				
				4320	Árboles: hoja perenne acicular				
				4321	Árboles: hoja perenne ancha				
43	Con árboles cubriendo 10-40%	432	Con árboles cubriendo <10%	4322	Árboles: hoja semi-perenne ancha				
				4323	Árboles: hoja semi-perenne ancha				
				4324	Tropical y Subtropical con árboles y arbustos				
				4330	Arbustos: de hoja perenne acicular				
				4331	Arbustos: hoja perenne ancha				
				4332	Arbustos: hoja semi-perenne ancha				
				4333	Arbustos: hojacaduca ancha				
				4334	Tropical y subtropical con árboles y arbustos				
				4335	Arbustos espinosos caducifolios				
				43	Plantas en mata abierto	434	Sin leñosas	4341	Subtropical con palmeral abierto
4351	Subtropical abierto con plantas en mata								
4352	Tropical alpino sin plantas en mata								
4353	Tropical y subtropical alpino con perennifolios en campos abiertos								
4354	Con subarbutivo								
4361	Comunidades de gramíneas cortas								
4362	Comunidades de gramíneas en ramilletes								

EE, UU: Este de Kansas; pradera de hierba alta Nueva Zelanda; *Festuca novae-zelandiae*

EE, UU: pradera de hierba corta

Tabla CT-SS-3: Tabla del sistema MUC (continuación)

	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NOTAS Y EJEMPLOS			
<i>Cobertura natural</i>	4 Vegetación herbácea	44 Herbáceas hoja ancha	43.7 Comunidades mesofíticas de altura media y cortas	43.71 Comunidades de cespitosas	Norteamérica, Eurasia: baja altitud, fresco, húmedo			
			44.1 Comunidades altas	43.72 Praderas alpinas y subalpinas	Altas latitudes			
			44.2 Comunidades bajas	44.11 Helechos				
				44.12 Principalmente anuales				
				44.13 Principalmente herbáceas de hoja ancha y helechos				
				44.21 Principalmente herbáceas de hoja ancha y helechos				
					44.22 Principalmente anuales			
			5 Suelo desnudo		51 Llanuras secas saladas			
					52 Arenoso			
					53 Roca descubierta			
54 Permafrost								
55 Glaciares								
56 Otros								
6 Humedales		61 Ribereño						
		62 Palustre						
		63 Estuario						
		64 Lacustre						
7 Agua abierta		71 Dulce						
		72 Marina						
<i>Cobertura artificial</i>	8 Tierra cultivada	81 Agricultura	811 Cultivos en surco y pastos					
			812 Huertas y horticultura					
			813 Ganadería intensiva					
			814 Otras					
	9 Urbano	91 Residencial 92 Comercial e industrial 93 Transporte 94 Otros	82 No agricultura	821 Parques y campos de atletismo				
				822 Campos de golf				
				823 Cementerios				
				824 Otros				

Ejemplo de Clasificación MUC

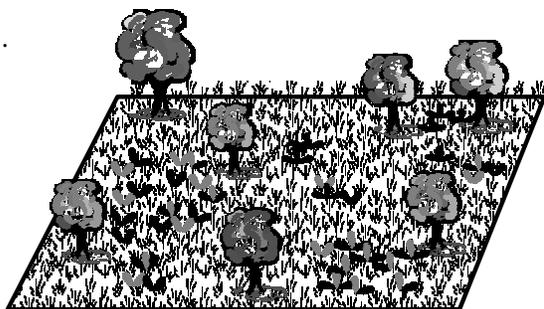
A continuación se muestra un ejemplo de asignación de clase MUC a una determinada área homogénea. Se muestran tres ejemplos adicionales en el *Apéndice*. Este primer ejemplo es para realizar con el alumnado, mientras que los del *Apéndice* son para que los intenten por sí mismos. El alumnado debería ser capaz de asignar correctamente una clase MUC cuando finalicen el primer ejemplo.

La respuesta para el ejemplo siguiente es 4213.

Las definiciones de las clases MUC y la terminología científica se dan en el *Glosario de Términos MUC* y en la *Guía de Campo MUC*. Comprobar SIEMPRE estas definiciones en lugar de confiar en la memoria o en un conocimiento general para determinar la clase MUC de un área.

Ejemplo 1

Para el sitio de cobertura terrestre (90 m x 90 m), se elige un área homogénea. Esto significa que toda el área tendrá la misma clase MUC. Aproximadamente un 80% del sitio está cubierto por gramíneas (herbáceas) y otras herbáceas (de hoja más ancha) de 1 metro de alto, en un porcentaje de 75% de gramíneas y un 25 % de otras herbáceas. Los árboles caducifolios de hoja ancha cubren entre el 15 y el 20% del sitio.



Nivel 1: Observar todas las clases de nivel 1 de la *Tabla del Sistema MUC*. Comprobar que la clase 4, vegetación herbácea, es la clase más apropiada para el nivel 1. Acudir al *Glosario de Términos de MUC*. La clase 4 requiere que más de un 60% de la cobertura total del suelo sea vegetación herbácea. La clase 4 es la elección correcta.

Nivel 2: Mirar en la *Tabla del Sistema MUC* las cuatro posibles clases de Nivel 2 (41-44). Revisar las definiciones de las cuatro clases en el *Glosario de Términos MUC*. Se debería establecer que, puesto que el tipo de cobertura dominante (vegetación herbácea) es gramínea en más del 50%, el nivel 2 de cobertura terrestre debe ser Gramíneas. Dado que las gramíneas tienen entre 50 cm y 2 m de altura, se debería elegir la clase 42, Gramíneas de media altura.

Nivel 3: Observar las cinco opciones de la *Tabla del Sistema MUC* para el nivel 3 (421-425). Dado que los árboles ocupan entre el 15 y 20% del sitio, se debería elegir la clase 421, “con árboles cubriendo entre el 10 y el 40 %”. Para asegurarse de que esta es la elección correcta, comprobar la definición en el *Glosario de Términos MUC*.

Nivel 4: Ahora se tienen cuatro opciones para el nivel 4 (4210-4213). Ya que los árboles son caducifolios de hoja ancha, se debería elegir la clase 4213. Se ha terminado la clasificación MUC.

B. Densímetro

Figura CT-II-4: Fabricación casera

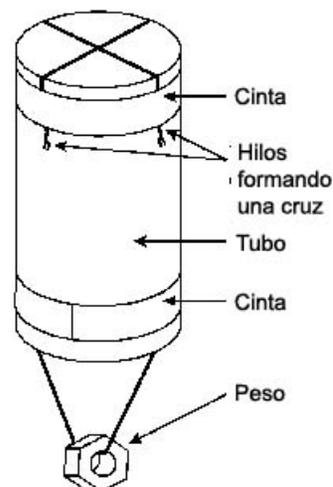
Un densímetro es un instrumento que se utiliza para realizar mediciones de cobertura vegetal, como parte de las mediciones de biometría descritas en el *Protocolo de Biometría*. A continuación se incluyen instrucciones para la construcción y el uso del densímetro.

Materiales Necesarios

- Un tubo largo de 4 cm de diámetro por 7,5 cm de largo (cartón del papel higiénico, cartulina, tubo de PVC)
- 34 cm de hilo o seda dental
- Arandela de metal o tuerca
- Cinta adhesiva

Construcción

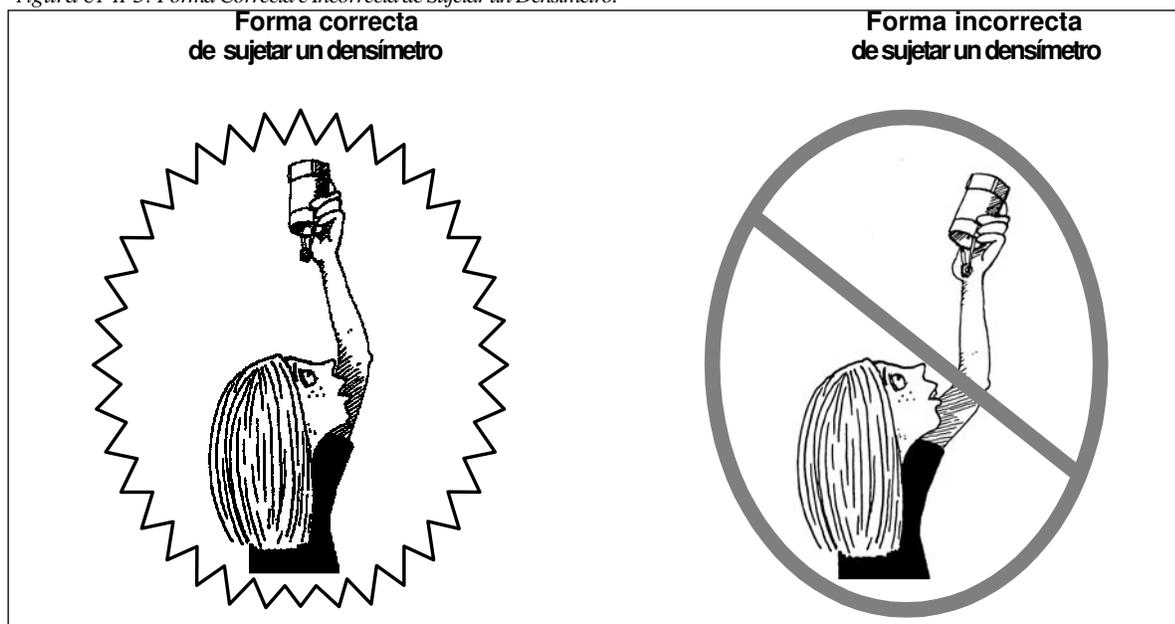
1. Reunir los materiales para cada densímetro.
2. Unir (con cinta adhesiva) dos hilos que formen ángulos rectos pasando en un extremo del tubo, de manera que formen una cruz. Dejar un poco de hilo colgando al final de la cinta adhesiva, para poder tensarlos si es necesario.
3. Sujetar (con cinta adhesiva) un hilo de 18 cm con una arandela de metal o una tuerca colgando de él en el otro extremo del tubo (el opuesto a la cruz).



Instrucciones Para su Uso.

1. Mirar a través del densímetro, asegurándose de que esté totalmente vertical y de que la tuerca/arandela está situada justo debajo de la intersección de los hilos del extremo del tubo. Ver Figura CT-II-5 y Figura CT-II-6. **Nota:** Utilizar el densímetro sólo para mirar HACIA ARRIBA, a la cobertura vegetal. Nunca para mirar hacia abajo, a la cobertura de suelo.
2. Si se ve vegetación, ramas u hojas justo en la intersección de los hilos se indicará esto como “T”, para hacer referencia a cobertura de árboles, o “SB” si hay cobertura de arbustos.
3. Si no se ve vegetación, ramas u hojas justo en la intersección de los hilos, se anotará menos “-”, que significa que se ve cielo justo en el cruce de los hilos.

Figura CT-II-5: Forma Correcta e Incorrecta de Sujetar un Densímetro.



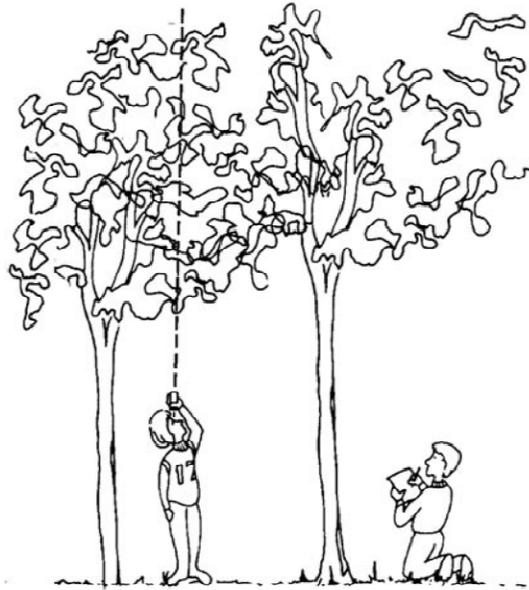
Modificado de TEREZA, Asociación de Educación Medioambiental, República Checa (1996).

Preguntas Frecuentes

1. ¿Qué se debe hacer si existe una cobertura de diversas alturas?

Si hay una cobertura con varias alturas se debe intentar identificar cuál es el nivel más alto sin cambiar de posición. Si hay vegetación justo en la intersección de los hilos, marcar con una "T" o como "SB". Ver CT- II-6.

Figura CT-II-6: Utilización de un Densímetro en Cobertura de Muchas Alturas.

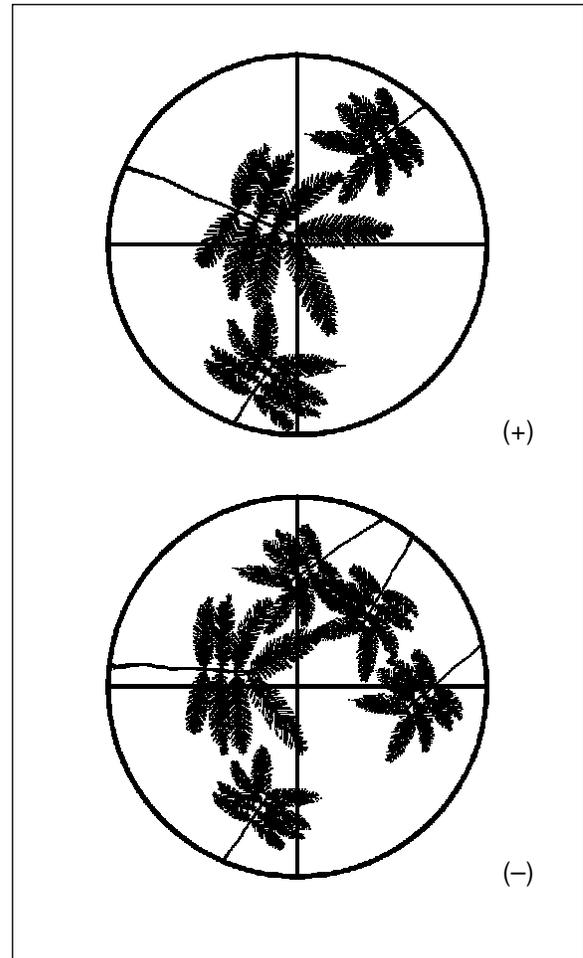


2. ¿Y si el círculo que se observa a través del densímetro está lleno de vegetación pero no hay justo en la intersección de los hilos?



Esta es una pregunta de muestreo. El equipo de Cobertura Terrestre/Biología ha determinado la intersección de los hilos como punto de muestreo. Por tanto, esto sería un (-).

Figura CT-II-7: Muestreo con el Densímetro



3. ¿Qué ocurre si no se puede ir al sitio durante el pico de máximo desarrollo (máxima foliación)?

Si no se puede ir al sitio durante el pico de desarrollo, realizar las mediciones del sitio durante el periodo de caída de las hojas y hacer lo que se pueda para obtener los datos del periodo de máximo desarrollo, cuando se pueda.

Instrucciones de Uso

1. Estando de pie y estirado, medir la altura desde el suelo hasta los ojos. Anotar este dato para cálculos posteriores.
2. Situarse a la misma altura del suelo que la base del objeto que se va a medir.
3. Mirar la parte superior del objeto a través del sorbete del clinómetro. Pedir a un compañero o compañera que lea los grados del ángulo BVW (Ver Figura CT-II-8), fijándose dónde el hilo toca el arco en la *Hoja del Clinómetro*. (El ángulo BVW es igual al ángulo BAC, que es el ángulo de inclinación del clinómetro.)
4. Medir la distancia horizontal desde nuestra posición al objeto medido.
5. Conociendo el ángulo de elevación, la altura de los ojos y la distancia al objeto, como en la Figura CT-II-9, se puede calcular la altura del objeto utilizando una simple ecuación. Sumar la altura de los ojos al número que se obtenga mediante la siguiente ecuación.

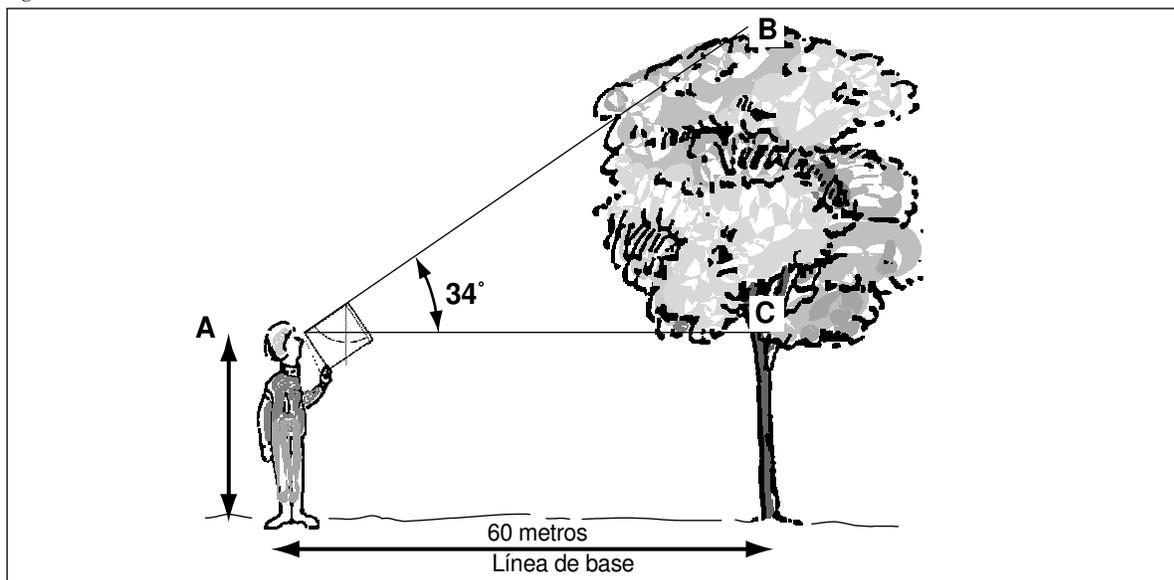
$$BC = AC \times \text{tg}A$$

Altura del árbol desde los ojos (BC) = Distancia a la base del árbol (AC) x tg del ángulo del clinómetro (tg A)

(Ver ejemplo en página siguiente)

Nota: Si se quiere practicar la realización de mediciones de alturas antes de ir al sitio de estudio, observar un objeto alto en el exterior del que se conozca o se pueda conocer directamente su altura, (como un mástil de una bandera, o un edificio). Después de completar los pasos del ejercicio anterior, comparar los resultados con la altura conocida del objeto.

Figura CT-II-9: Determinación de la Altura de un Árbol Mediante un Clinómetro



Ejemplo:

En el ejemplo (Figura CT-II-9 y CT- II-10), un alumno está a 60 m de la base de un árbol y ve la copa del árbol a través de su clinómetro. Sus ojos se encuentran a 1,5 m del suelo. Obtiene un ángulo de 34 grados en su clinómetro (las figuras no están dibujados a escala). Usa la *Tabla de Tangentes* y la siguiente ecuación para resolver la altura del árbol.

$$\begin{aligned} \text{tg } 34 &= BC/60. \text{ Luego,} \\ BC &= 60 \text{ m (tg } 34). \text{ Por lo tanto,} \\ BC &= 60 \text{ m (0,67) = } 40,2 \text{ m} \end{aligned}$$

Sumar a la altura de BC la altura del clinómetro al suelo (la altura de los ojos) para obtener la altura total del árbol. En el ejemplo anterior, la altura del árbol es de $40,2 \text{ m} + 1,5 \text{ m} = 41,7 \text{ m}$.

Nota: Ajustar la distancia al árbol para que situarse al menos tan lejos del árbol como su altura. Para obtener mediciones más exactas, ajustar la distancia para que el ángulo del clinómetro esté lo más próximo posible a 30 grados.

Figura CT-SS-10: Ecuación Trigonométrica

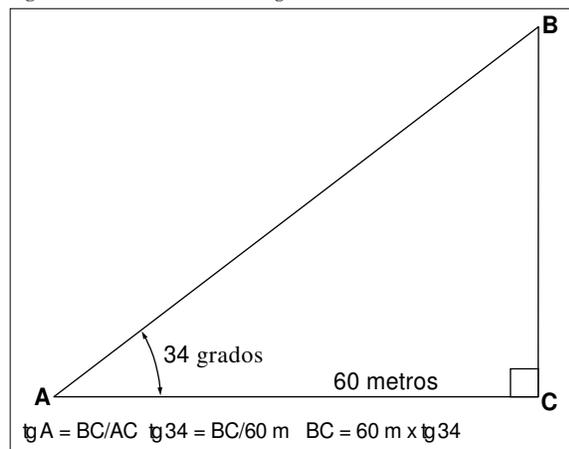
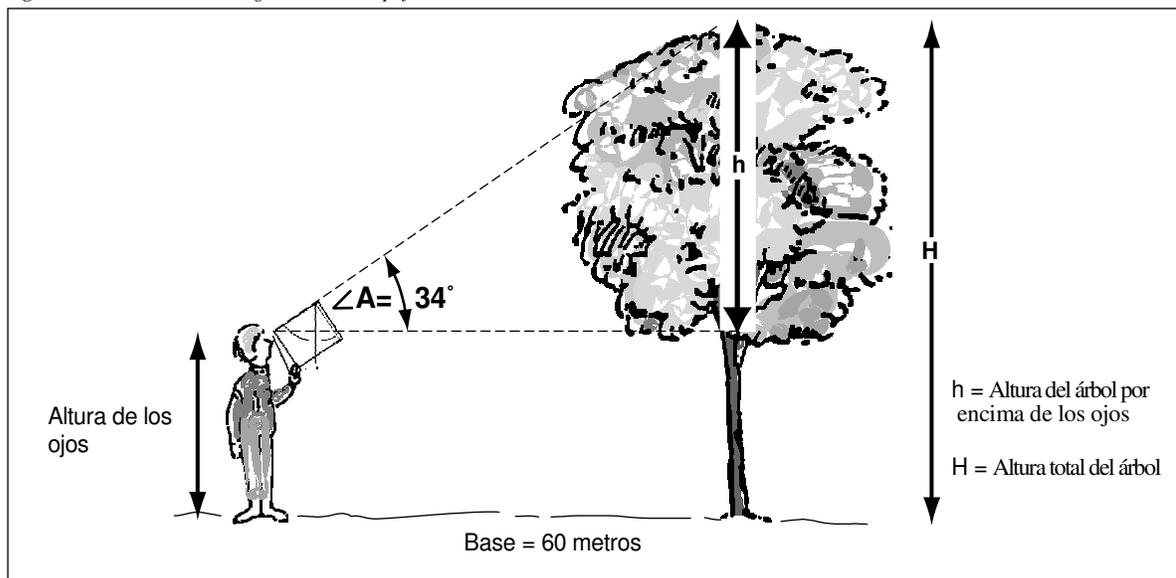


Figura CT-II-11: Ecuación Trigonométrica Simplificada



Para el alumnado que aún no esté familiarizado con la geometría, hay otra forma de simplificar este ejemplo. Ver Figura CT-II-11.

$$h = \text{Base} \times \text{tg } A$$

$$h = 60 \text{ m} \times \text{tg } 34$$

$$h = 60 \text{ m} \times 0,67 = 40,2 \text{ m}$$

$$H = h + \text{altura de los ojos}$$

$$H = 40,2 + 1,5 \text{ m} = 41,7 \text{ m}$$

Preguntas Frecuentes

1. ¿Y si el alumnado es demasiado joven para comprender las matemáticas utilizadas para hallar la altura del árbol?



Para el alumnado más joven, si el ángulo BVW es 45 grados, la distancia al árbol será equivalente a la altura del árbol desde los ojos. Esto se puede ilustrar para el alumnado mediante un dibujo de un triángulo rectángulo isósceles sin ninguna explicación adicional de las matemáticas implicadas. Medir con una cinta métrica la altura de los ojos un alumno, y luego la distancia desde su posición hasta la base del árbol. Esta distancia equivaldrá a la altura del árbol. Ver la *Técnica Alternativa para Medir la Altura de un Árbol a Nivel del Suelo: Guía de Campo de la Técnica del Clinómetro Simplificada* en el *Protocolo de Biometría*.

2. ¿Y si el árbol está inclinado?

Si el árbol está inclinado, realizar las mediciones hasta la copa del árbol, de la forma habitual.

3. Si no puedo estar al mismo nivel que la base del árbol que estoy midiendo, ¿cómo calculo la altura del árbol? ¿Y si no existe nivel del suelo para medir la altura de los árboles?

Hay tres métodos de solucionar este problema. Se presentan en las *Guías de Campo de Técnicas Alternativas para Medir la Altura de un Árbol* del *Protocolo de Biometría*. Utilizar el que más se adecúe.

D. Medición por Pasos

Un paso equivale a dos zancadas normales. Saber cuánto mide un paso nuestro será de gran utilidad en la investigación de cobertura terrestre. Concretamente, cuando se camina a lo largo de las diagonales para realizar mediciones en los sitios de muestreo (según el *Protocolo de Biometría*) se necesitará conocer cuántos pasos se emplean para recorrer 21,2 metros (la longitud de media diagonal). Existen dos opciones que se muestran a continuación para hallar éste dato.

Instrucciones para Calcular Cuánto Mide un Paso.

1. Colocar una cinta métrica de, al menos, 30 metros en un zona llana y despejada (un aparcamiento, un campo, o una calle es lo más apropiado).
2. Recordar que un paso es la distancia que se recorre con dos zancadas. Partiendo con la punta de los dedos del pie en la marca 0 de la cinta métrica, caminar 10 pasos a ritmo normal. Es importante utilizar la forma habitual cómoda de andar, dada la gran variedad de situaciones que se pueden encontrar en el campo.
3. Anotar la marca de la cinta métrica donde haya llegado la punta de los pies tras el décimo paso. Este valor será la longitud de 10 de pasos.
4. Dividir este valor por 10, y se obtendrá cuanto mide un paso.
5. Repetir los pasos 2-4 tres veces más. Calcular la media (sumando los tres resultados del paso 4, y dividiéndolo por tres) para determinar la distancia media de un paso.

Ejemplo:

Número de repetición	Distancia de 10 Pasos	Distancia de un paso
1	17,0 m	1,70 m
2	17,5 m	1,75 m
3	16,8 m	1,68 m
Paso Medio = 1,71 metros por paso		

Nota: Realizar esto en un bosque o en una colina escarpada es bastante diferente que hacerlo en llano, en un patio de escuela o en una zona de aparcamientos. Recordar lo siguiente:

- Al empezar a medir los pasos, caminar a ritmo normal. No exagerar los pasos, ya que los pasos se acortarán de manera natural en bosques y terrenos escarpados.
- Al caminar por una colina se está recorriendo una distancia en horizontal más corta de lo que parece, y puede también que no se camine de forma regular a causa del terreno. Hay que ser consciente de los pasos y compensarlos acortándolos o alargándolos si es necesario.
- Cuando haya obstáculos grandes (árboles, rocas, etc.) en el camino, caminar unos pasos lateralmente, después caminar recto, y después dar el mismo número de pasos lateralmente para recuperar la dirección original de la brújula. Ver Figura CT-II-12. Si es necesario realizar alguna observación cuando se está rodeando un obstáculo, estimar la lectura a partir de una posición del camino recorrido para rodearlo.

Figura CT-II-12 Cómo rodear grandes obstáculos

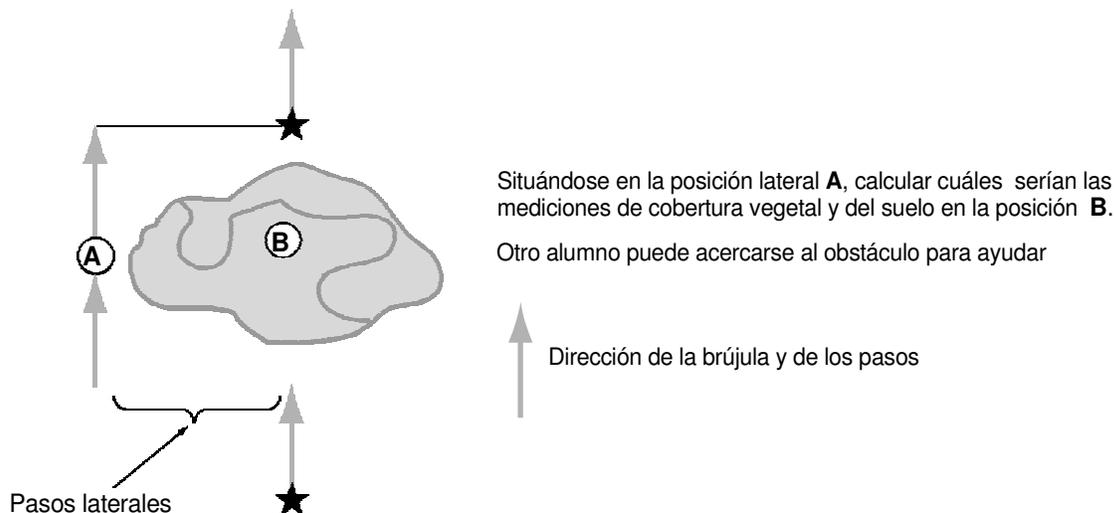
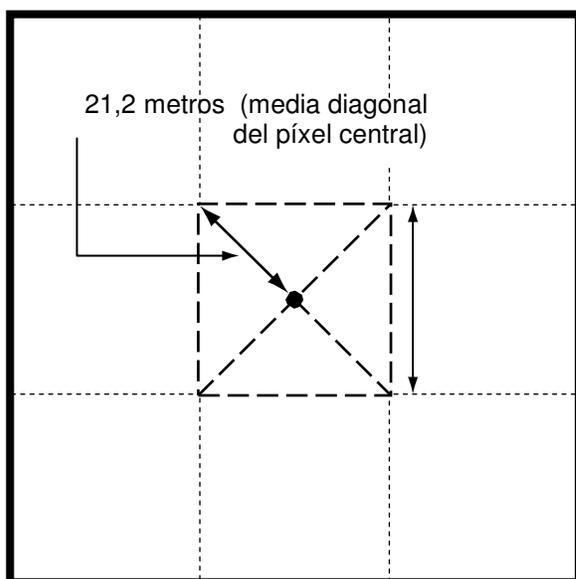


Figura CT-II-13: Ejemplo de medición por pasos



- Si un objeto es demasiado grande para rodearlo con pasos laterales, pararse en el objeto y determinar con la brújula la dirección de los pasos. Rodear el objeto hasta que se vuelva a caminar en la dirección original. Comenzar a contar de nuevo cuando se esté caminando en la dirección adecuada.

Determinación del número de pasos necesarios para hacer las mediciones a lo largo de media diagonal de un píxel de 30 m x 30 m

Nota: Si el alumnado sabe dividir con decimales, utilizar uno de sus pasos para establecer el número de pasos de media diagonal usando esta fórmula:

$$\# \text{ pasos de media diagonal} = \frac{21,2 \text{ metros}}{\text{Longitud de un paso (metros)}}$$

Si no saben dividir con decimales, usar el siguiente procedimiento.

1. Medir una distancia de 21,2 metros (lo que mide media diagonal, ver Figura CT-II-13) en un zona exterior y llana (calle, aparcamiento, etc.)
2. Recordar que un paso es el recorrido de ambos pies. Comenzar en la marca de 0; contar el número de pasos necesarios para

caminar toda la distancia a paso normal.

3. Repetirlo tres veces, y calcular la media para establecer el número medio de pasos.
4. Redondear el número de pasos calculados al paso medio más próximo. Este es el número de pasos que se tarda en caminar la media diagonal.
5. Anotar el número de pasos necesarios que cada alumno o alumna precisa para caminar media diagonal, para que sirva de referencia en la recogida de datos del sitio de muestreo de cobertura terrestre.



Preguntas Frecuentes

1. ¿Por qué se debe caminar 21,2 metros?

21,2 metros es la distancia de media diagonal de un área de 30 m x 30 m. Es la distancia que se caminará hacia cada uno de los puntos cardinales al realizar las mediciones de biometría.

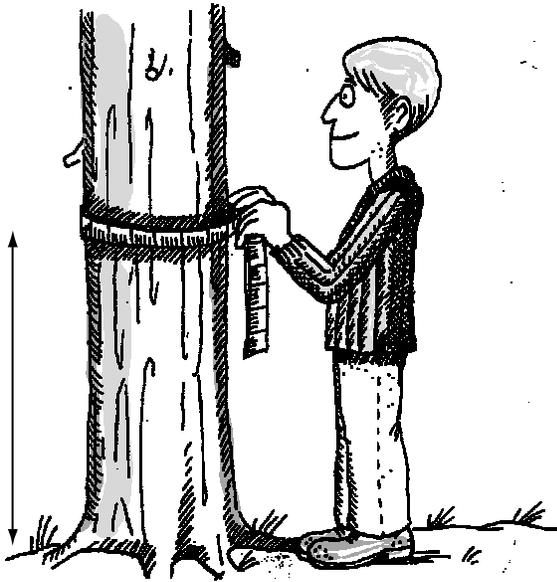
E. Cinta Métrica

En las mediciones que se realizan en los sitios de muestreo de cobertura terrestre se utiliza a menudo una cinta métrica. Es esencial saber utilizarla de forma correcta.

Consejo para Realizar Mediciones con una Cinta Métrica

Utilizar siempre una cinta métrica para las mediciones.

Figura CT-II-14: Medición de la Circunferencia de un Árbol



Preguntas Frecuentes



1. ¿Por qué se utiliza el sistema métrico?

El sistema métrico se utiliza en las investigaciones científicas en todo el mundo.

2. ¿Y si sólo se tiene una cinta que mida en unidades inglesas (pies y pulgadas)?

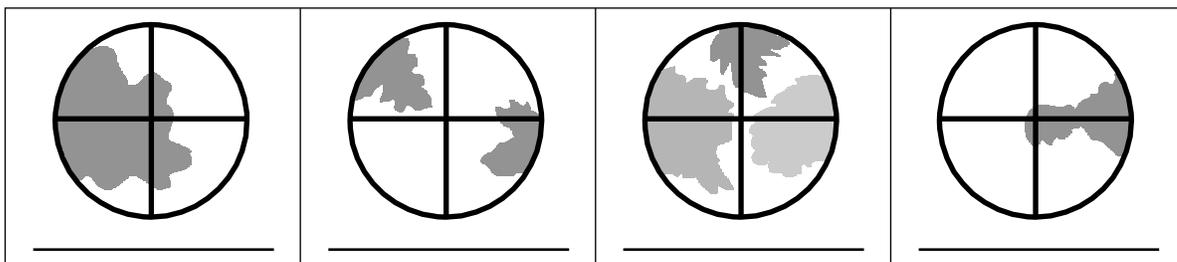
Si sólo se tiene una cinta que mida en unidades inglesas se deberán convertir las mediciones a unidades métricas antes de enviar los datos.

Evaluación de los Instrumentos de Investigación

Todos los instrumentos de las secciones previas son importantes para llevar a cabo con exactitud la *Investigación de Cobertura Terrestre*. Se debe utilizar la siguiente evaluación para valorar si se conocen y se saben utilizar los instrumentos antes de ir al campo. Las respuestas a las preguntas seleccionadas aparecen al final de la página.

Si no se sabe realizar estos ejercicios o contestar las preguntas, se deberá volver a repasar el material expuesto en esta sección antes de ir al campo.

1. Mostrar la forma correcta de sujetar un densímetro.
2. A continuación se muestran varios diagramas con ejemplos de lo que se podría ver a través del densímetro. Suponiendo que los árboles se sitúan justo encima, indicar para cada diagrama una "T" o un menos "-"



3. ¿Cuáles son las tres mediciones que se deben realizar para calcular la altura de un objeto?
4. Situar en un extremo de la clase y demostrar de qué forma se utilizaría el clinómetro para medir la altura de un objeto que elija el profesor/a. Que otro alumno/a observe el ángulo.
5. Medir la distancia que nos separa del objeto que haya elegido el profesor para el punto anterior, tomar cualquier otra medida que sea necesaria y calcular la altura del objeto.
6. Cuando se mida la altura de un árbol, se debería observar la base del árbol y de los pies, para asegurarse de que están
_____.
7. Determinar el número de pasos que se emplean en recorrer una distancia de 15 metros. (Utilizando cálculos matemáticos a partir de las mediciones anteriores o colocando una cinta métrica en el suelo).
8. ¿Cuál es la altura mínima de un árbol?
9. ¿A qué altura del suelo se mide la circunferencia de un árbol? ¿Con qué parte del cuerpo se corresponde?

1) El alumnado debería sujetar el densímetro verticalmente sobre su cabeza, de manera que la tuerca esté en posición perpendicular respecto al suelo. 2) T, -, -. T. 3) La altura de los ojos desde el suelo, la distancia hasta el árbol y el ángulo que marca el clinómetro al mirar al punto más alto del árbol. 4) El alumno debería mirar a través del sorbete desde el extremo correcto del clinómetro, de manera que vean la parte superior del objeto. 5) Todas las mediciones enumeradas en la pregunta 3 se deberían recoger y utilizar para los cálculos (usar la fórmula de la sección del clinómetro). 6) A la misma altura que el nivel del suelo. 7) Varias respuestas, dependiendo de la longitud del paso de cada alumno. 8) 5 metros. 9) 135 cm, dependiendo de la altura de cada alumno/a.