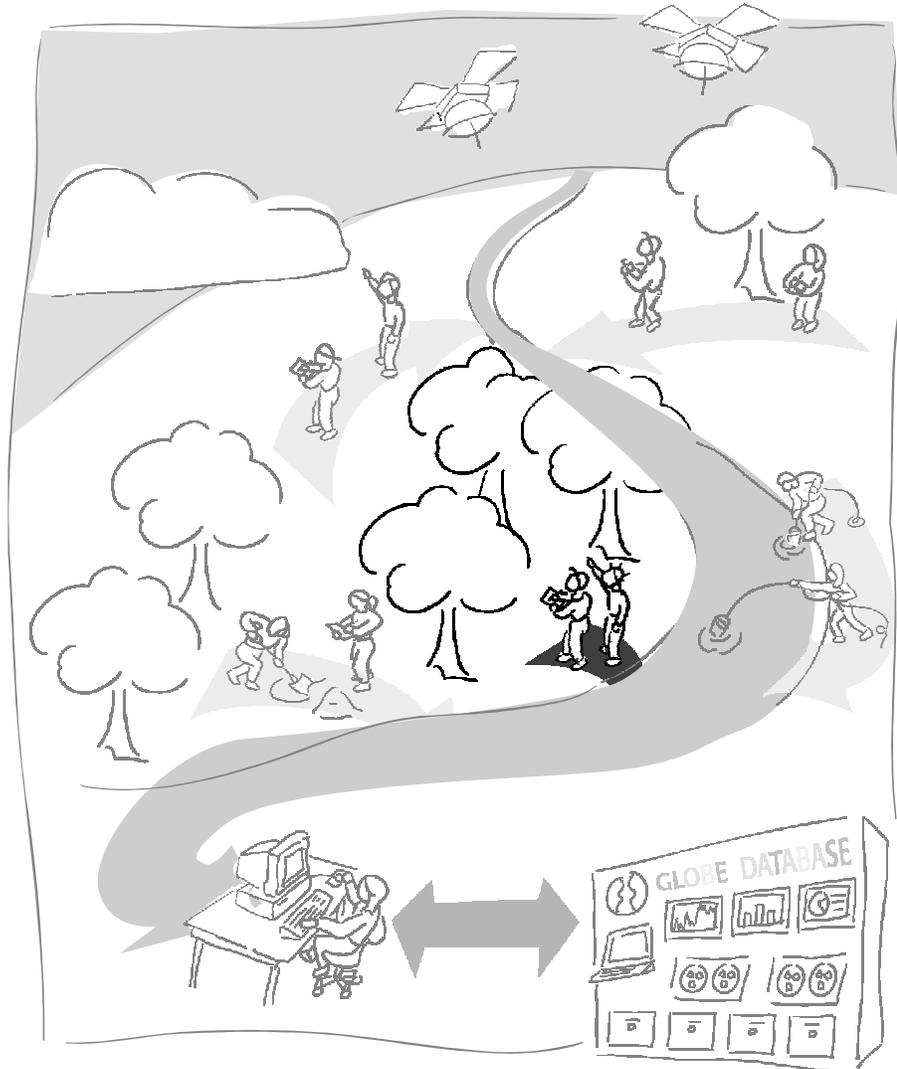


Investigación de Cobertura Terrestre / Biología



Investigación de Aprendizaje GLOBE



Un Vistazo a la Investigación de Cobertura Terrestre / Biología

Protocolos

Protocolo del Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre

Datos recogidos una vez en cada sitio: Ubicación con el GPS, fotografías, clasificación de cobertura terrestre.

Protocolo de Biometría

Los datos se recogen una vez para determinar la clase de cobertura terrestre de los sitios de muestreo de cobertura terrestre, o más veces para estudiar los cambios en la biomasa a lo largo del tiempo: cobertura vegetal y del suelo, altura de los árboles, arbustos o gramíneas, circunferencia de los árboles, biomasa de gramíneas y vegetación dominante y co-dominante.

Protocolo de Creación de Mapas de Cobertura Terrestre Manualmente y Protocolo de Creación de Mapas de Cobertura Terrestre Asistido por Computadora.

Se crea un mapa de cobertura terrestre del sitio de estudio GLOBE y se actualiza cuando se quiere.

Protocolo de Detección de Cambios en la Cobertura Terrestre

Se crea un mapa que muestra los cambios que se han producido a lo largo del tiempo (en un periodo de años) en el sitio de estudio GLOBE.

Secuencia de Actividades Recomendada

Nota: Es recomendable realizar algunas actividades de aprendizaje antes que implementar los Protocolos.

Leer la *Introducción*, especialmente la *Logística de las Mediciones* y la *Metodología Recomendada*. Realizar la *Actividad de Aprendizaje: Familiarización de las Imágenes Satelitales con el Sitio de Estudio GLOBE*.

Construir un densímetro y un clinómetro (ver *Instrumentos de Investigación*).

Revisar el cálculo de pasos y cómo utilizar la brújula, el densímetro, el clinómetro y la cinta métrica (ver *Instrumentos de Investigación*).

Practicar el *Protocolo de GPS* (ver el *Capítulo de GPS*) y el *Protocolo de Biometría*.

Elegir los sitios de muestreo de cobertura terrestre apropiados en el sitio de estudio (ver *Selección y Organización del Sitio de Muestreo*).

Realizar la *Actividad de Aprendizaje: Observación del Sitio*, que introduce conceptos de sistemas.

Realizar la *Actividad de Aprendizaje: Clasificación de Hojas*, que introduce conceptos de clasificación.

Practicar la utilización del sistema MUC para clasificar la cobertura terrestre.

Realizar el *Protocolo del Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre* en cada uno de los sitios de muestreo.

Realizar la *Actividad de Aprendizaje: La Odisea de los Ojos*, que introduce conceptos de teledetección.

Realizar bien *Creación de Mapas Manualmente Tutorial para la Imagen de Beverly, MA* (del *Apéndice*) si se va a hacer un mapa manualmente o el *Tutorial de Clasificación no Supervisada* (del CD de MultiSpec), si se va a realizar el mapa con la computadora.

Llevar a cabo el *Protocolo de Creación de Mapas de Cobertura Terrestre Manualmente, o con la Computadora*, utilizando la imagen de satelital del sitio de estudio GLOBE.

Realizar la *Actividad de Aprendizaje: Evaluación de la Exactitud de los Picos de las Aves* - que introduce la evaluación de la exactitud.

Realizar el *Tutorial de Evaluación de la Exactitud del Apéndice* para analizar la exactitud del mapa de tipos de cobertura terrestre.

Realizar el *Protocolo de Detección de Cambios de la Cobertura Terrestre*.

Realizar la *Actividad de Aprendizaje: Descubriendo un Área* - Usar las imágenes de satélite y los mapas creados por el alumnado.

Hacer la *Actividad de Aprendizaje: Uso de los Datos GLOBE para Analizar la Cobertura Terrestre* - Relaciona los datos de cobertura terrestre con otras mediciones de las investigaciones GLOBE.

Tabla de contenidos

Introducción

La Gran Imagen	Introducción 1
¿Por qué Investigar la Cobertura Terrestre?.....	Introducción 2
Los Científicos Necesitan los Datos GLOBE.....	Introducción 5
Objetivos Didácticos	Introducción 5
Logística de las Mediciones	Introducción 10
Protocolos de un Vistazo	Introducción 13
Metodología Recomendada	Introducción 14
Consideraciones para la Implementación.....	Introducción 19

Protocolos

Selección y Organización del Sitio de Muestreo
Instrumentos de Investigación
Protocolo del Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre
Protocolo de Biometría
Protocolo de Creación de Mapas de Cobertura Terrestre Manualmente
Protocolo de Creación de Mapas de Cobertura Terrestre con Computadora*
Protocolo de Detección de Cambios en la Cobertura Terrestre*
Protocolo de Combustible Vegetal*

Actividades de Aprendizaje*

Familiarización de las Imágenes Satelitales con el Sitio de Estudio GLOBE*
Observación del Sitio*
Clasificación de las Hojas*
Odisea de los Ojos*
Evaluación de la Exactitud de los Picos de las Aves*
Descubriendo un Área *
Uso de Datos GLOBE para Analizar la Cobertura Terrestre*

Apéndice

Hoja de Clinómetro	Apéndice 2
Tabla de Tangentes.....	Apéndice 3
Tabla de Cosenos	Apéndice 4
Ejemplos Prácticos de Clasificación MUC.....	Apéndice 5
Creación de Mapas Manualmente:	
Tutorial de la Imagen de Beverly, MA	Apéndice 8

* Ver la versión completa de la *Guía del Profesor GLOBE*, disponible en el sitio Web de GLOBE y en el CD-ROM.

Tutorial de Evaluación de la Exactitud.....	Apéndice 16
Tutorial de Detección de Cambios.....	Apéndice 26
Hoja de Datos del Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre.....	Apéndice 39
Hojas de Datos de Cobertura de Árboles y del Suelo.....	Apéndice 40
Hoja de Datos de Cobertura de Arbustos y del Suelo.....	Apéndice 42
Hoja de Datos de Altura de Gramíneas, Árboles y Arbustos.....	Apéndice 44
Hojas de Datos de Técnicas Alternativas del Clinómetro.....	Apéndice 45
Hoja de Datos de Circunferencia de Árboles.....	Apéndice 51
Hoja de Datos de Biomasa de las Gramíneas.....	Apéndice 52
Hoja de Trabajo de Evaluación de la Exactitud	Apéndice 53
Hoja de Datos del Protocolo de Combustible Vegetal.....	Apéndice 54
Glosario del Sistema MUC.....	Apéndice 57
Glosario de Cobertura Terrestre.	Apéndice 77

Introducción

La Gran Imagen

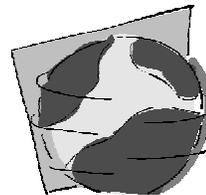
El agua ocupa dos tercios de la superficie terrestre. El otro tercio corresponde a los continentes en los que vivimos. Hasta que el ser humano viajó al espacio no se pudo apreciar completamente la belleza y la diversidad de nuestro planeta. Dependemos de la superficie de la Tierra (y de un poco por encima y por debajo de ella) para satisfacer la mayoría de nuestras necesidades. Por tanto, la realización de mapas y el seguimiento de esta superficie es vital para que podamos aprovechar los recursos que nos brinda y para asegurar su protección.

Teledetección simplemente significa aprender algo sobre un asunto sin tener contacto directo con él. Diariamente utilizamos la teledetección para escuchar, oler y ver. Históricamente, se han utilizado fotografías aéreas tomadas desde globos, aviones y, más recientemente, imágenes digitales obtenidas desde satélites, para crear mapas y hacer un seguimiento de la cobertura terrestre.

La teledetección tiene la gran ventaja de cubrir rápidamente grandes superficies y volver a visitar la zona frecuentemente. Sin embargo, algunos detalles que pueden observarse a nivel del suelo puede que no se detecten mediante la teledetección. Por ello, es positivo tomar datos de campo en los sitios de muestreo para completar la información que se adquiere mediante teledetección de esa zona. No es posible cubrir todos los lugares de la Tierra para crear un mapa de cobertura terrestre. En su lugar, se utilizan muestras –las visitas de campo reales– y se relacionan con lo que se puede observar utilizando varios sistemas de teledetección.

Las observaciones realizadas mediante teledetección de la superficie de la Tierra generalmente se presentan en forma imágenes digitales. Cada elemento de estas imágenes es un *píxel* o elemento de la imagen. El tamaño de los píxeles depende de la resolución espacial del sensor utilizado. La resolución espacial hace referencia al objeto más pequeño que puede ser distinguido en la imagen. Las imágenes utilizadas en GLOBE son del sensor Thematic Mapper (TM) de Landsat, cuya resolución espacial o tamaño del píxel es de 30 m x 30 m. Ver Figura CT-I-1.

La resolución espectral hace referencia a las longitudes de onda de la luz, denominadas comúnmente, bandas, que los sensores de los satélites son capaces de medir. Nuestros ojos detectan diferentes longitudes de ondas de la luz (colores), pero sólo vemos en un rango longitudes



de onda conocido como la porción visible del espectro. El nuevo sensor de Landsat 7, Enhanced Thematic Mapper, es capaz de detectar seis bandas - azul, verde, rojo, infrarrojo cercano, y dos bandas en el infrarrojo medio – con una resolución espacial de 30 m x 30 m. También, detecta una banda en el infrarrojo térmico con resolución espacial de 60 m x 60 m, y una banda pancromática cubriendo las longitudes de onda desde el azul hasta el infrarrojo cercano con resolución espacial de 15 m x 15 m. En GLOBE se utilizan cinco de las seis primeras bandas, que son las mismas que estaban disponibles en los primeros sensores Thematic Mapper. Para más información sobre teledetección, consultar la sección *Teledetección* de la *Guía de Implementación*.

Los científicos que utilizan la teledetección usan las imágenes de satélite como herramientas para crear mapas de cobertura terrestre. Surge una cuestión muy importante, ¿son buenos estos mapas creados a partir de teledetección? Para contestar esta pregunta hay que hacer una evaluación de la exactitud del mapa. Si se visitan sitios de cobertura terrestre apropiados, se pueden comparar con el mapa y, así, determinar la exactitud de éste. Esta valoración es muy útil para tomar decisiones importantes sobre la cobertura terrestre de la Tierra a partir de estos mapas.

Finalmente, es importante que los muestreos de campo y los mapas de teledetección utilicen el mismo sistema de clasificación. Un sistema de clasificación consiste en una lista de categorías o tipos de cobertura terrestre y sus correspondientes definiciones para cada uno. Ya que el programa GLOBE es un esfuerzo mundial, es importante que el sistema de clasificación elegido sea apropiado para cualquier lugar de la Tierra. En el programa GLOBE se ha adaptado un sistema aceptado mundialmente desarrollado por la UNESCO, que incluye tanto la cobertura terrestre natural como la cobertura terrestre modificada por el hombre. Este sistema se denomina Sistema de Clasificación Modificado de la UNESCO (MUC). Todo el mundo en el programa GLOBE, utiliza el MUC para identificar sitios de muestreo visitados, así como los mapas realizados con datos obtenidos por teledetección. Por eso, se puede crear un mapa coherente, uniforme y validado de cobertura terrestre para todo el mundo.

¿Por Qué Investigar la Cobertura Terrestre?

Cobertura terrestre es un término general usado para describir lo que existe sobre el suelo o cubriendo la tierra. Se utilizan diferentes términos de cobertura terrestre para describir las diferencias que se aprecian cuando se observa la Tierra. La cobertura terrestre puede incluir el lugar donde vivimos, (casas o apartamentos), donde trabajamos, donde producimos bienes y servicios (áreas comerciales y agrícolas), y cómo viajamos (carreteras, trenes, aeropuertos). También es un término utilizado para describir los distintos hábitats naturales: desierto, bosques, zonas arboladas, humedales, glaciares y cuerpos de agua, entre otros. Todos los seres vivos, dependen de su hábitat y de su cobertura terrestre para sobrevivir. En ella encuentran cobijo, alimento y protección. La cobertura terrestre determina el tipo de animales que habitan esa zona. Por tanto, la cobertura terrestre es de gran interés para los ecólogos, que estudian cómo las plantas y los animales se relacionan con su ambiente.

La cobertura terrestre influye también en el clima, en las propiedades del suelo y en la química del agua. Los diversos tipos de cobertura terrestre difieren en sus efectos sobre el flujo de energía, de agua y de varios elementos químicos entre el aire y la superficie del suelo. La cobertura terrestre natural, es decir, aquella que no ha sido intervenida por el hombre, es a menudo un indicador del clima de una zona. Por ejemplo, los bosques se encuentran en la cara húmeda de las montañas, mientras que en la cara seca, la otra cara, hay arbustos. En una región costera con nieblas frecuentes, las plantas que se desarrollan modifican el suelo a lo largo del tiempo. Esta cobertura terrestre en estas zonas es una comunidad de árboles, arbustos y otras plantas indicadoras de costa con niebla. Los grandes bosques tropicales en realidad crean su propio clima con lluvias diarias. En los desiertos, las plantas adaptadas a condiciones secas, dominan la cobertura terrestre.

Conocer el tipo de cobertura terrestre de una región ayuda a comprender el clima local. Para los científicos que estudian la atmósfera, el suelo y la hidrología, así como las mediciones de cobertura terrestre de lugares cercanos proporcionan una información muy importante. Este tipo de información generalmente se denomina *metadatos* y ayuda a proporcionar un contexto para valorar los datos tomados por los

científicos o alumnado en ese sitio. Sin embargo, para los científicos que estudian la cobertura terrestre, estos datos proporcionan mucho más que eso.

Creación de Mapas

Los datos tomados en los sitios de muestreo de cobertura terrestre visitados ayudan a los científicos que estudian la cobertura terrestre a crear y clasificar los mapas de cobertura terrestre generados a partir imágenes de satélite y fotografías aéreas. Otros sitios de muestreo adicionales ayudan a comprobar la exactitud de estos mapas. Los datos de las mediciones de campo, tales como los de biometría (mediciones de seres vivos) ayudan a los científicos que estudian los sistemas terrestres a mejorar su habilidad para interpretar las imágenes de satélite.

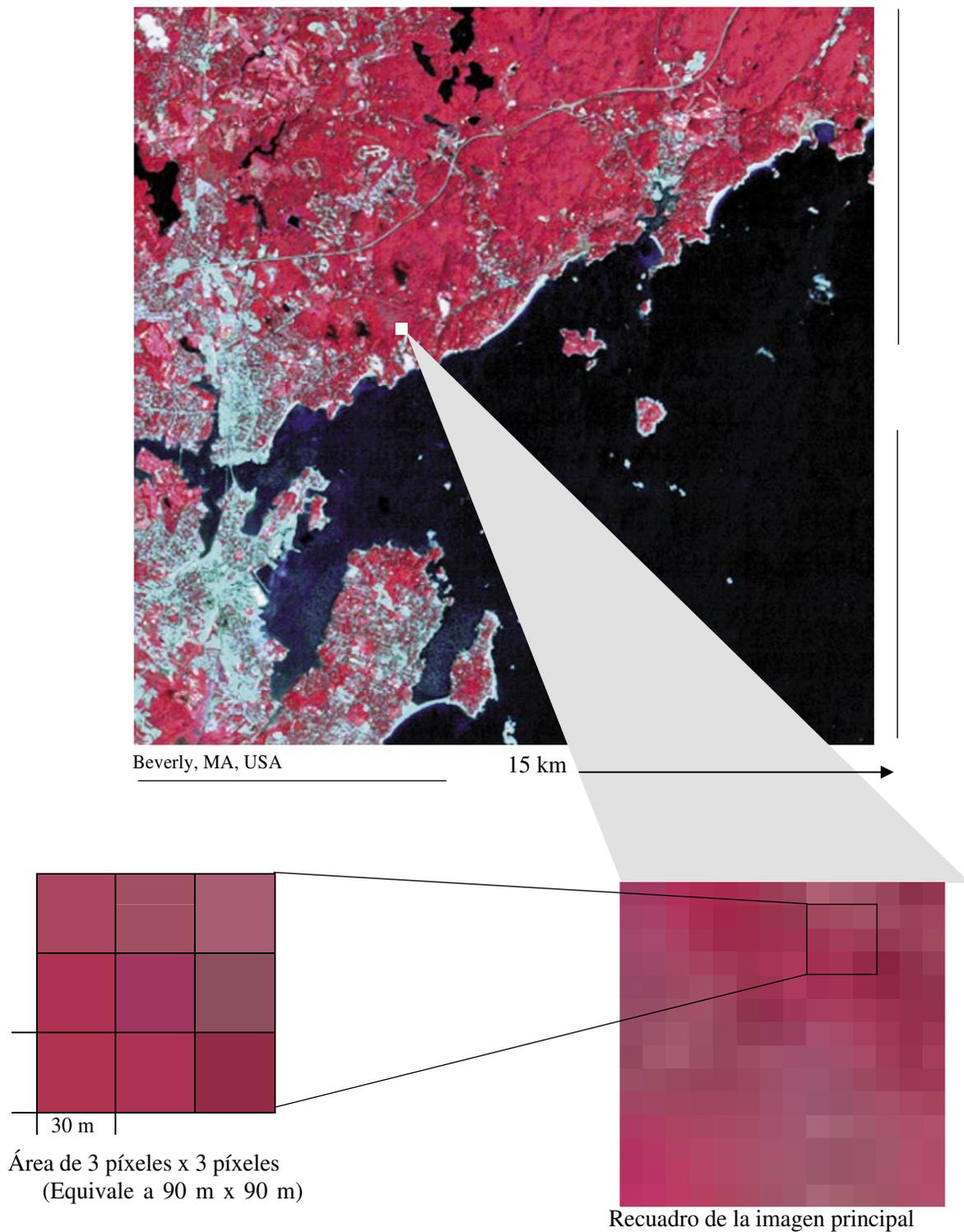
Seguimiento

Los mapas de cobertura terrestre se utilizan para realizar un seguimiento de plantas, animales y hábitats en peligro, del desarrollo económico, del uso del suelo, de la gestión del combustible, de la gestión de cultivos, de los humedales, de los efectos de los cambios ambientales en los ecosistemas y otros cambios en la cobertura terrestre a lo largo del tiempo. La lista de usos es larga, una vez que los científicos tienen acceso a datos precisos y exactos de cobertura terrestre.

Los datos de biometría recogidos en el campo ayudan a los científicos a controlar la cantidad de nutrientes, agua y gases en la vegetación. Ayudan a comprender los sistemas terrestres, incluyendo, el ciclo de nutrientes, el de la energía y el ciclo hidrológico. La cobertura terrestre influye en estos ciclos de diversas formas. Un ejemplo es cómo la radiación solar reflejada por la tierra y por la vegetación influye en los patrones climáticos locales y globales. Dado que la cobertura terrestre es un componente de varios sistemas, realizar un seguimiento de sus características proporcionará más información para comprender los sistemas ecológicos globales. Las plantas forman parte de ciclos de nutrientes e hidrológicos, y pueden utilizarse como indicadores para seguir los cambios en estos sistemas. Los datos obtenidos por teledetección que permiten discriminar entre varios tipos de vegetación, se pueden utilizar para determinar la salud y la densidad de las plantas, pero requieren observaciones de campo, para cuantificar y calibrar estas relaciones.

Figura CT-I-1: Ejemplo de Imagen Satelital

Imagen Satelital de Beverly, MA en Falso Color



Cuando se amplía una imagen de satélite de 15 Km x 15 Km, los píxeles (cuyo tamaño es 30 m x 30 m) se hacen visibles. En la *Investigación de la Cobertura Terrestre/Biología*, el alumnado realiza mediciones de campo en sitios de 90 m x 90 m (equivalente a 3 píxeles x 3 píxeles).

Los Científicos Necesitan los Datos GLOBE

Los científicos toman datos del suelo para aprender tanto como sea posible sobre la Tierra. Lo ideal para los científicos que estudian los sistemas de la Tierra sería tener información de cada lugar de nuestro planeta. Cuantos más datos de campo, mejor. En la práctica, sólo es posible reunir información de una pequeña muestra de áreas. La teledetección proporciona un medio para relacionar observaciones y mediciones sobre el terreno en zonas más grandes y globales. Los datos de campo se necesitan para conocer las zonas de muestreo y para validar (es decir, comparar con) los mapas generados a partir de teledetección. En un centro GLOBE, el alumnado puede aportar significativamente datos a esta información general. Ningún otro grupo en el mundo está recopilando datos como estos. Por lo tanto, los centros GLOBE están proporcionando una información única y valiosa, que ayudará a los científicos a comprender mejor la Tierra. Mediante la *Creación de Mapas de la Investigación de Cobertura Terrestre/Biología* y los *Protocolos de Toma de Datos*, el alumnado GLOBE ayudará a la ciencia a estudiar los sistemas terrestres, a la vez que aumentará su propio conocimiento del método científico, de los sistemas ecológicos y el entorno que les rodea.

Objetivos Didácticos

El alumnado que participe en las actividades de este capítulo adquirirá habilidades científicas de investigación y comprenderá ciertos conceptos científicos. Estas habilidades incluyen el uso de instrumentos y técnicas especiales para la medición y análisis de los datos resultantes, junto con técnicas de investigación. Las Habilidades de Investigación Científica que aparecen en el cuadro gris al principio de cada protocolo están basadas en la presunción de que el profesorado ha completado el protocolo, incluyendo la sección Observación de los Datos. Si esta sección no se aborda, no se habrán cubierto todas las Habilidades de Investigación. Los conceptos científicos que se determinan están comprendidos en los Estándares Nacionales de Educación en Ciencias de los Estados Unidos, según se recomienda por el Consejo Nacional de Investigación de EE.UU., e incluyen las Ciencias del Espacio y de la Tierra, Ciencias Físicas, y Ciencias de la Vida. Los conceptos de Geografía se han tomado de los Estándares Nacionales de Geografía, preparados por el Proyecto de Estándares Nacionales de Educación. También se incluyen conceptos de enriquecimiento adicionales específicos de las mediciones y creación de mapas de cobertura terrestre. El recuadro gris al principio de cada protocolo y actividad de aprendizaje proporciona los conceptos científicos clave y las habilidades de investigación científica que se cubren. Las siguientes tablas proporcionan un resumen de qué los conceptos y habilidades se cubren en qué protocolos o actividades de aprendizaje.

Protocolos Básicos			
Estándares Nacionales de Educación en Ciencias	Sitio de Muestreo	Biometría	Mapas Manuales
Conceptos de Ciencias Físicas Propiedades de Objetos y Materiales (k-4)			
Objetos que tienen propiedades visibles	x	x	
Posición y Movimiento de Objetos (k-4)			
Posición de objetos que se pueden describir por medio de la localización de otros objetos	x		
Conceptos de Ciencia de la Vida			
Características de los Organismos (k-4)			
La Tierra posee muchos y diversos entornos que mantienen diferentes combinaciones de organismos	x	x	
Los Organismos y sus Entornos (k-4)			
Las funciones y sus organismos se relacionan con su entorno			
Los organismos cambian los entornos en los que viven		x	
Los humanos pueden cambiar el entorno natural			
Estructura y Función de los Sistemas Vivos (5-8)			
Ecosistemas demuestran la naturaleza complementaria de estructura y función			
Regulación y Comportamiento (5-8)			
Todos los organismos deben ser capaces de obtener y utilizar los recursos de un entorno en cambio continuo			
Población y Ecosistemas (5-8)			
Todas las poblaciones juntas, y los factores físicos con lo que interactúan constituyen un ecosistema	x	x	
La Interdependencia de los Organismos (9-12)			
Los humanos pueden cambiar el equilibrio del ecosistema			
Conceptos de Geografía			
Cómo Utilizar los Mapas (reales e imaginarios K-4)	x		
Características Físicas del Lugar (k-4)	x	x	
Las Características y la Distribución espacial de los ecosistemas (k-12)	x	x	x
La forma en la que los humanos cambian el entorno			x

Protocolos Avanzados		Actividades de Aprendizaje						
Mapas con Computadora	Cambios en la Cobertura Terrestre	Familiarización	Observación del Sitio	Clasificación de Hojas	Odisea	Exactitud de los Picos de las Aves	Descubriendo un Área	Uso de los Datos GLOBE
				X		X		
	X		X				X	
	X					X		
	X	X						
							X	
	X							
X	X		X		X			X
	X						X	
	X	X	X		X			X
	X	X	X		X			X
X	X	X	X		X			X
X	X		X		X		X	X

Estándares Nacionales de Investigación en Ciencias	Protocolos Básicos		
	Sitio de Muestreo	Biometría	Mapas Manuales
Habilidades de Investigación Científica General			
Usar matemáticas y técnicas apropiadas			
Construir o modelo o instrumento científico			
Identificar preguntas pertinentes	X	X	X
Diseñar y llevar a cabo investigaciones científicas	X	X	X
Usar matemáticas apropiadas para analizar datos	X	X	X
Desarrollar descripciones y explicaciones basadas en la evidencia	X	X	X
Reconocer y analizar explicaciones alternativas	X	X	X
Compartir procedimientos y explicaciones	X	X	X
Habilidades de Investigación Científica Específicas			
Uso adecuado de instrumentos y técnicas de campo para la toma de muestras de Cobertura Terrestre	X		
Realizar observaciones para determinar el tipo apropiado de cobertura terrestre	X		
Compartir los resultados de clasificación de cobertura terrestre para llegar a un consenso	X		
Identificar mediciones de biometría necesarias para MUC		X	
Usar guías de campo de vegetación para identificar las especies de vegetación		X	
Interpretar datos para proponer clasificación MUC		X	
Clasificar la cobertura terrestre y crear un mapa del tipo de cobertura terrestre			X
Evaluar la exactitud del mapa del tipo de cobertura terrestre, por medio de la evaluación de la exactitud			X
Utilizar datos de cobertura terrestre y herramientas y tecnología adecuada para interpretar el cambio			
Recoger datos espaciales e históricos para determinar la validez de las hipótesis del cambio			
Uso de mapas, fotografías aéreas y otras herramientas y técnicas para crear un mapa de cobertura terrestre.			
Reconocer y analizar diferentes puntos de vista sobre la clasificación de la cobertura, y alcanzar un consenso			
Integrar datos de diversos grupos de informaciones para obtener una comprensión dinámica de cómo funcionan los sistemas terrestres			
La clasificación ayuda a organizar y a comprender la naturaleza			
Un sistema de clasificación es un conjunto de reglas e identificaciones para clasificar objetos			
Un sistema jerárquico es aquel que contiene varios niveles de características en orden creciente			
Observar un paisaje para diseñar un modelo basado en él			
Dibujar un paisaje desde distintas perspectivas			
Utilizar diferentes escalas para observar objetos distintos			
Identificar criterios de decisión para un sistema de clasificación, y usarlo para la identificación de aves			
Recoger e interpretar datos de validación			
Utilizar datos numéricos para describir y comparar la exactitud de la clasificación			
Usar el mapa del tipo de cobertura terrestre para debatir como su composición afectará a los organismos que utilicen un tipo de cobertura terrestre determinado.			
Analizar los distintos escenarios que varían los tipos de cobertura terrestre de un área			
Evaluar diferentes soluciones para escenarios distintos			
Usar la Web de GLOBE para reunir, analizar e interpretar datos.			

Protocolos Avanzados		Actividades de Aprendizaje						
Mapas con Computadora	Cambios en la Cobertura Terrestre	Familiarización	Observación del Sitio	Clasificación de Hojas	Odisea	Actividad picos de aves	Descubriendo un Área	Uso de Datos GLOBE
X	X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X	X
X								
X								
	X							
	X							
		X						
		X						
			X					
				X				
				X				
				X				
					X			
					X			
					X			
						X		
						X		
						X		
							X	
							X	
							X	
								X

Logística de las Mediciones

Visión General

Esta investigación implicará el estudio de la cobertura terrestre en el sitio de estudio GLOBE de un área de 15 Km por 15 Km con centro en la escuela. En este sitio de estudio se visitarán varios sitios de muestreo de cobertura terrestre para recoger datos sobre el tipo de cobertura actual. Cada uno de los sitios de muestreo deberá tener un tamaño de 90 m x 90 m y una cobertura terrestre homogénea. GLOBE proporciona las imágenes de satélite del sitio de estudio. A medida que se va entendiendo la cobertura terrestre de la zona, se creará un mapa de cobertura terrestre a partir de las imágenes de satélite. Por último, se estudian los cambios a lo largo del tiempo en la cobertura terrestre comparando dos imágenes de satélite del sitio de estudio GLOBE y los datos de las mediciones de campo adicionales que se han recopilado. Las imágenes se han obtenido con algunos años de diferencia, por lo que se pueden comparar los cambios que se han producido entre las dos fechas.

¿Dónde se Realizan las Mediciones?

Las mediciones de *Investigación de la Cobertura Terrestre/Biología*, se realizan en el sitio de estudio GLOBE. Este es el área de 15 Km x 15 Km, con el centro educativo cerca del centro, que cubre la imagen de satélite Landsat Thematic Mapper (TM) proporcionada por GLOBE. Para obtener estas imágenes, contacte con la Coordinación o con el equipo de ayuda de GLOBE. Realizando estos los protocolos y las actividades de aprendizaje asociadas con esta investigación, se llegará a una familiarización con esta parte del ambiente. Se creará y se validará un mapa de cobertura terrestre de esta área.

En el sitio de estudio GLOBE es importante seleccionar lugares de muestreo apropiados (denominados sitios de muestreo de cobertura terrestre) para la observación y las mediciones detalladas. Ver Figura CT-I-1. Se debería tener al menos un sitio de muestreo por cada tipo de cobertura terrestre existente en el sitio de estudio. Estos sitios de muestreo son áreas de cobertura terrestre homogénea (con el mismo tipo de cobertura terrestre) de un tamaño de 90 m x 90 m. Si se está en una zona de cobertura homogénea mayor que 90 m x 90 m, situar el sitio de muestreo

hacia el centro del área. Ver Figura CT-I-2. Es necesario que el área del sitio de muestreo sea 90 m x 90 m para localizar con exactitud el sitio en el suelo y en las imágenes de satélite. Esta área es equivalente a 9 píxeles del Landsat Thematic Mapper (TM) (un cuadrado de 3 por 3 píxeles). Ver la sección de *Teledetección* de la *Guía de Implementación*.

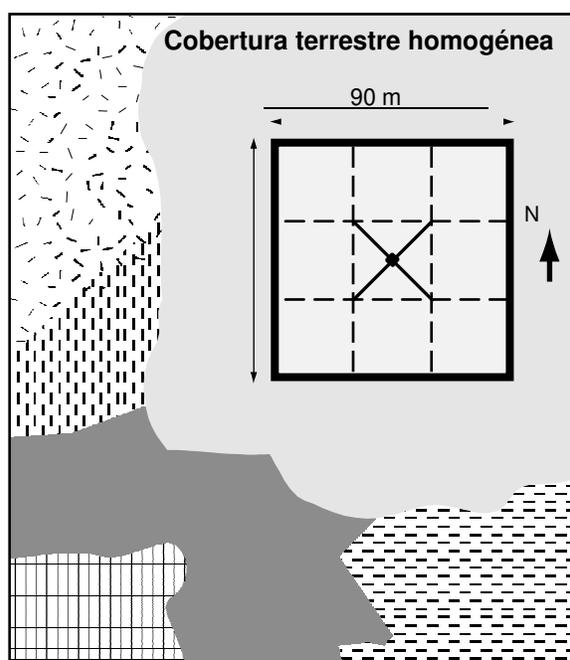
También se pueden tomar datos de lugares fuera del sitio de estudio GLOBE. Por ejemplo, algunos centros educativos realizan visitas periódicas a espacios naturales lejanos, tales como parques nacionales. Recogen datos en ellos que envían a GLOBE. Si el centro hace visitas repetidas a tales lugares se debería solicitar imágenes Landsat de este sitio a GLOBE, para poder realizar todos los aspectos de la *Investigación de la Cobertura Terrestre/Biología* en este sitio adicional.

¿Qué Mediciones se Realizan?

Existen dos variedades de mediciones de cobertura terrestre que se informan a GLOBE. La primera implica observaciones realizadas en cada uno de los sitios de muestreo de cobertura terrestre. El segundo son los mapas de tipos de cobertura terrestre que se realizan del sitio de estudio GLOBE.

El *Protocolo del Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre* detalla los pasos para realizar mediciones en un sitio de cobertura terrestre. Hay tres observaciones esenciales:

Figura CT-I-2: Cobertura terrestre homogénea



- Latitud, longitud y altitud, utilizando un receptor GPS.
- Clasificación de la cobertura terrestre (utilizando el sistema MUC).
- Fotografías tomadas hacia los cuatro puntos cardinales(N, S, W, E), desde el centro del sitio.

Para realizar la clasificación de cobertura terrestre pueden ser necesarias mediciones adicionales. La cantidad de mediciones dependerá de la naturaleza de la cobertura terrestre en el sitio. Clasificar un sitio puede llevar desde 20 minutos a una hora aproximadamente, dependiendo de qué mediciones se tenga que realizar. Además de las mediciones del *Protocolo del Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre*, se pueden incluir mediciones cuantitativas de la masa de materia vegetal presente, conocidas como mediciones de biometría. El *Protocolo de Biometría* muestra los pasos para realizar estas mediciones, que incluyen cobertura vegetal y del suelo, altura de árboles, arbustos y / o gramíneas, circunferencia de árboles y biomasa de gramíneas. **Todas las mediciones relevantes de Biometría deberían realizarse para determinar y / o verificar la clase de cobertura terrestre correcta.** Estas mediciones se utilizan para estudiar el crecimiento y la variación de la vegetación. Durante la investigación se recogerán y enviarán datos de varios sitios de muestreo.

Como parte de la *Investigación de la Cobertura Terrestre/Biología* se crearán mapas de cobertura terrestre del sitio de estudio, bien manualmente, siguiendo el *Protocolo de Creación de Mapas de Cobertura Terrestre Manualmente*, o bien por medio del programa MultiSpec, siguiendo el *Protocolo de Creación de Mapas de Cobertura Terrestre con la Computadora*. La culminación de la investigación será comparar imágenes de satélite obtenidas con algunos años de diferencia, para estudiar la variación de la cobertura terrestre a lo largo del tiempo, siguiendo el *Protocolo de Detección de Cambios en la Cobertura Terrestre*. En los protocolos de creación de mapas, el mapa final se envía a GLOBE, al final del proceso. Estos mapas se crean para aprender más sobre el entorno mediante observaciones y mediciones en lugares seleccionados. Cuando finalice esta investigación, se sabrá mucho más sobre el entorno que rodea al centro escolar y se será capaz de seguir los cambios mientras se están

produciendo. Para un centro concreto estos protocolos pueden durar desde un día hasta semanas, meses o años. Para más información ir a la sección específica del *Proceso de Creación y Evaluación de Mapas*.

¿Cuándo se Realizan las Mediciones?

El mejor momento para realizar las mediciones del *Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre* y los *Protocolos de Biometría* es durante el pico de la estación de máximo desarrollo. Este es el mejor momento para valorar la clase de cobertura terrestre del sitio y toda la cobertura del dosel de los árboles y del suelo. Si se va a visitar repetidamente un sitio y se van a realizar mediciones biométricas para observar los cambios en la biomasa a lo largo de un periodo determinado de años, se puede visitar el sitio una vez al año, en la misma época. O, si se quiere realizar un seguimiento de los cambios en la biomasa durante el año, se puede visitar el sitio dos veces o más al año, una vez en el pico de la estación de crecimiento y otra cuando el desarrollo es mínimo (por ejemplo, estación seca o invierno). Los protocolos de creación de mapas se pueden realizar en cualquier momento del año.

Consideraciones Especiales

Se deben tener en cuenta algunas cuestiones de gestión del tiempo, educativas y logísticas para decidir cómo presentar y realizar los distintos *Protocolos de Cobertura Terrestre/Biología*.

- Se pueden tomar datos de cobertura terrestre de todas las clases de cobertura, siempre que los sitios sean homogéneos y, al menos, de un tamaño de 90 m x 90 m.
- Las mediciones de Biometría en los sitios de muestreo son muy útiles, y proporcionan una visión más completa del proceso de valoración de la cobertura terrestre. Se utilizan para decidir qué clase de cobertura terrestre es la correcta para un sitio de muestreo de cobertura terrestre.
- Las observaciones del sitio de muestreo son útiles y se pueden realizar rápida y eficazmente en un número suficiente para validar (o evaluar la exactitud) del mapa de tipos de cobertura terrestre generado a partir de la imagen del Landsat Thematic Mapper.
- Será mejor para el alumnado si se realizan mediciones de biometría antes de ir a los sitios de muestreo. Practicar antes de ir al campo disminuirá el tiempo de observación necesario para las mediciones en el sitio.

- Si se dispone de un receptor GPS y de una cámara, la observación de un sitio de muestreo de cobertura terrestre se puede llevar a cabo muy rápidamente. En caso contrario se necesitará volver al sitio para completar las observaciones. Por ello, sería bueno disponer de estos instrumentos.
- Los centros deberían tener tantos sitios de muestreo como fuera posible para cada tipo de cobertura terrestre presente en su mapa de tipos de cobertura terrestre, ya que se necesitan muchas muestras para valorar la exactitud del mapa. En el proceso de evaluación de la exactitud se pueden utilizar datos sitios tomados otros años, datos de otras clases o incluso de centros educativos cercanos.
- Hay que asegurarse distinguir entre sitios de vegetación natural y sitios cultivados.
- Revisar el *Glosario de Términos* para asegurarse que se entienden los términos utilizados en esta Investigación.

Preparación para Comenzar

Mediante los *Protocolos de Cobertura Terrestre/Biología*, se podrá explorar la cobertura terrestre del sitio de estudio GLOBE y contestar a las preguntas que son importantes para una zona concreta, para una región y / o para el alumnado. La creación de un mapa de cobertura terrestre es sólo un paso para los científicos. Una vez creado este mapa, se puede utilizar y modificar para estudiar alguna cuestión concreta en la que se esté investigando. Por ejemplo, los científicos pueden estar estudiando el hábitat de ciertos animales o plantas, la sucesión de campos a bosques, o el ritmo de crecimiento de un pueblo o ciudad. Se puede estar observando también la cantidad de tierra sin explotar, cómo proteger los recursos hídricos, o dónde plantar ciertas cosechas durante la próxima estación. Los urbanistas pueden estar interesados en crear un mapa para destinar nuevos terrenos para centros educativos, cómo conectar sendas de recreo para crear un sistema continuo, o cómo hacer que el transporte público sea eficaz. Estos son algunos posibles usos de los mapas. Creando un mapa como base se dispondrá de una poderosa herramienta para empezar a detectar qué es lo que el alumnado considera importante en su zona.

Existen muchas formas de comenzar la investigación de la cobertura terrestre. Una de las más simples y rápidas es utilizar la actividad de

aprendizaje *Familiarización con las Imágenes de Satélite*. Consiste en una exploración de las imágenes. A partir de aquí, se empezará a apreciar “el patrón” de cobertura terrestre de la zona. Esto puede sacar a relucir temas locales que interesen al alumnado, como cuerpos de agua que necesiten protección, tierra que esta siendo erosionada, un sistema de caminos que se puede conectar a otros, etc. Partiendo de estas ideas, introducir los protocolos como una herramienta para explorar estos temas en mayor detalle. La página de introducción de cada protocolo ofrece algunas cuestiones que el alumnado debería estar planteándose para situarse en el contexto correcto del protocolo. Se introduce el tipo de datos que van a tomar y después se les pide que piensen en cómo pueden aplicar estos datos para resolver sus propias preguntas. Partiendo de las actividades de aprendizaje o de los protocolos mismos, la *Investigación de la Cobertura Terrestre/Biología* permite que el alumnado elija qué parte concreta de su entorno quiere explorar. Si el alumnado duda al plantear sus propias preguntas o no saben por dónde empezar, simplemente tomar datos del sitio de muestreo de cobertura terrestre y trabajar en el mapa de cobertura puede ser un gran comienzo, y puede ayudarles a que se planteen sus propias preguntas. El *Protocolo de Detección de Cambios en la Cobertura Terrestre* también puede servir como base para la pregunta: ¿Cuántos cambios se han producido en el sitio de estudio GLOBE en los años transcurridos entre las dos imágenes?

Se puede comenzar con pocos o con muchos datos, según se considere mejor. Un sólo sitio de muestreo sirve para comenzar. Al año siguiente se pueden estudiar varios sitios, una vez se vaya conociendo el proceso. Si se está preparado para explorar los lugares que rodean al centro educativo ¡A comenzar la *Investigación de Cobertura Terrestre/Biología!*

Los Protocolos de un Vistazo

PROTOCOLO	¿Qué procedimientos se realizan?	¿Dónde se llevan a cabo?	¿Cuándo se llevan a cabo?	¿Qué se necesita?
Sitio de muestreo de cobertura terrestre	MUC, latitud, longitud, altitud, fotografías	En un área homogénea De 90 m x 90 m	Una vez en cada nuevo sitio en el pico de crecimiento, o con más frecuencia, en los sitios elegidos	<i>Guía de Campo MUC o Tabla del Sistema MUC y Glosario de Términos MUC</i> , GPS, cámara, brújula, equipo de biometría
Biometría	Cobertura vegetal y del suelo, altura de árboles, arbustos y gramíneas, circunferencia de los árboles, biomasa de gramíneas	En los sitios de muestreo de cobertura terrestre	Para determinar el MUC o realizar observaciones adicionales el sitio	Densímetro, clinómetro, cintas métricas, Guías de campo de identificación de vegetación de tijeras podadoras, <i>Guía de Campo MUC o Tabla del Sistema MUC y Glosario de Términos MUC</i> , GPS, cámara, brújula
Creación de mapas de cobertura terrestre	Creación de un mapa de tipos de cobertura terrestre manualmente	En el aula, de todo el sitio de estudio GLOBE	Una vez, pero es un proceso iterativo a medida que se añaden nuevos sitios	Imágenes Landsat TM, transparencias, rotuladores permanentes, <i>Guía de Campo MUC o Tabla del Sistema MUC y Glosario de Términos MUC</i>
Creación de mapas de cobertura terrestre con el ordenador*	Crear digitalmente un mapa de tipos de cobertura terrestre	En el ordenador, de todo el sitio de estudio GLOBE	Una vez, pero es un proceso iterativo a medida que se añaden nuevos sitios	Ordenador, imágenes Landsat TM digitales, programa MultiSpec, <i>Guía de Campo MUC o Tabla del sistema MUC y Glosario de Términos MUC</i>
Detección de cambios*	Crear un mapa de cambios en la cobertura terrestre	En el ordenador, de todo el sitio de estudio GLOBE	Una vez, pero es un proceso iterativo a medida que se añaden nuevos sitios	Ordenador, imágenes Landsat TM digital de años diferentes, programa MultiSpec

* Ver la versión completa de la *Guía del Profesor GLOBE* en el sitio Web GLOBE y en CD-ROM.

Metodología Recomendada

Los siguientes diagramas de flujo (Figura CT-I-3, Figura CT-I-4) presentan la metodología para llevar a cabo las *Investigación de Cobertura Terrestre/Biología*. La investigación se centra en determinar y en crear mapas de cobertura terrestre de un área determinada, el sitio de estudio GLOBE, y observar sus cambios en el tiempo. Este diagrama se divide en dos partes. La primera explica los procedimientos de recogida de datos de la cobertura terrestre, y la segunda muestra los procedimientos de creación de mapas y de detección de cambios. En cursiva se indican los protocolos. Estas mediciones se pueden utilizar para mejorar la comprensión de los ciclos de energía, del agua y de los elementos químicos, como el carbono y nitrógeno. Los mapas que realiza el alumnado de su sitio de estudio GLOBE y los que crean los científicos de zonas más amplias se pueden usar para la gestión y la investigación del alumnado. ¿Cómo y dónde cambian los tipos de cobertura terrestre? ¿Hay diferencias en la fertilidad entre el suelo de un bosque caducifolio y un humedal? ¿Qué ocurre

con la química del agua cuando varía al cobertura terrestre de su alrededor? Estas y otras muchas preguntas se pueden contestar mejor con la ayuda de mapas de cobertura terrestre y de mediciones de campo.

Toma de Datos.

Para comenzar con la *Investigación de Cobertura Terrestre/Biología* es necesario familiarizarse con el sitio de estudio GLOBE, estudiando la imagen del Landsat TM y otros mapas o fotografías de la zona que se puedan obtener. Paralelamente al estudio de las imágenes se deben explorar los sitios para empezar a comprender los diversos tipos de cobertura terrestre en los 15 Km x 15 Km del sitio de estudio GLOBE. Una vez que esté familiarizado con el sitio, seleccionar áreas homogéneas (con la misma cobertura terrestre) para recoger datos del sitio de muestreo de cobertura terrestre. Antes de visitarlos, el alumnado debería conocer el sistema de clasificación de cobertura terrestre utilizado en GLOBE, el sistema MUC, y de cómo utilizar

Figura CT-I-3

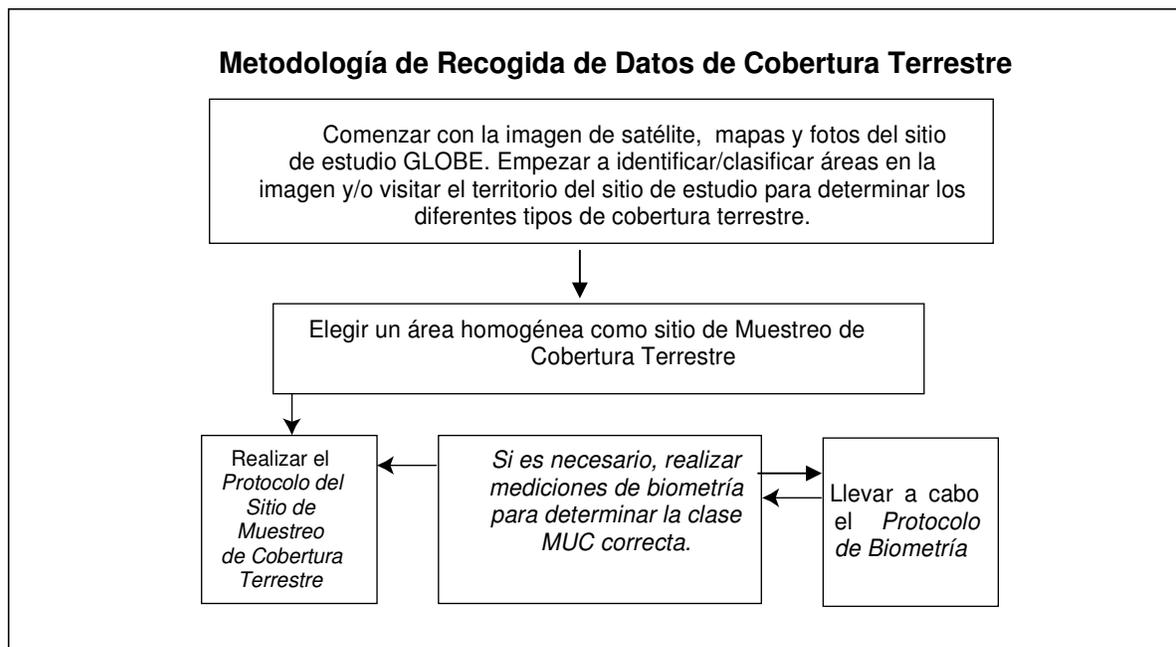
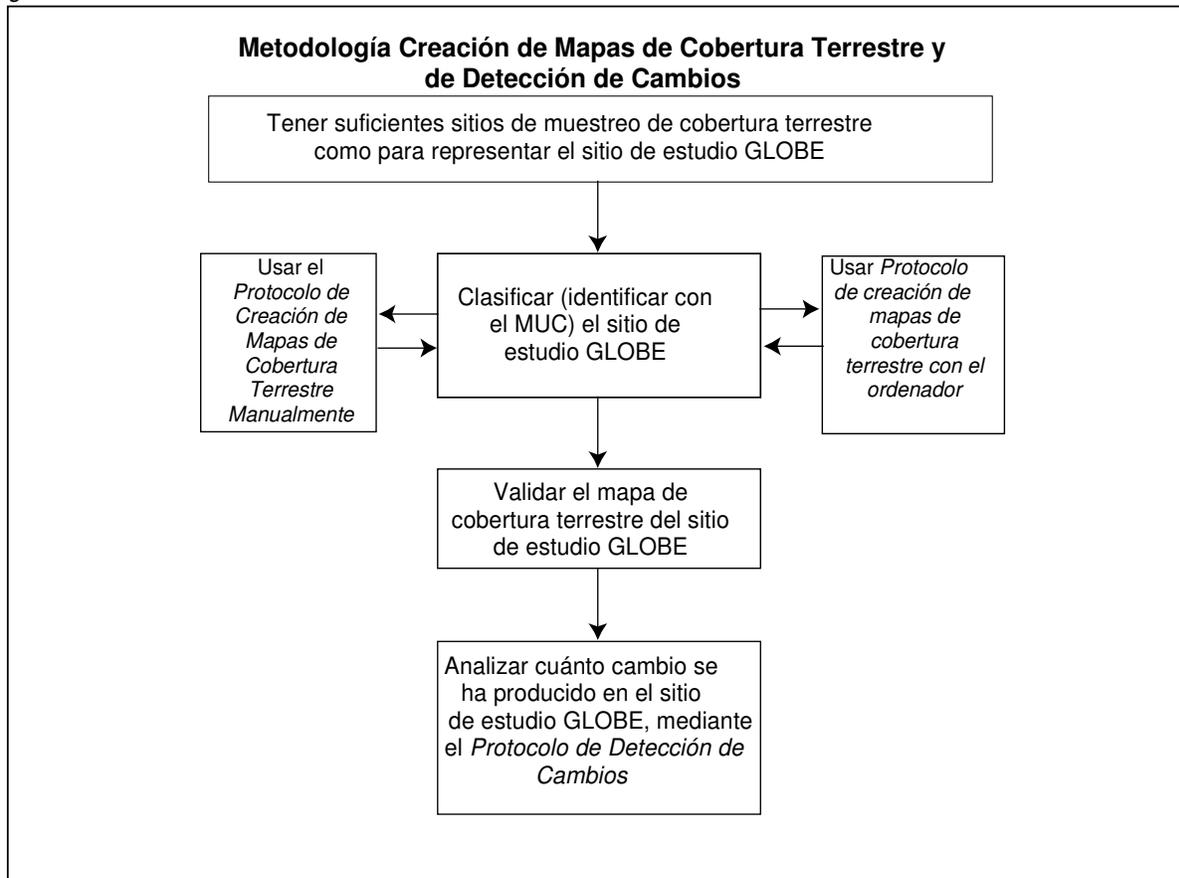


Figura CT-I-4



las mediciones de biometría para determinar la clase MUC. También hay que asegurarse de que se dispone del equipo necesario para llevar a cabo las mediciones de campo. Se podrán hacer algunos componentes clave de este equipo siguiendo las instrucciones de la sección de *Instrumentos de Investigación* de este capítulo. Se deberá disponer también de suficientes copias de las *Guías de Campo* para tomar medidas (que se encuentran en los *Protocolos*) y las correspondientes *Hojas de Datos* (en el *Apéndice*). El alumnado que practica las mediciones de biometría antes ir al campo suele realizar las mediciones de campo más eficaz y precisamente. Una vez que se ha elegido un sitio de muestreo homogéneo, se ha comprendido el sistema MUC, se dispone de los instrumentos, se han sacado las copias necesarias de las guías de campo y de las *Hojas de Datos*, y se ha practicado con el *Protocolo de Biometría*, se está preparado para establecer el sitio de muestreo de cobertura terrestre.

Es muy conveniente recoger datos de varios sitios de muestreo de cobertura terrestre de cada uno de los principales tipos de cobertura terrestre identificados en el sitio de estudio GLOBE.

Se debería también recoger tantos datos de biometría como sean necesarios de cada sitio de muestreo de cobertura terrestre para clasificar con exactitud el sitio mediante el Sistema MUC. Comenzar con los tipos más comunes de cobertura y continuar añadiendo sitios de muestreo hasta que se hayan recogido datos de tantos tipos de cobertura terrestre como sea posible. Esta investigación resulta más fácil de realizar si el alumnado dispone de un receptor GPS y lo lleva a cada sitio. De esta forma, no se necesita volver al sitio más tarde, hallar el centro y hacer mediciones en otro viaje.

Los datos de Biometría se deben reunir en los sitios de muestreo que se han visitado una vez para determinar la clase MUC. La cantidad de los datos de biometría recogidos variará, pero siempre se pueden recoger más datos para completar la información del sitio. Es conveniente realizar todas las mediciones de biometría en un sitio que sea representativo de la clase MUC bosque, zona arbolada, gramíneas (herbáceas), de la zona. Se pueden recoger también datos de Biometría en sitios que se visiten frecuentemente. Algunos centros educativos eligen un sitio que visitan cada año en la

misma época, para registrar los cambios de biometría que se han producido. Otros prefieren visitar un único sitio dos veces al año, para observar los cambios estacionales. A menudo, las visitas se corresponden con la época de máximo y mínimo crecimiento (sequía o invierno). En resumen, como mínimo se deben recoger las mediciones de biometría necesarias para ayudar a determinar la clase MUC. Recoger el máximo número de datos es una decisión que depende del tiempo disponible, y se debe basar en el tipo de cambios que se estén siguiendo en el sitio. Todos los datos de cobertura terrestre que se recojan con exactitud por el alumnado GLOBE serán de utilidad. Los científicos GLOBE reconocen que las prioridades educativas y logísticas serán las

que determinen habitualmente qué mediciones se van a realizar.

Los sitios de muestreo de cobertura terrestre son importantes para validar la exactitud de los mapas de tipos de cobertura, que es un objetivo científico clave de esta investigación. Se reconoce, sin embargo, que lleva tiempo, quizá años, reunir un conjunto de sitios de muestreo de cobertura terrestre representativos de cada uno de los tipos importantes de cobertura terrestre de cada sitio de estudio GLOBE. Se puede asignar un tipo de cobertura a cada grupo de alumnos, de manera que no haya dos grupos trabajando sobre el mismo tipo de cobertura terrestre, y recoger así mayor cantidad de datos.

Figura CT-I-5: Diagrama del Proceso de Evaluación de la Exactitud

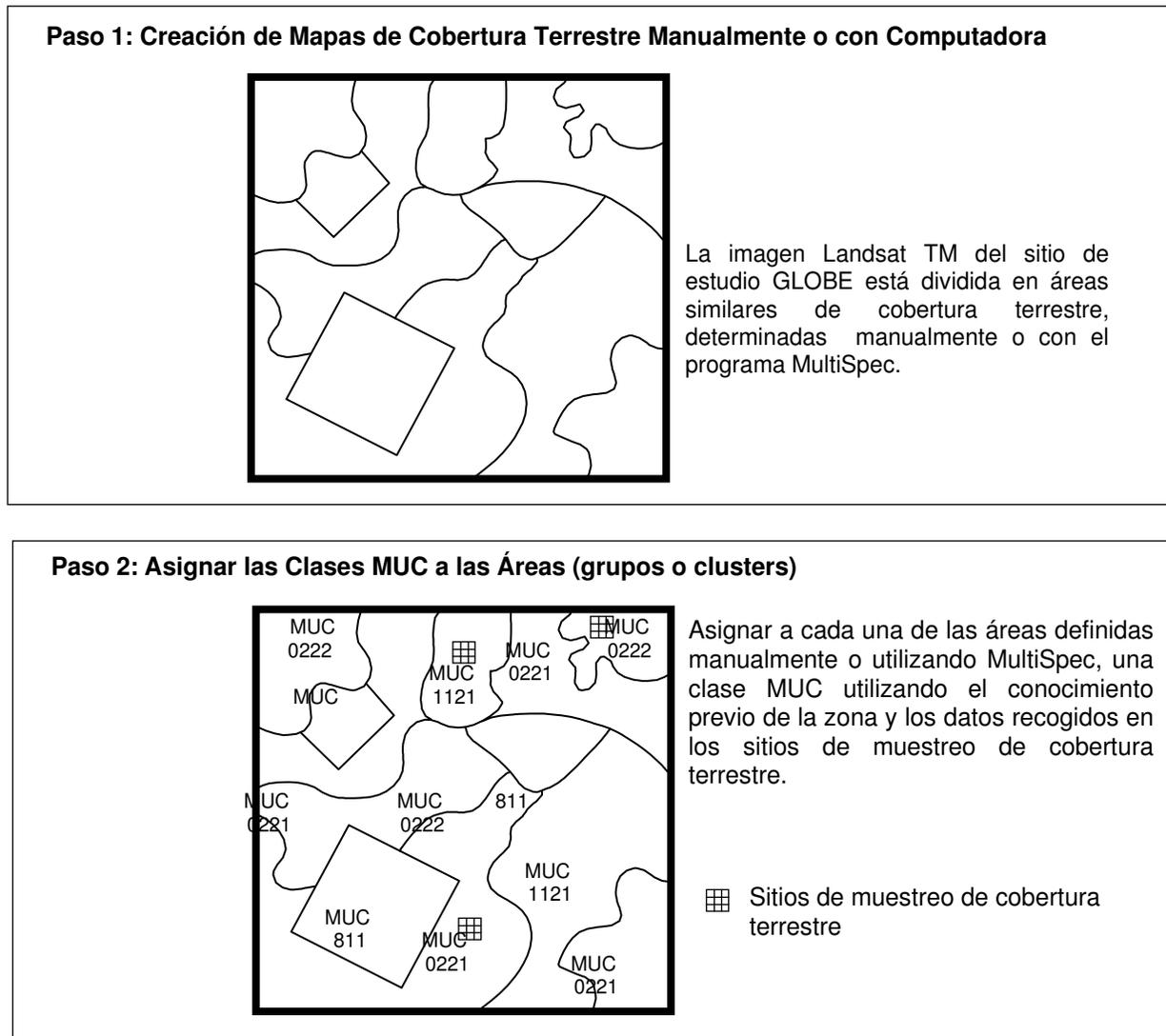
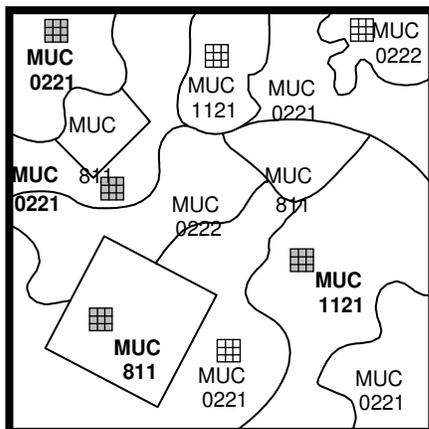


Figura CT-I-5: Diagrama de Proceso de Evaluación de la Exactitud (continuación)

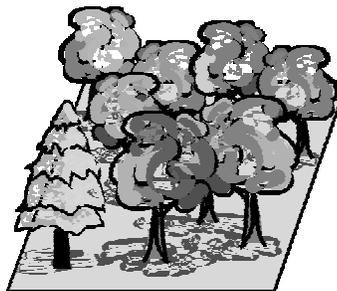
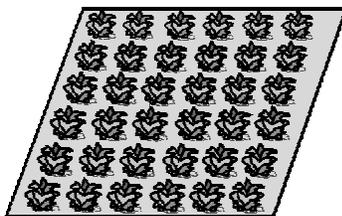
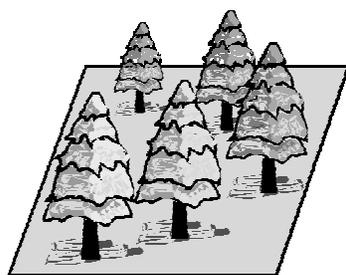
Paso 3: Recogida de Datos de Validación



Una vez realizado el mapa de cobertura, recoger datos de validación en sitios de muestreo de cobertura terrestre adicionales para evaluar la exactitud del mapa de clasificación.

A lo largo del tiempo, observar y medir tantos sitios de validación como sea posible para cada uno de los tipos de cobertura terrestres de la zona.

-  Sitios de muestreo de cobertura terrestre
-  Sitios de muestreo de validación de la cobertura terrestre



Paso 4: Evaluar la Exactitud del Mapa
Datos de Validación

	MUC 0221	MUC 0222	MUC 1121	MUC 811	Total Filas
MUC 0221					1
MUC 0222	1				1
MUC 1121					1
MUC 811					1
Total Columnas	2	0	1	1	4

Compilar los datos en la Hoja de Datos de Evaluación de la Exactitud, y usarla para construir una matriz de diferencia / error para comparar los datos del mapa de clasificación del alumnado con los datos de validación de los sitios de muestreo de cobertura terrestre.

A partir de la matriz de diferencia / error, calcular los porcentajes de evaluación de la exactitud para valorar la exactitud del mapa de cobertura terrestre.

Exactitud total = $3/4 \times 100 = 75\%$

El Proceso de Creación de Mapas y de Evaluación de la Exactitud

Figura CT-I-5 muestra los pasos lógicos para crear un mapa de tipos de cobertura terrestre y evaluar su exactitud. Existen dos opciones para crear mapas. La primera es crearlo a mano, a partir de copias impresas de las imágenes del satélite, siguiendo el *Protocolo de Creación de Mapas de Cobertura Terrestre Manualmente*. La segunda opción es crearlo con la computadora, a partir de la imagen del satélite digital, usando el programa MultiSpec y siguiendo el *Protocolo de Creación de Mapas de Cobertura Terrestre con el Ordenador*. Se recomienda empezar a recoger datos de los sitios de muestreo de cobertura terrestre antes de comenzar el proceso de creación de mapas. Las observaciones del alumnado de los sitios individuales son valiosas, incluso si no llegan a realizar un mapa de cobertura terrestre propio, ya que tanto científicos como alumnos de años siguientes, o los centros educativos cercanos, pueden usar estos datos para crear sus propios mapas de tipos de cobertura terrestre.

El proceso es el siguiente: (1) Elegir sitios de muestreo de cobertura terrestre representativos de varios tipos de cobertura terrestre. Elegir tantos como sea posible. Intentar tener, al menos, un sitio de muestreo representativo de cada tipo de cobertura terrestre que se observe en el sitio de estudio. (2) Crear un mapa de tipos de cobertura terrestre usando el sistema MUC. Utilizar bien el *Protocolo de Creación de Mapas de Cobertura Terrestre Manualmente* y copias impresas de las imágenes de satélite, o bien el *Protocolo de Creación de Mapas de Cobertura Terrestre con la Computadora*, el programa procesador de imágenes MultiSpec y la imagen digital. Utilizar los sitios de muestreo como ayuda en la creación del mapa. (3) Elegir sitios de muestreo adicionales, tantos como sea posible. (4) Evaluar la exactitud del mapa de tipos de cobertura terrestre, comparando el mapa creado con los sitios de muestreo de cobertura terrestre que no se han utilizado para crear el mapa.

Consideraciones de Implementación

Secuenciación, Interconexiones e Interdependencia de las Actividades de Aprendizaje y los Protocolos

Para obtener datos para la realización del Protocolo principal, el *Protocolo del Sitio de muestreo de cobertura terrestre*, el alumnado debe ser capaz de realizar otros protocolos- el *Protocolo de Biometría* y el *Protocolo de GPS*. Además, el alumnado debe ser capaz de usar el sistema MUC para clasificar la cobertura terrestre, medir por pasos de forma correcta, utilizar una brújula, así como construir y saber usar un densímetro y un clinómetro de forma adecuada. Se recomienda seguir el orden que se muestra a continuación para implementar de forma efectiva la *Investigación de la Cobertura Terrestre/Biología*. Observar que las *Actividades de Aprendizaje previas al Protocolo* son necesarias para asegurarse de que el alumnado se familiariza con los conceptos y destrezas necesarias para llevar a cabo los protocolos.

1	<i>Familiarización con las Imágenes Satelitales y Actividad de Aprendizaje Sitio de estudio GLOBE</i>	Prep. Investigación, muy recomendable
2	<i>Medir por Pasos y Brújula (Ver Instrumentos de Investigación)</i>	Prep. Protocolo.
3	<i>Protocolo de GPS (Ver Investigación GPS)</i>	Protocolo incluido
4	Construir y practicar con el <i>Clinómetro</i> y el <i>Densímetro</i> , y aprender a usar y a leer una cinta métrica (Ver <i>Instrumentos de Investigación</i>)	Prep. Protocolo.
5	<i>Actividad de Aprendizaje: Observación del Sitio</i>	Recomendado
6	<i>Protocolo de Biometría</i>	Protocolo incluido
7	<i>Actividad de Aprendizaje de Clasificación de Hojas</i>	Pre-Protocolo, muy recomendable
8	Practicar con el <i>Sistema MUC</i>	Destreza incluida
9	Con las habilidades anteriores el alumnado debería ser capaz de realizar el <i>Protocolo de Sitio de Muestreo de la Cobertura Terrestre</i> .	
10	<i>Actividad de Aprendizaje: Odisea de los Ojos</i>	Pre-Protocolo, muy recomendable
11	Clasificación Manual: <i>Tutorial de la Imagen de Beverly, MA, O Introducción al Programa MultiSpec y Tutorial de Clasificación no Supervisada</i> (Ver el CD de MultiSpec).	Prep. Protocolo, muy recomendable.
12	Después de realizar, al menos, un <i>Protocolo del Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre</i> , el alumnado debería llevar a cabo bien el <i>Protocolo de Creación de Mapas de Cobertura Terrestre Manualmente</i> o el <i>Protocolo de Creación de Mapas de Cobertura Terrestre con el Ordenador</i> .	
13	Recoger más datos de sitios de muestreo de cobertura terrestre	
14	<i>Actividad de Aprendizaje: Evaluación de la Exactitud de los Picos de las Aves</i>	Pre-Protocolo, muy recomendable
15	Realizar una <i>Evaluación de la Exactitud</i> de los Mapas de Tipos de Cobertura Terrestre	
16	<i>Tutorial de Detección de Cambios</i>	Pre-Protocolo, muy recomendable
17	<i>Protocolo de Detección de cambios</i>	Culminación de la investigación
18	<i>Actividad de Aprendizaje: Descubriendo un Área</i>	Actividad de aprendizaje Post-Protocolo
19	<i>Actividad de Aprendizaje: Utilización de Datos GLOBE para Analizar la Cobertura Terrestre</i>	Actividad de aprendizaje Post-Protocolo

PROCOLOS



Selección y Organización del Sitio de Muestreo

El alumnado selecciona un sitio homogéneo de 90 m x 90 m para llevar a cabo el Protocolo del Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre, y prepara el sitio para realizar las mediciones.

Instrumentos de Investigación

El alumnado aprende a usar el sistema MUC, a fabricar y aprender a usar el densímetro y el clinómetro. También utiliza la cinta métrica y a determina su paso. Esto se puede realizar como una única actividad o por separado. El alumnado debería también repasar cómo usar la brújula. Las instrucciones de uso de la brújula se pueden encontrar en la Investigación con GPS.

Protocolo del Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre

El alumnado localiza, fotografía y determina la clase MUC para áreas de cobertura terrestre homogéneas de 90 m x 90 m.

Protocolo de Biometría

El alumnado determina las propiedades de la vegetación e identifica las especies para clasificar la cobertura terrestre utilizando el Sistema MUC. Asimismo, recopilainformación adicional sobre el sitio.

Protocolo de Creación de Mapas de Cobertura Terrestre Manualmente

El alumnado señala y nombra las diferentes áreas de cobertura terrestre que se distinguen en su imagen Landsat TM para crear un mapa de cobertura terrestre.

Protocolo de Creación de Mapas de Cobertura Terrestre con el Ordenador*

El alumnado utiliza MultiSpec para realizar clasificaciones no supervisadas de su imagen Landsat TM, y después asigna a cada grupo de píxeles creado, una clase MUC para crear un mapa de cobertura terrestre.

Protocolo de Detección de Cambios en la Cobertura Terrestre*

Utilizando MultiSpec, el alumnado compara dos imágenes de su sitio de estudio GLOBE, una del año 1990 y otra del año 2000, para determinar cómo ha cambiado la cobertura terrestre en este periodo de tiempo.

Protocolo de Combustible Vegetal*

El alumnado realiza mediciones adicionales de combustible vegetal en los sitios de muestreo de cobertura terrestre

* Ver la versión de la *Guía del Profesor GLOBE*, disponible en la Web de GLOBE y en CD-ROM

Selección y Organización del Sitio de Muestreo



Visión General

Se elegirán varios sitios de muestreo de cobertura terrestre dentro del sitio de estudio GLOBE de 15 Km x 15 Km. Estos sitios de muestreo servirán para realizar mediciones de cobertura terrestre. Se necesitarán estas mediciones para crear el mapa de tipos de cobertura terrestre. Preferiblemente se debería tener, al menos, un sitio de muestreo por cada clase de cobertura terrestre que se observe en el sitio de estudio. Se necesitarán datos de sitios de muestreo adicionales para realizar una evaluación de la exactitud del mapa de cobertura terrestre que se cree. Se puede también decidir tener sitios de muestreo adicionales cuando no se esté seguro de la cobertura terrestre en un lugar determinado. Algunos de estos sitios sólo se visitarán una sola vez. En otros sitios puede quererse estudiar los cambios en el desarrollo vegetal a lo largo de las estaciones, por lo que se tendrían que visitar frecuentemente. A continuación se proporcionan instrucciones de cómo seleccionar y organizar estos sitios de muestreo.

Instrucciones

TODOS los sitios de muestreo de cobertura terrestre dentro del sitio de estudio GLOBE deben cumplir las características siguientes:

- Homogeneidad – la misma clase MUC en todo su ámbito.
- 90 m x 90 m de tamaño.
- Orientados en las direcciones de los puntos cardinales. Ver *Cómo Preparar el Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre*.

Todo los sitios se deben visitar al menos una vez, pero se pueden visitar varias veces durante diferentes épocas del año, o en diferentes años, para estudiar las variaciones en la biomasa a lo largo del tiempo.

Por ejemplo, en vez de hacer mediciones sólo UNA VEZ durante el máximo desarrollo, se pueden realizar DOS veces al año, cada año. Estas visitas semianuales se deben efectuar una vez en el máximo crecimiento y una vez durante el mínimo de actividad (verano/invierno, estación lluviosa/estación seca, etc.). Si no existen diferencias estacionales de temperatura o de precipitación, realizar mediciones sólo una vez al año.

Se deberían marcar de manera permanente los árboles y arbustos que se midan, ya que se medirán los mismos cada vez. Cuando se introduzcan los datos, hay que asegurarse de introducir la altura y la circunferencia de los árboles y arbustos en el mismo orden cada vez. De esta manera, se describirán el crecimiento/variaciones en el mismo árbol/arbusto cuando se envíen los datos.

Cómo Preparar el Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre

Seleccionar un área homogénea de 90 m x 90 m. Usar las imágenes Landsat TM y/o los conocimientos del lugar como ayuda para localizar sitios candidatos, áreas homogéneas que poseen la misma clase MUC en todo su entorno. Para determinar si el sitio tiene al menos 90 m x 90 m en las direcciones cardinales, medir por pasos

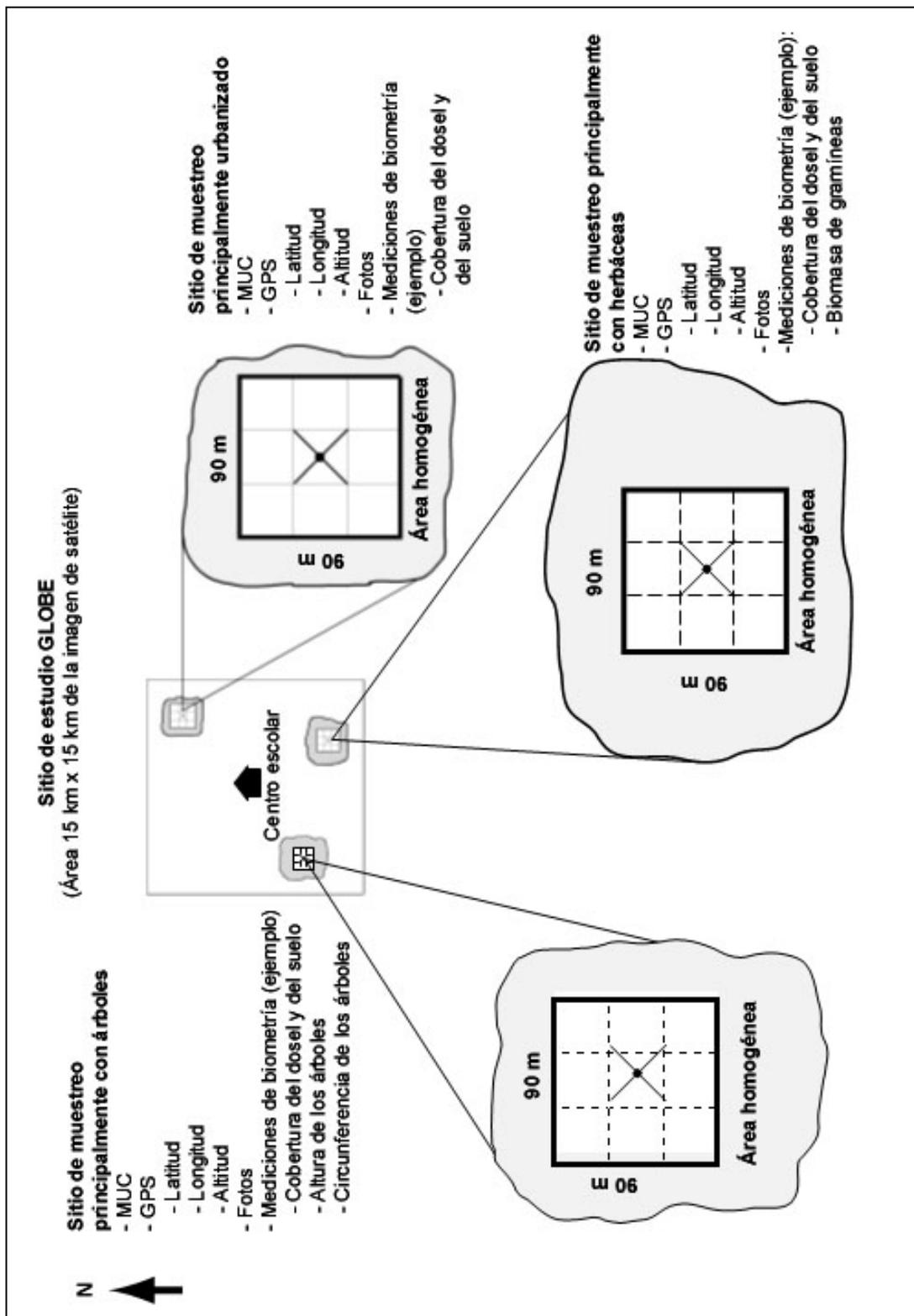


Figura CT-SS-1: Tipos de Sitios de Cobertura Terrestre GLOBE y Ejemplo de Mediciones a Realizar

(ver *Midiendo por Pasos en Instrumentos de Investigación*) 90 m desde una de las esquinas del sitio, en dos direcciones, bien al Norte o al Sur, y bien al Este y al Oeste. Esto dará una estimación de donde se encuentran otras dos esquinas. Calcular donde está la cuarta esquina. Si toda el área es homogénea, el sitio es adecuado. (Por ejemplo, si un área de 30 m x 30 m en un sitio arbolado posee menos del 40% de cobertura vegetal, el sitio no es homogéneo.)

Dar un nombre al sitio. Debería ser único e identificar el sitio sin lugar a dudas.

Nota: Es posible que zonas que parecen iguales en la imagen Landsat no sean homogéneas y no tengan la misma clase MUC en todo el sitio. Se debe hacer la determinación final en el sitio.

Cómo Realizar las Mediciones de Biometría

Una vez establecido el sitio de estudio en un área homogénea de 90 m x 90 m, alineado en las direcciones cardinales (N, S, E y W), se necesitará determinar el Nivel 1 de la clase MUC. Las mediciones de biometría se realizan en el píxel central de 30 m x 30 m del sitio de muestreo de cobertura terrestre de 90 m x 90 m. El alumnado puede realizar algunas mediciones de biometría mientras camina por la(s) diagonal(es) del píxel central.

El número y tipos de mediciones de biometría están determinados por la información que se necesite para clasificar el sitio hasta el nivel más detallado del sistema MUC. Ver Figura CT-SS-1 para ver ejemplos de qué mediciones pueden ser apropiadas en tipos específicos de sitios de cobertura terrestre. La cobertura vegetal y del suelo debería medirse casi siempre en un sitio natural. Estas mediciones ayudarán a determinar el Nivel 1 de clase MUC. La identificación de especies de árboles y arbustos, así como la altura de árboles, arbustos y / o gramíneas, ayudará a determinar niveles más detallados de clase MUC. Las circunferencias de árboles y arbustos y la biomasa de gramíneas son útiles para los científicos y para el alumnado cuando se estudian los cambios en la biomasa a lo largo del tiempo o en clasificaciones a partir de imágenes de satélite. Para más información ver el *Protocolo de Biometría*.

Si el sitio no es visible desde una carretera o camino, anotar la dirección relativa con la brújula, y el número de pasos necesarios para llegar a la

esquina o al centro del sitio desde la carretera o camino. Se puede marcar una esquina o el centro del sitio para futuras visitas, aunque esto no es necesario. Si por algún motivo se tuviera que volver más tarde, se debería marcar el centro del sitio de 90 m x 90 m para poder encontrarlo rápidamente.

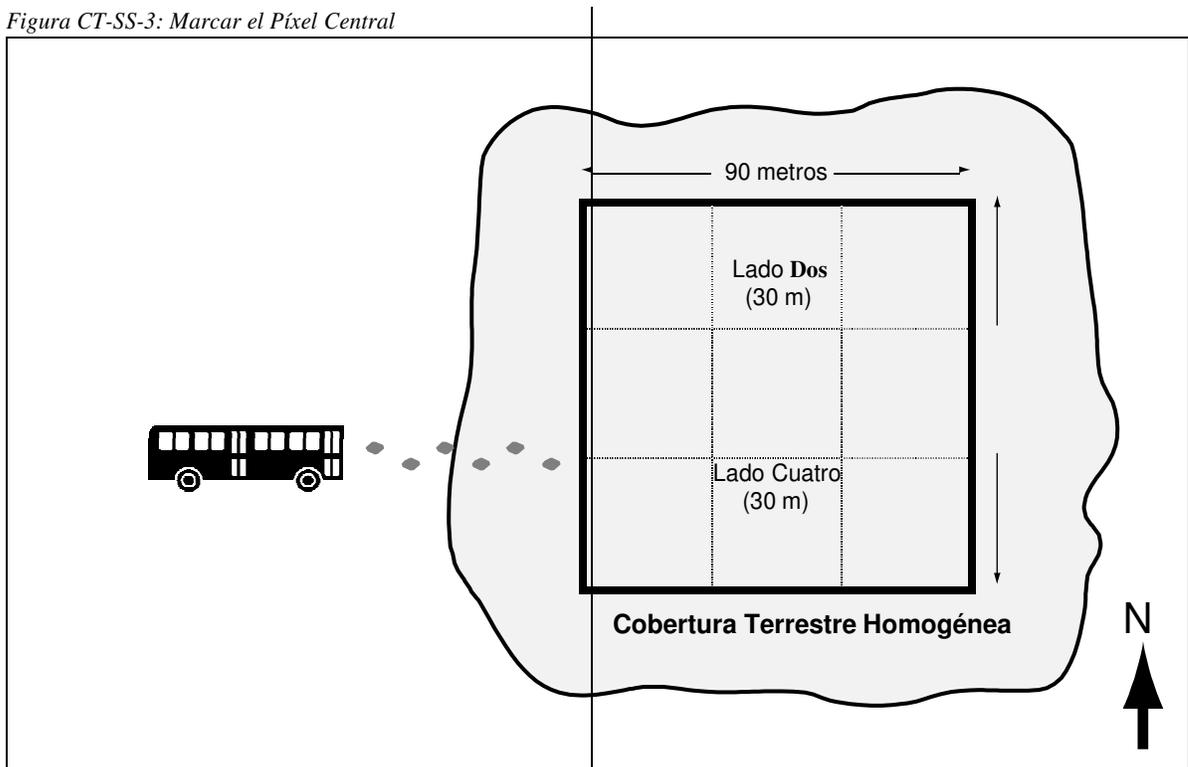
Realice las mediciones de biometría siguiendo el *Protocolo de Biometría*. Esto implicará lo siguiente:

- Marcar el centro del sitio de 90 m x 90 m, desde el que se realizarán las mediciones. Ver Figura CT-SS-2.
- Dividir al alumnado en cuatro grupos. Asignar a cada grupo una dirección, siguiendo una diagonal desde el centro, para que realicen mediciones de cobertura vegetal y del suelo. Con una brújula, asignar a cada grupo las direcciones siguientes:
NE (45°), SE (135°), SW (225°), y NW (315°)
- Cada diagonal mide 42,4 m, por lo que cada grupo debería recorrer media diagonal, es decir, 21,2 m.
- Si se considera oportuno, colocar marcadores en cada esquina.
- Recopilar los datos de cada grupo para elegir la clase final MUC, y enviar los datos a GLOBE.

Datos de validación

	MUC 71	MUC 811	MUC 92	MUC 0222	MUC 1222	MUC 91	MUC 93	MUC 824	MUC 4223	Total Filas
MUC 71										1
MUC 811										4
MUC 92										3
MUC 0222										2
MUC 1222										1
MUC 91										2
MUC 93										2
MUC 824										0
MUC 4223										0
Total Columna	1	2	3	2	1	2	1	2	1	15

Figura CT-SS-3: Marcar el Píxel Central



Si se puede pasar más tiempo en el campo, o si se quieren practicar las mediciones de pasos o adquirir mayor destreza en el uso de la brújula, existe otra forma para marcar el píxel central del sitio de muestreo de cobertura terrestre de 90 m x 90 m. Ver Figura CT-SS-3.

- Situar un marcador donde se quiera que esté una esquina del píxel central.
- Usar la brújula y la cinta métrica para desplazarse 30 metros en una dirección cardinal (Norte, Sur, Este u Oeste). Colocar una segunda señal al final de este transecto. Esto determina un lado.
- Desde el segundo punto, desplazarse 30 m perpendicularmente a ese lado. Situar otra marca al final del trayecto. Este es el lado número dos.
- Desde el tercer punto, desplazarse otros 30 m perpendicularmente al lado dos y en paralelo al lado número uno. Colocar una cuarta marca. Ya se tiene el tercer lado.

- Desde esta cuarta marca desplazarse otros 30 m hacia la marca original. Si el trayecto termina a 2 o 3 metros de la marca original, se habrá conseguido hacer un muy buen trabajo. Si se está más lejos, comprobar las orientaciones de la brújula para cada lado, así como la longitud de cada lado, e intentarlo de nuevo.
- Establecer el centro del área trazando las diagonales y situando una marca donde se cruzan las dos. Se pueden utilizar cuerdas para trazar las diagonales. Observar también que las dos diagonales deben ser de la misma longitud.

Preguntas Frecuentes

1. ¿Qué sucede si el sitio de 90 m x 90 m no es homogéneo?

Si se da esta circunstancia se necesitará encontrar otro sitio de 90 m x 90 m donde la cobertura terrestre sea homogénea en toda el área.

2. En la Guía del Profesor GLOBE de 1997 la Investigación de Cobertura Terrestre/Biología habla de sitios de muestreo cualitativo y cuantitativo y sitios de estudio de biología, pero no en esta versión. ¿Por qué? ¿Ha cambiado este capítulo?

En esta versión de la *Guía del Profesor GLOBE*, se ha suprimido la terminología para los diferentes tipos de sitios de cobertura terrestre. En la versión de 1997 sólo se tomaban y enviaban datos de biometría únicamente de los sitios de muestreo cuantitativo de cobertura terrestre y de sitios de estudio de biología con bosque cerrado, zonas forestales y vegetación herbácea (MUC 0, 1, y 4). Ahora se pueden tomar datos de biometría de la mayoría de clases MUC. Depende del profesorado y alumnado decidir cuántos datos de biometría tomar. Se recomienda tomar datos de cobertura vegetal y del suelo a lo largo de las diagonales del área central de 30 m x 30 m del sitio de estudio 90 m x 90 m.

3. ¿Qué se debería hacer si ya se ha establecido un sitio de estudio de Biología, un sitio permanente de cobertura terrestre al que se vuelve cada año, pero no es un área homogénea de 90 m x 90 m ?

Si el área alrededor del sitio de estudio de Biología es homogénea para el antiguo sitio de estudio de Biología se puede utilizar, simplemente expandir el área para que sea de 90 m x 90 m alrededor del área central. Éste será ahora un sitio de muestreo de cobertura terrestre. Se puede visitar repetidamente y hacer mediciones en él. Por otra parte, si el área alrededor del antiguo sitio de biología no es homogénea, los datos serán difíciles de comparar con las imágenes de satélite. Existe un margen de error en las lecturas del GPS, por lo que aunque se esté en el centro del sitio, la lectura podría situarle en cualquier lugar del área de 90 m x 90 m. Se necesitará encontrar otro sitio más apropiado, aunque se podría seguir usando el antiguo sitio de estudio de Biología para practicar.

4. ¿Qué se puede hacer en un área urbana?

Se puede realizar la investigación completa. En un área urbana, la mayoría de los sitios serán artificiales en lugar de clases naturales. Esto es válido, por lo que se pueden elegir tantos sitios de muestreo de cobertura terrestre como se pueda. Esto es muy importante para los científicos, ya que los tipos de cobertura terrestre urbanizados son difíciles de distinguir en la imagen Landsat TM.



5. ¿Y si hubiera un lago en el área 90 m x 90 m?

Si hubiera un lago o laguna en el área 90 m x 90m se estaría en un sitio no homogéneo, por lo que no sería válido. Habría que desplazarse y encontrar otro sitio, excluyendo el lago, para buscar que sea homogéneo.

6. ¿Y si existe un arroyo en el sitio?

Si el río es tan pequeño (estrecho) que no altera la clase MUC de ningún área de 30 m x 30 m del sitio, no importa. Si no es así, trasladar el sitio para excluir el arroyo.

7. ¿Y si el sitio se encuentra en una propiedad privada?

Si el sitio se encuentra en propiedad privada se debe pedir permiso antes de entrar en él.

8. ¿Qué se debe hacer si el sitio de muestreo de cobertura terrestre ha experimentado alguna variación catastrófica desde la última visita?

En caso de que el sitio haya experimentado algún cambio catastrófico (por ejemplo, un incendio, un huracán, tornados, etc.), entre visitas, por favor describirlos en la sección de metadatos y realizar las mediciones de cualquier vegetación existente (árboles, vegetación gramínea). Los científicos están muy interesados en los ritmos de recuperación y sucesión en estos sitios. Si el área de 90 m x 90 m es homogénea, por favor llevar a cabo el *Protocolo del Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre*.

9. Existe un pequeño claro de unos de 10 m x 10 m de área en nuestro sitio de estudio arbolado. ¿Es este aún un sitio homogéneo?

Sí, si el área de 30 m x 30 m que rodea el claro tiene la misma clase MUC que el resto del sitio.

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
			0112 Submontano	Costa Rica: Sierra de Talamanca
			0113 Montano	
			0114 Subalpino	
			0115 Nival	
			0121 Tierras bajas	
			0122 Submontano	
			0123 Montano	
			0124 Subalpino	
			0131 Tierras bajas	
			0132 Montano y nival	
			0133	
			0141 Tierras bajas	
			0142 Submontano	
			0143 Montano	
			0144 Subalpino	
			0145 Nival	
			0151 Templado	
			0152 Subpolar	
0161 Tierras bajas				
0162 Submontano				
0163 Montano				
0164 Subalpino				
0171 Tierras bajas y Submontano >50m				
0172 Tierras bajas y Submontano <50m				
0181 Tierras bajas y Submontano				
0182 Montano y Subalpino				
0191 Gigante (>50m)				
0192 Copas redondas irregulares				
0193 Copas cónicas				
0194 Copas cilíndricas				

Costa Rica: vertiente atlántica
Costa Rica: Sierra de Talamanca
Barro Colorado, Montañas

C. spha. spp.

Queensland, Australia, y Tatar

Costa chilena

Eucalyptus regnans, *E. diversicolor*
EE.UU.: bosque de roble de California

Pinus spp. bosque de Honduras y Nicaragua
Pinus spp. bosque de Filipinas y del sur de Méjico

Sequoia y *Pseudotsuga* spp. Pacífico O. de N. América
Pinus spp.
Picea y *Abies* spp.
Boreal, ramas cortas.

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
			033	Caducifolio - frio con árboles de hoja perenne	0331	Tierras bajas templadas y Submontano hoja ancha	0332	Montano y boreal	
			0333	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	Copas cilíndricas			Regiones boreales: <i>Picea</i> spp.
			12	Caducifolios secos	121	Tierras bajas con Hoja ancha y Submontano	1211	Montano y nival	
					122	Con árboles de hoja perenne y ancha y enredaderas	1221	Con árboles de hoja perenne acicular	
					123	Caducifolios frios sin árboles perennifolios	1231	Hoja ancha	
							1232	Hoja acicular	
							1233	Mezcla	
			13	Extremadamente Xeromórfico (seco)	131	Dominado por esclerófilos			
					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 Semi-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						
			4113 Árboles: de hoja ancha						
			4114 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						
42 Gramíneas de altura media	421 Con árboles cubriendo 10-40%	4210 Árboles: de hoja perenne acicular							
		4211 Árboles: de hoja perenne ancha							
		4212 Árboles: de hoja semi-perenne ancha							
		4213 Árboles: de hoja caduca ancha							
		4220 Árboles: de hoja perenne acicular							
422 Con árboles cubriendo <40%	4221 Árboles: de hoja perenne ancha								
	4222 Árboles: de hoja semi-perenne ancha								
	4223 Árboles: de hoja caduca ancha								
43 Arbustos	434 Tropical y subtropical con árboles y arbustos	430 Arbustos: de hoja perenne acicular							
		431 Arbustos: de hoja perenne ancha							
		432 Arbustos: de hoja semi-perenne ancha							
		433 Arbustos: de hoja caduca ancha							
		434 Tropical y subtropical con árboles y arbustos							
44 Con plantas en mata	445 Sin leñosas	441 Tropical con palmeras							
		442 Tropical							
		443 Tropical							
45 Sin leñosas	451 Sin leñosas	450 Árboles: de hoja perenne acicular							
		451 Árboles: de hoja perenne ancha							
		452 Árboles: de hoja semi-perenne ancha							
		453 Árboles: de 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	Subtropical con palmeral abierto				
				4257	Principalmente hierbas cespitosas				
				4258	Principalmente herbáceas en ramillete				
				4259	EE, UU: Este de Kansas; pradera de hierba alta Nueva Zelanda; <i>Festuca novae-zelandiae</i>				
4 Vegetación herbácea	43 Gramíneas cortas	43	Sin leñosas	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				
				4322	Árboles: hoja semi-perenne ancha				
				4323	Árboles: hoja caduca ancha				
				4324	Tropical y Subtropical con árboles y arbustos				
				4325	Con árboles cubriendo <10%				
43 Gramíneas cortas	43	Con 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					
			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								
43 Gramíneas cortas	43	Sin leñosas	4361	Comunidades de gramíneas cortas					
			4362	Comunidades de gramíneas en ramilletes					
				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					
	82 No agricultura		821 Parques y campos de atletismo					
			822 Campos de golf					
			823 Cementerios					
			824 Otros					
	9 Urbano		91 Residencial					
			92 Comercial e industrial					
93 Transporte								
94 Otros								

Ejemplo de Clasificación MUC

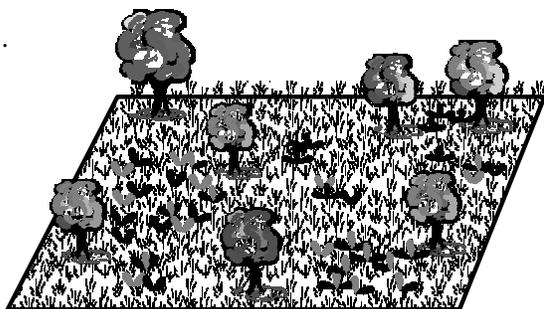
A continuación se muestra un ejemplo de asignación de clase MUC a una determinada área homogénea. Se muestran tres ejemplos adicionales en el *Apéndice*. Este primer ejemplo es para realizar con el alumnado, mientras que los del *Apéndice* son para que los intenten por sí mismos. El alumnado debería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

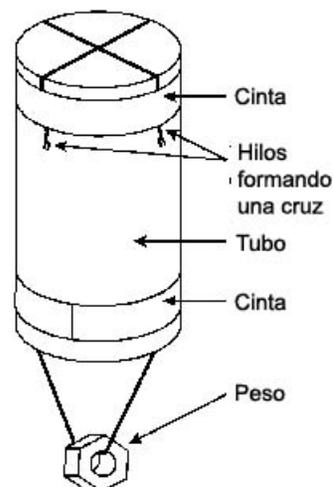
Un densímetro es un instrumento que se utiliza para realizar mediciones de cobertura vegetal, como parte de las mediciones de biometría descritas en el *Protocolo de Biometría*. A continuación se incluyen instrucciones para la construcción y el uso del densímetro.

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

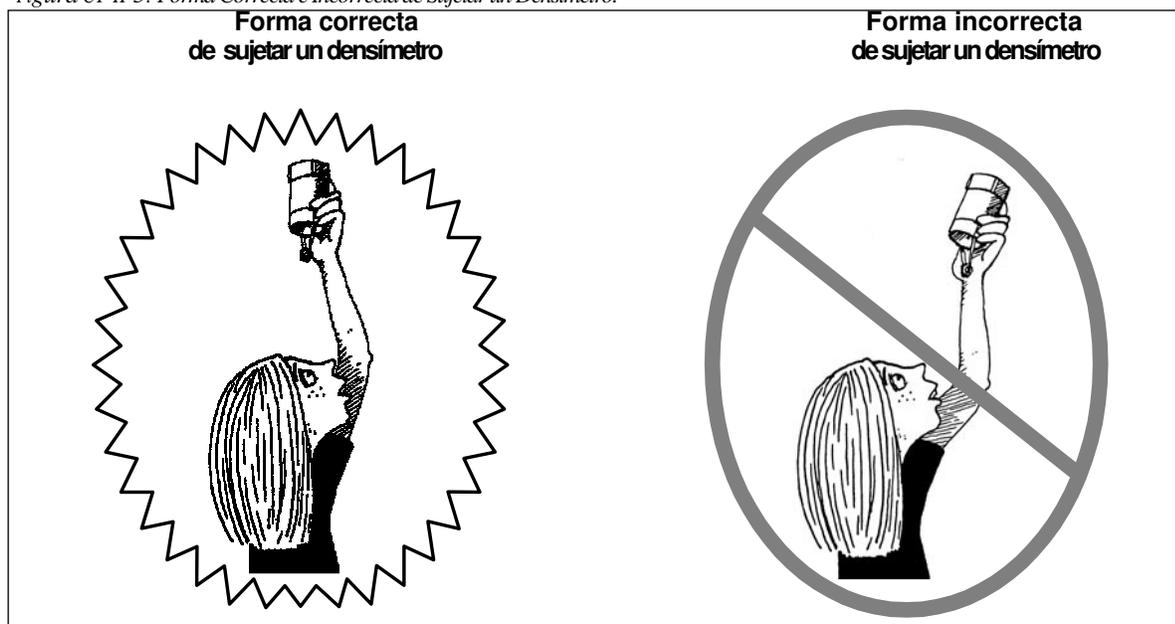
1. Reunir los materiales para cada densímetro.
2. Unir (con cinta adhesiva) dos hilos que formen ángulos rectos pasando en un extremo del tubo, de manera que formen una cruz. Dejar un poco de hilo colgando al final de la cinta adhesiva, para poder tensarlos si es necesario.
3. Sujetar (con cinta adhesiva)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



C. Clinómetro

Un clinómetro es un instrumento que sirve para medir ángulos. En GLOBE, se utiliza para hallar el ángulo necesario para medir la altura de los árboles. También para determinar obstáculos en el sitio de estudio de atmósfera. Los cálculos corresponden a la aplicación de los principios basados en las propiedades de los triángulos rectángulos. Se construirá y utilizará el clinómetro siguiendo las instrucciones y las fórmulas siguientes. El clinómetro también se puede utilizar para realizar ejercicios prácticos adicionales sobre principios trigonométricos.

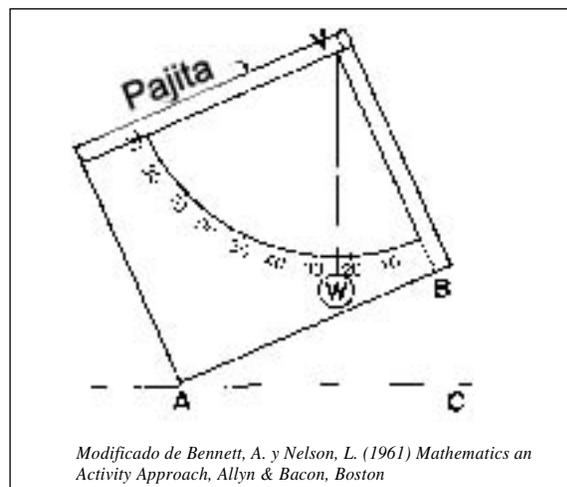
Material Necesario

- Hoja de Clinómetro y Tabla de Tangentes (en el Apéndice)
- Un pedazo de cartón o cartulina, del tamaño de las hojas de trabajo.
- Sorbete (pajita, cañita, popote) .
- Arandela de metal o tuerca.
- 15 cm de hilo o seda dental.
- Pegamento.
- Tijeras.
- Algo para realizar un agujero pequeño.
- Cinta adhesiva

Construcción

1. Preparar el material es para la construcción del clinómetro.
2. Pegar una copia de la *Hoja del Clinómetro* sobre un cartón del mismo tamaño (si es necesario recortar el cartón).
3. Pegar una copia de la *Tabla de Tangentes* por el otro lado del cartón.
4. Hacer un agujero a través del círculo marcado en la *Hoja del Clinómetro*.
5. Introducir el hilo de 15 cm a través del agujero y sujetarlo o anudarlo por el lado de la *Tabla de Tangentes*.
6. Unir una arandela de metal o una tuerca en la otra punta del hilo para que cuelgue por la parte de la *Hoja del Clinómetro*.
7. Pegar una pajita a lo largo de la línea que se indica en la *Hoja del Clinómetro*, para usarlo como teleobjetivo.

Nota: Un clinómetro mide ángulos para determinar la altura de objetos sin medirlos directamente. Es una versión simplificada del cuadrante (un instrumento de medición medieval), y del sextante, (un instrumento utilizado para hallar la posición de los barcos). Como estos instrumentos, el clinómetro posee un arco graduado, de 0 a 90 grados.



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.

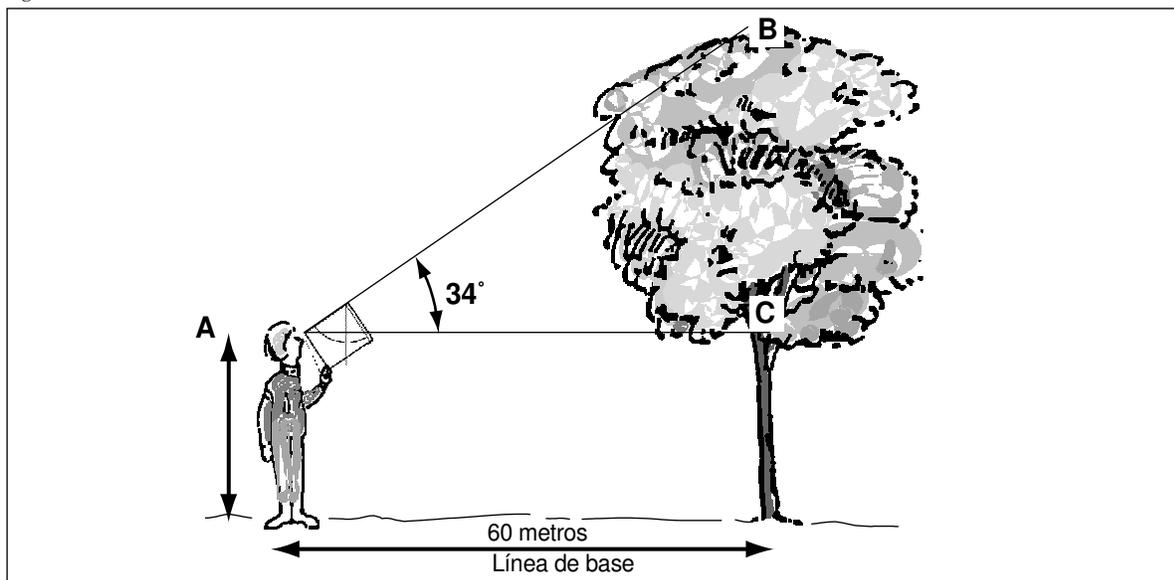
$$BC = AC \times \text{tg}A$$

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

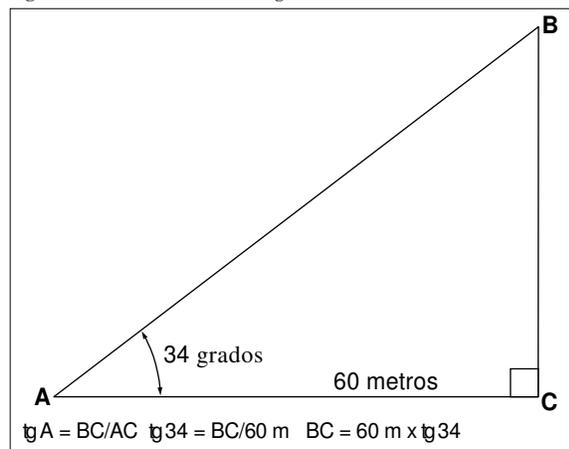
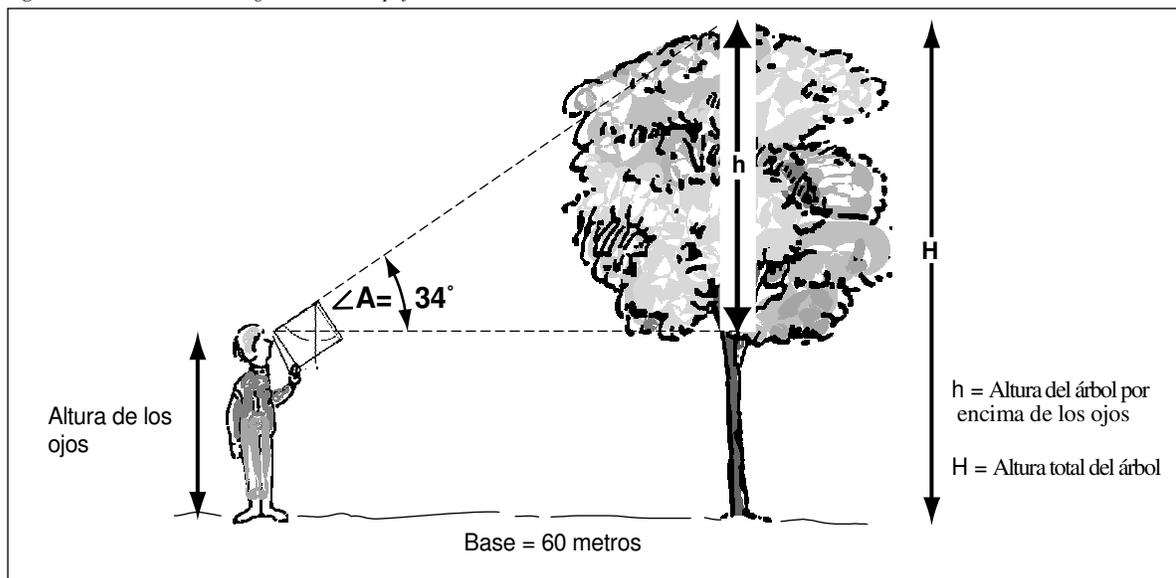


Figura CT-II-11: Ecuación Trigonométrica Simplificada



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

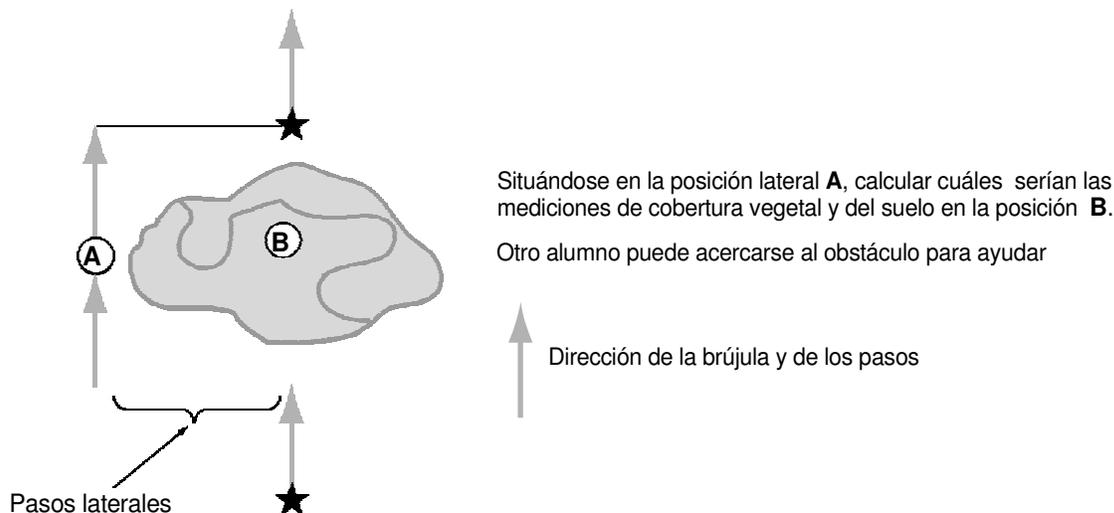
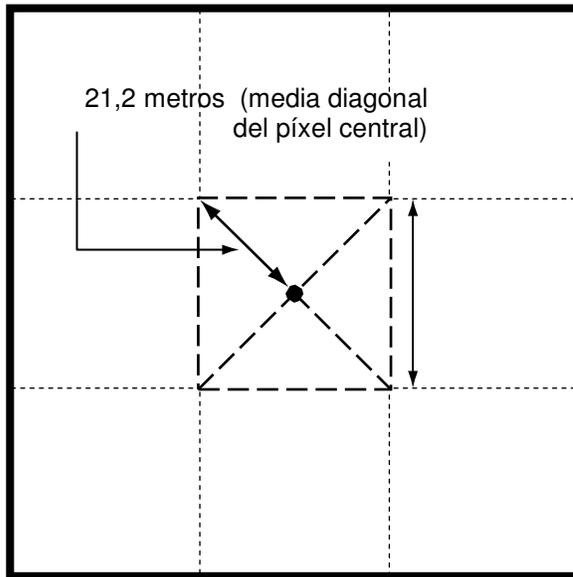


Figura CT-II-13: Ejemplo de medición por pasos



- 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.

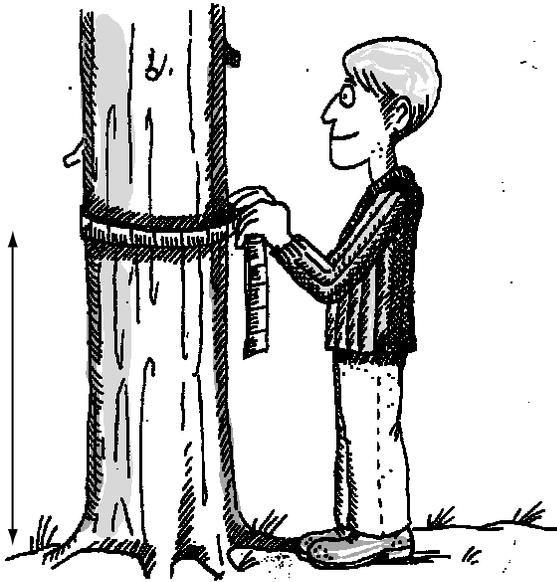
E. Cinta Métrica

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)?

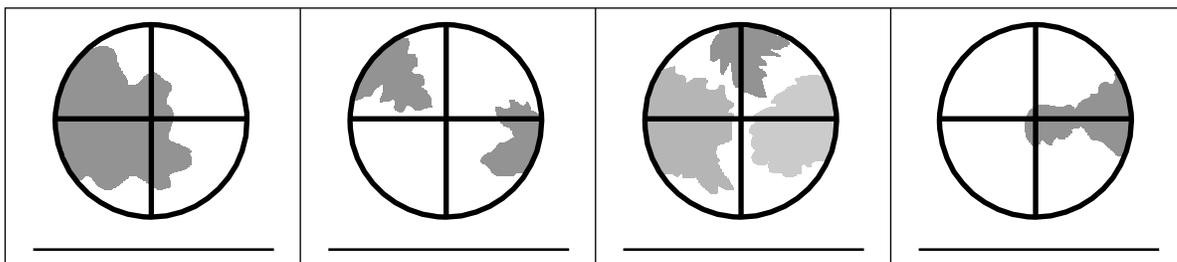
Si sólo se tiene una cinta que mida en unidades inglesas se deberán convertir las mediciones a unidades métricas antes de enviar los datos.

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.

Protocolo del Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre



Objetivo General

Determinar el tipo principal de cobertura terrestre en un sitio de muestreo de cobertura terrestre

Visión General

El alumnado clasificará un sitio de cobertura terrestre homogéneo examinándolo visualmente. Si fuera necesario, realizará mediciones de biometría siguiendo el *Protocolo de Biometría* para confirmar la elección de la clasificación MUC. Localizará el sitio utilizando un receptor GPS y fotografías del sitio.

Objetivos Didácticos

Aprender a describir y clasificar científicamente un sitio de muestreo de cobertura terrestre.

Conceptos Científicos

Ciencias Físicas

Los objetos tienen propiedades observables que se pueden medir por medio de herramientas.

La posición de un objeto se puede conocer por referencia con otros objetos.

Ciencias de la Vida

La Tierra posee muchos entornos diferentes, los cuales sostienen organismos diferentes.

Todos los seres vivos junto con los factores físicos con los que interactúan constituyen un ecosistema.

Geografía

Cómo usar mapas (reales e imaginarios).

Características físicas de un sitio.

Características y distribución de ecosistemas.

Habilidades de Investigación Científica

Usar instrumentos y técnicas apropiadas para tomar datos del sitio de muestreo de cobertura terrestre.

Hacer observaciones para determinar el tipo adecuado de cobertura terrestre.

Compartir los resultados de la clasificación de cobertura terrestre para alcanzar un consenso.

Identificar preguntas y respuestas.

Llevar a cabo investigaciones científicas.

Desarrollar descripciones y pronósticos basados en la evidencia.

Reconocer y analizar explicaciones alternativas.

Compartir procedimientos, descripciones, y pronósticos.

Nivel

Todos

Tiempo

20 – 60 minutos (excluyendo tiempo de transporte) por cada sitio de muestreo de cobertura terrestre.

Frecuencia

Se recogen datos una vez por cada sitio, pero los datos se pueden recoger tan frecuentemente como se quiera.

Materiales y Herramientas

Brújula

Receptor GPS

Cámara

Lápiz o bolígrafo

Imágenes Landsat TM del sitio de estudio GLOBE 15 Km x 15 Km

Mapas locales y topográficos (si es posible)

Fotografías aéreas (si es posible)

Guías de campo de vegetación local.

Guía de Campo MUC o *Tabla del Sistema MUC* y *Glosario de Términos MUC*.

Guía de Campo del Protocolo de GPS (de la *Investigación con GPS*)

Hoja de Datos del Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre.

Materiales necesarios del *Protocolo de Biometría*

Cinta métrica de 50 m

Marcadores para los sitios permanentes.

Carpeta.

Preparación

Realizar copias de las *Hojas de Datos* apropiadas. Estudiar la *Selección y Organización del Sitio de Muestro*.
Identificar las clases de MUC aplicables a la zona.
Selección del sitio(s).

Requisitos Previos

Conceptos y técnicas de la *Actividad de Aprendizaje Clasificación de Hojas*
Destreza en el uso de *Tabla del Sistema MUC* y *Glosario de Términos MUC* y/o la *Guía de Campo MUC*
Protocolo GPS
Saber realizar las mediciones de biometría del *Protocolo de Biometría*.
Saber medir por pasos
Saber utilizar la brújula
Saber utilizar una cámara de fotografía.



Apoyo al Profesorado

Las Mediciones

Llevar a cabo el *Protocolo del Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre* cuando se visite alguno de los sitios de muestreo de cobertura terrestre. El protocolo le guiará a través del proceso de recogida de datos en el sitio y de determinación del tipo de cobertura terrestre.

El *Protocolo de Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre* es la piedra angular de la *Investigación de Cobertura Terrestre/Biología*. Los científicos de todo el mundo que utilizan la teledetección podrán usar los datos de clasificación de cobertura terrestre que se hayan enviado. También ustedes podrían usar estos datos para ayudar a crear un mapa del sitio de estudio GLOBE de 15 Km x 15 Km. Para comprobar la exactitud de los mapas se utilizan datos adicionales de sitios de muestreo de cobertura terrestre. También se pueden usar estos datos al observar mapas de detección de cambios, que se crean a partir de dos imágenes de satélite tomadas en diferentes años. Los científicos pueden utilizar los datos y las fotografías de los sitios de muestreo de cobertura terrestre para realizar mapas y valorar su exactitud en áreas más grandes. Pueden usar como escala una ciudad, un estado, una provincia, una región, un país o un continente, dependiendo de su propósito. El *Protocolo del Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre* es un proceso muy simple en comparación con su importancia, pero se debe realizar cuidadosamente. Ver Figura CT-SM-1.

Alumnado y profesorado clasifican un sitio de cobertura terrestre homogénea de 90 m x 90 m utilizando el Sistema MUC (la *Guía de Campo MUC*, la *Tabla del Sistema MUC*, y el *Glosario de términos MUC*) y anotan la latitud, la longitud y la altitud mediante un receptor GPS. Se toman fotografías hacia los cuatro puntos cardinales para comprobar la calidad de los datos.

Un *Sistema de Clasificación*, como el MUC, es una forma de comunicación de similitudes y diferencias. Es un conjunto integral de clases usado para agrupar objetos similares. Posee cuatro características: *nombres y definiciones*, dispuestos en una estructura ramificada o *jerarquizada* (múltiples niveles de clases). Es totalmente *exhaustiva*, es decir, que hay una clase para cada dato, y *mutuamente excluyente*, lo que significa que sólo existe una clase adecuada para cada dato. Al usar el MUC, un lenguaje común para tipos de cobertura terrestre, los científicos

sabrán exactamente qué cobertura terrestre existe en un lugar determinado. El MUC es un sistema de clasificación que tiene una base ecológica, es útil para datos tomados mediante teledetección, y sigue estándares internacionales. Utilizar este mismo sistema en todo el mundo permite a los científicos comparar datos de cualquier lugar de la Tierra. El alumnado puede tener que utilizar el *Protocolo de Biometría* para distinguir entre las clases MUC. Se debe estar preparado para esto.

Indicaciones para Enviar los Datos

- Recoger datos de campo y enviarlos a GLOBE.
- Revelar o imprimir dos copias de las fotografías (una copia es para el centro) e identificar cada foto con el ID del centro, el nombre del sitio de muestreo de cobertura terrestre y su orientación (N, S, E o W).
- Seguir las instrucciones de la sección *Cómo Enviar Fotos y Mapas* de la *Guía de Implementación*, sobre cómo y dónde hay que enviar estas fotos a GLOBE.

Mediciones de Apoyo

Protocolo de Biometría

Protocolo GPS (de *Investigación GPS*)

Preparación del Alumnado

Conceptos y técnicas de la *Actividad de Aprendizaje de Clasificación de Hojas*

Saber utilizar la *Tabla del Sistema MUC* y el *Glosario de términos MUC* y/o la *Guía de Campo MUC*.

Saber llevar a cabo el *Protocolo GPS*.

Saber realizar las mediciones del *Protocolo de Biometría*

Saber medir por pasos.

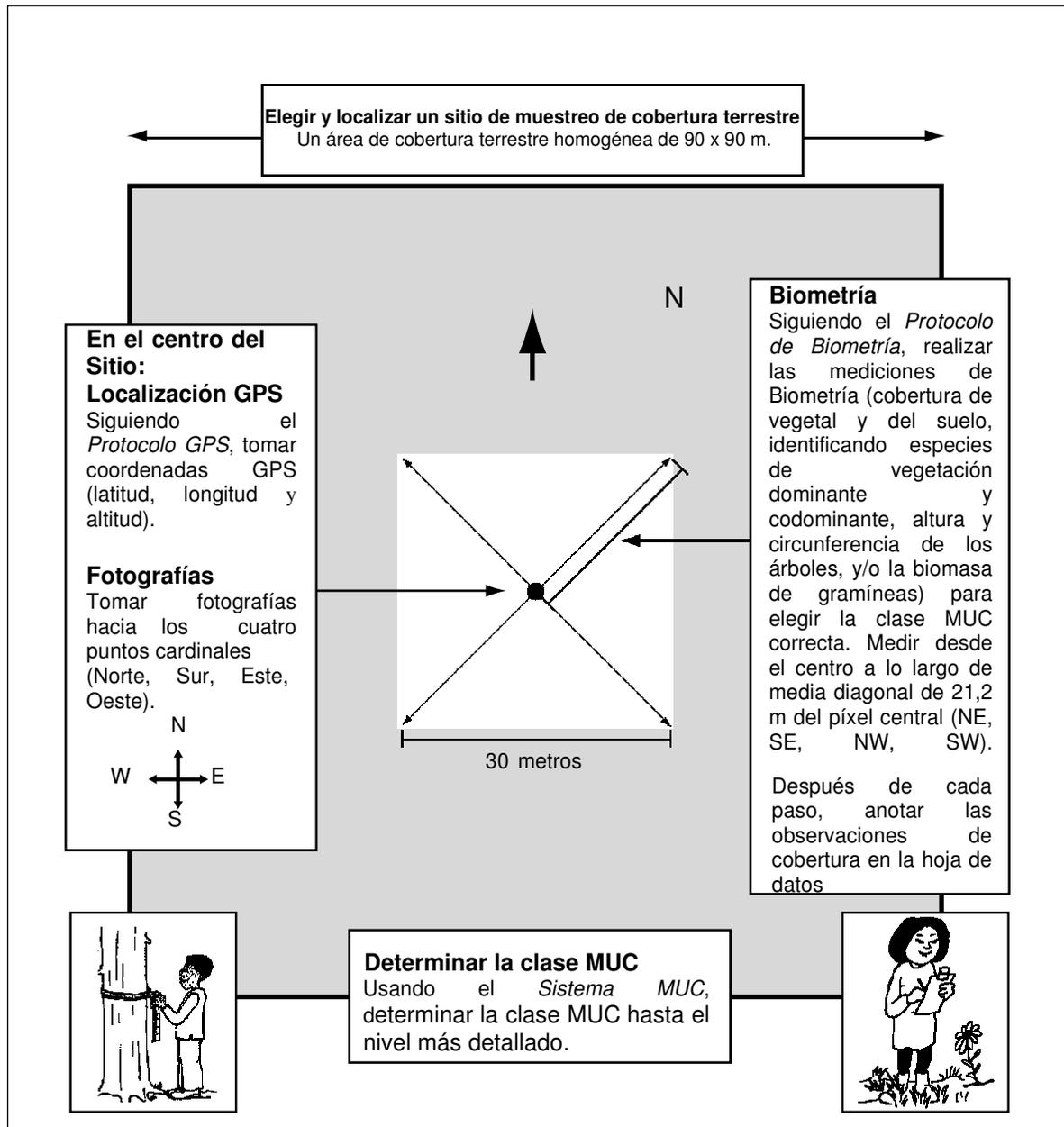
Saber utilizar la brújula.

Saber utilizar la cámara de fotos.

Consejos Útiles

- Antes de salir al campo enseñar al alumnado a usar las guías de campo de vegetación de la zona.
- Seleccionar un área de 90 m x 90 m a partir de las imágenes Landsat TM y/o el conocimiento de la zona. Recordar que debe ser una zona de cobertura terrestre homogénea.

Figura CT-SM-1: Resumen del Protocolo del Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre



- Para determinar si el sitio tiene al menos 90 m x 90 m, el alumnado caminará 90 m desde una de las esquinas del sitio. Debería hacerlo en dos direcciones, hacia el Norte o hacia el Sur, y hacia el Este o hacia el Oeste. Esto dará una estimación aproximada de dónde se encuentran dos esquinas más. Calcular la localización de la cuarta esquina. Si el área es homogénea, el sitio será adecuado. Para las instrucciones sobre *Medir por Pasos*, examinar *Instrumentos de Investigación*.
- Conseguir ayuda de expertos locales en la identificación de plantas o en la creación de mapas de cobertura terrestre (por ejemplo, botánicos, guardas forestales, horticultores, topógrafos, etc.).
- Tomar las medidas de biometría necesarias utilizando el *Protocolo de Biometría*, para clasificar de forma apropiada el sitio de cobertura terrestre.
- El alumnado debería remitirse a las definiciones de la *Guía de Campo MUC* o al *Glosario de Términos MUC* para determinar el MUC de un área.
- Determinar la clase MUC requiere mediciones del porcentaje del sitio de estudio que está cubierto por diferentes tipos de vegetación. Se puede identificar la clase MUC adecuada calculando los porcentajes de los tipos de vegetación que existen en el sitio de cobertura terrestre. Utilizar la *Hoja de Datos de Cobertura de Árboles y del Suelo*.

Preguntas para Investigaciones Posteriores.

¿Qué cambios naturales podrían alterar la clase MUC de estos sitios?

¿Es esta clase MUC típica para esta latitud, longitud y altura?

Si alguien sólo tuviera fotografías del sitio, ¿a qué clase MUC creería que pertenece el sitio?

¿Qué otras clases MUC son las más similares a las del sitio?

¿Cómo afecta la cobertura terrestre del sitio al clima local?

¿Cómo afecta la cobertura terrestre del sitio a la cuenca hidrográfica local?

La imagen Landsat TM del centro educativo puede que tenga varios años de antigüedad. Si se tomara hoy una imagen, ¿en qué se diferenciaría de la antigua?

¿Afecta el cuerpo de agua más cercano a la vegetación del sitio?

¿Qué tipo de animales viven aquí?

¿Qué relación existe entre la cobertura terrestre y las características del suelo del sitio?

¿Qué relación existe entre cobertura terrestre y características del suelo?

Protocolo del Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre

Guía de Campo

Actividad

Localizar y fotografiar un sitio de muestreo de cobertura terrestre, y clasificar el tipo de cobertura terrestre según el Sistema MUC.

Qué se Necesita

- GPS
- Brújula
- *Guía de Campo MUC o Tabla del Sistema MUC y Glosario de Términos MUC*
- Cámara
- *Guía de Campo del Alumnado del Protocolo de GPS y Hoja de Datos del GPS*
- *Hoja de Datos del Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre*
- Lápiz o bolígrafo
- *Guías de Campo del Alumnado del Protocolo de Biometría y materiales (algunos sitios)*
- Cinta métrica de 50 m
- Guías de campo de vegetación local
- Marcadores para sitios permanentes
- Carpeta

En el Campo

1. Localizar el centro aproximado del sitio homogéneo de 90 m x 90 m. **Nota:** El sitio puede ser mucho mayor de 90 m x 90 m siempre que sea homogéneo.
2. Llenar la parte superior de la *Hoja de Datos del Sitio de Muestreo* (Nombre del centro, hora de las mediciones, nombre de quien toma los datos, nombre del sitio).
3. Identificar latitud, longitud y altitud del centro del sitio siguiendo la *Guía de Campo del Protocolo GPS*. Anotar la latitud, longitud y altitud de la *Hoja de Datos GPS* en la *Hoja de Datos del Sitio de Muestreo*.
4. Determinar la clase MUC hasta el máximo nivel de detalle, utilizando la *Guía de Campo MUC* o la *Tabla del Sistema MUC* junto con el *Glosario de Términos MUC*. Tomar cualquier medida necesaria siguiendo las *Guías de Campo del Protocolo de Biometría* para determinar la clase.
5. Anotar cualquier metadato útil o inusual. Anotarlo en el sitio apropiado de la *Hoja de Datos del Sitio de Muestreo*.
6. Hacer una foto en cada una de las direcciones de los puntos cardinales - Norte, Sur, Este y Oeste. Usar la brújula para determinar estas direcciones. Anotar cada número de foto en la flecha correspondiente de la *Hoja de Datos*.

Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre – Observación de los Datos

¿Son razonables los datos?

Después de recoger los datos del sitio de muestreo de cobertura terrestre, se debería determinar si los tipos y situación de la cobertura terrestre son razonables y precisos. Por ejemplo, si se está en un clima templado de latitud media, ¿incluyen los datos los tipos de cobertura terrestre que sólo se encuentran en la zona tropical ecuatorial? ¿Tiene sentido tener tipos de cobertura terrestre que sólo se encuentran en áreas desérticas de extrema sequedad? ¿Se tienen clases de áreas montañosas estando en tierra a nivel del mar? Hay que hacerse cuestiones como éstas sobre los tipos de cobertura terrestre encontrados. Comprobar la clase y la definición MUC para determinar si las clases de cobertura terrestre elegidas tienen sentido para el sitio de estudio GLOBE

A continuación, se debe pensar en dónde se localizan cada uno de estos tipos de cobertura terrestre. A partir del conocimiento de la zona y de otras fuentes de información, como las imágenes Landsat, mapas topográficos y fotos aéreas, (si es posible), ¿tienen sentido las localizaciones de los distintos tipos de cobertura terrestre? Si no es así, ¿cuáles no tienen sentido?

Después de mirar los datos y comprobar si son razonables, se está en disposición de comparar los tipos de cobertura terrestre con los de otros centros GLOBE. Los gráficos pueden ayudar a contestar preguntas que surgieron mientras se tomaban datos en el sitio de muestreo de cobertura terrestre. ¿Cómo es en otros sitios? ¿Cómo son los datos en comparación con los de otros centros? Utilizando las páginas de visualización del sitio Web de GLOBE se pueden hacer gráficos con los datos y con los de otros centros que tengan sitios de muestreos similares.

¿Qué buscan los científicos en los datos?

Los datos del sitio de muestreo son una “instantánea en el tiempo” del tipo de cobertura terrestre de un área determinada. Estos datos pueden ser utilizados por cualquiera que cree un mapa en el que se necesite el tipo de cobertura terrestre. Mapas de hábitats, topográficos, cantidad de combustible, urbanismo, tipos de bosque, localización de especies, etc., utilizan datos como los del sitio de muestreo de cobertura terrestre GLOBE para crear o validar un mapa. La recogida de datos de un sitio de

muestreo de cobertura terrestre durante un periodo de tiempo largo, ayuda a los científicos a seguir el cambio que se produce a lo largo del tiempo en una región. Para que los científicos puedan usar los datos del sitio de muestreo GLOBE, la clase MUC debe ser tan detallada como sea posible, y tener unas coordenadas GPS exactas. Las fotografías que se toman en las cuatro direcciones cardinales son importantes para valorar la calidad.

Ejemplo de Investigación de los Estudiantes

Alumnos de un centro de Estocolmo, Suecia, habían estado tomando datos de un sitio de muestreo durante unos meses. Buscaron en la Web GLOBE para ver si otros centros habían estado también recogiendo datos de cobertura terrestre, y descubrieron que una de sus clases MUC era frecuentemente registrada por otros centros. MUC 0192, Bosque Cerrado de hoja perenne acicular de clima templado y Subpolar, con copas redondeadas irregularmente, se encontró en varios estados de EEUU y en otros países del mundo. Esto alimentó su curiosidad para descubrir si habría relación entre las latitudes de los centros, las pautas del clima y/o los datos de humedad del suelo. Cada grupo de la clase escogió una medida GLOBE diferente para investigarla incluyendo, la latitud y la altitud, la temperatura, la precipitación y la humedad del suelo. Formularon la hipótesis de que el MUC 0192 se encontraría en áreas con datos similares a los suyos.

Para comprobar su hipótesis, el grupo que investigaba las similitudes entre temperaturas localizó en primer lugar los centros que habían enviado sitios con el mismo código MUC. 0192. Utilizando las visualizaciones GLOBE, crearon un gráfico de datos de temperatura de un año para todos los centros. Una vez que todos los datos estaban en el gráfico, estudiaron cuidadosamente los patrones existentes. Observaron cuáles eran las temperaturas altas y bajas de cada centro, y si eran éstas las que determinaban el cambio de estaciones a lo largo del año. Si un centro escolar tenía datos de temperatura GLOBE de más de un año, ajustaban el gráfico para incluir estos datos también. Encontraron que todos los centros tenían una estación fría y otra más templada.

Anotaron sus hallazgos y crearon una visualización del gráfico para utilizarla en una presentación en clase. Deseaban saber si otros grupos habían hallado patrones en sus comparaciones de datos.

Para una descripción más detallada de esta actividad, ver la *Actividad de Aprendizaje Utilización de Datos GLOBE para Analizar la Cobertura Terrestre*.

Protocolo de Biometría



Objetivo General

Medir y clasificar las plantas existentes en un sitio de muestreo de cobertura terrestre, para ayudar a determinar la clase MUC.

Visión General

El alumnado realizará una o más mediciones de biometría a lo largo de las medias diagonales del sitio de muestreo de cobertura terrestre. Estas mediciones incluyen la cobertura de monte alto y del suelo, la identificación de especies vegetales dominantes y codominantes, la altura y circunferencia (o perímetro) de árboles, y/o la biomasa de gramíneas.

Objetivos Didácticos

Aprender a utilizar las técnicas de muestreo biológicas para cuantificar y describir un sitio de muestreo de cobertura terrestre.

Conceptos Científicos

Ciencias Físicas

Los objetos poseen propiedades observables medibles.

Ciencias de la Vida

La Tierra posee diversos ambientes en los que viven muchos y diversos tipos de organismos.

Los organismos influyen en el ambiente en el que viven.

Todos los seres vivos junto con los factores físicos con los que interactúan constituyen un ecosistema.

Geografía

Las características físicas de un lugar determinado.

Las características y distribución espacial de los ecosistemas.

Habilidades de Investigación Científica

Identificar las mediciones biométricas necesarias para el MUC.

Uso de guías de campo de vegetación para identificar sus especies.

Interpretar los datos para proponer una clasificación MUC.

Identificar preguntas y respuestas.

Diseñar y realizar investigaciones científicas.

Usar las matemáticas adecuadas para analizar datos.

Desarrollar descripciones y predicciones basadas en la evidencia.

Reconocer y analizar explicaciones alternativas.

Compartir los procedimientos, descripciones y predicciones.

Nivel

Todos

Tiempo

Variable, dependiendo del tipo y número de mediciones que se realicen.

Frecuencia

La necesaria para determinar el MUC en la mayoría de los sitios, o, frecuentemente como práctica de enriquecimiento.

Materiales y Herramientas

Cinta métrica de 50 m.

Brújula.

Claves de identificación de especies, y/u otras guías de especies locales.

Guía de Campo MUC o *Tabla del Sistema MUC* y *Glosario de Términos MUC*

Marcadores permanentes de árboles (opcional)

Lápiz o bolígrafo

Calculadora (opcional)

Hojas de Datos de Biometría correspondientes.

Densímetro (Ver sección *Instrumentos de Investigación*)

Clinómetro (Ver sección de *Instrumentos de Investigación*)

Cinta métrica flexible

Venda

Carpeta

Bolsa pequeña

Tijera podadora o tijeras duras

Bolsas pequeñas de papel reciclado

Horno secador

Balanza o peso, con precisión de 0,1 g

Preparación

Hacer copias de las *Hojas de Trabajo* correspondientes.

Familiarizar al alumnado con el sistema MUC.

Reunir el material para el clinómetro y el densímetro.

Que el alumnado practique la realización de mediciones en el campo, dando pasos y utilizando la brújula.

Requisitos Previos

El alumnado deberá construir los instrumentos de campo necesarios.

Actividad de Aprendizaje de Observación del Sitio.

Protocolo de Biometría – Introducción

Biometría significa medición de vida. ¿Por qué necesitan los científicos hacer medidas de seres vivos? ¿Qué indican sobre el entorno? Estas medidas incluyen la altura y la circunferencia (o perímetro) de los árboles, cobertura de monte alto y del suelo, y biomasa de gramíneas. Las gramíneas son la hierba y otras plantas similares. Todas estas mediciones miden el tamaño o la cantidad de árboles y plantas.

¿Qué almacenan los árboles y las plantas? ¿De qué están hechos? ¿Pueden diferentes tipos de cobertura tener árboles, arbustos o herbáceas de diferentes tamaños? ¿Pueden tener diferente cantidad de árboles, arbustos y herbáceas? Piense en un desierto. ¿Cuál es el árbol o el arbusto más común? ¿Es un indicador del tipo de zona que es? Compárelo con el tipo de árbol más común en un bosque.

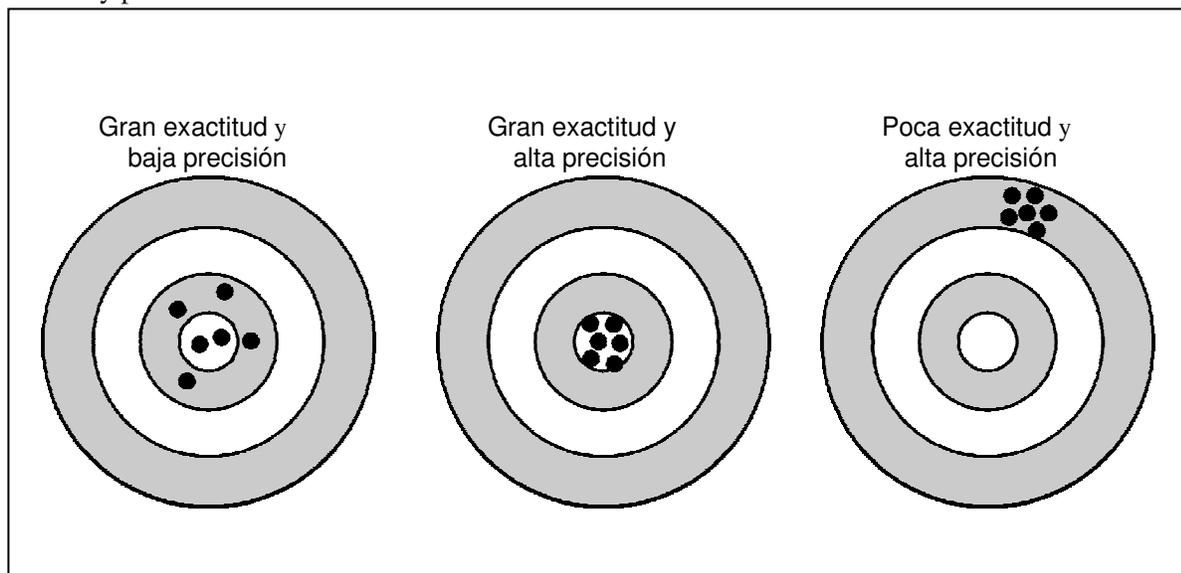
¿Pueden los mismos tipos de cobertura terrestre tener diferentes tamaños de árboles, arbustos y herbáceas? ¿Puede haber diferente cantidad de árboles, arbustos o herbáceas? Piense en dos humedales. ¿Son del mismo tipo y tamaño los árboles, arbustos y herbáceas en ambos lugares?

Las mediciones de seres vivos son importantes para los científicos, porque pueden mostrar la cantidad de nutrientes y gases que los seres vivos almacenan. También muestran la cantidad de carbono y el agua utilizable almacenados en los árboles y plantas.

Elegir la clase correcta MUC puede ser difícil. ¿Cómo saber que se está en un “bosque caducifolio” y no en un “bosque perennifolio”? ¿Cómo se sabe que es un “monte bajo” y no un “monte alto”? ¿Cómo saber que un sitio es de “gramíneas altas” y no de “gramíneas bajas”? Las mediciones de biometría contestan a todas estas preguntas.

Las mediciones de biometría ayudan a elegir la clase MUC correcta. ¿Qué tipo de mediciones se necesita realizar para decidir entre un bosque perennifolio y uno caducifolio? ¿Qué mediciones se necesitan para decidir si es un arbusto o un árbol? ¿Qué se necesita saber para decidirte si un sitio es de gramíneas altas o de gramíneas bajas?

Las mediciones de Biometría hacen que los datos sean más fiables. Cuando los científicos utilicen los datos del sitio de muestreo de cobertura terrestre las mediciones de biometría les asegurarán que los datos son de una gran calidad. Existen dos formas de comprobar que una técnica de medición es correcta, que ayudarán a evaluar la exactitud de los datos. Las mediciones de biometría ayudarán a valorar lo cerca de la diana (la respuesta correcta) que están los datos. Esto es la “*precisión*”. Los datos son precisos cuando al repetir las mismas medidas en un sitio se obtienen los mismos resultados. El objetivo del alumnado GLOBE debería ser que todas las mediciones fueran como las de la diana del centro (ver imagen), altamente precisas y exactas. Las mediciones de biometría ayudan a conseguir esto.



Apoyo al Profesorado

Las Mediciones

El *Protocolo de Biometría* se divide en cuatro mediciones diferentes: cobertura del monte alto y del suelo, altura de árboles, arbustos y/o herbáceas, circunferencia de árboles y biomasa de gramíneas. Se pueden realizar mediciones de biometría sólo una vez en un sitio durante el máximo desarrollo vegetal, o se puede volver al mismo sitio durante varios años y repetir las mediciones para realizar un seguimiento de los cambios en la biomasa del sitio a lo largo del tiempo. Se puede también hacer mediciones de biometría dos veces al año, una en el máximo desarrollo y otra en el mínimo (por ejemplo, invierno). Siempre se deberían utilizar dos directrices para determinar qué mediciones realizar:

Primero, realizar CUALQUIER medición necesaria para determinar la clase MUC correcta. Siempre que se deba elegir entre clases MUC, hay que realizar las mediciones de biometría necesarias (por ejemplo: cobertura o altura del monte alto o del suelo) para decidir correctamente. Si se puede decidir la clase sin realizar las mediciones de biometría no es necesario entonces llevarlas a cabo, pero se puede decidir realizarlas para asegurar la exactitud.

Segundo, los científicos utilizarán una perspectiva aérea cuando usen los datos de biometría y MUC. Por ello, las mediciones de la cobertura dominante (la que cubre más área) más alta son las más importantes. La cobertura vegetal se refiere a las distintas capas de vegetación (árboles y/o arbustos). Puede haber varias capas de cada tipo. Hay múltiples capas presentes cuando la altura de la cobertura vegetal se encuentra a niveles diferentes. Cuando estas capas no existen, la cobertura de suelo forma el tipo de vegetación dominante. Ver Figura CT-BI-1. Cuando un satélite pasa por un sitio registra la cantidad y la longitud de onda de la luz reflejada por TODA la vegetación que puede visualizar. En sitios de bosque cerrado, donde los árboles cubren los arbustos y el suelo, serán los árboles los que reflejen el mayor porcentaje de luz. Ver Figura CT-BI-2. En las zonas arboladas, con espacios entre los árboles, habrá una gran contribución a la reflectancia total por parte de los arbustos y el suelo que queda bajo la cubierta de árboles, pero, de nuevo, los árboles reflejarán

el mayor porcentaje de luz. Ver Figura CT-BI-3. En sitios de monte bajo, donde dominan los arbustos, los valores de reflectancia representarán en su mayoría arbustos, y no árboles dispersos o cobertura del suelo que pueda haber también en el sitio. Ver Figura CT-BI-4. Tener esto en cuenta debería ser de ayuda para determinar qué mediciones de biometría llevar a cabo. Por ejemplo, en un bosque cerrado con árboles altos cubriendo todo el sitio, arbustos diseminados por todo el sitio bajo de los árboles, y algunas herbáceas altas sobre el suelo del bosque, las mediciones más importantes serían la altura del monte alto, monte bajo y herbáceas. Se puede elegir medir la altura de los arbustos o la biomasa de las gramíneas, pero dado que el monte alto dominaría los valores de reflectividad, los datos de arbustos y gramíneas serían menos importantes. Otro ejemplo sería en sitios de vegetación herbácea. Ver Figura CT-BI-5. Si un sitio estuviera principalmente cubierto por gramíneas, con un par de árboles y algunos arbustos, la medición de biometría más útil sería la de la biomasa de gramíneas. Se podría también medir la altura de arbustos y árboles, pero, como no son la cobertura terrestre dominante, las gramíneas reflejarán el mayor porcentaje de luz en esa área. Sin embargo, sería útil anotar que el sitio contiene arbustos y árboles. Cualquier tipo de información de este tipo es importante como metadatos, ya que los sitios que son puramente herbáceas pueden reflejar la luz de forma ligeramente diferente que los sitios donde existen pocos arbustos o árboles. (Nota: si se utiliza cualquier medición para determinar la clase MUC, enviar también de esas mediciones).

Preparación del Alumnado

El alumnado debería poder definir e identificar un sitio de cobertura terrestre homogénea.

El alumnado debería comprender y saber cómo clasificar un sitio utilizando el sistema MUC.

El alumnado debería saber construir y utilizar el densímetro y el clinómetro.

El alumnado debería saber utilizar la brújula.

El alumnado debería practicar la técnica de medir con pasos. Deberían conocer su propio paso y saber cuántos pasos dar para recorrer 21,2 metros.

Figura CT-BI-1: Múltiples Capas de Vegetación: Cobertura de Árboles, Arbustos y del Suelo

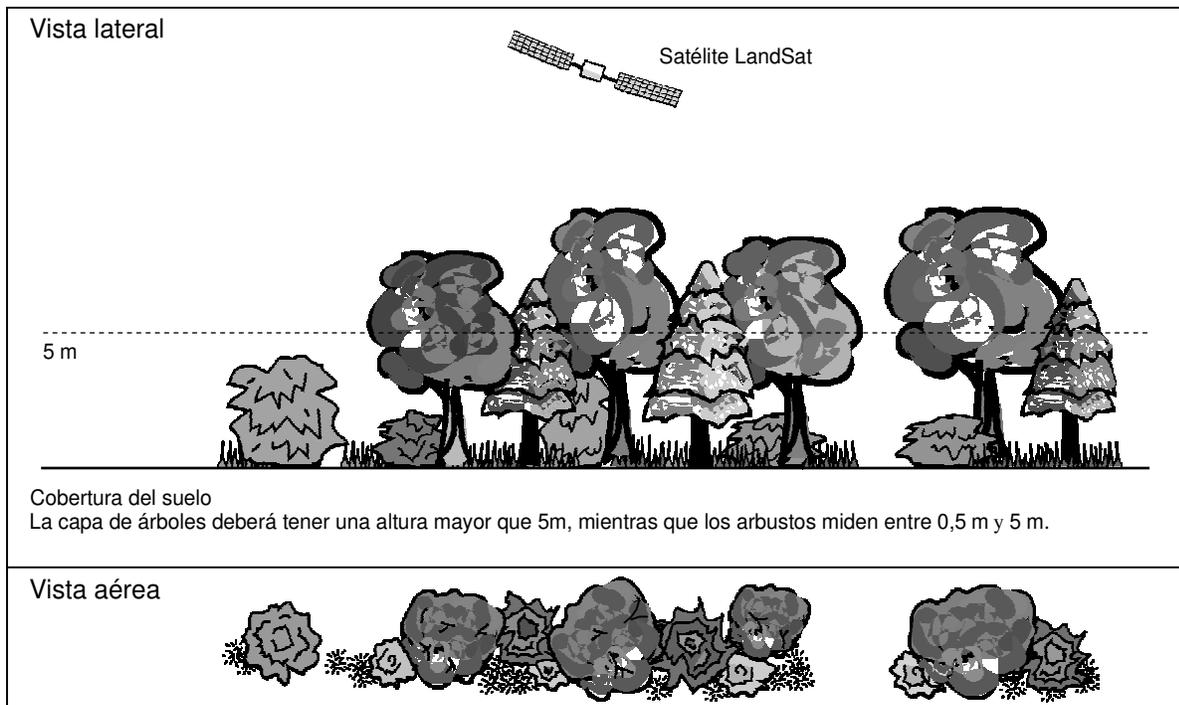
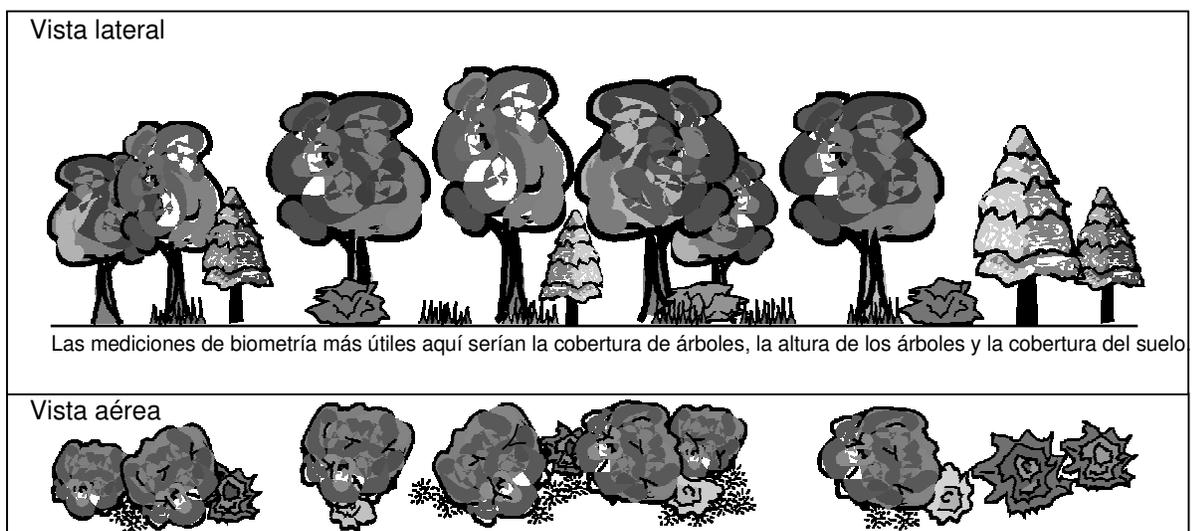
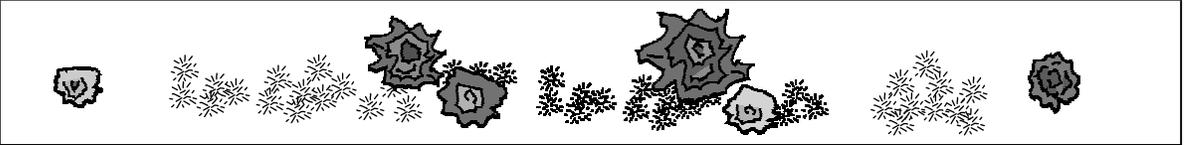
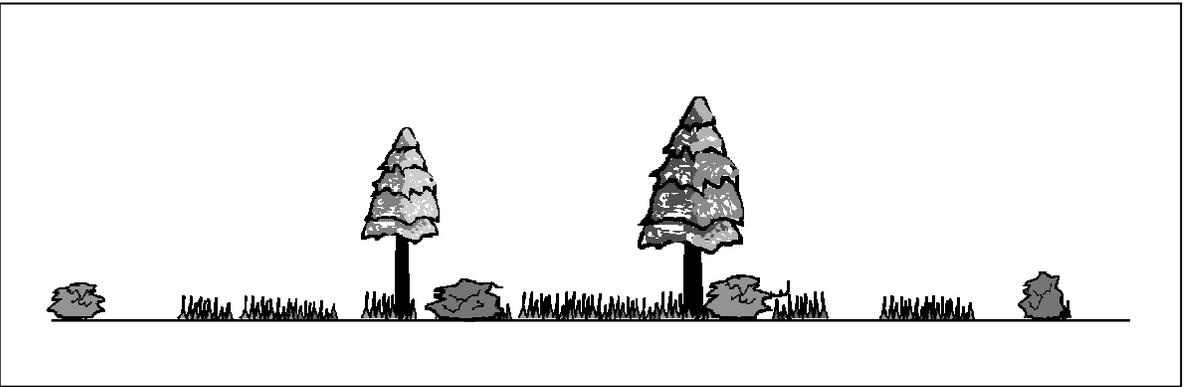
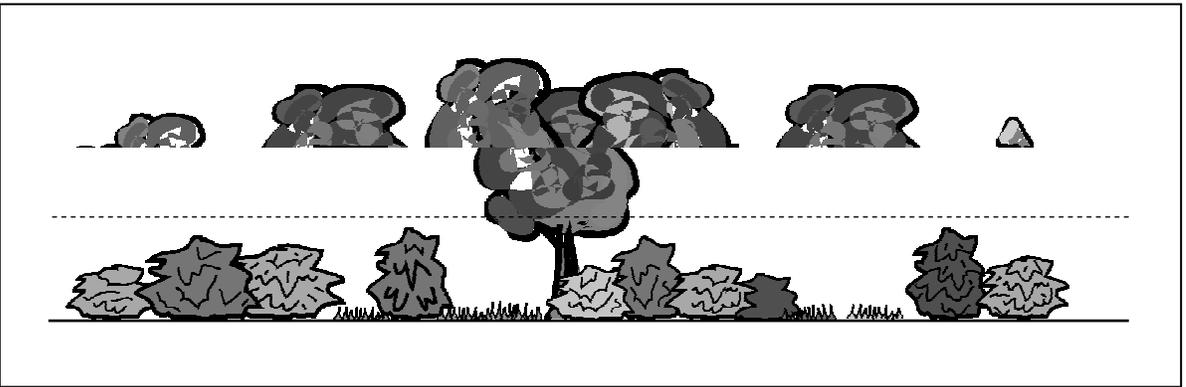
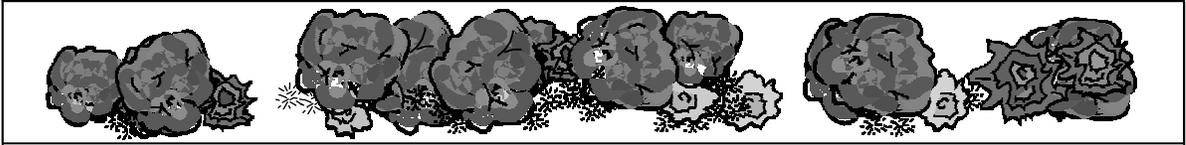


Figura CT-BI-2: Sitio de Bosque Cerrado





Consejos Útiles

- Practicar estas mediciones en un lugar cercano al centro educativo, para tener experiencia antes de utilizarlas en un sitio de muestreo de cobertura terrestre.
- Se podría hacer una breve visita al posible sitio para comprobar que es suficientemente grande y homogéneo antes de recoger datos.
- Al distinguir entre árboles y arbustos, usar la definición de árbol de la *Guía de Campo MUC* y del *Glosario de Términos MUC*: un árbol tiene, al menos, 5 metros de alto. Se podría practicar este cálculo con el clinómetro cerca del centro escolar antes de ir al sitio.
- Si la cobertura de arbustos está bajo el observador, tratarlo como cobertura del suelo. Los arbustos enanos se consideran siempre cobertura de suelo.
- Existen dos *Hojas de Datos de Cobertura Vegetal y del Suelo*, una para usarla cuando la cobertura vegetal dominante sean los árboles, y otra cuando lo sean los arbustos. El alumnado deberá decidir cuando usar una u otra. En un bosque o en una zona arbolada, la cubierta vegetal se refiere a árboles. En monte bajo, se refiere a arbustos. Tener siempre en cuenta que estas mediciones ayudan a los científicos a estudiar la cobertura terrestre con imágenes de satélite. Por tanto, la cobertura vegetal más alta es la que se debe tratar de medir.
- Si se tiene dificultad para determinar si un sitio es un bosque, una zona arbolada o arbustiva, se necesitará volver a recorrer las medias diagonales dos veces. Tener en cuenta la “vista desde arriba” y observar la capa más alta con el densímetro para realizar una medición correcta. La primera vez, usar la *Hoja de Datos de Cobertura de Árboles y del Suelo* anotando una (+) donde se vea un árbol en la cruz del densímetro. Determinar el porcentaje de árboles la cubierta (Σ de + / número total de observaciones de la *Hoja de Datos de Cobertura de Árboles y del Suelo*). Si los árboles constituyen un 40% o más de la cobertura vegetal será un bosque o una zona arbolada, y se debería usar la *Hoja de Datos de Cobertura de Árboles y del Suelo* para recoger datos de cobertura de suelo a lo largo de las medias diagonales y enviar todas estas mediciones. Si los árboles constituyen menos del 40% de la cubierta vegetal, se deberá recorrer de nuevo las medias diagonales utilizando la *Hoja de Datos de Cobertura de Arbustos y del Suelo*. Anotar un (+) donde se vea un arbusto en el punto central del densímetro. Determinar el porcentaje de arbustos en la cubierta (Σ de + / número total de observaciones de la *Hoja de Datos de Cobertura de Arbustos y del Suelo*). Si los arbustos constituyen más del 40 % de la cobertura vegetal, se trata de una zona de monte bajo, y se debería usar la *Hoja de Datos de Cobertura de Arbustos y del Suelo* para recoger datos de cobertura del suelo a lo largo de las medias diagonales y enviar todas estas mediciones.
- Si tanto árboles como arbustos constituyen menos del 40%, tomar la *Hoja de Datos* correspondiente al porcentaje más alto de cobertura vegetal para realizar las mediciones de cobertura de suelo. Ejemplo: en un sitio con un porcentaje de cobertura de árboles del 15% y un 35% de arbustos, usar la *Hoja de Datos de Cobertura de Arbustos y del Suelo* para realizar las mediciones de cobertura del suelo, e informar de la cobertura de árboles y arbustos como metadatos. Puesto que la cobertura de árboles y arbustos constituye menos del 40%, la clase MUC no será la de un bosque cerrado, ni una zona de monte alto, ni monte bajo. En este caso utilizar las mediciones de cobertura del suelo para determinar la clase correcta de MUC.
- Es más eficaz que el alumnado trabaje por parejas o en grupos de tres en este protocolo.
- Para obtener lecturas más precisas, otras parejas de alumnos deberían repetir las mediciones. Si diferentes equipos repiten las mismas mediciones, y concuerdan, enviar la media de estos valores.
- Antes de visitar el sitio, enseñar al alumnado cómo usar las guías de campo de vegetación local.
- Se recomienda consultar a expertos locales (Servicio forestal, guardas forestales, etc.) como ayuda en la identificación de especies.
- Si el sitio experimenta cambios estacionales y se decide realizar un seguimiento de las variaciones en la biomasa a lo largo del tiempo, realizar mediciones, una vez durante la estación de máximo desarrollo y otra vez durante la de mínimo.

- Si el alumnado más pequeño da más de cuarenta pasos para completar una diagonal, puede realizar mediciones cada cierto número de pasos.
- Para los más jóvenes, si el ángulo del clinómetro es de 45 grados, la distancia del árbol equivaldrá a la altura del árbol a partir del nivel de los ojos. Ver las *Técnicas Alternativas para la Medición de la Altura de los Árboles a Nivel del Suelo: Guía de Campo de Técnicas Simplificadas con el Clinómetro*.
- Si se va a volver a visitar un bosque o una zona arbolada, marcar y nombrar/numerar los árboles que se utilicen. Medir siempre los mismos árboles, e informar de su altura y circunferencia en el mismo orden.
- Algunos ejemplos de otras herbáceas (no gramíneas) son los tréboles, girasoles, helechos, y algodoncillos.
- No usar un horno tradicional para secar la vegetación gramínea. Esto es peligroso, ya que el horno puede tener que dejarse encendido durante varios días.
- En climas templados y secos, la biomasa de gramíneas se puede secar al aire en bolsas de malla.
- Asegurarse de utilizar varias bolsas pequeñas de secado para secar las muestras de gramíneas.
- Si se realizan mediciones de *Cobertura de Vegetal* y *Cobertura del Suelo* con la clase, dividir la clase en grupos y que cada grupo tome mediciones en media diagonal. Cada grupo necesitará su propia copia de la *Guía de Campo*, una *Hoja de Datos* y un densímetro.

Lo ideal sería que una persona midiera y la otra anotara. El que mide debería saber cuántos de sus pasos tiene que dar para recorrer los 21,2 m de media diagonal. Pedir al alumnado que anote este dato en su copia de la *Guía de Campo*. Este es el número total de pasos/mediciones que hay que realizar al recorrer media diagonal desde el centro hacia la esquina del área central de 30 m x 30 m.

Preguntas para Investigaciones Posteriores

¿Cuáles son las especies dominantes y codominantes en el sitio de muestreo de cobertura terrestre? ¿Se encuentran siempre estas especies en sitios que tienen la misma clase MUC?

¿Son comunes en la zona las especies dominantes y codominantes? ¿Son autóctonas? ¿Son árboles jóvenes o maduros?

¿Existe una relación entre la cantidad de cobertura vegetal y la cobertura del suelo?

¿Son los porcentajes de cobertura vegetal y del suelo, coherentes con la clase MUC?

¿Qué es mayor, la cobertura de suelo marrón o la verde? ¿Cambian estas cantidades a lo largo del año?

Si el sitio MUC 4 tiene árboles como especie codominante: ¿es la vegetación herbácea que acompaña a los árboles la misma que en otras áreas abiertas?

Cobertura Vegetal y del Suelo

Guía de Campo

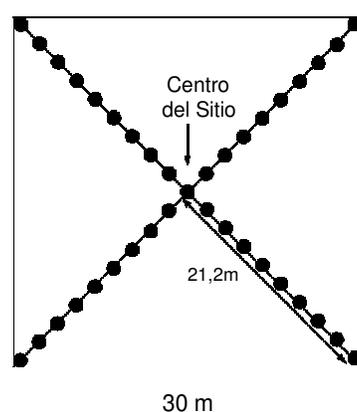
Actividad

Realizar mediciones de cobertura vegetal y del suelo, a medida que se mide por pasos a lo largo de las medias diagonales para determinar la clase MUC en los sitios de muestreo de cobertura terrestre.

Qué se Necesita

- Densímetro
- Brújula
- Hoja de Datos de Cobertura de Árboles y del Suelo
- Claves de identificación de especies u otras guías
- Hoja de Datos de Cobertura de Arbustos y del Suelo
- Lápiz o Bolígrafo
- Carpeta

En el Campo

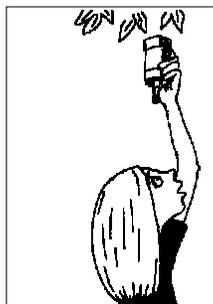


N
↑
Sitio de muestreo de cobertura terrestre con las cuatro medias diagonales de 21,2 m (en las direcciones NE, SE, SW y NW) para la recogida de muestras.

- Localizar el centro del sitio de muestreo de cobertura terrestre homogéneo. Este será el punto de partida. Realizar las mediciones descritas en los puntos 2 y 3 desde el centro del sitio de muestreo recorriendo la distancia de media diagonal (21,2 m) en cada una de las direcciones: NE, SE, SW y NW (utilizando una brújula para orientarse). Parar cada paso para realizar los puntos 2 y 3.
- Existen dos posibles hojas de datos para medir la cobertura vegetal y del suelo: *Hoja de Datos de Cobertura de Árboles y del Suelo* o la *Hoja de Datos de Cobertura de Arbustos y del Suelo*. El siguiente paso ayudará a decidir cuál usar. Sin embargo, si todavía no se tiene claro cuál utilizar, se podría elegir un sitio diferente donde la decisión sea más fácil.

Pasos:

1. Decidir qué *Hoja de Datos* es la apropiada, utilizando los procedimientos siguientes:
 - a. Si en el sitio predominan claramente (más del 40%) los árboles (más de 5 m de alto) utilizar la *Hoja de Datos de Cobertura Árboles y del Suelo*. Ir al Paso 2.
 - b. Si en el sitio predominan los arbustos (entre 50 cm y 5 m de altura) y hay menos del 40 % de cobertura de árboles, utilizar la *Hoja de Datos de Cobertura Arbustos y del Suelo*. Ir al Paso 2.
 - c. Si no se puede decidir la cobertura vegetal dominante:
 - Caminar a lo largo de la media diagonal de 21,2 m desde el centro del sitio utilizando el densímetro y la *Hoja de Datos de Cobertura de Árboles y del Suelo*. Seguir el Paso 2, marcando un con un (+) si se ve un árbol en la cruz del densímetro y un (-) si no lo hay. Anotar el resto de información sobre cobertura para cualquier árbol que se haya encontrado y marcado con un (+).
 - Calcular el porcentaje de cobertura de árboles (Σ de +/número total de observaciones de la *Hoja de Datos de Cobertura Árboles y del Suelo*). Si el porcentaje es mayor del 40% utilizar esta hoja de datos, y caminar por las medias diagonales de nuevo siguiendo el Paso 3 para recoger datos de la cobertura de suelo.
 - Si los árboles constituyen menos del 40%, utilizar la *Hoja de Datos de Cobertura de Arbustos y del Suelo*. Seguir el Paso 2, marcando con un (+) si se ve un arbusto en el centro del densímetro, aunque haya un árbol por encima, y un (-) si no se observa ningún arbusto en la cruz o centro del densímetro. Anotar el resto de información sobre los arbustos encontrados que se han marcado con un (+).
 - Calcular el porcentaje de cobertura de arbustos (Σ de + / número total de observaciones de la *Hoja de Datos de Cobertura Arbustos y del Suelo*). Si predominan los arbustos, (40% o más), usar la *Hoja de Datos de Cobertura Arbustos y del Suelo* para anotar los datos de cobertura del suelo, recorriendo las medias diagonales según el Paso 3.
 - Si tanto árboles como arbustos constituyen menos del 40%, tomar la *Hoja de Datos* correspondiente con al mayor porcentaje de cobertura vegetal y recorrer de nuevo las diagonales siguiendo el Paso 3. Informar sobre el porcentaje de cobertura de árboles y arbustos como metadatos, ya que ayudarán a los científicos a conocer el sitio. **Nota:** Ya que ni la cobertura de árboles ni de arbustos es la dominante, la clase MUC de este sitio no debería comenzar con 0 (Bosque cerrado), 1 (Monte alto) o 2 (Monte bajo).
2. Mirar a través del densímetro hacia arriba. Hay que asegurarse de que el densímetro está en vertical y que la arandela o la tuerca está justo en línea con la intersección de los hilos del extremos del densímetro. Observar la capa de vegetación más alta. Si se está utilizando la *Hoja de Datos de Cobertura de Árboles y del Suelo*, anotar datos sólo de los ÁRBOLES e ignorar los arbustos. Si se utiliza la *Hoja de Datos de Cobertura de Arbustos y del Suelo*, anotar únicamente los ARBUSTOS e ignorar los árboles.



- a. Si se ve vegetación, o ramas grandes o pequeñas en la intersección de hilos:
 - Registrar un (+) en la *Hoja de Datos de Cobertura Vegetal y del Suelo*. Recordar que, si se utiliza la *Hoja de Datos de Cobertura de Árboles y del Suelo*, anotar un (+) si la vegetación corresponde a un árbol. Si es un arbusto, anotar un (-) y saltar los siguientes pasos. Será al contrario si se está utilizando la *Hoja de Datos de Cobertura de Arbustos y del Suelo*.
 - Identificar los nombres de las especies. Si no se conoce el género y la especie pero sí el nombre común, anotar ese nombre. Si tampoco se sabe, tomar una hoja o describir o dibujarlo, para identificarlo más tarde en clase.
 - Registrar el tipo de vegetación como perennifolio (E) o Caducifolio (D).
- b. Si no se ve vegetación, ramas pequeñas o grandes en la intersección de hilos:
 - Registrar un (-) en la *Hoja de Datos de Cobertura Vegetal y del Suelo*.

3. De pie, con los pies en línea con los hombros, mirar hacia abajo y observar cualquier tipo de vegetación que toque los pies y/o haya hasta la altura de las rodillas. No recoger lo que haya bajo el pie, utilizar sólo la vegetación que roza los pies sin moverse. (No medir la cobertura de suelo mediante el densímetro).



- a. Si la vegetación es verde (viva) registrar una (G) en la *Hoja de Datos de Cobertura Vegetal y del Suelo*.
 - b. Si la vegetación es verde, anotar (GD) si es gramínea, (FB) si son herbáceas de hoja ancha, (OG) para otro tipo de vegetación verde, (SB) arbustos y (DS) arbustos enanos.
 - c. Si es marrón, pero todavía no se ha caído, anotar una (B).
 - d. Si no hay vegetación, anotar una (-) en la *Hoja de Datos de Cobertura Vegetal y del Suelo*.
4. Después de haber completado las mediciones, llenar las tablas de resumen de la parte inferior de la *Hoja de Datos de Cobertura Vegetal y del Suelo* utilizando las siguientes fórmulas para calcular porcentajes. **Nota:** Si otros grupos midieron otras medias diagonales, comparar el “% de Cobertura vegetal” y el “% de cobertura del suelo” con los datos de las diagonales de los demás grupos. Hallar la media de los porcentajes de todos los grupos y usarla para determinar la cobertura terrestre dominante y para enviarla a GLOBE.
 5. Si se dispone de suficiente información para determinar la clase MUC del sitio en este punto, ya se habrá terminado. Si no, se puede calcular la altura de árboles, arbustos y gramíneas, seguir la *Guía de Campo para Medir la Altura de Gramíneas, Árboles y Arbustos*.

Determinación del porcentaje de cobertura vegetal (árboles o arbustos) (columna 1):

Calcular el porcentaje de cobertura de árboles o arbustos utilizando los datos tomados. Usar la siguiente ecuación como modelo:

$$\% \text{ Cobertura de árboles o arbustos} = \frac{\Sigma \text{ de + (cobertura de árboles o arbustos)}}{\text{Total observaciones}} \times 100$$

Determinación del porcentaje de cobertura de hoja perenne o caduca (columna 3):

Calcular el porcentaje de cobertura de árboles o arbustos de hoja perenne o caduca utilizando los datos recogidos. Usar la siguiente ecuación como modelo:

$$\% \text{ Perenne} = \frac{\Sigma \text{ de Es (Observaciones "perenne")}}{\Sigma \text{ de Es} + \Sigma \text{ de Ds (total observaciones de cobertura vegetal)}} \times 100$$

Determinación del porcentaje de cobertura de suelo (columna 4):

Calcular el porcentaje de cobertura de suelo usando los datos recogidos. Utilizar la siguiente ecuación como modelo.

$$\% \text{ cobertura del suelo} = \frac{\Sigma \text{ de Gs (Verde)} + \Sigma \text{ de Bs (Marrón)}}{\Sigma \text{ Total observaciones}} \times 100$$

Determinación de la composición de cubierta herbácea (columna 5):

Calcular el porcentaje del suelo que es de gramíneas, herbáceas de hoja ancha u otro tipo de vegetación verde utilizando los datos y la siguiente ecuación como modelo.

$$\% \text{ gramíneas} = \frac{\Sigma \text{ de GDs (observaciones de gramíneas)}}{\Sigma \text{ de GDs} + \Sigma \text{ de FBs} + \Sigma \text{ de OGs} + \Sigma \text{ de SB} + \Sigma \text{ de DS}} \times 100$$

(Total observaciones de herbáceas del suelo)

Determinación del total de arbustos (columna 6):

$$\% \text{ Total arbustos} = \frac{\Sigma \text{ de + (arbustos presentes)}}{\Sigma \text{ Total observaciones}} \times 100$$

Altura de Gramíneas, Árboles y Arbustos

Guía de Campo

Actividad

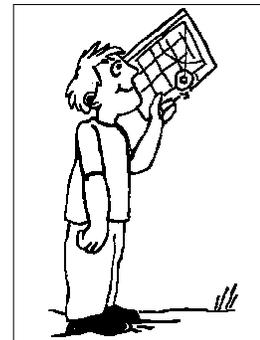
Medir la altura de la vegetación gramínea, arbustos y/o árboles, como ayuda en la determinación de la clase MUC del sitio de muestreo de cobertura terrestre

Qué se Necesita

- Cinta métrica de 50 m
- Cinta métrica flexible
- Bolsa pequeña con cuentas
- *Hoja de Datos de Medición de la Altura de Gramíneas, Árboles y Arbustos*
- Lápiz o Bolígrafo
- Marcadores permanentes para árboles (opcional)
- Clinómetro
- Claves de identificación de especies u otras guías de identificación de especies
- Vendas

En el Campo

1. Medir la altura de las gramíneas (las gramíneas son las especies que identificamos como hierba).
 - a. Colocarse en el centro del sitio de muestreo de cobertura terrestre, vendar los ojos al compañero, y que tire la bolsita de cuentas donde quiera.
 - b. Utilizando la cinta flexible, medir la altura de la vegetación herbácea donde ha caído la bolsita; desde la base hasta la parte superior de la gramínea.
 - c. Anotar la altura en la *Hoja de Datos de la Altura de Gramíneas, Árboles y Arbustos*.
 - d. Repetir el proceso dos veces más y hallar la media del resultado.
 - e. Usar la media para determinar la clase MUC.
2. Medir la altura de los arbustos (son los que miden entre 0,5 m y 5 m.)
 - a. Desde el centro del sitio de muestreo de cobertura terrestre, vendar los ojos al compañero, y que tire la bolsita de cuentas hacia alguna parte del sitio.
 - b. Localizar el arbusto más cercano a la bolsita. Medir la altura del arbusto desde la base del suelo hasta la rama más alta. Si es posible, realizar esto con la cinta métrica. Si es demasiado alto, medirlo con el clinómetro según las directrices de *Medición de la Altura de los Árboles* de la siguiente sección
 - c. Anotar la altura en la *Hoja de Datos de la Altura de Gramíneas, Árboles y Arbustos*.
 - d. Repetir el proceso dos veces más y hallar la media del resultado.
 - e. Utilizar esta media para determinar la clase MUC.
3. Medir la altura de los árboles (Aclaración: los árboles miden más de 5 m de alto).



- a. Determinar la especie de árbol dominante y la codominante (la más numerosa y la segunda más numerosa) contando el número de veces que cada especie de árbol se ha registrado en la *Hoja de Datos de Cobertura Vegetal y del Suelo*. Anotar los nombres de las especies en la *Hoja de Datos de Altura de Gramíneas, Árboles y Arbustos*.
- b. Elegir:
 - El árbol más alto de la especie dominante
 - El árbol más bajo de la especie dominante (y que mida más de 5m).
 - Tres árboles que tengan una altura intermedia entre el más alto y el más bajo de la especie dominante.
- c. Marcar y numerar/nombrar de manera permanente los árboles si el profesor así lo ha indicado o si se va a volver al sitio para realizar mediciones posteriormente.
- d. Medir la altura del árbol con el clinómetro. Si se está situado en un suelo con pendiente, o se está utilizando la técnica simplificada del clinómetro, después usar la *Guía de Campo de Técnica Alternativa de Medición de la Altura de los Árboles* en lugar de los pasos siguientes. Si no es así,
 - Desplazarse desde la base del árbol hasta que se pueda ver la copa del árbol a través del sorbete (pajita, popote, cañita) del clinómetro.
 - Para obtener un mejor resultado, ajustar la distancia desde la base de árbol hasta que el clinómetro señale un ángulo tan cercano a los 30° como sea posible, y asegurarse de que se está, como mínimo, a la una distancia igual a la altura del árbol.
 - Asegurarse de que se está a nivel del suelo, con los pies a la misma altura que la base del árbol. Recordar que si no se está al mismo nivel que el árbol habrá que utilizar la *Guía de Campo de Técnica Alternativa de Medición de la Altura de los Árboles*.
 - Un compañero leerá y anotará el ángulo obtenido.
 - Usando la *Tabla de Tangentes*, anotar el valor de la tangente del ángulo en la *Hoja de Datos*.
 - Medir la distancia hasta la base del árbol. Un compañero ayudará con la cinta métrica de 50 m. Anotar esta distancia en la *Hoja de Datos*.
 - Medir la altura desde el suelo hasta los ojos. (¡Solo habrá que hacer esto una vez!) Anotarlo en la tabla.
 - Calcular la altura del árbol utilizando la fórmula siguiente:
$$\text{Altura del árbol} = \text{Tg}(\text{del ángulo del clinómetro}) \times (\text{distancia al árbol}) + \text{altura de los ojos},$$

y anotarla en la *Hoja de Datos*.
 - Medir la altura de cada árbol tres veces y calcular la media de las tres alturas.
Si varían menos de un metro, anotar la media en la *Hoja de Datos*. Si no es así, repetir las mediciones hasta que los valores difieran en menos de un metro.
- e. Repetir el paso anterior para los otros cuatro árboles.
- f. Si la especie codominante es otro árbol, repetir los pasos b-e. Si no hay cinco árboles de especies codominantes en el sitio, incluir otras especies de árboles hasta completar un total de cinco árboles. Indicar que se están midiendo otras especies en los *Metadatos*.

Circunferencia de los Árboles

Guía de Campo

Actividad

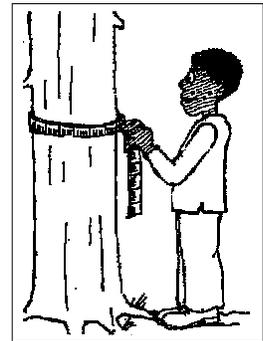
Realizar mediciones de circunferencia de los árboles de las especies dominantes y codominantes. Utilizar los mismos árboles que en las mediciones de la altura (en el mismo orden).

Qué se Necesita

- Cinta Métrica Flexible
- Lápiz o Bolígrafo
- *Hoja de Datos de Circunferencia de los Árboles*
- Claves de identificación de especies u otras guías de especies locales

En el Campo

1. Con la cinta métrica flexible, medir, desde la base del árbol en el suelo, una altura de 1,35 m (hasta la altura del pecho).
2. Medir la circunferencia del árbol a esa altura en *centímetros*.
3. Anotar la medida en la *Hoja de Datos de Circunferencia de los Árboles*.
4. Repetir este paso para cada uno de los árboles de los que se ha medido la altura.



Biomasa de Gramíneas

Guía de Campo y Laboratorio

Actividad

Medir la biomasa de las gramíneas en los sitios de muestreo de cobertura terrestre. **Nota:** gramíneas hace referencia únicamente a la vegetación que identificamos como hierba.

Qué se Necesita

- Bolsita pequeña con cuentas
- *Hoja de Datos de Biomasa de Gramíneas*
- Lápiz o bolígrafo
- Venda para los ojos
- Balanza
- Tijeras podadoras o fuertes
- Bolsitas de papel reciclado
- Claves de identificación de especies u otras guías de especies locales

En el Campo

1. Tapar los ojos a un compañero/a y que tire la bolsa con cuentas en algún lugar del sitio.
 - a. Delimitar un área de un metro cuadrado alrededor de la bolsita para tomar una muestra al azar.
 - b. Usando las tijeras podadoras, cortar toda la vegetación a ras del suelo en todo el metro cuadrado delimitado. No recoger ninguna hoja suelta ni basura.
 - c. Hacer una clasificación de lo recogido en verde o marrón. Cualquier parte con un poco de color verde se considera que pertenece al grupo verde.
 - d. Colocar lo separado en bolsas de papel reciclado diferentes. Identificar las bolsas según las indicaciones del profesorado.
2. Repetir el paso 1 dos veces más.



En el Aula

3. Calcular la biomasa de gramíneas:
 - a. Comprobar la temperatura del horno de secado, que debería ser entre 50 y 70 grados centígrados.
 - b. Colocar las bolsas en el horno de secado.
 - c. Usar una balanza para pesar (g) cada bolsa una vez al día.
 - d. Cuando el resultado sea el mismo en los dos días consecutivos, las muestras se habrán secado completamente.
 - e. Registrar el peso de cada bolsa con su contenido en la *Hoja de Datos de Biomasa de Gramíneas*.
 - f. Vaciar el contenido de la bolsa y pesar la bolsa vacía. Anotar este dato. Repetir el proceso con cada bolsa.
 - g. Calcular la masa de la vegetación gramínea (biomasa de gramíneas) utilizando esta fórmula:

$$\text{Biomasa} = \text{Peso de la muestra y de la bolsa} - \text{Peso de la bolsa vacía}$$
 - h. Anotar la biomasa de gramíneas de cada muestra en la *Hoja de Datos de Biomasa de Gramíneas*.

Medición de la Altura de los Árboles a Nivel del Suelo: Técnica Simplificada del Clinómetro

Guía de Campo

Actividad

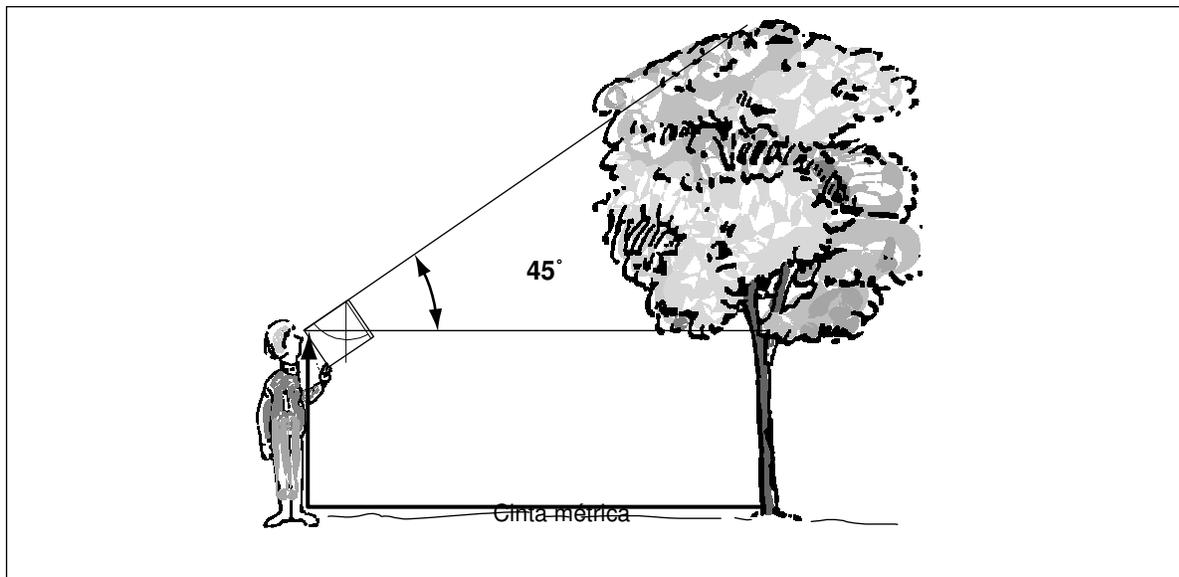
Medir las alturas de arbustos y/o árboles para ayudar a determinar la clase MUC de los sitios de muestreo de cobertura terrestre.

Qué se Necesita

- 50 m de cinta métrica
- Cinta métrica flexible
- Bolsitas de cuentas
- *Medición de la Altura de los Árboles desde el Suelo: Hoja de Datos de la Técnica Simplificada de Clinómetro*
- Lápiz o Bolígrafo
- Marcadores permanentes de árboles
- Clinómetro
- Claves de identificación de especies y/u otras guías de especies locales
- Vendas

En el Campo

1. Trabajar en grupos de dos o de tres. Desplazarse desde la base del árbol hasta que el clinómetro marque 45 grados cuando se vea la parte más alta de la copa del árbol a través del sorbete.
2. Que un compañero extienda la cinta métrica de 50 m desde la base del árbol hasta los pies de quien esté midiendo con el clinómetro y, a continuación, que mida desde los pies hasta los ojos (de quien mide con el clinómetro).
3. Esta será la altura del árbol. Anotar la altura del árbol en *Medir la Altura de los Árboles a Nivel del Suelo: Hoja de Datos de Técnica Simplificada del Clinómetro*.



Medición de la Altura de los Árboles en Pendiente: Técnica de Posición Junto al Árbol

Guía de Campo

Actividad

Medir la altura de los arbustos y/o árboles como ayuda en la determinación de la clase MUC de los sitios de muestreo de cobertura terrestre

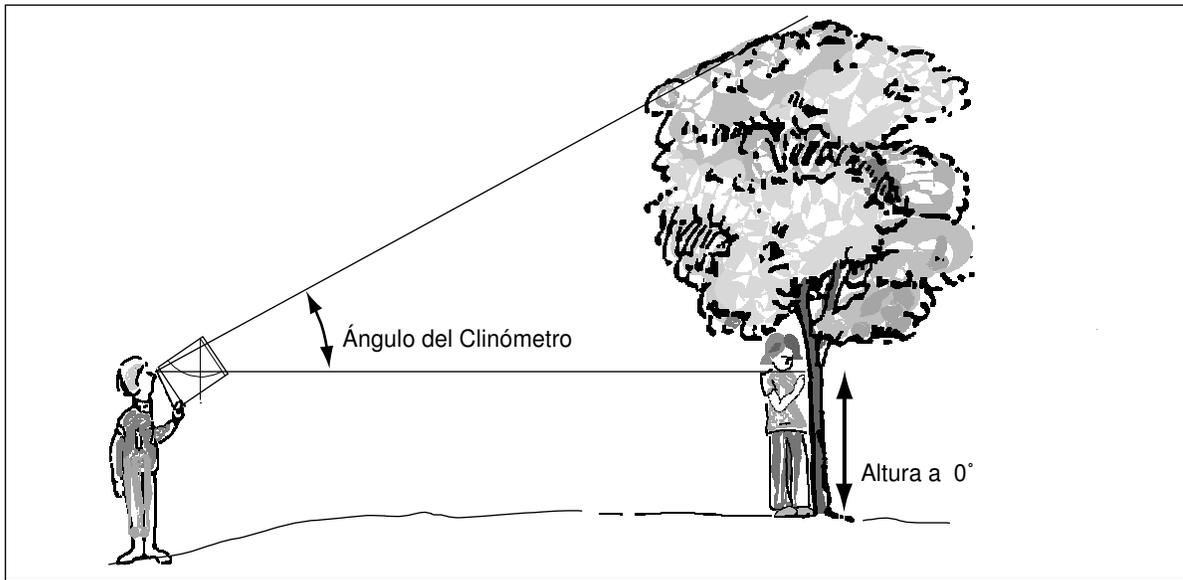
Qué se Necesita

- Cinta métrica de 50 m
- Cinta métrica flexible
- Bolsa pequeña de cuentas
- *Medición de la Altura de los Árboles: Hoja de Datos c-*
- *Técnica de Posición Junto al Árbol*
- Lápiz o Bolígrafo
- Marcadores Permanentes de árboles
- Clinómetro
- Claves de identificación de especies u
- Otras guías de especies locales
- Vendas

En el Campo

1. Trabajar en grupos de tres. Una persona se sitúa en la base del árbol. Dos de los integrantes del grupo se alejan de la base del árbol hasta que puedan ver la copa del árbol a través del sorbete del clinómetro. **Nota:** Para un mejor resultado, ajustar la distancia para que el clinómetro marque un ángulo lo más cercano posible a 30°, siempre que la distancia sea superior a la altura del árbol.
2. Observar la copa del árbol utilizando el clinómetro. Que un compañero lea y anote el ángulo del clinómetro.
3. Usando la *Tabla de Tangentes*, anotar la tangente del ángulo en la *Hoja de Datos de Medición de la Altura de los Árboles: Técnica de Posición Junto al Árbol*.
4. Manteniendo el clinómetro en 0 grados, mirar a través del sorbete y que el compañero/a que se quedó junto al árbol localice la posición del árbol que se está observando.
5. Medir la altura desde la base del árbol hasta la posición del árbol que se ve cuando el clinómetro marca 0 grados.
6. Medir la distancia hasta la base del árbol. Que un compañero/a ayude usando la cinta métrica de 50 m. Anotar este dato en la *Hoja de Datos de Medición de la Altura de los Árboles: Técnica de Posición Junto al Árbol*
7. Calcular la altura del árbol mediante la siguiente fórmula:

$$[\text{tg} (\text{ángulo del clinómetro}) \times (\text{distancia al árbol})] + (\text{altura del árbol a 0 grados})$$



8. Anotar el dato de la altura del árbol en la *Hoja de Datos de Medición de la Altura de los Árboles: Técnica de Posición Junto al Árbol*.

9. Repetir los pasos 1 al 8 dos veces más por cada árbol y anotar el valor medio.

Medición de la Altura de los Árboles en Pendiente: Técnica de Triangulación con los Ojos Sobre el Nivel de la Base del Árbol

Guía de Campo

Actividad

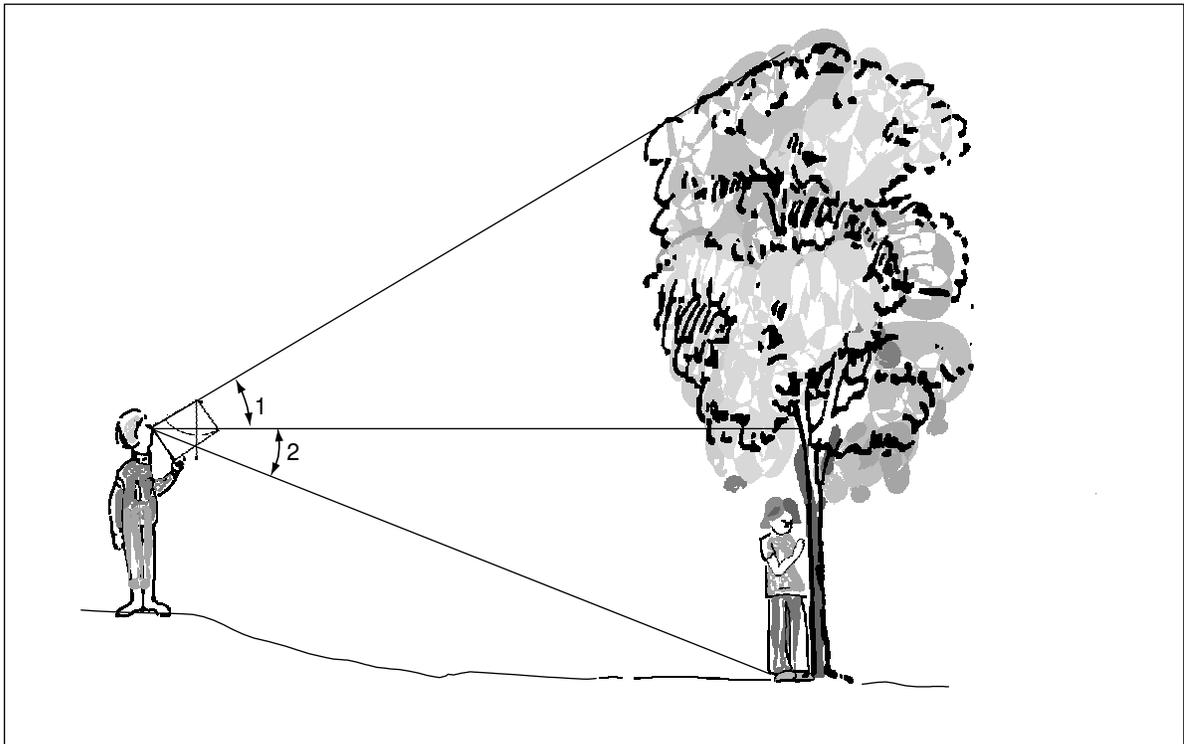
Medir la altura de arbustos y/o árboles como ayuda en la determinación de la clase MUC de los sitios de muestreo de cobertura terrestre.

Qué se Necesita

- Cinta métrica de 50 m
- Cinta métrica flexible
- Bolsitas de cuentas
- *Hoja de Datos de Medición de Altura de Árboles en Pendiente: Técnica de Triangulación con los Ojos sobre el Nivel de la Base del Árbol.*
- Tabla de cosenos
- Lápiz o Bolígrafo
- Marcadores Permanentes de árboles
- Clinómetro
- Claves de identificación de especies u otras guías de especies locales
- Vendas

En el Campo

1. Trabajar en parejas. Desplazarse desde la base del árbol hasta que se pueda ver la copa del árbol a través del sorbete del clinómetro. **Nota:** Para un mejor resultado, ajustar la distancia para que la lectura del clinómetro sea lo más próxima a 30 grados posible y asegurarse de que se esté a una distancia del árbol superior a su altura.
2. Ver la copa del árbol con el clinómetro. Que el compañero/a lea y anote el ángulo del clinómetro. Este dato será la 1ª lectura del clinómetro.
3. Usando la *Tabla de Tangentes*, anotar la tangente del ángulo en la *Hoja de Datos de Medición de Altura de Árboles en Pendiente: Técnica de Triangulación con los Ojos sobre el Nivel de la Base del Árbol.*
4. Girar el clinómetro y mirar a través de la pajita por el otro extremo. Ver la base del árbol. Que el compañero/a lea y anote el ángulo del clinómetro. Este dato será la 2ª lectura del clinómetro.
5. Usando la *Tabla de Tangentes*, anotar la tangente del ángulo en la *Hoja de Datos de Medición de Altura de Árboles en Pendiente: Técnica de Triangulación con los Ojos sobre el Nivel de la Base del Árbol.*
6. Usando la *Tabla de Cosenos*, anotar el coseno de la 2ª lectura del clinómetro en la *Hoja de Datos de Medición de Altura de Árboles en Pendiente: Técnica de Triangulación con los Ojos Sobre el Nivel de la Base del Árbol.*



7. Medir la distancia horizontal desde los ojos a la base del árbol. Un compañero/a ayudará con la cinta de 50 m. Anotar este dato en la *Hoja de Datos de Medición de Altura de Árboles en Pendiente: Técnica de Triangulación con los Ojos sobre el Nivel de la Base del Árbol*.
8. Calcular la línea base mediante la fórmula siguiente:
(Distancia al árbol) x \cos (2ª lectura del clinómetro)
9. Calcular la altura del árbol utilizando la fórmula siguiente:
 tg (1º ángulo del clinómetro) x (línea de base) + tg (2º ángulo del clinómetro) x (línea base)
10. Anotar la altura del árbol en la *Hoja de Datos de Medición de Altura de Árboles en Pendiente: Técnica de Triangulación con los Ojos Sobre el Nivel de la Base del Árbol*.
11. Repetir todos los pasos dos veces más para cada árbol y enviar el valor medio.

Medición de la Altura de los Árboles en Pendiente: Técnica de Triangulación con los Ojos Bajo el Nivel de la Base del Árbol

Guía de Campo

Actividad

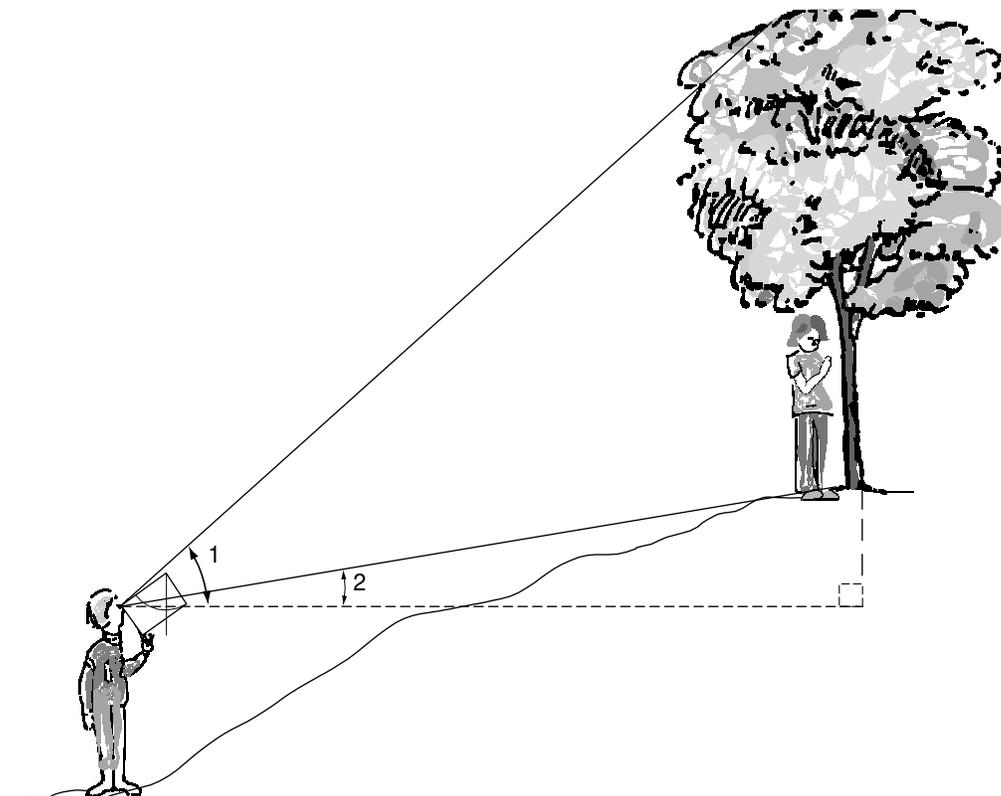
Medir la altura de arbustos y/o árboles como ayuda en la determinación de la clase MUC de los sitios de muestreo de cobertura terrestre.

Qué se Necesita

- Cinta métrica de 50 m
- Cinta métrica flexible
- Bolsitas de cuentas
- *Hoja de Datos de Medición de Altura de Árboles en Pendiente: Técnica de Triangulación con los Ojos Bajo el Nivel de la Base del Árbol.*
- Tabla de cosenos
- Lápiz o bolígrafo
- Marcadores permanentes de árboles
- Clinómetro
- Claves de identificación de especies u otras especies locales
- Vendas

En el Campo

1. Trabajar en parejas. Separarse de la base del árbol hasta que se pueda ver la copa del árbol a través de la pajita del clinómetro. **Nota:** Para obtener un mejor resultado, ajustar la distancia para que la lectura del clinómetro sea lo más aproximada posible a 30 grados, siempre que se esté a más distancia del árbol que su altura.
2. Observar la copa del árbol mediante el clinómetro. Que un compañero/a lea y anote el ángulo del clinómetro. Este dato será la 1ª lectura del clinómetro.
3. Usando la *Tabla de Tangentes*, anotar la tangente del ángulo en la *Hoja de Datos de Medición de Altura de Árboles en Pendiente: Técnica de Triangulación con los Ojos Bajo el Nivel de la Base del Árbol.*
4. Observar la base del árbol con el clinómetro. Que el compañero/a lea y anote el ángulo del clinómetro. Este dato será la lectura 2ª del clinómetro.
5. Usando la *Tabla de Tangentes*, anotar la tangente del ángulo en la *Hoja de Datos de Medición de Altura de Árboles en Pendiente: Técnica de Triangulación con los Ojos bajo el Nivel de la Base del Árbol*
6. Usando la *Tabla de Cosenos*, anotar el COS de la 2ª lectura del clinómetro en la *Hoja de Datos de Medición de Altura de Árboles en Pendiente: Técnica de Triangulación con los Ojos Bajo el Nivel de la Base del Árbol.*



7. Medir la distancia horizontal desde los ojos hasta la base del árbol. El compañero/a ayudará con la cinta métrica de 50 m. Anotar este dato en la *Hoja de Datos de Medición de Altura de Árboles en Pendiente: Técnica de Triangulación con los Ojos Bajo el Nivel de la Base del Árbol*
8. Calcular la línea base por medio de la formula siguiente:
(Distancia al árbol) x \cos (2^{a} lectura del clinómetro)
9. Calcular la altura del árbol utilizando la formula siguiente:
 tg (1^{er} ángulo del clinómetro) x (línea de base) – tg (2° ángulo del clinómetro) x (línea de Base)
10. Anotar la altura del árbol en la *Hoja de Datos de Medición de Altura de Árboles en Pendiente: Técnica de Triangulación con los Ojos Bajo el Nivel de la Base del Árbol*
11. Repetir los pasos 1 a 11 dos veces más para cada árbol y enviar el valor medio.

Preguntas Frecuentes

1. Se tiene un MUC 0; sin embargo, no hay una especie dominante ¿que se debe hacer?

Anotar en los metadatos que se tiene una mezcla de especies dominantes y cuáles son estas especies. Si se mide la altura y la circunferencia de los árboles, utilizar los mismos criterios para elegir los árboles, pero informar que la cobertura es mixta.

2. ¿Qué se debe hacer si existe una cobertura vegetal de varias capas o niveles?

Si hay una cobertura vegetal de varias capas se debe intentar identificar la más alta sin cambiar de posición. Si hay vegetación en la intersección de los hilos del densímetro marcar con un (+).

3. ¿Y si todo el círculo que veo con el densímetro está lleno de vegetación, pero no hay vegetación en el centro?

Es una pregunta típica. El equipo de Cobertura Terrestre/ Biología ha escogido la intersección de hilos como muestra. Por lo tanto, esto se marcaría con un (-).

4. ¿Y si no se puede ir al sitio durante las condiciones de máximo desarrollo (máxima foliación)?

Si no se puede ir al sitio durante el máximo desarrollo realizar las mediciones en la época de la caída de las hojas, y tratar de hacer todo lo posible por obtener datos en la época de máxima foliación

5. ¿Y si el alumnado es demasiado joven para comprender las matemáticas que se usan para determinar la altura de los árboles?

Usar la *Técnica Simplificada de Medición de la Altura de los Árboles*.

6. ¿Y si se quiere medir la altura de los árboles en pendiente?

Hay guías adicionales para estas situaciones que proporcionan métodos para medir la altura de los árboles en pendiente. La que se debe elegir depende de la topografía del sitio.

7. ¿Y si el árbol está inclinado?

Si el árbol está inclinado medir copa del árbol, como siempre. Medir la distancia de la línea de base hasta un punto que quede directamente por debajo del punto de cobertura vegetal más alto, que puede no ser donde el tronco del árbol toque con el suelo.

8. ¿Y si la cobertura vegetal es tan densa que no se distingue la copa individual del árbol?



Esto ocurre a menudo en áreas con cobertura densa donde los árboles son todos muy altos. Hay que moverse por la zona hasta encontrar una buena línea de visión de las copas de los árboles.

9. ¿Qué exactitud tiene la medición de la altura de los árboles?

Como otras medidas, la precisión y la exactitud aumentan con la práctica y el cuidado en las mediciones. Tres grupos realizando las mismas medidas deberían obtener resultados no muy dispares, entre +/- 1 metro entre cada uno.

10. ¿Qué hacer si no se tiene una especie de árbol o arbusto codominante?

Si las especies codominantes están mezcladas en el sitio, medir las alturas y las circunferencias de 5 árboles o arbustos de especies diferentes. Anotar las especies que se utilicen en los metadatos.

11. ¿Qué hacer si no existen 5 árboles y arbustos de la especie dominante en el sitio? ¿Se debe realizar la medición de altura y de circunferencia?

Si hay menos de cinco, medir todos los árboles y arbustos del sitio y anotarlo en los metadatos.

12. El centro no dispone de un horno secador. ¿Se puede secar la hierba de otra manera?

Primero, comprobar si se puede utilizar algún otro horno, de otro colegio, de la Universidad, o de alguna otra organización de la región. En climas secos y templados, las muestras de biomasa de gramíneas se pueden secar en bolsas al exterior. No utilizar un horno convencional para secar la vegetación gramínea, ¡es peligroso!

13. Cuando se mide la biomasa de la hierba, ¿qué hay que hacer con el musgo o los líquenes?

Los musgos y los líquenes se consideran "Otras verdes" y poseen su propio apartado en la *Hoja de Datos de Cobertura Vegetal y del Suelo*. No incluir el musgo o liquen en las muestras secas. Anotar en los metadatos si estas especies están en gran proporción en la cobertura verde del suelo.

Protocolo de Creación de Mapas de Cobertura Terrestre Manualmente



Objetivo General

Hacer un mapa de cobertura terrestre del sitio de estudio GLOBE de 15 km x 15 km a partir de las imágenes Landsat impresas.

Visión General

El alumnado coloca papel de acetato sobre las imágenes Landsat TM, y usan rotuladores permanentes para delimitar y clasificar áreas de diferentes tipos de cobertura terrestre usando el Sistema MUC. También utiliza su conocimiento personal del sitio de estudio GLOBE y las mediciones del sitio de muestreo para crear y evaluar la exactitud de sus mapas.

Objetivos Didácticos

Aprender a interpretar las imágenes Landsat TM, y a distinguir entre los diferentes tipos de cobertura terrestre del sitio de estudio GLOBE, obteniendo así una perspectiva espacial y paisajística de la zona.

Conceptos Científicos

Geografía

Las características y distribución espacial de los ecosistemas.

Mostrar cómo los humanos modifican el ambiente.

Habilidades de Investigación Científica

Clasificar la cobertura terrestre y crear un mapa de tipos de cobertura terrestre

Valorar la exactitud de los mapas de cobertura terrestre.

Identificar preguntas y respuestas.

Diseñar y llevar a cabo investigaciones científicas.

Usar las matemáticas apropiadas para analizar datos.

Desarrollar descripciones y predicciones a partir de la evidencia.

Reconocer y analizar explicaciones alternativas.

Compartir procedimientos, descripciones y predicciones.

Nivel

Todos

Tiempo

Varias clases

Frecuencia

Una vez, pero puede ser un proceso iterativo a medida que vayan investigando más zonas dentro del sitio de estudio GLOBE.

Materiales y Herramientas

Imágenes Landsat TM en color verdadero impresas del sitio de estudio GLOBE de 15 Km x 15 Km.

Imágenes Landsat TM en falso color impresas del sitio de estudio GLOBE de 15 Km x 15 Km.

Mapas topográficos de la zona (si es posible).

Guía de Campo MUC o Tabla del Sistema MUC y Glosario de Términos MUC.

Fotocopiadora a color (si es posible).

Hojas de acetato o de transparencias.

Cinta adhesiva.

Rotuladores permanentes o para transparencias de punta fina.

Creación de Mapas Manualmente: Tutorial de la Imagen de Beverly, MA

Guía de Campo de Familiarización con la Matriz de Diferencia/Error

Preparación

Hacer copias en color de las imágenes de satélite, si es posible.

Hacer transparencias de un mapa topográfico u otros mapas del sitio de estudio GLOBE (si es posible, a la misma escala que la imagen de satélite)

Revisar el Sistema MUC.

Tutorial de Evaluación de la Exactitud

Requisitos Previos

Familiarización con las Imágenes de Satélite y el Sitio de Estudio GLOBE

Actividad de Aprendizaje La Odisea de los Ojos

Leer Creación de Mapas Manualmente: Tutorial de la Imagen de Beverly, MA

Familiarización con el Sistema MUC

Actividad de Aprendizaje Evaluación de la Exactitud de los Picos de las Aves

Protocolo de Creación de Mapas de Cobertura Terrestre Manualmente - Introducción

Observe la imagen de satélite en color verdadero del sitio de estudio GLOBE. ¿Qué colores se pueden distinguir? ¿Qué significan estos colores? Compare la imagen en falso color con la imagen en color verdadero. ¿Son del mismo tamaño y forma las zonas del mismo color en la imagen en color verdadero que las de la imagen en falso color? ¿Qué clase de cobertura terrestre representan los colores azul y negro? ¿Qué clase aparece en blanco o gris? ¿Qué es verde en la imagen en color verdadero? Buscar una zona en de color verde en la imagen en color verdadero, ¿de qué color es en la imagen en falso color? ¿Qué representan los diferentes tonos de verde en la imagen en color verdadero? ¿Cómo está representado este tipo de cobertura terrestre en la imagen en falso color? Repetir este proceso con los demás colores. Intentar encontrar el centro escolar en la imagen. Debería aparecer como un conjunto de cuadros blancos o grises en el centro de la imagen. ¿Hay carreteras principales en la imagen? ¿Cómo aparecen? Intentar hacer una tabla (como la siguiente), que haga corresponder los diferentes colores con sus tipos de cobertura terrestre.

Trabajar individualmente o en parejas. Plantear una lista de preguntas a las que se quiera encontrar respuestas en la imagen de satélite de la zona. De esta lista, o de una generada por la clase, escoge una pregunta para intentar contestarla al crear un mapa a partir de la imagen de satélite. La pregunta puede tener una o más partes.

El procedimiento que el alumnado GLOBE usa imita al de los científicos. Éstos formulan preguntas sobre sus imágenes y utilizan la computadora para crear mapas que les permitan contestarlas. Este proceso se denomina *análisis de imágenes*. El análisis de imágenes es traducir lo que se ve en una imagen impresa. La versión de la creación de mapas con la computadora en GLOBE es el *Protocolo de Creación de Mapas de Cobertura Terrestre con la Computadora*. Los científicos también usan la información que han recogido en el campo para clasificar zonas en la imagen. En GLOBE, esta parte de recogida de datos se denomina *Protocolo del Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre*. Una vez que se han reunido muchos sitios de muestreo de cobertura terrestre, se puede realizar una evaluación de la exactitud del mapa para comprobar la exactitud de la clasificación de la cobertura terrestre en el sitio de estudio GLOBE. Como guía para ello existe un *Tutorial de Evaluación de la Exactitud*, en el *Apéndice*.

Los mapas de cobertura terrestre realizados por el alumnado GLOBE pueden ser utilizados por los científicos en su creación de mapas. Algunos mapas de alumnado GLOBE se pueden utilizar para ayudar a valorar los productos de los nuevos satélites (por ejemplo, los satélites EOS de la NASA).

Imagen en Color	Imagen en Falso Color	Tipo de Cobertura Terrestre
Ejemplo: Blanco	Ejemplo: Blanco	Ejemplo: Edificios – Centro Escolar

Apoyo al Profesorado

La Medición

Crear un mapa de tipo de cobertura terrestre es un proceso subjetivo en el que se deberá utilizar el conocimiento del sitio de estudio GLOBE para interpretar la imagen. Aunque pueda parecer al principio una tarea desalentadora, se comprobará que, una vez se empieza a observar la imagen y a identificar áreas conocidas resulta mucho más fácil. Cada vez se será capaz de identificar áreas pequeñas. Al igual que los científicos recogen datos de cobertura terrestre en el campo para clasificar sus mapas, se deberán visitar sitios que no se puedan identificar a partir del conocimiento de la zona, de mapas topográficos y fotos aéreas. En esas zonas se debería realizar el *Protocolo del Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre*, y enviar los datos a GLOBE. Cuando se haya completado el mapa, enviarlo a GLOBE.

El siguiente paso es comprobar la exactitud con la que el alumnado clasifica la imagen llevando a cabo una valoración de la exactitud (a mano o desde la web de GLOBE) usando datos adicionales de *sitios de muestreo de cobertura terrestre* y el *Tutorial de Evaluación de la Exactitud*. Desde aquí, se podrá trabajar en mejorar la exactitud del mapa u observar cuánto cambio se ha producido en el sitio de estudio GLOBE, comparando las imágenes antiguas con otras más recientes. Esta comparación se puede realizar utilizando el *Protocolo de Detección de Cambios*.

Seguimiento del Profesorado: Una vez se hayan identificado todas las áreas de la imagen, trasladar las clases MUC a una copia original (en papel).

Seguir las instrucciones de la sección *Cómo Enviar Fotos y Mapas* de la *Guía de Implementación*, para enviar mapas a GLOBE.

Mediciones de Apoyo

Puede que sea necesario realizar el *Protocolo del Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre* en lugares donde se desconozca la clase MUC. Puede que sean necesarias las mediciones del *Protocolo de Biometría* en estos sitios.

Preparación del Alumnado

El alumnado debería discutir lo que observa en las imágenes Landsat. Debe relacionar observaciones

con mapas, fotos aéreas, y su propio conocimiento de la zona. También debe familiarizarse con el sistema MUC, y discutir qué tipos de cobertura terrestre son frecuentes en la zona.

Consejos Útiles:

- Debater e identificar ejemplos locales de tipos de cobertura terrestre, revisando mapas topográficos, y discutir sobre la creación de mapas y la clasificación antes de comenzar.
- No hay que clasificar todo el sitio de estudio GLOBE de una vez. Identificar zonas según se van conociendo. Esto también lo pueden realizar otros grupos en años sucesivos.
- Este método es menos preciso que otros por ser más subjetivo. Se debe tener cuidado y ser preciso al dibujar áreas y asignar clases MUC.
- Se debe comenzar por la identificación de las clases más obvias -normalmente cuerpos de agua y áreas urbanas- y después continuar con clases más difíciles, como los diferentes tipos de cobertura vegetal natural.
- Algunas veces las sombras de las nubes parecen lagos y estanques (Ver la imagen de Beverly, MA, para practicar la identificación de nubes).
- Usar imágenes en color verdadero y en falso color, ya que algunos tipos de cobertura terrestre serán más fáciles de distinguir en una y otros en otra.
- Se necesitará visitar las zonas cuyo tipo de cobertura no se puede identificar. Utilizar el *Protocolo del Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre*.
- También se pueden ampliar diferentes partes de la imagen impresa con una fotocopidora a color. Se pueden organizar grupos de alumnos que trabajen sobre partes de la imagen. Agrupar la imagen al final para su análisis. Una vez que cada grupo haya creado el mapa de su sección, unir todas las secciones y comparar los resultados (especialmente en los límites) para identificar problemas. Si el alumnado difiere en la identificación de un área específica, deberá trabajar para llegar a un acuerdo.
- La imagen Landsat puede tener varios años de antigüedad. La cobertura terrestre puede haber cambiado desde que se adquirió la imagen. Lo

que se identifica en la imagen Landsat TM puede ser diferente de lo que se obtiene en las mediciones de campo. En este caso, se debería trabajar para determinar qué había en el terreno en el momento en el que se adquirió la imagen de satélite.

- Si no se puede identificar una zona concreta, debatir en clase para decidir la clase MUC.

Además del color de los píxeles en la imagen Landsat, hay otras claves que sirven como ayuda en la interpretación de los tipos de cobertura terrestre de la imagen, como formas, tamaños, situación, relación y textura. Las claves a utilizar dependen de las características de la imagen. A continuación hay algunos ejemplos de cómo utilizar estas claves.

Forma: Las áreas agrícolas tienden a tener límites lineales abruptos y formas geométricas como rectángulos y cuadrados. Los ríos y arroyos tienen rasgos lineales con curvas y giros. Las carreteras frecuentemente poseen menos giros que los arroyos.

Tamaño: Carreteras principales y ríos se pueden distinguir de carreteras secundarias y afluentes.

Localización topográfica o geográfica: En una zona de montañas y valles las áreas arboladas tenderán a encontrarse en las zonas de pendiente, mientras que las praderas y áreas agrícolas se encontrarán en los valles. Ya que las imágenes Landsat se adquieren por la mañana, las colinas opuestas al sol pueden estar en umbría.

Relación: Una zona verde dentro de una urbana puede ser un parque o un cementerio. Los humedales se encuentran cerca de los ríos, lagos o estuarios. Los centros comerciales se encontrarán cerca de las carreteras principales, ferrocarriles o ríos navegables.

Textura: En una imagen en falso color, las áreas comerciales a menudo serán de color azul o blanco. Las áreas residenciales, sin embargo, pueden aparecer con puntos de luz blanquiazules y rojos. Los primeros indican edificios y zona asfaltada, y los rojos indican árboles y hierba de algunas calles o de viviendas unifamiliares.

Preguntas para Investigaciones Posteriores

¿Cuál es el tipo de cobertura dominante en la zona?

¿Cuántos tipos de cobertura existen en el sitio de estudio GLOBE?

¿Qué tipos de cobertura parecen similares? ¿Por qué?

¿Cómo afectan los tipos de cobertura de la zona a la temperatura del aire cerca de la superficie del suelo? ¿En qué lugar del sitio de estudio GLOBE se pueden encontrar temperaturas más frías en un día soleado y caluroso?

¿Crees que habría mucha escorrentía superficial en una precipitación dados los tipos de cobertura terrestre dominantes en la zona? ¿Por qué?

Si nunca se ha visitado la zona pero se dispone de una imagen Landsat, ¿qué aspectos del entorno percibirías de forma correcta y cuáles no se sería capaz de percibir?

¿Qué se podría hacer para mejorar la exactitud global?

¿Qué exactitud tendría el mapa para alguien que quisiera encontrar un sitio para ir de picnic en el bosque?

¿Qué exactitud tiene el mapa si se quisiera observar cuántas veces se puede identificar de forma correcta un campo o un parque deportivo?

¿Cómo podría utilizar la clase del año que viene los datos para mejorar la clasificación del mapa?

En zonas costeras o en estuarios, ¿cómo influirían las mareas (altas o bajas) en la creación de mapas de cobertura terrestre?

¿Cómo afectaría a la creación de mapas de cobertura terrestre la época del año en la que fue tomada la imagen de satélite?

¿Qué otras características del momento de adquisición de la imagen podrían influir en la creación de mapas de cobertura terrestre?

Protocolo de Creación de Mapas de Cobertura Terrestre Manualmente

Guía de Campo

Actividad

Crear un mapa de tipos de cobertura terrestre, identificando áreas de diferente cobertura terrestre en imágenes de satélite impresas en falso color y en color verdadero.

Qué se Necesita

- *Creación de Mapas Manualmente: Tutorial de la Imagen de Beverly, MA*
- Imágenes Landsat TM en color verdadero y en falso color del sitio de estudio GLOBE de 15 Km x 15 Km
- Transparencias u hojas de acetato
- Cinta adhesiva
- Mapas topográficos locales o transparencias de mapas topográficos locales
- Rotuladores permanentes de punta fina
- *Guía de Campo MUC o Tabla del Sistema MUC y Glosario de Términos MUC*

Qué Hacer

1. Colocar una transparencia en blanco o un acetato sobre la imagen de satélite en falso color.
2. Marcar las esquinas de la imagen e identificar la parte de superior de la imagen en la transparencia. Si se mueve, se podrá volver a colocar en su sitio gracias a las marcas. Esto también permitirá colocar la transparencia sobre la imagen en color verdadero.
3. Dibujar el contorno de las áreas de coberturas similares usando los rotuladores. Si se dispone de suficientes colores, utilizar un color diferente para representar tipo de cobertura terrestre.
4. Asignar a cada área una clase MUC de la *Guía de Campo MUC* o de la *Tabla del Sistema MUC* y del *Glosario de Términos MUC*, utilizando el conocimiento de la zona.
5. Si no se puede identificar un área, discutir cuál es el tipo de cobertura terrestre más apropiado o pedir a una persona que viva cerca del área que la visite cuando vaya o venga al centro educativo.
6. Si hubiera algunas áreas sin identificar, visitarlas y realizar el *Protocolo del Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre*.
7. Clasificar el mapa por completo. Puede ser de ayuda colocar la transparencia sobre una hoja de papel en blanco para comprobar qué áreas quedan sin identificar.
8. Preguntar al profesor cómo enviar el mapa a GLOBE.

Algunas pistas sobre las imágenes en falso color:

- El color rojo representa vegetación en desarrollo activo (áreas rosas representan pastizales, rojo vivo zonas boscosas y campos, rojo oscuro bosques de hoja perenne).
- El negro representa agua, o sombras de nubes.
- El azul y el blanco corresponden a áreas urbanas, roca descubierta, arena y suelos desnudos



Preguntas Frecuentes

1. ¿Qué hacer si no se puede identificar un tipo de cobertura vegetal en la imagen para todos los niveles MUC?

Si no se puede identificar la clase MUC completa se necesitará visitar la zona y utilizar el *Protocolo de Sitios de Muestreo de Cobertura Terrestre* y las medidas de biometría necesarias para completar la identificación MUC.

2. ¿Y si dos grupos no se ponen de acuerdo en la clase MUC para una zona de la imagen?

Si no existe consenso sobre la clase MUC de una zona será necesario realizar el *Protocolo del Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre* y las mediciones de biometría necesarias para llegar a un acuerdo, a no ser que se conozca a alguien que viva cerca y que pueda validar la cobertura para esa zona.

3. ¿Qué hacer si existe una zona en la imagen de la cual nadie sabe su valor MUC?

De nuevo, la única forma de saberlo es visitar el sitio y recoger datos de campo.

4. Hay un cuerpo de agua que no es negro, sino verde, o incluso marrón. ¿Qué significa?

Tanto en las imágenes en color verdadero como en las de falso color, el agua es normalmente negra. Una excepción es el agua que se encuentra en algunas partes del Caribe. Si el agua aparece marrón, verde o gris generalmente indica que existe algún material sobre la superficie del agua, que puede ser vegetación en desarrollo o materia en suspensión transportados por el agua.

Protocolo de Creación de Mapas Manualmente – Observación de los Datos

¿Son razonables los datos?

Después de crear un mapa de cobertura terrestre a partir de la imagen Landsat se debería determinar si los tipos de cobertura terrestre identificados son razonables y precisos para la zona en la que se vive. Por ejemplo, si se está en un clima templado de latitudes medias, ¿aparecen en el mapa tipos de cobertura que sólo se encuentran en la zona tropical ecuatorial? ¿Tiene sentido encontrar tipos de cobertura que sólo se encuentren en zonas desérticas? ¿Hay clases de áreas montañosas cuando se está situado en zonas costeras bajas? Formularse cuestiones como estas sobre el mapa de tipos de cobertura terrestre. Comprobar la clase y las definiciones MUC para determinar si las clases de cobertura del mapa tienen sentido para el sitio de estudio GLOBE.

A continuación, observar dónde se encuentra cada uno de los tipos de cobertura terrestre en el mapa. Utilizando el conocimiento de la zona y otras fuentes de información, como una imagen Landsat impresa, mapas topográficos y fotos aéreas (si fuera posible), ¿tiene sentido la ubicación de los tipos de cobertura? Si no es así, ¿qué tipos de cobertura no tienen sentido?

Después de observar el mapa y comprobar si es razonable, se estará preparado para realizar una evaluación cuantitativa de la exactitud. El *Tutorial de Evaluación de la Exactitud* (que se encuentra en el *Apéndice*) proporciona un ejemplo de cómo organizar los datos y llevar a cabo la evaluación de la exactitud.

¿Qué buscan los científicos en los datos?

Por medio de la teledetección los científicos no obtienen una exactitud global aceptable que les sirva en la creación de mapas a partir de imágenes de satélite. La exactitud necesaria depende del objetivo del mapa. Es muy interesante estudiar la matriz de diferencia/error y observar qué clases de cobertura terrestre están confundiendo con otras. Todos los errores no

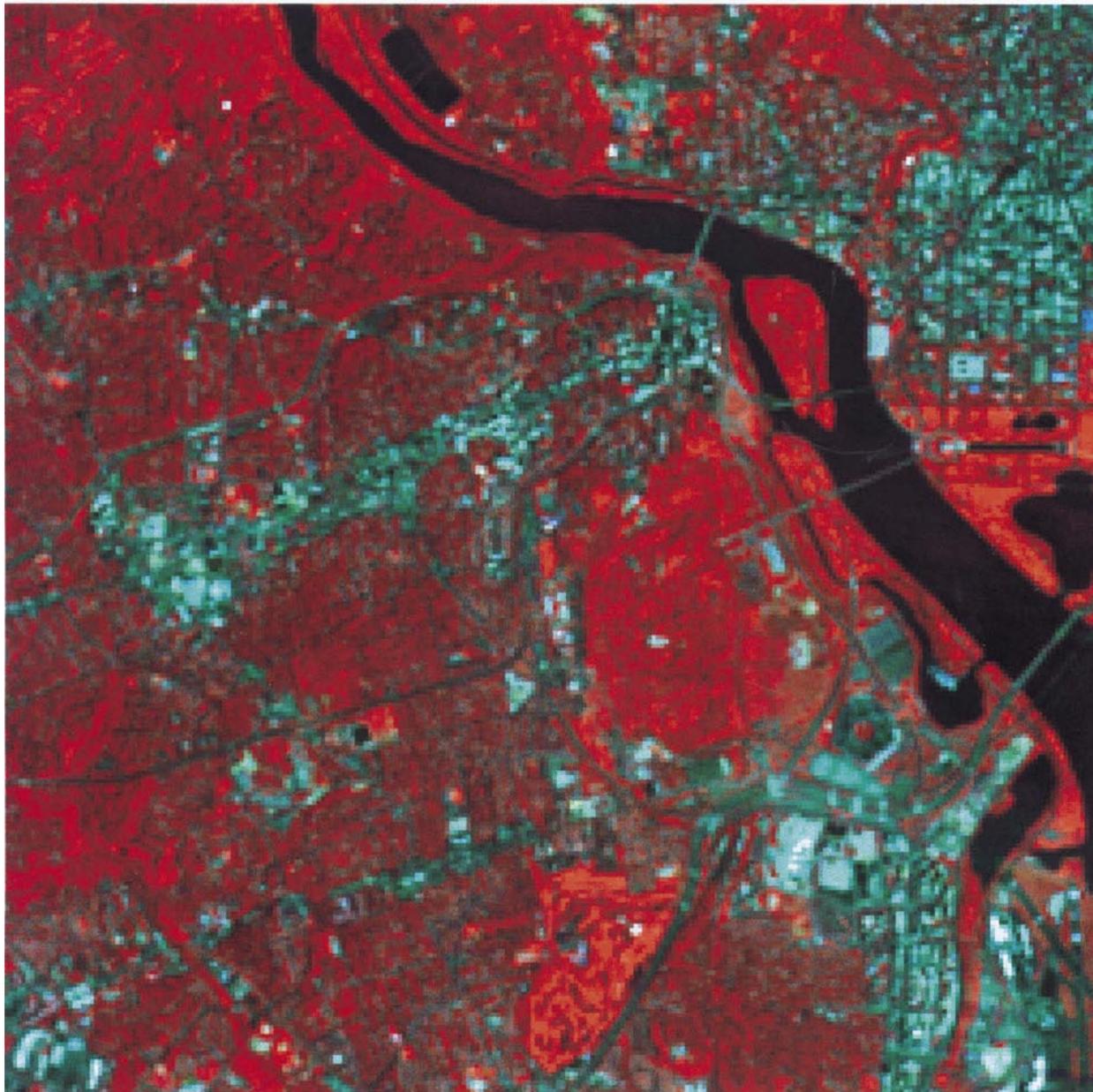
son iguales. En la mayoría de los casos sería peor clasificar un bosque de coníferas como agua que confundir una zona arbolada de coníferas con un bosque de coníferas. Además, los científicos que trabajan en teledetección intentan mejorar sus mapas utilizando la información adquirida en la matriz de confusión. Esto implica reunir más datos de cobertura terrestre para ayudar en la creación de mapas, estudiar patrones de respuesta espectral de los tipos de cobertura terrestre, y/o la aplicación de diversas técnicas de clasificación. La creación de mapas de cobertura terrestre a partir de imágenes de satélite es a menudo un proceso iterativo, y la evaluación de la exactitud se puede dar muchas veces antes de obtener un mapa final. Una vez que los científicos han evaluado un mapa, se utiliza para responder a las preguntas que se plantearon. Pueden comparar las cantidades y la situación de áreas naturales y desarrolladas, los porcentajes de tipos de cobertura terrestre que son importantes en la zona, tales como agricultura, humedales, transporte, áreas de recreo, etc., o la situación específica de hábitats en estudio.

Ejemplo de Investigación de los Estudiantes

Un grupo de 12 alumnos y alumnas de Washington, DC, Estados Unidos, quieren crear un mapa de cobertura terrestre de su zona. Observan la imagen Landsat de su sitio de estudio GLOBE y deciden que el mapa se podría terminar más rápido si dividen la imagen Landsat en cuatro partes. Los 12 alumnos y alumnas formaron cuatro grupos de tres alumnos cada uno. Cada grupo era responsable de la identificación de todos los tipos de cobertura terrestre que existiera en la sección de la imagen que les fue asignada. Después de completar cada sección, las cuatro partes se volverían a juntar para crear un mapa general del sitio de estudio GLOBE.

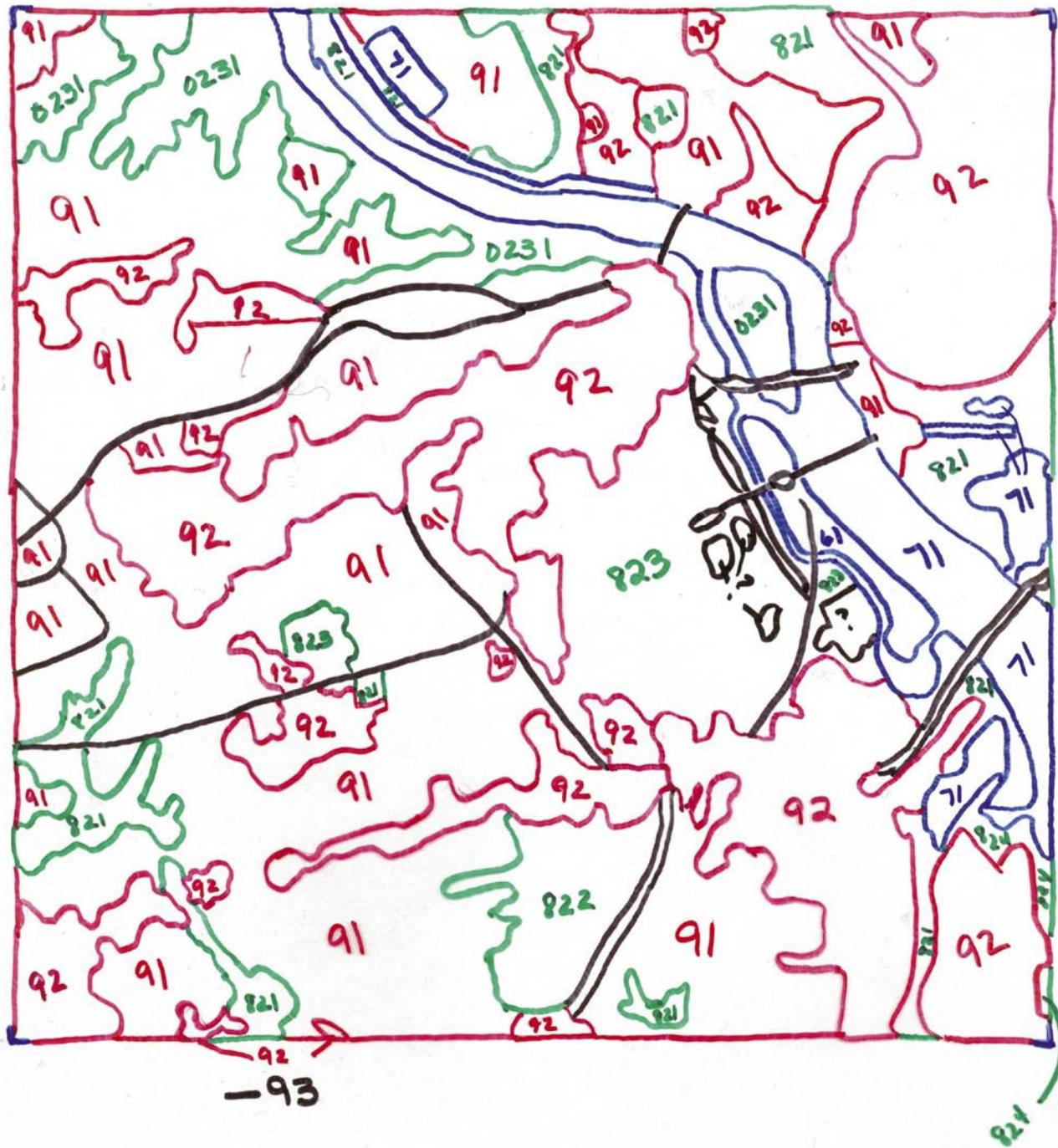
La profesora utilizó MultiSpec (el programa de análisis de imágenes proporcionado por GLOBE) para dividir la imagen en cuatro partes e imprimió en color cada parte por separados. Decidió hacer ampliar así la imagen porque estaba familiarizada con el programa y tenía acceso a una impresora en color. De no ser así, hubiera ampliado la imagen con una fotocopidora en color.

Figura CT-MA-1: Sitio de Estudio GLOBE. Sección de Washington, DC



↑ N

Figura CT-MA-2: Mapa Manual de una Parte del Sitio de Estudio GLOBE



El Grupo A tenía el cuadrante suroeste del sitio de estudio GLOBE. Después de revisar *Creación de mapas Manualmente: Tutorial de la Imagen de Beverly, MA*, el Grupo A examinó la imagen de su sección. Dos de los alumnos identificaron donde vivían. Los otros residían en diferentes lugares de la ciudad. Utilizaron un mapa topográfico y un mapa turístico para ayudarse a identificar las clases de MUC de los diversos tipos de cobertura terrestre. Con rotuladores permanentes de punta fina delimitaron las distintas áreas con colores. Tenían cuatro colores diferentes, por lo que asignaron un color para cada grupo de clase MUC. Por ejemplo, se utilizó el rojo para algunas clases urbanas (MUC 91 y 92). El negro para la red de transporte (MUC 93). El azul para el agua (MUC 7). Sin embargo, no tenían suficientes colores para todas las clases MUC, por lo que decidieron utilizar el verde para las diversas zonas con vegetación.

Mientras hacían el mapa, uno de ellos comentó que las áreas residenciales parecían poco uniformes, es decir, que estas áreas no eran de un mismo color. Píxeles azules y rojos se mezclaban en la imagen en falso color. No estaba seguro si debería hacer marcar el contorno de cada píxel o pequeños grupos de píxeles de forma individual o agrupar la mezcla de azul y rojo. Se dio cuenta de que esta textura era bastante consistente y que los grupos de píxeles de rojo y azul mezclados eran cuadrados menores de 3 x 3 píxeles. Él vivía en una de las áreas residenciales y pensó que el azul indicaba carreteras, autopistas y casas y que el rojo indicaba vegetación de jardines y calles. Dado que los grupos de píxeles eran pequeños y que las áreas residenciales tienen mezcla de vegetación y edificios, sugirió agrupar la mezcla en un tipo de cobertura, MUC 91.

Otro alumno comentó que la imagen contenía muchas carreteras de diversos tamaños. Después de debatir esta cuestión, el grupo decidió identificar sólo las carreteras que fueran grandes y que pudieran ser identificadas y separadas claramente de otros tipos de cobertura como el MUC 91 (Residencial) y el 92 (Comercial e Industrial). Identificaron las carreteras que cumplían estos criterios con la clase MUC 93 (Transporte).

Estaban muy orgullosos de su mapa e impacientes por comprobar su exactitud. Después de leer el *Tutorial de Evaluación de la Exactitud*, eligieron 10 sitios para visitar y llevar a cabo el *Protocolo del Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre*. Quedaron un sábado que los tres podían ir a recoger datos. Uno de sus padres les llevó a los sitios. Pidieron prestado un receptor GPS, y llevaron una cámara, una brújula, *Hojas de Datos* y *Guías de Campo*. Fueron a los sitios y recogieron datos. Un alumno introdujo los datos en el sitio Web GLOBE

Siguiendo las instrucciones del *Tutorial de Evaluación de la Exactitud*, crearon una tabla comparando sus clasificaciones del mapa con los datos de validación de los Sitios de Muestreo. Ver la Figura CT-MA-3.

Después de crear la tabla, hicieron una matriz de diferencia/error (Figura CT-MA-4). La exactitud global obtenida fue del 80%. Se sintieron orgullosos de su trabajo y sintieron curiosidad por conocer el trabajo de los otros grupos y la exactitud del mapa resultante de todo el sitio de estudio GLOBE, después de que todos los grupos juntaran todas las secciones.

Figura CT-MA-3: Hoja de Trabajo de Evaluación de la Exactitud de la Investigación del Alumnado, Completa

Hoja de Trabajo de Evaluación de la Exactitud Completa

Nombre del sitio	Datos de clasificación del mapa del alumnado del sitio de estudio GLOBE	Datos de validación del sitio de muestreo de cobertura terrestre	✓	✗
1. Río Potomac, en el puente de la calle 14	71	71	✓	
2. Pradera cercana al aeropuerto	821	824		✗
3. Vecindario de Gary	91	91	✓	
4. Tiendas del metro Courthouse	92	92	✓	
5. Vecindario de Phil	91	91	✓	
6. Parque Potomac	0222	0231		✗
7. Parque cercano al hospital	821	821	✓	
8. Cementerio de Arlington	823	823	✓	
9. Isla Roosevelt	0231	0231	✓	
10. Área de Georgetown	92	92	✓	

Lista de clases MUC

0222 – Bosque cerrado, principalmente caducifolio. Caducifolios de zonas frías con árboles de hoja perenne acicular.

0231 – Bosque cerrado, principalmente caducifolio. Caducifolios de zonas frías sin árboles de hoja perenne, arbustos de zona templada y submontano de hoja ancha.

71 – Cuerpo de agua, agua dulce

821 – Zona cultivada, no agrícola, parques y campos de deporte

823 – Zona cultivada, no agrícola, cementerios

824 – Zona cultivada, no agrícola, otros no-agrícola.

91 – Urbano, residencial.

92 – Urbano, comercial e industrial.

93 – Urbano, transporte.

Figura CT-MA-4: Matriz de Diferencia /Error de Investigación de un Alumno

Matriz de Diferencia/Error

	MUC 71	MUC 821	MUC 91	MUC 92	MUC 0222	MUC 823	MUC 824	MUC 0231	Total Filas
MUC 71									1
MUC 821									2
MUC 91									2
MUC 92									2
MUC 0222									1
MUC 823									1
MUC 824									0
MUC 0231									1
Total columna	1	1	2	2	0	1	1	2	10

Exactitud global $8/10 \times 100 = 80\%$

Protocolo de Creación de Mapas de Cobertura Terrestre con la Computadora



Objetivo General

El alumnado creará un mapa de cobertura terrestre del sitio de estudio GLOBE de 15 Km x 15 Km, a partir de un fichero digital de la imagen de satélite Landsat con el programa MultiSpec.

Visión General

El alumnado utilizará el programa MultiSpec para agrupar píxeles con comportamiento espectral similar de las imágenes Landsat TM. Se clasificarán los tipos de cobertura terrestre correspondientes a cada grupo utilizando el sistema MUC. El alumnado hará uso de su conocimiento del sitio estudio GLOBE y de las mediciones del sitio de muestreo para evaluar la exactitud de sus mapas.

Objetivos Didácticos

Obtener experiencia en el uso de los datos obtenidos a partir de la teledetección. Comprender la necesidad de recoger datos complementarios *in situ*. Crear un mapa y adquirir una perspectiva espacial o paisajística de la zona.

Conceptos Científicos

Geografía

- Las características y distribución espacial de los ecosistemas.
- Demostrar cómo el hombre modifica el entorno.

Habilidades de Investigación Científica

- Clasificar la cobertura terrestre y crear un mapa de tipos de cobertura terrestre.
- Evaluar la exactitud del mapa de cobertura evaluando la exactitud.
- Identificar preguntas y respuestas.
- Diseñar y llevar a cabo investigaciones científicas.
- Uso de las matemáticas adecuadas para analizar los datos.
- Desarrollar descripciones y predicciones a partir de la evidencia.
- Reconocer y analizar explicaciones alternativas.

Compartir procedimientos, descripciones, y predicciones.

Nivel

Intermedio y avanzado.

Tiempo

Varios periodos de clases.

Frecuencia

Una vez, pero se puede repetir si se investiga en más áreas dentro del sitio de estudio GLOBE.

Materiales y Herramientas

Computadora.

Programa MultiSpec (proporcionado por GLOBE o descargado de la Web)

Imagen Landsat TM de 512 x 512 píxeles del sitio de estudio GLOBE de 15 Km x 15 Km (proporcionada por GLOBE).

Guía de Campo MUC o Tabla del Sistema MUC y Glosario de Términos MUC.

Mapas topográficos de la zona (si es posible).

Fotos aéreas de la zona (si es posible).

Introducción al Programa MultiSpec y el Tutorial de Creación de Mapas con la Computadora (del CD de MultiSpec)

Imágenes Landsat TM impresas del sitio de estudio GLOBE de 15 Km x 15 Km.

Guía de Campo de Familiarización con la Matriz Diferencia/Error.

Preparación

Protocolo de Creación de Mapas de Cobertura Terrestre con la Computadora - Introducción

Observar la imagen de satélite en color verdadero del sitio de estudio GLOBE. ¿Qué colores se pueden distinguir? ¿Qué significan estos colores? Comparar la imagen en falso color con la imagen en color verdadero. ¿Son las zonas que aparecen de un único color en la imagen en color verdadero del mismo tamaño y forma que en la imagen en falso color? ¿Qué clase de cobertura terrestre cree que representan los colores azul y negro? ¿Qué tipo de cobertura representan el blanco o el gris? ¿Qué aparece en verde en la imagen en color verdadero? Busque una zona en verde en la imagen de color verdadero; ¿de qué color aparece en la imagen en falso color? ¿Qué representan los diferentes tonos de verde en la imagen en color verdadero? ¿Cómo está representado este tipo de cobertura terrestre en la imagen en falso color? Repetir este proceso con los demás colores. Intentar encontrar su centro escolar en la imagen... debería aparecer como un conjunto de cuadros blancos o grises en el centro de la imagen. ¿Hay carreteras principales en la imagen? ¿Cómo aparecen? Intentar hacer una tabla (como la que aparece abajo), que haga corresponder los diferentes colores con sus tipos de cobertura terrestre.

Trabajar individualmente o con un compañero. Hacer un listado de preguntas que se quiera contestar sobre la imagen de satélite de la zona. De esta lista, o de una generada por toda clase, escoger una pregunta que se intentará responder cuando se construya un mapa a partir de la imagen de satélite. La pregunta puede tener una o más partes.

Muchos mapas se realizan a partir de *teledetección*. Los *datos tomados mediante teledetección* son datos tomados de zonas muy lejanas usando nuestros sentidos. El protocolo GLOBE que utiliza el alumnado imita lo que los científicos hacen. Los científicos que hacen mapas a partir de imágenes de satélites se hacen preguntas sobre esas imágenes y utilizan programas similares a MultiSpec para contestarlas. Este proceso utiliza métodos estadísticos estándares para identificar grupos en el mapa, denominados clusters. Los clusters son grupos de píxeles espectralmente similares que la computadora identifica y agrupa según patrones de reflectancia. La computadora asigna a cada cluster un color arbitrario. El alumnado debe clasificar el tipo de cobertura terrestre de cada cluster mediante el sistema MUC. Algunos tipos se pueden identificar a partir del conocimiento que el alumnado tenga de la zona, mientras que otros se identificarán mediante mapas topográficos, fotografías aéreas, etc., y datos recogidos utilizando el *Protocolo del Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre*. Los científicos también utilizan el conocimiento adquirido en el campo o a partir de otros datos para identificar los clusters que la computadora crea. Una vez que se hayan recogido mediciones de sitios de muestreo de Cobertura Terrestre, se puede efectuar una evaluación de la exactitud del mapa para comprobar la exactitud de la clasificación de la cobertura terrestre del sitio de estudio GLOBE. Existe un *Tutorial de Evaluación de la Exactitud* en el *Apéndice*, que guiará a los estudiantes en los pasos a seguir. Los mapas de cobertura terrestre realizados por el alumnado GLOBE pueden ayudar a los científicos en su elaboración de mapas. Algunos mapas de alumnado GLOBE se pueden utilizar para ayudar a valorar los nuevos productos de los satélites (por ejemplo: satélites EOS de la NASA).

Imagen en color verdadero	Imagen en falso color	Tipo de cobertura terrestre
Ejemplo: blanco	Ejemplo: Blanco	Ejemplo: El centro escolar – edificios

Apoyo al Profesorado

La Medición

Crear un mapa de cobertura terrestre supone un proceso subjetivo de clasificación. A partir del conocimiento del sitio de estudio GLOBE, se interpretarán los tipos de cobertura terrestre representados en los píxeles de la imagen del satélite. En el *Protocolo de Creación de Mapas de Cobertura Terrestre Manualmente*, se realiza este proceso completamente a mano. Como alternativa, se puede utilizar un ordenador para ayudar en el proceso de agrupación de píxeles de la imagen, como se describe en este protocolo. El ordenador realiza un agrupamiento inicial de píxeles, pero se deberán interpretar los tipos de cobertura terrestre que representan estos grupos. Aunque al principio pueda parecer desalentador, se comprobará que, a medida que se identifican los grupos de píxeles (clusters) que se conocen, será mucho más fácil. Cada vez quedarán menos grupos por identificar. Al igual que los científicos toman datos de cobertura terrestre en el campo para identificar sus clusters, se deberían planificar visitas a los sitios que no se pueden identificar a partir del conocimiento previo, sus firmas espectrales, mapas topográficos y fotografías aéreas. En estas zonas se deberá llevar a cabo el *Protocolo de Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre*, y enviar los datos a GLOBE. Una vez que el alumnado maneje el MUC, pueden también visitar sitios desconocidos para identificar el tipo de cobertura por sí mismo. En este caso, no hay que enviar los datos a GLOBE, pero sí se pueden utilizar para identificar los tipos de cobertura terrestre en el mapa que se está haciendo. Cuando se haya terminado el mapa, enviarlo a GLOBE.

El siguiente paso es comprobar la clasificación hecha por el alumnado a partir de una valoración de la exactitud (a mano o en la Web GLOBE) utilizando datos adicionales de sitios de muestreo de cobertura terrestre y el *Tutorial de Evaluación de la Exactitud*. A partir de esta evaluación, se podrá trabajar en la mejora de la exactitud del mapa o en estudiar el cambio que se ha producido en el sitio de estudio GLOBE, comparando una imagen de los 90 con una de 2000 (o posterior). Esta comparación se puede hacer utilizando *Protocolo de Detección de Cambios*.

Seguimiento del profesorado: Guardar la imagen con mejor agrupación de píxeles. Utilizar el menú Archivo para guardarlo en un disquete con formato TIFF. Si se dispone de una impresora a

color, imprimir copias de los mapas de cobertura terrestre del alumnado. Enviar los datos a la base de datos del alumnado GLOBE enviando por correo electrónico el fichero TIFF, o mandando una copia del fichero TIFF a GLOBE siguiendo las instrucciones que aparecen en la sección *Cómo Enviar Fotografías y Mapas* de la *Guía de Implementación*.

Mediciones de Apoyo

Puede que sea necesario realizar el *Protocolo del Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre* en lugares donde se desconozca la clase MUC. Las mediciones del *Protocolo de Biometría* pueden ser necesarias en estos sitios.

Preparación del Alumnado

El alumnado debería discutir lo que observa en las imágenes Landsat. Debe relacionar sus observaciones con mapas, fotos aéreas, y su propio conocimiento del lugar.

El alumnado debe familiarizarse con el sistema MUC, y discutir sobre los tipos de cobertura terrestre más comunes en la zona.

Consejos Útiles

- Comentar e identificar ejemplos locales de los tipos de cobertura terrestre, consultando mapas topográficos y discutiendo sobre clasificación antes de comenzar este protocolo.
- Se recomienda aceptar el valor por defecto de diez clusters que aparece en el programa MultiSpec para empezar. Si no representa adecuadamente a los tipos de cobertura terrestre de la imagen se puede variar este número.
- Recordar que este es un proceso iterativo. No se tiene que identificar todo de una vez. Ni todo tiene que ser correcto. Se irá mejorando el mapa a medida que se adquiera conocimiento de la zona y se realicen mediciones en el campo.
- Pedir al alumnado que empiece por la identificación de los rasgos más obvios - generalmente cuerpos de agua y áreas urbanas - y después continúe con los tipos de cobertura más difíciles, como los diferentes tipos de cobertura vegetal natural.
- Algunas veces las sombras de las nubes pueden parecer lagos y estanques. (Ver la imagen de Beverly, MA, para practicar la identificación de nubes)

- Utilizar las imágenes en color verdadero y en falso color, ya que algunos tipos de cobertura terrestre serán más fáciles de distinguir en falso color y otras en color verdadero.
- El alumnado debe poner el nombre de la imagen en la *Guía de Campo* antes de comenzar.
- Si el alumnado realizó el *Protocolo de Creación de Mapas de Cobertura Terrestre Manualmente*, utilizar el mismo tipo de clases que se hayan identificado en su mapa de clasificación o 10 grupos, el que sea mayor.
- Algunos bosques pueden ser espectralmente similares a los campos de cultivo en crecimiento.
- La imagen de satélite puede ser de hace varios años. La cobertura terrestre puede haber cambiado desde que se adquirió esa imagen, de manera que lo que se identifica en la imagen Landsat TM puede ser diferente de lo que se comprueba con las mediciones de campo. En este caso, el alumnado deberá tratar de identificar lo que había en el momento en el que se adquirió la imagen de satélite.
- Se necesitará hacer una comprobación de campo en las zonas en las que no se puede identificar el tipo de cobertura. Utilizar el *Protocolo del Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre*.

Además del color de los píxeles de la imagen Landsat, hay otras características que ayudan a interpretar los tipos de cobertura de la imagen. Estas incluyen la forma, el tamaño, la ubicación, la asociación y la textura. Cuáles utilizar dependen de los rasgos de la imagen. A continuación se presentan algunos ejemplos de cómo utilizar estas características.

Forma: las zonas agrícolas tienden a tener límites lineales abruptos y formas geométricas como rectángulos y cuadrados. Los ríos y arroyos son lineales con muchas curvas y giros. Las carreteras generalmente tienen menos curvas que los ríos.

Tamaño: Las carreteras principales y los ríos se pueden distinguir de carreteras secundarias y arroyos.

Situación topográfica o geográfica: Si se está en una zona con montañas y valles, los bosques tenderán a encontrarse en las zonas montañosas de mayor pendiente, mientras que las praderas y las áreas agrícolas se encontrarán en los valles. Ya

que las imágenes Landsat se adquirieren por la mañana, las laderas en las que no da el sol estarán a la sombra.

Asociación: una zona con vegetación en un conjunto urbano puede ser un parque o un cementerio. Los humedales se encontrarán cerca de ríos, lagos o estuarios. Los centros comerciales se encontrarán cerca de las carreteras principales, ferrocarriles o canales.

Textura: en una imagen en falso color (combinación de bandas 4, 3, 2), las áreas comerciales generalmente serán de color azul claro o blanco. Las zonas residenciales, sin embargo, pueden aparecer de color azul claro, blanco y rojo. Los primeros indican edificios y asfalto, y el rojo indican los árboles y la hierba de las calles y de los jardines.

Preguntas para Investigaciones Posteriores

¿Hay clases de cobertura terrestre que este proceso de creación de mapas con el ordenador no “distinga” o separe?

¿Separa este proceso artificialmente un tipo de cobertura terrestre en grupos diferentes?

¿Aumentar el número de grupos (clusters) (intentar con diferentes números) mejora la capacidad del ordenador para discriminar estos tipos de cobertura terrestre?

Si nunca se ha visitado la zona, pero se dispone de una imagen Landsat, ¿qué aspectos del entorno se percibirán de forma correcta y cuáles no se sería capaz de percibir?

¿Qué se podría hacer para mejorar la exactitud general?

¿Qué exactitud tiene el mapa si alguien quisiera encontrar un buen sitio para ir de picnic en el bosque?

¿Qué exactitud tiene el mapa si se quisiera saber cuántas veces se ha identificado correctamente un parque o un campo de juego?

¿Qué es mayor, la exactitud del productor o la del usuario? ¿A qué se puede deber?

¿Cómo podría la clase del año siguiente utilizar los datos para crear un mejor mapa?

Protocolo de Creación de Mapas de Cobertura Terrestre con la Computadora

Guía de Campo

Actividad

Crear un mapa de cobertura terrestre utilizando el software de MultiSpec para agrupar los píxeles espectralmente similares de la imagen de satélite Landsat TM. Identificar cada grupo según el tipo de cobertura terrestre que se considera que representa a partir del conocimiento de la zona.

Qué se necesita

- *Introducción al Programa MultiSpec y Tutorial de Creación de Mapas con la Computadora (del CD de MultiSpec)*
- Computadora capaz de ejecutar el programa MultiSpec.
- Programa MultiSpec.
- Imagen Landsat TM de 512 x 512 píxeles del sitio de estudio GLOBE de 15 Km x 15 Km
- *Guía de Campo MUC o Tabla del Sistema MUC y Glosario de Términos MUC.*

Qué Hacer

1. Ejecutar el programa MultiSpec en la computadora.
2. Abrir el archivo que contiene la imagen Landsat TM del sitio de estudio GLOBE. Se llama _____.
3. Crear un nuevo proyecto y seleccionar *Cluster* del menú **Processor** (Procesador).
4. Seleccionar el número apropiado de clusters según el número de grupos que se desea clasificar. La primera vez se deberían crear 10 clusters, el número que aparece por defecto, a no ser que el profesor diga lo contrario. Proporcionar al sistema otra información como se indica en la *Introducción al Programa de MultiSpec y el Tutorial de Creación de Mapas con el Ordenador* (del CD de MultiSpec).
5. Una vez que se han creado los grupos en la imagen, examinar el área que se ha incluido en cada uno.
6. Asignar una clase de cobertura terrestre a cada grupo.
 - a. Si se conoce el tipo de cobertura de un área, asignar una clase de cobertura del sistema MUC al grupo.
 - b. Si no se conoce la cobertura terrestre de un área, utilizar los datos del sitio de muestreo de cobertura terrestre de la zona para asignar la clase de cobertura terrestre según el sistema MUC.
 - Si no existen sitios de cobertura terrestre dentro del área de un grupo, realizar el *Protocolo del Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre* para un sitio en esta área.
 - Si hay varios sitios dentro de una misma área, utilizar sólo uno de estos sitios para asignar la clase de cobertura terrestre y reservar los demás para llevar a cabo la evaluación de la exactitud.
7. Renombrar cada grupo para hacerlo corresponder con su MUC correspondiente.
8. Guardar la imagen agrupada clasificada. Usar el menú **File** (Archivo) para guardarlo como fichero TIFF.

Preguntas Frecuentes

1. ¿Cuántos grupos se deben hacer?

Para empezar se deberían utilizar los 10 clusters por defecto de MultiSpec.

2. Se ha utilizado MultiSpec para crear 10 grupos. En uno de ellos, se sabe que hay 2 tipos diferentes de clase MUC. ¿Qué se debe hacer?

En este caso se debería repetir la agrupación con otro número de grupos, por ejemplo, 12. Es también posible que las firmas espectrales de los dos tipos de cobertura terrestre sean tan similares que el programa no los pueda discriminar.

3. No se pueden diferenciar las carreteras de las áreas comerciales ¿Qué se debería hacer?

Las zonas urbanas, MUC 9, son las más difíciles de separar en una imagen de satélite. Están compuestas de minerales y poseen patrones de reflectividad similares. Es posible que no se puedan separar en el proceso de agrupación. Algunas veces se puede crear una sub-imagen aparte sólo con la zona urbana y realizar la agrupación, para diferenciar los tipos diversos de áreas urbanas. No se debe realizar esto a menos que se sea un usuario avanzado de MultiSpec.

4. ¿Qué ocurre si no se puede distinguir un tipo de cobertura terrestre vegetal de la imagen hasta los cuatro niveles MUC?

Si no se puede identificar la clase MUC completa de un área, se necesitará visitar esta zona y realizar el *Protocolo del Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre* y las mediciones de biometría necesarias para completar la identificación MUC.

5. ¿Qué ocurre si dos de los grupos discrepan sobre el código MUC de una zona de la imagen?



Si los grupos no se ponen de acuerdo en el código MUC de una zona se necesitará realizar el *Protocolo de Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre* y cualquier medición de biometría necesaria para llegar a un acuerdo, a menos que se conozca a alguna persona que viva cerca del sitio y pueda validar el tipo de cobertura terrestre existente.

6. ¿Qué ocurre si existe una zona en la imagen que nadie sabe a qué código MUC corresponde?

La única manera asegurarse de obtener el código MUC correcto sería visitar el sitio y recoger datos de campo.

7. Se tienen un cuerpo de agua que no es negro, sino verde, o incluso marrón, ¿qué significa?

Tanto en la imagen en color verdadero como en la imagen en falso color, el agua es normalmente negra. Una excepción es el agua cristalina que se encuentra en algunas partes del Caribe. Si el agua aparece marrón, verde o gris, generalmente indica que existe algún material sobre la superficie del agua. Puede ser vegetación en desarrollo, o partículas en suspensión transportadas por el agua.

Creación de Mapas de Cobertura Terrestre con la Computadora

Interpretación de los Datos

¿Son razonables los datos?

Después de crear un mapa de cobertura terrestre a partir de la imagen Landsat, se debería determinar si los tipos de cobertura terrestre identificados son razonables y precisos. Por ejemplo, si la zona se encuentra en un clima templado de latitudes medias, ¿aparecen en mapa tipos de cobertura que sólo se encuentran en la zona ecuatorial? ¿Tendría sentido encontrar tipos de cobertura exclusivos de zonas desérticas? ¿Hay clases de áreas montañosas y se está en una zona baja costera? Hay que hacerse preguntas como estas sobre el propio mapa de tipos de cobertura terrestre. Comprueba las clases y las definiciones MUC para determinar si las clases de cobertura del mapa tienen sentido para el sitio de estudio GLOBE.

A continuación, observe donde se encuentra cada uno de los tipos de cobertura terrestre del mapa. A partir del conocimiento del área y de otras fuentes de información, como la imagen Landsat impresa, mapas topográficos y fotos aéreas (si es posible), ¿tiene sentido la ubicación de los tipos de cobertura? Si no es así, ¿qué tipos de cobertura no tienen sentido?

Después de observar el mapa y comprobar si es razonable, se puede realizar una evaluación cuantitativa de la exactitud. El *Tutorial de Evaluación de la Exactitud* proporciona un ejemplo de cómo organizar los datos y llevar a cabo la evaluación de la exactitud.

¿Qué buscan los científicos en los datos?

Mediante la teledetección los científicos no obtienen un buen porcentaje de exactitud que les sirva para realizar mapas a partir de imágenes de satélite. La exactitud necesaria depende del objetivo del mapa. Es muy interesante estudiar la matriz de confusión y observar qué clases de cobertura terrestre están confundiendo con otras. Todos los errores no son iguales. En la mayoría de los casos sería peor identificar un área de bosque de coníferas como agua, que confundir una zona con coníferas con un bosque de coníferas. Además estos científicos intentan mejorar sus mapas utilizando la información de la matriz de confusión. Estos intentos pueden suponer reunir más datos de cobertura terrestre para ayudar al en la clasificación, estudiar la firma espectral de los

diferentes tipos de cobertura terrestre, y/o aplicar diferentes técnicas de clasificación. La creación de mapas de cobertura terrestre a partir de imágenes de satélite es, generalmente, un proceso iterativo, y la evaluación de la exactitud puede repetirse muchas veces hasta obtener un mapa final. Una vez que los científicos tienen un mapa evaluado, lo utilizan para responder preguntas que ellos mismos se plantean. Pueden comparar la cantidad y la ubicación de áreas naturales y urbanizadas, los porcentajes de cada tipo de cobertura terrestre que son importantes para la comunidad tales como agricultura, humedales, transporte, áreas de recreo, etc., o localizaciones específicas de hábitats en estudio.

Ejemplo de Investigación de los Estudiantes

Un grupo de alumnos de Kiev, Ucrania estuvieron trabajando en la creación de un mapa de cobertura terrestre de su sitio de estudio GLOBE. Con MultiSpec, crearon una imagen de 10 grupos (clusters). Identificaron 8 de estos grupos utilizando su conocimiento de los tipos de cobertura alrededor de sus casas y su centro escolar, y un mapa topográfico de la zona. Estaban inseguros sobre las clases MUC de los dos grupos sin identificar. Así que escogieron un sitio para cada cluster en la imagen Landsat. Diferentes alumnos fueron a cada uno de estos sitios y realizaron el *Protocolo del Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre*. Un sitio tenía el código MUC 811 (Tierra cultivada, Agricultura, Cultivos en línea y Pastos). El otro sitio tenía un MUC 92 (Urbano, Comercial e Industrial). Utilizaron estas clases MUC para identificar los dos clusters no identificados de su imagen y asumieron que todos los demás píxeles de estos dos grupos tenían el mismo tipo de cobertura terrestre.

Después, los alumnos examinaron el mapa de cobertura terrestre que habían creado, y debatieron su aspecto. Estaban seguros de que el agua, el bosque cerrado y las áreas boscosas estaban correctamente clasificadas, pero se preguntaban si algunas de las áreas urbanas y de cultivo eran correctas. Concretamente, creían que:

1. Las carreteras se incluían en otras clases MUC 9,
2. Los campos agrícolas en barbecho y las áreas comerciales no estaban bien separadas en grupos diferentes,
3. Los campos agrícolas verdes y zonas no agrícolas no estaban tampoco separados correctamente.

Decidieron comprobar si sus hipótesis eran correctas.

Figura CT-MO-1: Kiev, Ucrania. Sitio de Estudio GLOBE de 15 Km x 15 Km







A principios de curso, el grupo y otros compañeros de clase recogieron datos del *Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre*. Además, la clase el año pasado recogió datos de otros tres sitios. Utilizando estos datos, en primer lugar crearon una tabla comparando su clasificación de la

imagen agrupada y los datos de validación de los sitios de muestreo (ver la Tabla siguiente). Recordaron NO incluir los 2 sitios que usaron para identificar sus grupos desconocidos. Consiguieron un total de 15 sitios de validación.

Hoja de Trabajo Llena de Evaluación de la Exactitud

	Nombre del Sitio	Datos de clasificación del mapa del alumnado del sitio de estudio GLOBE	Datos de validación del sitio de muestreo	✓	✗
1					
2	Río	71	71	✓	
3	Hierba cerca del Aeropuerto	811	824		✗
4	Granja de Juan	811	811	✓	
5	Plaza central de la ciudad	92	92	✓	
6	Bosques cerca de la casa de Lorenzo	0222	0222	✓	
7	Pastos al otro lado del Río	811	4223		✗
8	Vecindario de Luis	91	91	✓	
9	Carretera nacional 66	93	92		✗
10	Propiedad de Natalia	811	824	✓	
11	Aeropuerto	93	93	✓	
12	Campo en barbecho de Jorge	92	811		✗
13	Vecindario de la abuela de Leonor	92	91		✗
14	Arboleda cerca de la casa de Janice	1222	1222	✓	
15	Bosque próximo a la casa de la abuela	0222	0222	✓	
	Mercado de María	91	92		✗

Lista de Clases MUC

0222 – Bosque cerrado, principalmente caducifolios, caducifolios con perennes, con árboles perennes de hojas aciculares.

1222 – Zona con árboles, principalmente caducifolios, caducifolios con perennes, con árboles perennes de hojas aciculares.

4223 – Vegetación herbácea, gramíneas de talla media, con árboles cubriendo <10%, árboles: caducifolios de hoja ancha.

71 – Aguas abiertas, agua dulce

811 – Tierra cultivada, agricultura, cosechas en línea y pastos

824 – Tierra cultivada, no- agricultura, otras no-agricultura

91 - Urbana residencial

92 – Urbana comercial e industrial

93 – Urbana, Transporte

94 – Urbana, Otros

Después de hacer la tabla, hicieron la matriz de diferencia/error.

Datos de Validación										
	MUC 71	MUC 811	MUC 92	MUC 0222	MUC 1222	MUC 91	MUC 93	MUC 824	MUC 4223	Total Filas
MUC 71										1
MUC 811										4
MUC 92										3
MUC 0222										2
MUC 1222										1
MUC 91										2
MUC 93										2
MUC 824										0
MUC 4223										0
Total Columna	1	2	3	2	1	2	1	2	1	15

Calcularon que la exactitud total era de un 53%. Cuando estimaron la exactitud del usuario y del productor, se dieron cuenta de que las clases MUC para aguas abiertas, los bosques y las áreas arboladas estaban clasificadas correctamente, pero que muchas áreas desarrolladas no lo estaban. Creyeron que los datos apoyaban sus hipótesis.

Porcentajes de Evaluación de la Exactitud

Exactitud Global

$8 / 15 \times 100 = 53\%$

Exactitud del Usuario

Clase MUC	Cálculo	Exactitud Del Usuario
71	$1 / 1 \times 100$	100%
811	$1 / 4 \times 100$	25%
92	$1 / 3 \times 100$	33%
0222	$2 / 2 \times 100$	100%
1222	$1 / 1 \times 100$	100%
91	$1 / 2 \times 100$	50%
93	$1 / 2 \times 100$	50%
824	0	NE
4223	0	NE

Exactitud del Productor

Clase MUC	Cálculo	Precisión del Productor
71	$1 / 1 \times 100$	100%
811	$1 / 2 \times 100$	50%
92	$1 / 3 \times 100$	33%
0222	$2 / 2 \times 100$	100%
1222	$1 / 1 \times 100$	100%
91	$1 / 2 \times 100$	50%
93	$1 / 1 \times 100$	100%
824	$0 / 2 \times 100$	0%
4223	$0 / 1 \times 100$	0%

Debatieron como podrían mejorar la exactitud del mapa. Una alumna pensó que sería buena idea crear una nueva imagen agrupada utilizando más de los 10 grupos que en un principio se utilizaron. Pensó que su área tal vez tuviera más de 10 clases diferentes de cobertura terrestre, y que con un mayor número de grupos quedarían menos sitios sin clasificar. Otro alumno estuvo de acuerdo, pero también sugirió reunir más *sitios de muestreo de cobertura terrestre*. Él observó que muchas clases sólo tenían un sitio de validación. Pensó que con más sitios se podría realizar una mejor evaluación de la exactitud. Todos estuvieron de acuerdo y decidieron seguir ambas sugerencias.

Protocolo de Detección de Cambios en la Cobertura Terrestre



Objetivo General

Evaluar e investigar los cambios que se han producido en los principales tipos de cobertura terrestre del sitio de estudio GLOBE utilizando el software MultiSpec, comparando dos imágenes de satélite Landsat tomadas con algunos años de diferencia.

Visión General

El alumnado comparará dos imágenes de satélite del sitio de estudio GLOBE tomadas con algunos años de diferencia utilizando el software MultiSpec, e identificará los cambios producidos en la cobertura terrestre.

Objetivos Didácticos

Conceptos Científicos

Ciencias de la Vida

Los organismos pueden cambiar el ambiente en el que viven.

La Tierra posee diversos ambientes que albergan diversas combinaciones de organismos.

Todos los organismos deben ser capaces de obtener y utilizar recursos existentes en un ambiente que cambia constantemente.

Todas las poblaciones que viven juntas y los factores físicos con los que interactúan constituyen un ecosistema.

Los humanos pueden cambiar el equilibrio del ecosistema.

Geografía

Cómo usar mapas (reales e imaginarios).

Las características físicas del lugar.

Las características y distribución espacial de los ecosistemas.

De qué forma los humanos cambian el ambiente.

Habilidades de Investigación Científica

Uso de datos de cobertura terrestre, herramientas y tecnologías adecuadas para interpretar los cambios.

Recopilar datos geográficos e históricos para determinar la validez de las hipótesis sobre el cambio.

Identificar preguntas y respuestas.

Diseñar y llevar a cabo investigaciones científicas.

Desarrollar descripciones y pronósticos a partir de la evidencia.

Reconocer y analizar explicaciones alternativas.

Compartir procedimientos, descripciones y predicciones.

Nivel

Secundaria.

Tiempo

Dos o tres clases.

Frecuencia

Una vez, pero se puede repetir el proceso según se van investigando más zonas dentro del sitio de estudio GLOBE.

Materiales y Herramientas

Ordenador.

Programa MultiSpec (proporcionado por GLOBE o descargado de la Web)

2 grupos de imágenes Landsat TM del sitio de estudio GLOBE de 15 Km x 15 Km (disquetes proporcionados por GLOBE) uno reciente y otro de hace algunos años, obtenidos aproximadamente en las mismas fechas del año.

Imágenes Landsat TM impresas del sitio de estudio GLOBE 15 Km x 15 Km.

Mapas de cobertura terrestre del alumnado del sitio de estudio GLOBE.

Mapas topográficos de la zona (si es posible).

Fotografías aéreas de la zona (si es posible).

Introducción al Programa MultiSpec y Tutorial de Detección de Cambios.

Datos MUC de clasificaciones previas de mapas de tipos de cobertura terrestre.

Preparación

Instalar el programa MultiSpec en las computadoras que utilizará el alumnado.
Copiar las imágenes en las computadoras en las que trabajará el alumnado.
Familiarizarse con el MultiSpec y con el *Tutorial de Detección de Cambios*.

Requisitos Previos

Revisar y practicar la *Introducción al Programa MultiSpec* y el *Tutorial de Detección de Cambios*.

Protocolo de Detección de Cambios en la Cobertura Terrestre – Introducción

Comparar las dos imágenes de satélite del sitio de estudio GLOBE. Una ha sido tomada antes que la otra. Sin embargo, las imágenes han sido georreferenciadas. Se dice que están georreferenciadas cuando las imágenes coinciden una con la otra, de manera que se puede colocar una imagen sobre la otra y cualquier punto de ella coincide con el mismo punto en la otra. ¿Qué ha cambiado entre las dos imágenes? ¿Se puede apreciar algún cambio en el tamaño de un barrio, en la forma o el tamaño del tipo de cobertura terrestre dominante? ¿Está el centro rodeado todavía por los mismos tipos de cobertura terrestre? ¿Se pueden distinguir más áreas cultivadas en la imagen? ¿Se ha producido algún gran evento, tal como una inundación, un terremoto, una sequía, un huracán, un tornado, etc., que haya cambiado el paisaje? ¿Ha cambiado el tipo o el tamaño de las zonas naturales? ¿Hay más casas de camino al centro educativo? ¿Se puede apreciar alguna evidencia de estos cambios en las imágenes de satélite?

Trabajar individualmente o en pareja. Preparar una lista de preguntas sobre lo que se ve en las imágenes. ¿Hay algo que se quiera saber sobre estas imágenes respecto a los cambios que se pueden observar? Es posible que algunos cambios no sean fáciles de ver, pero están.

Reducir la lista a una única pregunta. Una vez que se tenga la pregunta, preparar un plan para contestarla. Se necesitará utilizar la Guía de Campo del *Protocolo de Detección de Cambios en la Cobertura Terrestre* y/o algunas de las demás *Guías de Campo de Cobertura Terrestre*. En el *Protocolo de Detección de Cambios de Cobertura Terrestre*, se podrán *combinar* las dos imágenes de satélite. Combinar consiste en unir las dos imágenes en una. Después de esto, se utilizará el software MultiSpec para detectar cambios.

Los científicos utilizan el mismo proceso para responder sus preguntas sobre cambios en las imágenes de satélite. En primer lugar, observan las diferentes imágenes. Después, se hacen preguntas sobre las imágenes. Una vez que se deciden por una pregunta utilizan protocolos científicos o técnicas de campo para contestarla. Los científicos pueden tener que añadir nuevos protocolos o utilizar algunos que ya hayan sido utilizados. Se puede hacer lo mismo en GLOBE con los *Protocolos de Cobertura Terrestre/Biología*.

Los mapas de cambios en la cobertura terrestre son los principales productos creados a partir de datos de teledetección. El seguimiento de los cambios es importante para comprender la Tierra como sistema. Conocer estos cambios es el primer paso para comprender porqué y dónde ocurren. Los datos de cambios se pueden utilizar para actualizar mapas. También pueden utilizarse para calcular el ritmo del cambio en determinadas zonas.

Apoyo al Profesorado

Las Mediciones

El *Protocolo de Detección de Cambios en la Cobertura Terrestre* es la culminación de la *Investigación de la Cobertura Terrestre/Biología*. Para alcanzar este punto, el alumnado deberá haber utilizado los *Protocolos Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre y Biometría* para recoger datos MUC, y después utilizar estos datos para crear mapas a partir de las imágenes de satélite. Para comprender la cobertura terrestre, el alumnado deberá estar motivado y listo para aprender sobre los cambios que se producen en el sitio de estudio GLOBE a lo largo del tiempo. Deberá tener interés en conocer cómo los futuros cambios pueden influir en el paisaje. Este protocolo es la aplicación de los anteriores, y donde se pueden incorporar otras investigaciones, si todavía no se ha hecho. La cobertura terrestre del sitio de estudio GLOBE puede influir en la temperatura y, en algunos casos, en la precipitación de la zona. La historia de la cobertura terrestre puede también influir en el suelo y en los cuerpos de agua cercanos. Por ejemplo, los suelos de los bosques que anteriormente fueron áreas cultivadas pueden tener características que indiquen este hecho. Las zonas actuales de cultivo con altos niveles de nitrógeno en el suelo, pueden influir en los valores de nitrógeno de los cuerpos de agua cercanos. Sobra decir que la temperatura, la precipitación, el suelo y la hidrología pueden también influir en los tipos de cobertura terrestre de una zona. Por ejemplo, la sequía puede causar la muerte de un campo de vegetación herbácea. No hay tundra cerca del Ecuador. Existen otras relaciones que se pueden querer estudiar. El *Protocolo de Detección de Cambios en la Cobertura Terrestre* puede ser el punto de partida para estudiar tales relaciones. La introducción del alumnado puede iniciarles a pensar en estos temas, pero es posible que ellos mismos se hayan planteado preguntas, tales como cómo puede influir un nuevo desarrollo urbanístico en su vecindario en el suministro de agua o en un humedal cercano. Aunque las directrices de este protocolo son sencillas, el propósito real de este protocolo es utilizarlo para identificar y estudiar

las preguntas del alumnado sobre su entorno en continuo cambio.

Obtención de los Datos Landsat

Es posible que su centro educativo haya recibido ya más de una imagen Landsat; sin embargo, este protocolo requiere que las dos imágenes a comparar estén georreferenciadas y hayan sido adquiridas en la misma época del año. Se pueden pedir a GLOBE parejas de imágenes contactando con la Coordinación Nacional o con el Equipo de Ayuda de GLOBE. Antes de solicitar las imágenes el centro debe realizar el *Protocolo de Creación de Mapas de Cobertura Terrestre con la Computadora* y haber mandado el informe de mediciones de, al menos, 10 sitios de muestreo de cobertura terrestre a GLOBE.

Complemento para el Profesorado: Por cada combinación de bandas que se utilice para investigar cambios, utilizar el menú File (Archivo) para guardar la imagen en un disquete como archivo TIFF. Si se dispone de una impresora a color, imprimir copias para compararlas con los mapas de cobertura terrestre del alumnado. El alumnado debería preparar un listado de la naturaleza de los cambios que se han detectado. Enviar copias de los mapas de cobertura terrestre, de las imágenes de cambio y un listado de cambios al Archivo de Datos de los Estudiantes GLOBE, siguiendo las instrucciones que se dan en el apartado *Cómo Enviar Fotografías y Mapas*, de la *Guía de Implementación*.

Apoyo a las Mediciones

Todos los *Protocolos de Cobertura Terrestre/Biología*.

Preparación del Alumnado

Comprender el MUC.

Implementar el *Protocolo del Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre*, al menos de 10 veces.

Realizar y comprender el *Protocolo de Creación de Mapas de Cobertura Terrestre con la Computadora*.

Estudiar y practicar la *Introducción al Programa MultiSpec* y el *Tutorial de Detección de Cambios*.

Consejos Útiles

- Cuando el alumnado observa las dos imágenes es posible que no vea ninguna zona con un cambio importante entre ellas. Esto no significa que no se hayan producido cambios, si no que los cambios son relativamente pequeños.
- Comparar una única banda Landsat entre dos años es útil para observar los cambios en diferentes tipos de cobertura terrestre. Cada banda tiene aplicaciones específicas basadas en las firmas espectrales de los diferentes tipos de cobertura terrestre.
- Si un píxel en la imagen más reciente es más brillante que en la imagen más antigua, ese píxel aparecerá en verde. Esto significa un incremento en la propiedad medida.
- Si un píxel de la imagen más antigua tiene una reflectancia alta, el rojo y el azul producirán el color magenta, indicando un descenso en la cantidad que se está midiendo de la imagen más reciente.
- Dado que una fuerte reflectancia en el visible se asocia generalmente a materiales minerales expuestos (desarrollo urbano, rocas, suelo desnudo) se puede deducir que en una combinación (1, 6, 1), las zonas en verde han sufrido un incremento en el desarrollo urbano. La banda 1 de Landsat (azul) es útil para las transformaciones realizadas por el hombre.
- Es importante tener en cuenta la época del año en que la imagen de satélite fue obtenida. La mayoría de las veces las imágenes serán de la misma época del año, aunque puede que haya algunas semanas de diferencia que sean cruciales. Por ejemplo, en una imagen es posible que las plantas no tengan todavía todas sus hojas o puede que no se hayan sembrado ciertas cosechas. En una combinación (4, 9, 4), en la que las zonas verdes en dos imágenes diferentes obtenidas en épocas diferentes del año son evidentes, existe el problema de decidir en qué medida el cambio se debe a un incremento real de la zona cultivada, y en qué medida se debe a la variación estacional. (Ver el ejemplo en las imágenes de Durham, NH, en el *Tutorial de*

Detección de Cambios.)

- Si se encuentran lugares que parecen mostrar un incremento en la vegetación en la imagen más reciente, se puede deducir con más seguridad que estas zonas representan un incremento real. Por otro lado, las zonas que aparecen en magenta en la imagen más reciente y que aparecen en verde en la imagen más antigua podrían representar zonas de descenso en la vegetación. La banda 4 de Landsat (infrarrojo cercano) es útil para zonas con vegetación.
- Pedir al alumnado que complete los nombres de los archivos que van a utilizar en sus *Guías de Campo*.

Preguntas para Investigaciones Posteriores

- ¿Qué tipo de cobertura terrestre (clase MUC) es la que más ha cambiado? ¿Cuáles son las causas para este cambio?
- En líneas generales, ¿se ha producido aumento o un descenso en la vegetación?
- Observar otras zonas de cambio. Intentar explicar por qué se han producido. ¿Se deben a que las imágenes de satélite son de épocas diferentes (por ejemplo, verano-invierno, estación seca vs estación húmeda), se deben a la influencia del ser humano, o a un gran acontecimiento ambiental (incendio, inundación, etc.)?
- ¿Cómo se puede usar esta información sobre cambios para ayudar a la comunidad?
- ¿Cómo cambiaría la imagen del satélite si se comparara con otras estaciones? ¿Cómo sería la imagen combinada?
- ¿Cómo influye la temperatura y la precipitación justo en el momento anterior a las imágenes? El alumnado deberá investigar esta pregunta.
- Si se vive en una región costera, ¿cómo influyen las mareas? Se deberá investigar las horas de marea baja y alta en las fechas de las imágenes. Recordar que las imágenes Landsat se obtienen por la mañana.

Protocolo de Detección de Cambios

Guía de Campo

Actividad

Utilizar MultiSpec para los combinar datos digitales de las dos imágenes del sitio de estudio GLOBE (adquiridas con algunos años de diferencia) en una sola imagen y analizar la imagen resultante para conocer los cambios que se han producido en los tipos de cobertura terrestre.

Qué se Necesita

- *Introducción al Programa MultiSpec y el Tutorial de Detección de Cambios*
- Programa MultiSpec
- Datos MUC de mapas de tipos de cobertura terrestre previos.
- 2 imágenes Landsat TM de 512 x 512 píxeles del sitio de estudio GLOBE de 15 Km x 15 Km (disquetes proporcionados por GLOBE), una reciente y la otra unos años anterior).
- Computadora.

Qué Hacer

1. Comparar las imágenes Landsat TM de las dos fechas. ¿Qué diferencias se pueden observar entre ellas?
2. Ejecutar el programa MultiSpec en la computadora.
3. Desde el menú **File** (Archivo) seleccionar **Open Image** (abrir imagen).
4. Seleccionar y abrir la imagen más antigua del sitio de estudio. El archivo se llama _____. Seguir las indicaciones por defecto del *Tutorial de Detección de Cambios*.
5. Seleccionar y abrir la imagen más reciente del sitio estudio GLOBE. El archivo se llama _____. Hacer clic el recuadro **Link to Active File** (Conexión Archivo Activo).
6. Dar formato, nombrar y guardar la nueva imagen (llamada _____) usando las directrices del *Tutorial de Detección de Cambios*.
7. Abrir la imagen más reciente y seguir las instrucciones del *Tutorial de Detección de Cambios* para guardar las estadísticas.
8. Examinar la imagen en busca de cambios según las instrucciones del *Tutorial de Detección de Cambios*.
9. Guardar la imagen de cobertura terrestre (1, 6, 1) y la imagen de la vegetación (4, 9, 4) utilizadas para la comparación como archivos TIFF. Seguir las indicaciones del profesor para enviar los datos a GLOBE.

Observación de los Datos

¿Son razonables los datos?

Después de crear la imagen de detección de cambios en la cobertura terrestre, se habrá llegado a algunas conclusiones sobre qué tipos de cobertura terrestre han experimentado incrementos o disminuciones en el tiempo entre las dos imágenes. Cambios en la cobertura terrestre cambian tanto en el tiempo como en el espacio. Algunos de estos cambios, como el proceso de sucesión en las áreas arboladas, son naturales. Otros, son “antropogénicos”, es decir, producidos por el hombre. Para determinar si estos cambios aparentes son razonables, utilizar los datos que se han recogido en el *Protocolo del Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre*. Los sitios de muestreo de cobertura terrestre que se han visitado serán de ayuda para determinar la precisión de los mapas de cobertura terrestre. Si se necesitan más datos de los que se dispone, simplemente aplicar el protocolo para obtenerlos.

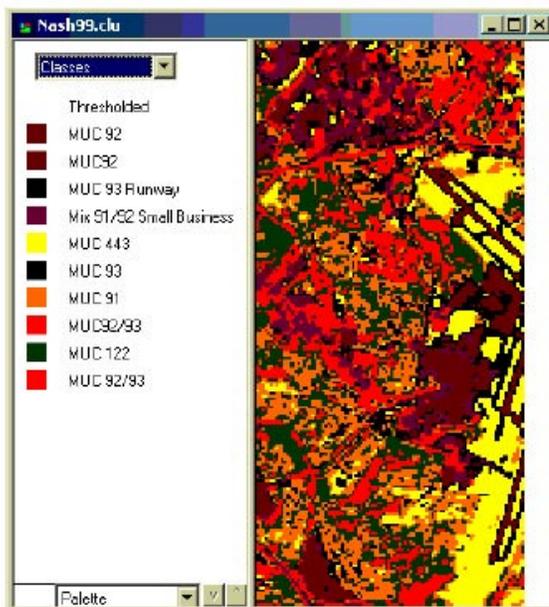
Por ejemplo, si la imagen de cambios parece mostrar un gran incremento de la zona urbana en el sitio de estudio GLOBE, se necesitará visitar estas áreas para determinar si este es realmente el caso. Recordar que algunos tipos de cobertura parecen muy similares en las imágenes Landsat. Las nubes, la arena de la playa y las zonas muy urbanizadas pueden parecer casi idénticas, y pueden no distinguirse bien. Dado que el sitio de estudio GLOBE es conocido, se debe utilizar la propia familiaridad con el área para determinar si los cambios que se muestran son razonables.

¿Qué buscan los científicos en estos datos?

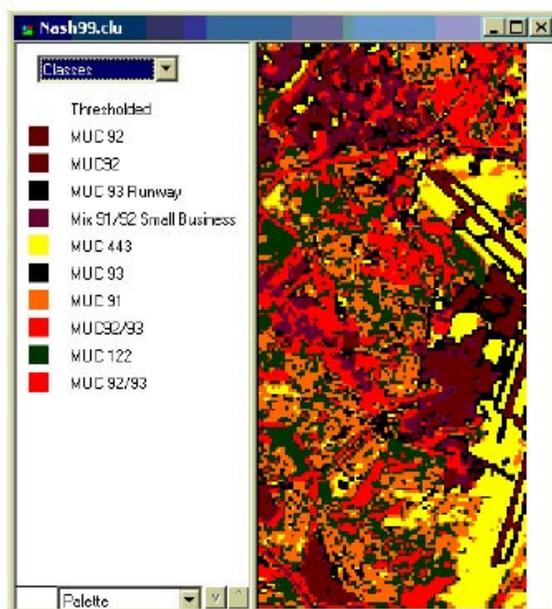
Los científicos que estudian el ambiente utilizan los datos de cobertura terrestre para ayudar a desarrollar modelos informáticos lo más completos posibles, los mismos que se aplican desde temas como la circulación atmosférica hasta la captación del carbono por los distintos componentes del ambiente. A menudo, las imágenes de satélite se utilizan para determinar la cobertura terrestre. Si estas imágenes no están actualizadas no serán una fuente precisa para los modelos. Además, generalmente los científicos deben estimar los tipos de cobertura terrestre sin visitar el área en cuestión. Los datos sobre cambios en la cobertura terrestre pueden ayudar a los científicos a poner a punto sus modelos. Estos datos son también muy valorados para quienes se encargan del planeamiento urbanístico, quienes no siempre pueden ver el cambio a tan gran escala. Para entender adecuadamente lo que ha ocurrido, y ayudar a pronosticar lo que puede todavía ocurrir, los científicos necesitan conocer qué cambios se han producido y cuánto tiempo se ha necesitado para esos cambios. A partir de estos datos se pueden calcular tasas de cambio. Las tasas y la dirección de los cambios ayudan a pronosticar qué puede ocurrir a continuación.

Ejemplo de Investigación de los Estudiantes

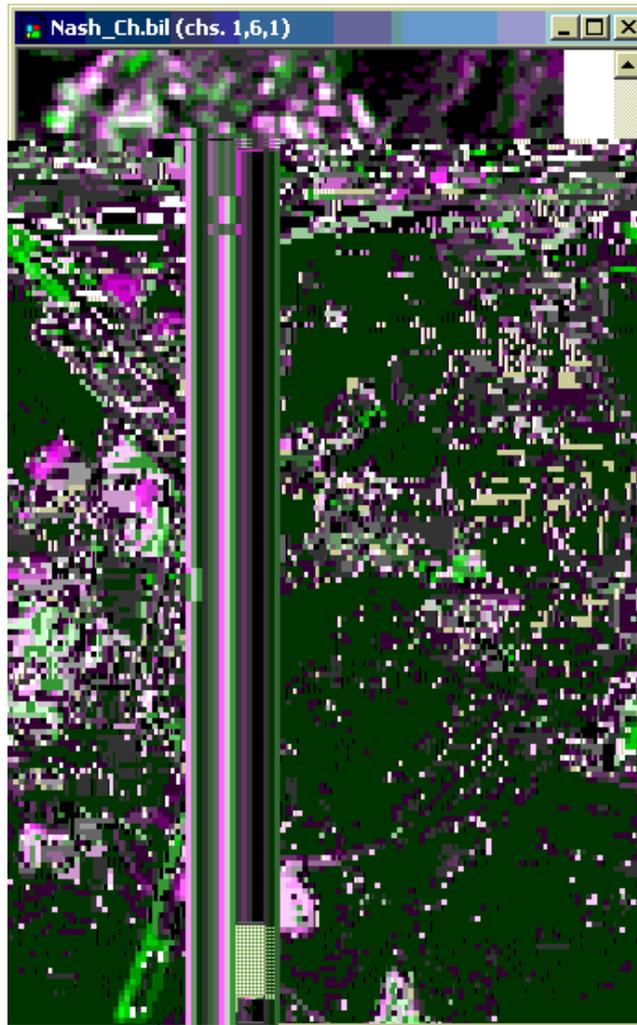
El alumnado del área de Nashville, Tennessee, está investigando el cambio en el tiempo en los alrededores del Aeropuerto Internacional de Nashville. Sabían que en lapso de tiempo transcurrido entre las imágenes del Landsat 5 y 7, las pistas de aterrizaje se habían alargado. Este grupo creó un mapa de cobertura terrestre con el ordenador de una parte de su imagen de 1992 que incluía el aeropuerto.



A continuación crearon un mapa de su imagen de 1999 de la misma área.



Examinando estos mapas, estaban seguros de que se había producido un incremento significativo en la zona del aeropuerto en el tiempo transcurrido entre ambas imágenes. Utilizaron el *Tutorial de Detección de Cambios* para crear una imagen de cambios.



El grupo encontró que esta imagen indicaba un desarrollo en el aeropuerto. Podían ver el cambio representado como áreas en verde en los extremos de las pistas de aterrizaje. También observaron que allí había otras áreas verdes, es decir, de cambio. Pensaron que esto podría indicar sitios de desarrollo urbanístico. Sabían que las áreas de color magenta sugerían sitios donde se podría haber producido un descenso en el desarrollo de algún tipo de cobertura terrestre. El MUC 91 (áreas residenciales) mostraba esto. El grupo se preguntaba si esto era debido a los árboles plantados alrededor de las casas y decidieron que debían visitar el lugar para confirmar sus ideas.

Protocolo de Combustible Vegetal



Objetivo General

Medir los diferentes tipos de combustibles (ramas muertas, troncos, arbustos y árboles) que puedan alimentar incendios en los sitios de muestreo de cobertura terrestre.

Visión General

En un sitio de muestreo de cobertura terrestre homogéneo, se medirá la cobertura y la altura de los árboles, arbustos y herbáceas. Con ayuda de una brújula y cinta métrica se caminará a lo largo de transectos y se contarán los diferentes tamaños de los distintos tipos de combustibles leñosos caídos. Se utilizará el clinómetro para medir la pendiente total del sitio, así como la pendiente de cada transecto.

Objetivos Didácticos

Aprender los diferentes tipos de materiales orgánicos vivos y muertos que pueden convertirse en combustible en incendios forestales.

Conceptos Científicos

Ciencias Físicas

Los objetos poseen propiedades visibles que se pueden medir por medio de herramientas.

Ciencias de la Vida

Los ecosistemas demuestran la naturaleza complementaria de estructura y función.

Geografía

Los procesos físicos dan forma al entorno.

Habilidades de Investigación Científica

Identificar preguntas y respuestas.

Diseñar y llevar a cabo investigaciones científicas.

Usar las matemáticas apropiadas para analizar datos.

Desarrollar descripciones y explicaciones basadas en la evidencia.

Reconocer y analizar explicaciones alternativas.

Compartir procedimientos y explicaciones.

Tiempo

2-3 horas sin incluir los desplazamientos.

El tiempo en el campo disminuirá con la experiencia.

Nivel

Medio y secundaria.

Frecuencia

Recogida de datos una vez en cada sitio.

Sería conveniente tener múltiples sitios de combustible vegetal.

Materiales y Herramientas

Hoja de Datos de GPS

Guía de Campo de GPS

Hoja de Datos del Sitio Central del Combustible Vegetal.

Guía de Campo del Sitio Central del Combustible Vegetal.

Hoja de Datos de Mediciones en Transectos del Combustible Vegetal.

Guía de Campo de Mediciones en Transectos del Combustible Vegetal

Guía de Campo MUC y/o Glosario de Términos MUC

Hojas de Datos y Guías de Campo de Biometría y Protocolos del Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre de la Investigación de Cobertura Terrestre/Biología

GPS y brújula.

Estacas de madera.

Cinta métrica flexible de, al menos, 30 metros.

Clinómetro.

Cámara

Guías de árboles.

Tacos de madera de 0,5-0,65 cm

Tacos de madera de 2,5 cm

2 reglas transparentes milimetradas

Metro de madera

Paleta.

Carpeta.

Lápices o bolígrafos.

Banderitas

Imagen Landsat, mapa topográfico y otros mapas de la zona (opcional).

Preparación

Localizar un Sitio de Combustible Vegetal.

Practicar la utilización del *Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre* y los *Protocolos de Biometría* de la *Investigación de Cobertura Terrestre/Biología*

Conocer los diferentes tipos de combustibles.

Protocolo de Combustible Vegetal – Introducción

¿Por Qué Medir los Combustibles en los Sitios de Muestreo de Cobertura Terrestre?

Durante miles de años los incendios han dado forma a las zonas naturales en muchos sitios de todo el mundo. Pero estos incendios pueden ser muy distintos. Por ejemplo, los incendios devoran praderas cada año, mientras que ciertos bosques y humedales han escapado a los fuegos durante siglos. En los bosques, los incendios pueden quemar sólo hierbas y sotobosque, o quemar casi todos los árboles. Los incendios pueden producir un mosaico de árboles quemados por el fuego y zonas sin quemar debido a cambios al azar de la dirección del viento u otras condiciones (Brown y Smith, 2000). Las consecuencias del fuego son impredecibles y diferentes para cada planta y cada población animal.

Muchas especies de animales y plantas continúan sobreviviendo durante miles o millones de años aunque sus ecosistemas sean periódicamente arrasados por el fuego, y algunas especies incluso prosperan cuando su hábitat se quema en intervalos periódicos. No es sorprendente que algunas plantas y animales hayan desarrollado rasgos que les permitan aprovecharse del fuego para reproducirse con éxito o competir con otras especies (Miller, 2000). Algunas plantas y animales salvajes sufren si se elimina el fuego de sus hábitats. En estos ambientes, los gestores de terrenos tratan a menudo de reintroducir incendios y aprovecharse de ellos para beneficiar a la tierra. Los programas profesionales que incluyen la prevención de incendios, la extinción de fuegos donde pueden causar daño, y su utilización cuando pueden beneficiar a los suelos se denominan gestión de incendios.

Los científicos que estudian los incendios naturales llaman a toda la materia orgánica de origen vegetal que hay sobre el suelo combustible vegetal. La cantidad y el tipo de combustible ayuda a determinar la extensión y la rapidez con la que el fuego se propaga, y la proporción de plantas vivas y muertas que se queman. Las mediciones del alumnado ayudarán a los científicos a realizar mejores modelos para calcular el riesgo de incendio. Estos modelos podrían salvar vidas, proteger propiedades y mejorar la gestión de

incendios. Asimismo, los datos se pueden usar para valorar mapas detallados de combustible creados a partir de imágenes de satélite.

Además, las mediciones se pueden utilizar para otros tipos investigación y gestión. Por ejemplo, los cálculos de biomasa viva y muerta son muy importantes para entender los ciclos del carbono, del agua y de los nutrientes. El humo y carbono liberados a la atmósfera se pueden calcular a partir de los datos de combustible vegetal. Se pueden crear mapas de hábitats de animales, aves, anfibios e insectos, que utilizan ramitas caídas (materia vegetal muerta).

¿Qué son los Combustibles Vegetales?

Combustible vegetal es aquella biomasa orgánica sobre el suelo que puede alimentar un incendio natural. Los combustibles se clasifican en vivos o muertos, leñosos o herbáceos, y por su tamaño. Las clases de combustible utilizados en este protocolo se muestran en la Tabla CV-1.

Se clasifican los combustibles en vivos o muertos según el contenido de humedad. La humedad juega un papel importante en el comportamiento del fuego. Se considera combustible vivo las plantas vivas que toman agua del suelo, cuyo contenido en humedad suele ser muy alto. Los combustibles muertos ya no producen nutrientes ni absorben agua, por lo que su contenido en humedad depende de las condiciones atmosféricas.

Los combustibles vivos se dividen en árboles, arbustos y herbáceas. Los arbustos incluyen todas las plantas leñosas, también árboles jóvenes, que pueden arder en un incendio. Los combustibles herbáceos incluyen aquellas plantas no leñosas, tales como hierbas y helechos. Según la definición MUC (ver *Investigación de Cobertura Terrestre/Biología*) los árboles son la vegetación leñosa que supera los 5 metros de altura.

Los combustibles muertos pueden ser partes de plantas vivas o materia orgánica muerta que se encuentre sobre el suelo. Los combustibles leñosos muertos son los que más influyen en la propagación y el comportamiento del fuego. Estos combustibles leñosos caídos al suelo se dividen en tamaños según el diámetro de cada elemento (Tabla CV-1). Estas clases en función del diámetro se crearon para describir el tiempo que tarda el elemento leñoso en secarse. Otros combustibles muertos pueden ser partes muertas suspendidas de árboles, arbustos o hierbas vivos. El peso o masa de combustibles vivos o muertos por unidad de área se

(por ejemplo, Kg/m²) se denomina carga, y la carga de combustible es uno de los datos más importantes que se pueden obtener.

Comportamiento y Efectos del Fuego

El comportamiento del fuego es la forma en la que reacciona un fuego en sus alrededores. El comportamiento del fuego depende del “ambiente del fuego”, un término utilizado para describir el tipo y la cantidad de combustibles presentes, el clima y la topografía de una zona. Las características de comportamiento del fuego más comúnmente utilizadas son la propagación del fuego (la rapidez de propagación), y la intensidad del fuego (la altura de las llamas). Algunas veces,

incluso los fuegos más intensos no tienen un gran impacto en el ambiente, y otras las llamas más pequeñas pueden destruir muchas plantas. El término “efectos del fuego” se usa para describir el daño o alcance de un incendio sobre la biota. También, el término “severidad del fuego” es el daño que el calor generado por el fuego puede causar en los organismos vivos sobre y bajo el suelo. Los incendios poco severos destruyen poca fauna y flora, pero pueden poseer una alta intensidad y un ritmo de propagación muy altos. El comportamiento potencial del fuego y sus efectos no se pueden predecir sin una descripción exacta de los combustibles.

Tabla CV-1: Tipos de combustibles y tamaños utilizados en la gestión de incendios. Clases de combustibles usadas en este Protocolo. Los diámetros de las maderas caídas generalmente hacen referencia al tiempo medio que se necesita para que la madera se seque.

Tipo de Combustible	Tamaño (diámetro de la ramita, rama, o tronco)	Descripción
Follaje de la copa	Cualquiera	Follaje vivo o muerto de las copas, incluyendo hojas anchas o aciculares
Ramas de las Copas	0 a 3 cm	Ramas vivas y muertas de las copas de los árboles
Arbustos - Vivos	Cualquiera	Plantas leñosas vivas - árboles y arbustos vivos menores de 2 metros de alto.
Arbustos - Muertos	Cualquiera	Materia leñosa muerta suspendida sobre el suelo. Esto incluye árboles y arbustos menores de 2 metros de alto.
Herbáceas - Vivas	Cualquiera	Plantas herbáceas vivas, hierbas, juncias, helechos, líquenes.
Herbáceas - Muertas	Cualquiera	Partes de plantas herbáceas muertas sobre el suelo.
Hojarasca	Ninguno	Acículas, hojas y corteza recientemente caídas.
Humus (materia)	Ninguno	Materia orgánica parcialmente descompuesta por debajo de la hojarasca
Madera leñosa caída	0 a 1 cm	Tarda una hora en secarse, ramas pequeñas y grandes
	1 a 3 cm	Tarda 10 horas en secarse, ramitas y ramas
	3 a 8 cm	Tarda 100 horas en secarse, ramas.
	Más de 8 cm	Tarda 1000 horas o más en secarse, ramas y troncos.

Apoyo al Profesorado

Selección del Sitio: Cuándo y Cómo

Las mediciones se toman en un área homogénea de cobertura terrestre de un tamaño de, al menos, 90 x 90 metros. Para mayor información ver *Investigación de Cobertura Terrestre/Biología*. Los combustibles generalmente se correlacionan con la comunidad vegetal y con la topografía del lugar. Es mejor limitar el muestreo de combustibles a un área que tenga una vegetación de características similares, junto con similar pendiente, orientación y altitud. La orientación es la dirección general de la pendiente del sitio de muestreo. Esta área homogénea se denomina parcela en ecología o silvicultura. Las características de la parcela pueden cambiar incluso en distancias muy cortas, a veces en 3 ó 5 metros. Realizar mediciones en el sitio que mejor represente las condiciones de la parcela en lo referente a vegetación viva (especies, estructura de las plantas, tamaño de las plantas, densidad de la cobertura), historia (tocones, troncos quemados, rastros de incendios), características del suelo (carga de combustible, profundidad de hojarasca), y la topografía (pendiente, orientación, altitud).

El protocolo requiere medir la cobertura vegetal. Por ello, la mejor época para realizar este protocolo es cuando las hojas ya han salido.

Procedimientos de Medición

El muestreo en el *Protocolo de Combustible Vegetal* se divide en dos partes. Un grupo de mediciones se realiza en una parcela central de 30 x 30 metros, y un segundo conjunto de mediciones se realiza a lo largo de transectos que se encuentran fuera de esta parcela. Para el primer grupo, se seguirá el *Protocolo del Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre* y el *Protocolo de Biometría* de la *Investigación de Cobertura Terrestre/Biología*. Además, se anotará la pendiente, la orientación, y la altura media de la vegetación leñosa de la parcela y la altura de la copa los árboles. Para el segundo conjunto de mediciones se seguirá el *Protocolo de Combustible Vegetal en Transectos*. Las mediciones de Ecología del fuego se pueden realizar en tipos de cobertura terrestre naturales (MUC 0, 1, 2, 3, 4, 5, y 6) excepto en aguas abiertas (MUC 7).

Hay dos versiones de la guía de campo: una guía de preparación en el aula más descriptiva y

una guía de campo más breve. La guía de preparación en el aula proporciona más información sobre cómo realizar las mediciones, y el alumnado puede utilizar esta versión para practicar y familiarizarse con las mediciones. La otra versión proporciona una lista de instrucciones breves para utilizar en el campo.

Se utilizan las direcciones verdaderas (puntos cardinales) en vez de las direcciones magnéticas de la brújula. Ver la *Investigación de GPS* para aprender como corregir la desviación magnética en la zona.

Marcar la cinta métrica con colores brillantes o con banderitas a los 5 metros, 7 metros 10 metros, 15 metros y 25 metros, para poder identificar fácilmente la posición en el transecto cuando se recojan muestras.

Unir un clavo de 8-10 cm al extremo de la cinta métrica con cuerda o alambre, y asegurarse de que la cinta no se mueve. Clavar el clavo en el suelo en el comienzo del transecto. El clavo debe ser lo suficientemente corto para que se pueda sacar del suelo tirando desde el otro extremo de la cinta de 25m, y suficientemente largo para que la cinta no se desplace o se suelte con el más ligero tirón. Usar un clavo permite que una persona sola pueda realizar el muestreo de combustibles. Una vez que la persona ha recorrido todo el transecto, simplemente puede tirar del extremo de la cinta para sacar el clavo y comenzar con el siguiente.

Organización del Alumnado

Se puede dividir al alumnado en dos grupos principales (uno para la parcela central y el otro para los transectos) y asignar responsabilidades a cada grupo. Existen guías de campo individuales y hojas de datos para las mediciones de la parcela y para las mediciones detalladas de los transectos. Se recomienda que los grupos para los transectos sean de dos o tres personas. Un número superior puede suponer mayor pisoteo del lecho de combustibles, lo que puede hacer que las mediciones sean imprecisas. Una persona sola podría realizar estas mediciones, pero le será difícil recoger todos estos datos hasta que se familiarice con el método.

Cada equipo deberá disponer de dos tacos de madera de diferente diámetro. El primero es de 0,5-0,65 cm. Se utilizará determinar los diámetros de la clase de 0-1 cm (combustibles de 1 hora). El segundo será de 2,5 cm de diámetro, para medir el

diámetro de la clase de 1 – 3 cm (combustibles de 10 horas). Ver la Tabla CV-1.

Conexiones con Otros Protocolos

Cobertura Terrestre/Biología: Para realizar el *Protocolo de Combustible Vegetal* el alumnado necesitará realizar el *Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre* y los *Protocolos de Biometría*.

Cómo Contar el Combustible Vegetal

El siguiente recuadro ilustra un método fácil para contar combustibles vegetales a lo largo de los transectos. En lugar de ir contando mentalmente y anotar la cantidad final, intentar utilizar un método de anotaciones donde se escriba un punto por cada combustible encontrado. Los puntos se disponen de tal manera que formen cuatro esquinas de un cuadrado. Cada punto es uno de los 4 vértices, como se muestra más abajo.



Después, cada combustible adicional se anota como una línea que conecta los puntos. El total en este dibujo es 8 unidades de combustible.



Una unidad más se anotaría con una línea en el centro del cuadrado, de manera que con dos unidades más se tendría la siguiente figura:



Cada cuadro completado representa 10 unidades de combustible vegetal encontradas de esa clase de tamaño.

Atmósfera: El potencial para fuego se relaciona con las condiciones atmosféricas, tales como la temperatura y la precipitación.

Fenología: Las cantidades de materia viva o muerta dependen de la época del año, particularmente si existe un patrón estacional claro de sequía y humedad, o estaciones frías y cálidas en la zona.

Consejos Útiles

Colocar las *Hojas de Datos* cumplimentadas en fundas de plástico en el campo ayudará a evitar que se mojen o ensucien.

Preguntas para Investigaciones Posteriores

¿Son comunes los incendios en la zona? Si es así, ¿qué adaptaciones presentan las plantas y los animales en estos ambientes?

¿En qué época del año hay más incendios en la zona? ¿Por qué?

¿Existen tipos de cobertura terrestre más susceptibles a los incendios?

Después de un incendio, ¿qué tipos de plantas son las primeras en crecer?

Guía de Preparación en el Aula para la Medición de Combustibles en la Parcela Central

Visión General

En un área homogénea de 30 m x 30 m se realizan un conjunto de mediciones, al igual que las que se describen en la *Investigación de Cobertura Terrestre/Biología*. Estas mediciones describen las características generales de la parcela en su conjunto. Un segundo grupo de mediciones de combustibles se realizan en varios transectos alrededor de la parcela central. Estas mediciones a escala más detallada describirán la carga de combustible, la cobertura de arbustos y herbáceas vivas y muertas, así como la profundidad de hojarasca y humus.

En el Campo

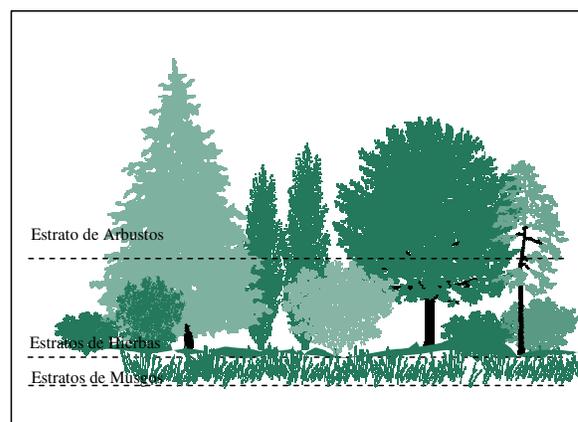
Parcela Central de 30 x 30 metros

1. Realizar los *Protocolos del Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre* y de *Biometría*. Calcular la longitud, la latitud y la altitud con un GPS, tomar fotografías e identificar la clase MUC. Realizar todas mediciones de biometría: cobertura vegetal y del suelo, altura de árboles y arbustos, así como la identificación de especies dominantes y codominantes de árboles y arbustos.
2. Calcular la orientación del sitio. La orientación es la dirección principal de la pendiente del sitio. Esto se mide situándose perpendicularmente a la pendiente del sitio mirando hacia la cima de la pendiente. Medir la dirección con la brújula (1-360 grados). Asegurarse de anotar las direcciones verdaderas, no las magnéticas. Un valor de orientación de 0 se introduce en sitios llanos, sin pendiente. 360 grados indica norte verdadero.
3. Trabajar con algún compañero que sea de la misma estatura. Medir el ángulo de la pendiente del sitio, dirigiendo el clinómetro pendiente abajo a 25 metros. Mirar a través del sorbete del clinómetro y localizar los ojos del otro compañero. Anotar el ángulo en la *Hoja de datos de mediciones de combustible vegetal en transectos*. Si se está mirando pendiente abajo, girar el clinómetro y localizar los ojos

del compañero y anotar el ángulo. A continuación, mirar hacia arriba y repetir el proceso. Anotar el segundo valor de pendiente.

4. Calcular la altura media de la parcela. Esta altura media será la altura media de todos los árboles o arbustos del estrato arbóreo dominante. La cobertura del bosque está compuesta de capas o estratos que se definen por las alturas de los árboles y arbustos asociados.

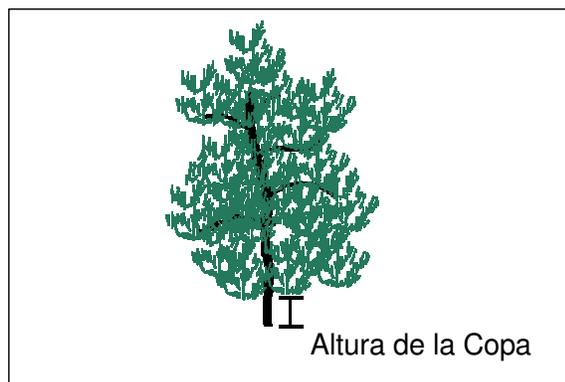
Figura CV-1: Muestra de Estratos de Vegetación de una Comunidad Forestal



Se necesita por lo menos un 10% de cobertura de leñosas para definir un estrato. Algunas veces el estrato dominante está compuesto por árboles y arbustos de alturas variables. Se puede calcular esto con la vista. Para un mejor cálculo se puede utilizar el clinómetro o la cinta métrica para medir la altura de unos cuantos árboles o arbustos del estrato dominante. Si los árboles o arbustos que ya se han medido son del estrato dominante, calcular entonces la altura media de la parcela a partir de estas mediciones.

5. Calcular la altura media de las copas. La altura media de las copas es la altura media hasta la base de las copas vivas del estrato arbóreo / estrato arbustivo más bajo (es decir, desde el suelo hasta la base de la copa de los árboles o arbustos más bajos). De nuevo, es necesario que al menos haya un 10% de cobertura para considerarse un estrato. Ya que las alturas de las copas son muy variables, se debería medir y anotar la altura de la base de las copas de todos los árboles/arbustos de la capa más baja, y luego calcular la media. Si las copas se encuentran cerca del suelo, utilizar un metro

Figura CV-2: La altura de la copa es la distancia del suelo a las primeras ramas



de madera o una cinta métrica flexible para medir la altura de las copas. Para árboles más altos usar el clinómetro para medir la altura de las copas siguiendo el método descrito en la *Investigación de Cobertura Terrestre/Biología*. Algunas veces, las copas de los árboles/arbustos tocan el suelo, y si hay más de un 10% de cobertura de árboles y arbustos que toca el suelo la altura de la base de la copa será cero y se anotará cero en la *Hoja de Datos de Medición de Combustible en la Parcela Central*.

6. Anotar cualquier comentario que pueda ser relevante para los datos de combustible. Incluir la historia de la parcela (pastoreo, incendios, evidencia de tala de árboles), circunstancias inusuales (plagas de insectos o epidemias), y problemas con el muestreo (pendiente muy pronunciada para caminar por ella). Describir de forma general la localización del sitio. Incluir estimaciones de distancias a carreteras, pistas, y ríos, y anotar nombres de lugares que puedan ser relevantes.

Mediciones Detalladas en Transectos

Visión General

El número de transectos en los que se realizan mediciones pueden variar de 3 a 7, dependiendo de cuantos elementos combustibles se encuentren en ellos.

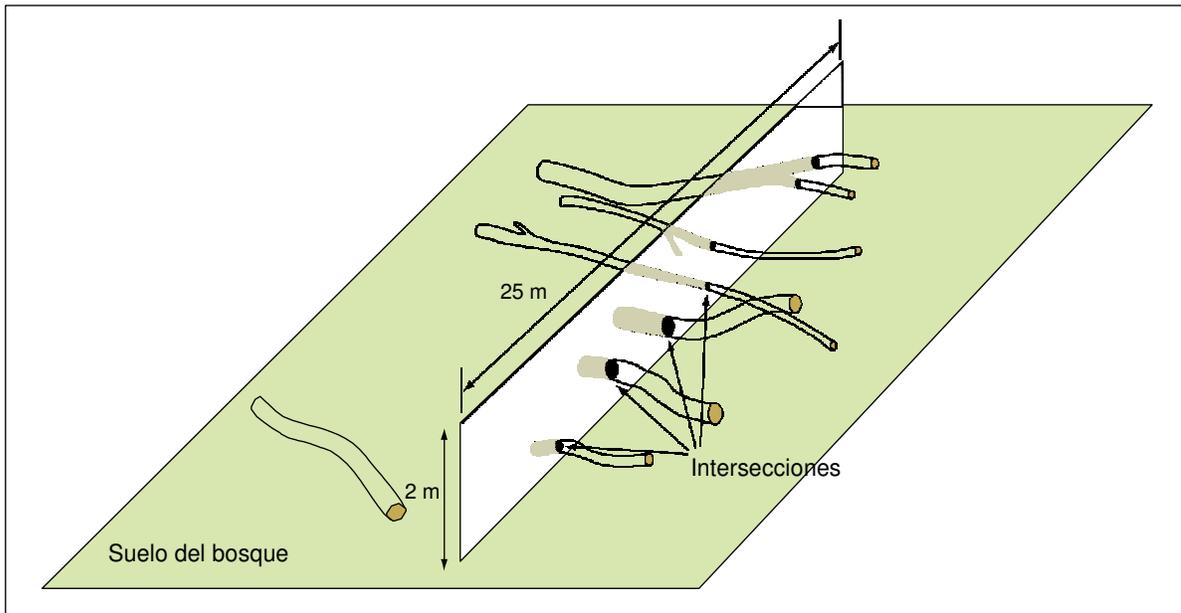
Esta metodología de transectos se basa en un planteamiento que fue utilizado por primera vez por Van Wagner (1968) y mejorado después por Brown (1974). Este procedimiento utiliza un método de muestreo para contar todos los elementos de combustible leñoso caídos (Figura CV-3). El muestreo comienza en la superficie del suelo y se extiende perpendicularmente hasta 2 metros sobre el suelo. Todos los elementos combustibles leñosos caídos (ramitas y ramas) que se encuentren en este plano serán contados. Imaginar un panel de cristal que se extiende 2 metros hacia arriba desde el suelo donde todas las ramas o ramitas que corte el cristal serán contabilizadas (Figura CV-3). Colocar una cinta métrica flexible sobre el suelo, que será la base del plano de muestreo que se extenderá hasta 2 metros de altura. Dado que el suelo generalmente no es llano, la parte superior del plano de muestreo oscilará con la topografía de la superficie del suelo. El combustible leñoso caído que se encuentre en el plano de muestreo se contabilizará en cuatro clases de tamaño: de 0 - 1 cm de diámetro, de 1 - 3 cm, de 3 - 8 cm, y más de 8 cm de diámetro (Tabla CV-1).

En el Campo

Parte 1: Mediciones Realizadas Entre las Marcas de 5 y 15 Metros a lo Largo del Transecto.

1. Introducir el clavo unido al extremo del cero de la cinta métrica en el suelo, cerca de la banderita que marca el centro. Todos los transectos de medición del combustible tienen 25 m de largo, pero las intersecciones de combustible (donde ramitas y ramas cruzan el transecto) se contarán desde los 5 a los 25 metros. Los primeros 5 metros no se tienen en cuenta para evitar un pisoteo excesivo del lecho del combustible, cerca del centro. La cinta métrica se extenderá en dirección Este (90° azimut desde el centro del sitio). No hay que nivelar la cinta métrica, ya que se considera que los combustibles están en pendiente más que en zonas llanas. Se puede sujetar el otro extremo de la cinta métrica (más allá de la marca de los 25 metros) a un árbol.

Figura CV-3: Distancias Importantes en la Línea del Transecto para las Mediciones de Combustible

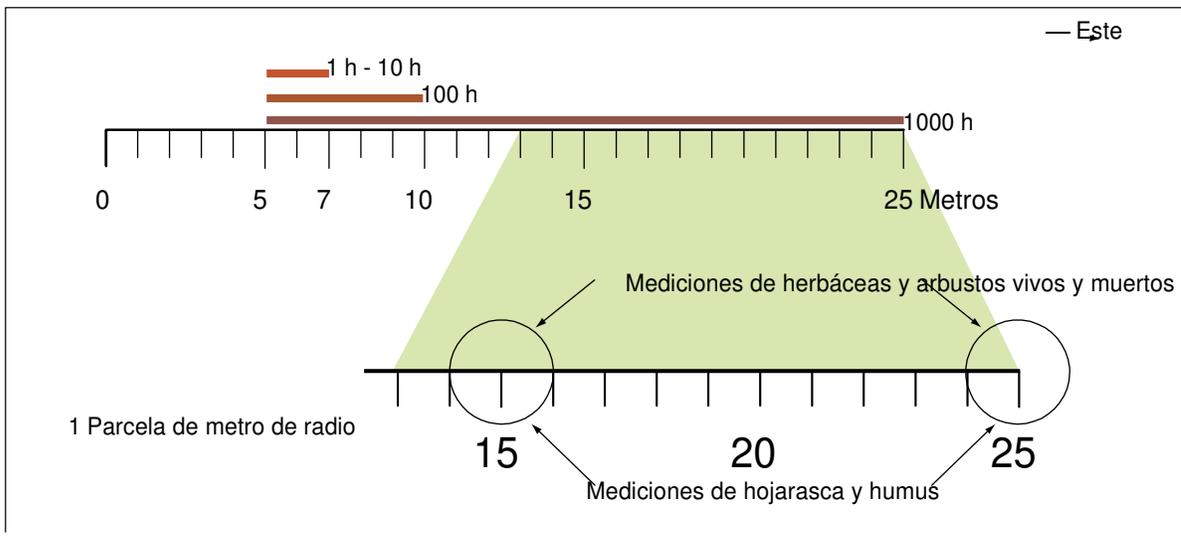


o a un arbusto, o anclarla ligeramente al suelo con otro clavo. Mantener la cinta tan tensa y recta como sea posible. Se puede unir otro clavo al extremo de los 30 metros de la cinta, para evitar que se enrolle rápidamente al terminar. Tener cuidado de no mover con la cinta ningún combustible a lo largo de toda la cinta métrica, especialmente entre las marcas de 5 y 10 metros. Mucha gente tiene tendencia a arrastrar los pies a lo largo de la línea y mover los elementos combustibles leñosos caídos.

La figura CV-4 muestra donde se realizan las mediciones de combustible a lo largo de cada transecto.

- Desde la marca de 5 metros a la de 7 metros, muestrear todos los elementos combustibles que crucen el plano de muestreo: las ramitas de 0 – 1 cm, las ramitas y las ramas de 1 a 3 cm, las ramas de 3 a 8 cm y los troncos de más de 8 cm.
- Desde la marca de 7 metros a la de 10 metros, contar sólo las ramas de 3 a 8 cm y los troncos de más de 8 cm.
- Desde la marca de 10 m hasta los 25 metros contar sólo los troncos de más de 8 cm.

Figura CV-4:



2. Trabajar con un compañero/a que sea de aproximadamente de la misma estatura. Permanecer al principio del transecto. El compañero/a se situará en la marca de 25 m. Mirar a través del sorbete del clinómetro y localizar los ojos del compañero/a. Anotar el ángulo en la *Hoja de Datos de Mediciones del Transecto*. Si se está mirando pendiente abajo, dar la vuelta al clinómetro, localizar los ojos del compañero y anotar el ángulo.
3. Caminar hasta la marca de 5 metros de la cinta y empezar a contar el combustible de leñoso caído que corte la cinta (intersección con ella). La figura CV-4 muestra la estrategia de recogida de muestras.

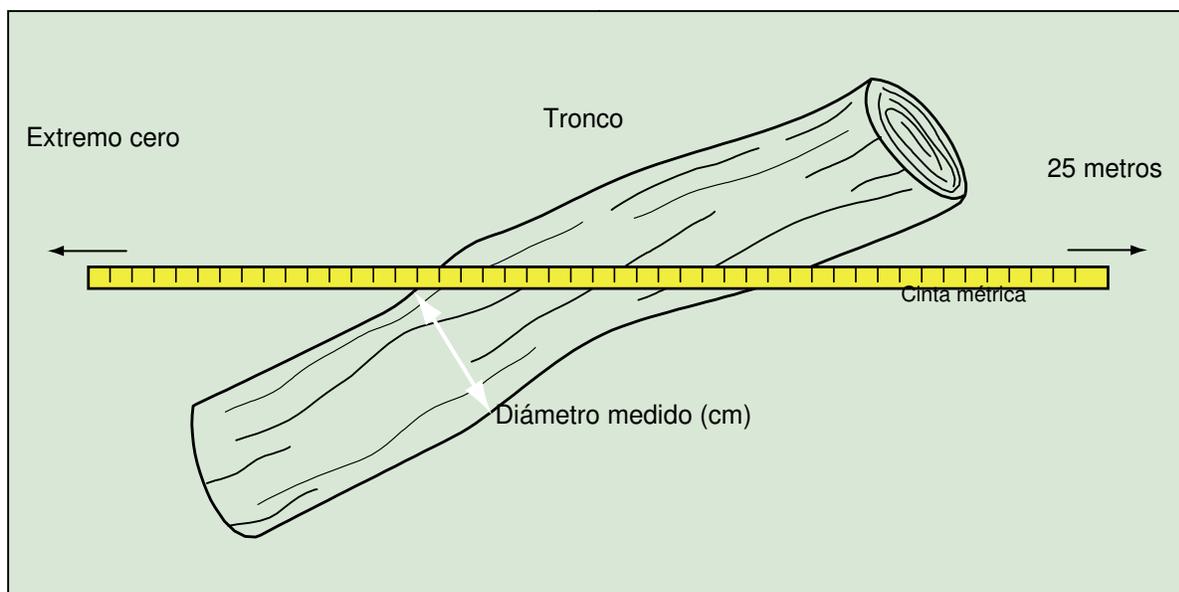
Medir el combustible es muy sencillo. Todo lo que hay que hacer es contar el número de elementos leñosos caídos que crucen el plano vertical de muestreo (Ver Figura CV-3). Recordar que el diámetro del elemento combustible se determina donde éste corta el plano. Utilizar los tacos de madera para decidir el diámetro de cada elemento combustible que forme intersección con el plano. Usar la regla transparente para medir los troncos de más de 8 cm. No contar los combustibles que haya por debajo de la capa de hojarasca (enterrados en el suelo), ni los combustibles leñosos muertos que aún no hayan caído y estén unidos a una planta viva. También tener cuidado de contar sólo material leñoso. Muchos tallos de herbáceas parecen ramitas cuando están en el suelo: si hay duda partir la ramitas en dos y asegurarse de que el centro es de

madera sólida. También, hay que asegurarse de no contar hojas aciculares, especialmente las largas.

Si se trabaja en grupos de tres, cada persona puede encargarse de un tamaño de combustible, mientras recorre el transecto. Después, todos los tipos de combustible, excepto el más grande (más de 8 cm) se cuentan a la vez. Si se trabaja en parejas o individualmente, algunas veces ayuda contar solamente un tipo de combustible (por ejemplo: 0-1 cm) en primer lugar, después repetir el recorrido y contar los combustibles de 1-3cm y los de 3 -8 cm. Es especialmente útil si se tienen grandes cargas de combustible. Tener cuidado de no alterar los combustibles.

4. Medir con la mayor exactitud posible el diámetro de los troncos de más de 8 cm colocando la regla transparente perpendicular a la sección del tronco, perpendicularmente al eje largo del tronco, en el punto de intersección con el plano vertical de muestreo (Figura CV-5). Algunas veces la cinta puede estar orientada en forma casi paralela al tronco, por lo que será necesario tomar el diámetro del tronco en el primer punto de intersección más cercano al cero de la cinta métrica.
5. Medir la clase de descomposición de cada tronco caído que sobrepase de 8 cm de diámetro. Se han descrito cinco clases de descomposición para determinar las fases de descomposición de cada tronco. Estas clases son importantes porque los troncos en avanzado estado de descomposición se queman más difícilmente y no contienen tanta biomasa como los troncos en buen estado. Las

Figura CV-5: Medición del Diámetro de un Tronco en el Plano de Recogida de Muestras de Combustibles



clases 1, 2, y 3 se denominan troncos sanos porque al golpearlos no se desprende ninguna parte del tronco. Las clases 4 y 5 se denominan troncos podridos, porque al golpearlos se rompen por completo, o se desprenden partes. Registre tanto el diámetro y el tipo de deterioro del tronco en la hoja de datos de cada uno de ellos.

- La clase 1 es para troncos recién caídos que aún conservan las hojas en las ramitas, y que aún están verdes (contienen savia fresca).
- Los troncos de la clase 2 no conservan las hojas, pero todavía mantienen la corteza y la mayoría de las ramas grandes y pequeñas. Los troncos están secos y no hay signos de savia o tejidos vivos.
- Los troncos de la clase 3 no tienen corteza y han perdido casi todas sus ramas. Generalmente son de color gris, y su centro aún no se ha podrido.
- Los troncos de la clase 4 están aún algo intactos, y cuando se les golpea desprenden pequeños trozos. Hay que asegurarse de medir el diámetro del tronco antes golpearlo para determinar el tipo de descomposición. A menudo el centro de los troncos se ha podrido y la capa externa es la única parte del tronco aún algo sana.
- Los troncos de la clase 5 están completamente podridos y se rompen totalmente si se les golpea. Algunas veces es difícil identificar los troncos de la clase 5 porque están tan descompuestos que parece parte de la hojarasca y del humus. No medir los troncos de la clase 5 porque actúan más como hojarasca que como troncos cuando arden. Una forma correcta de decidir si medir o no una clase 5 es estimar si el tronco se ha reducido en más de la mitad de su diámetro original en el punto de intersección con la cinta. Si el diámetro podrido es menor que la mitad del original, no tenerlo en cuenta y no contarlos.

Nota: No medir lo siguiente:

- Ramas muertas colgando de árboles o arbustos vivos.
- Tocones y raíces, porque raramente arden en un incendio.

- Troncos que crucen el plano de muestreo por encima de los 2 metros. Estos son aquellos troncos de árboles muertos o ramas que cuelguen sobre el plano de recogida de muestras. Si están por debajo de los 2 metros anotarlos como troncos caídos, siempre que estén totalmente muertos.

6. Después de recoger los datos entre las marcas de 5 y 7 metros, caminar hasta la marca de 10 metros. Contar los troncos de entre 3-8 cm y de más de 8 cm. Medir los diámetros e identificar la clase de descomposición de los troncos de más de 8 cm.
7. Caminar hasta la marca de 15 metros. Contar los troncos de más de 8 cm. Medir los diámetros e identificar la clase de descomposición de los troncos de más de 8 cm.

Parte 2: Mediciones a Realizar en la Marca de 15 metros

8. En la marca de 15 metros calcular la profundidad de la hojarasca y del humus, y la cobertura y altura de arbustos y herbáceas vivos y muertos. La cobertura se calcula en un círculo de un metro de radio, con centro en la marca de 15 metros. Esto es lo que se va a hacer:

Primero: calcular la cobertura proyectada verticalmente de arbustos vivos en el círculo de 1 metro de radio. Los arbustos son aquellas plantas

Tabla CV-2: Clases de Cobertura

Clase de cobertura	Porcentaje
01	Menos del 1 %
03	1 a 5%
10	5 a 15%
20	15 a 25%
30	25 a 35%
40	35 a 45%
50	45 a 55%
60	55 a 65%
70	65 a 75%
80	75 a 85%
90	85 a 95%
99	95 a 100%

plantas que tienen tallos leñosos e que incluyen algunas plantas de tipo vid y árboles jóvenes y pequeños (árboles de regeneración). Comprobar las plantas para ver si poseen tallos leñosos. Utilizar las clases de cobertura de la Tabla CV-2.

Dos puntos en ese círculo los proporcionan las marcas de los 14 y 16 metros. Sin embargo, se necesitará calcular, a ojo, el radio del círculo perpendicular a la cinta. Un buen método para hacer esto es situarse directamente encima de la marca de 15 metros y extender los brazos. Asegurarse de medir esta anchura y ajustar los cálculos. Limitar el cálculo de cobertura de arbustos vivos y árboles jóvenes al límite de 2 metros.

- a. A continuación examinar los arbustos y los árboles jóvenes más detenidamente. Observar el material muerto todavía adherido a los arbustos y a los arbolitos. Esto incluye hojas muertas, ramas, flores, etc. Intentar calcular la cobertura de estas partes muertas de la planta utilizando las mismas clases de cobertura. No incluir las ramas de los arbustos que no están adheridas y que se encuentran en el suelo.
- b. Calcular la altura media de los arbustos vivos dentro del círculo. Hallar la capa de arbustos que posee la mayor cobertura (más del 50% de cobertura) y medir la altura vertical desde la parte superior de la capa de hojarasca hasta la parte superior de la capa dominante. La altura de los arbustos puede ser muy variable. Una forma rápida de calcular la altura de los arbustos es medir exactamente la altura de los tobillos, rodillas, y cintura, y así utilizar estas medidas para estimar la altura de la planta. Mejor sería medir con un metro de madera. Considerar las alturas menores de 5 cm como cero.
- c. A continuación, observar alrededor de la zona circular de 1 metro de radio y calcular el porcentaje de cobertura de suelo de plantas herbáceas vivas usando las clases de la Tabla CV-2. Incluir todos los helechos, musgos, hierbas, juncias, líquenes y otras hierbas por debajo del umbral de los 2 metros de altura.
- d. A continuación, calcular el porcentaje de cobertura de suelo de herbáceas muertas, utilizando las mismas clases de cobertura.

- e. Calcular la altura de la capa herbácea viva con el metro de madera.
- f. Calcular la altura de la capa herbácea muerta con el metro de madera.
9. Aún en la marca de 15 metros, medir el espesor de la hojarasca y del humus. La hojarasca y el humus arden de forma diferente y necesitan ser medidos para estimar de manera precisa su comportamiento durante el fuego. La hojarasca se consume por la combustión de la llamas, mientras que el humus se consume sin llama.

La hojarasca se compone de hojas recién caídas y de otras partes de las plantas, mientras que el humus está formado por materia orgánica en descomposición. En la hojarasca se pueden identificar las partes de las plantas, pero no son tan fácilmente identificables en el humus. El humus es, por lo general, húmedo, pesado, denso, y oscuro, mientras que la hojarasca tiende a estar más seca, ser menos densa y de un color más claro. No es fácil calcular donde termina la hojarasca y empieza el humus. Hacerlo lo mejor posible.

La profundidad de la hojarasca y del humus se mide en la marca de 15 metros aproximadamente a 20 centímetros a la derecha del transecto según se mira desde el cero hasta el extremo los 25 metros de la cinta, (es decir, hacia el sur de la cinta en el primer transecto). Si hay un árbol, roca o tocón a los 20 cm de distancia, realizar las mediciones a 20 cm a la izquierda del transecto. Si no hay un lugar accesible para el muestreo, escoger un lugar tan cerca de los 20 cm como sea posible que sea representativo de las características de la capa de hojarasca y de la de humus en la zona de 1 metro de radio. No alejarse más 30 cm de la marca de 15 metros a ambos lados de la cinta. Si no se encuentra un lugar adecuado para medir hojarasca y humus anotar cero para el total de la profundidad de hojarasca y humus en la *Hoja de Datos de Medición del Combustible en el Transecto*. La profundidad de hojarasca y humus puede variar mucho en una parcela, por lo que hay que estar preparado para una amplia variedad de medidas. La profundidad de hojarasca y humus aumenta en general cerca de los árboles, especialmente cerca de los troncos donde se acumulan las hojas.

Hay que asegurarse de cavar hasta la superficie mineral del suelo, porque algunas veces la capa de hojarasca y de humus es tan profunda que es difícil determinar cuándo se llega a la capa mineral del suelo. Esto es especialmente cierto cuando hay que realizar la medición de la profundidad directamente donde un tronco se ha estado descomponiendo hasta formar una capa de humus de profundidad apreciable. Si no se está seguro de cuándo comienza el suelo mineral, intentar cavar un hoyo de prueba justo debajo de la cinta (hacia el extremo del cero de la cinta métrica), para asegurarse de saber cómo es el suelo mineral y qué indica su comienzo.

- a. Utilizar una palita de jardín para atravesar la capa de hojarasca y de humus hasta llegar al suelo mineral.
- b. Colocar la capa extraída en un lado para ver el perfil de hojarasca/humus.
- c. Colocar una regla transparente junto al perfil con el extremo del cero de la regla al final del perfil. Medir la profundidad de todo el perfil. Anotar la profundidad en la *Hoja de Datos de Medición de Combustibles en el Transecto*.
- d. A continuación, mover el dedo por la regla hasta tocar la parte superior de la capa de humus. Sujetar firmemente la regla sin mover el dedo y leer en la escala de centímetros dónde señala el dedo. Anotar la profundidad de la capa de humus.

Parte 3: Mediciones Entre las Marcas de 15 y 25 Metros

10. Caminar hasta la marca de 25 metros. Contar todos los troncos de más de 8 cm de diámetro que crucen el transecto hasta una altura de 2 metros. Medir los diámetros e identificar la clase de descomposición de los troncos de más de 8 cm.

Parte 4: Mediciones en la Marca de 25 Metros

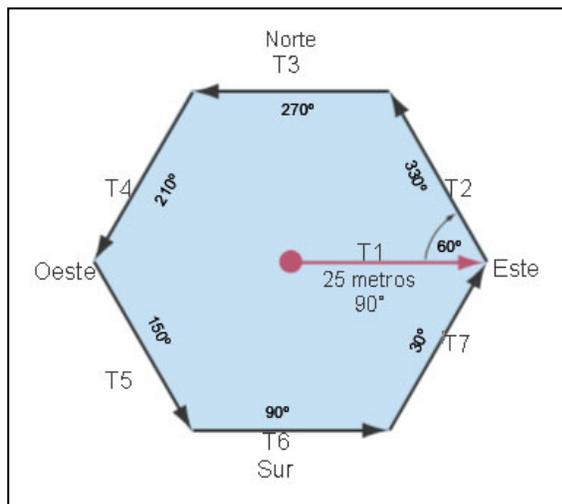
11. A 25 metros repetir los pasos 8 y 9.

Después de situarse en la marca de 25 metros y haber medido la pendiente del transecto, contado todos los elementos leñosos encontrados, calculado la cobertura y la altura de los arbustos y herbáceas vivas y muertas, haber medido la profundidad total de hojarasca y de humus entre los 15 y los 25 metros, se habrá terminado con el transecto. Se puede quitar el clavo del extremo cero de la cinta tirando de ella. No hay que preocuparse por si se altera el lecho de los combustibles del extremo de la cinta, ya que el siguiente transecto, a 60 grados de éste, empezará también en la marca de 5 metros. Comprobar de nuevo y asegurarse de haber anotado todos los datos del transecto en la *Hoja de Datos de Medición de Combustibles en el Transecto* antes de quitar la cinta. La pendiente de la sección es siempre la medida que más se olvida de anotar, así que hay que asegurarse de haberla medido y anotado.

Parte 5: Repetir las Mediciones en un Nuevo Transecto

12. El siguiente transecto (número 2 en la hoja de la parcela) se establece formando un ángulo de 60 grados con el primero, orientada en un acimut de 330 grados (Figura CV-6). Repetir los pasos 1 al 11. Se utilizará un acimut de 270 grados para el tercer transecto. Repetir los pasos 1 al 11. Si después de medir combustibles en tres transectos se tienen menos de 100 puntos de intersección de todas las clases de combustibles combinadas (0 –1 cm, 1 – 3 cm, 3– 8 cm, y más de 8 cm), hacer nuevos transectos en el orden y dirección que se muestra en la Figura CV-6, desplazándose en dirección horaria alrededor del centro de la parcela. Terminar de realizar mediciones cuando se tengan 100 intersecciones del total de clases. Sin embargo, una vez comenzado un transecto se debe terminar de realizar mediciones a lo largo de él aunque se alcancen los 100 elementos combustibles totales. Medir al menos 3 transectos para obtener 100 intersecciones y no más de 7. No continuar midiendo si después del séptimo transecto no se ha llegado a las 100 intersecciones.

Figura CV-6: Dirección y Distancias de Cada Transecto de Combustibles Establecidos en una Parcela



Preguntas Frecuentes



1. ¿Por qué hay que medir tanto las herbáceas vivas como las muertas?

La diferencia entre herbáceas vivas y muertas es arbitraria, porque depende en gran medida de la fenología y de la estación en la que se realice el muestreo.

Al fin y al cabo, la mayor parte de herbáceas morirán al finalizar la estación de desarrollo, por ello, ¿por qué distinguir entre ambas? Esto se hace en referencia a las condiciones fenológicas del sitio. Gracias a que se introduce la fecha, estos datos ayudarán a gestores de incendios a crear modelos en riesgo de incendio, que pronostiquen la fenología de la cobertura de herbáceas a lo largo de todo al año.

2. Si es difícil distinguir entre hojarasca y humus ¿Por qué intentarlo?

La hojarasca y el humus arden de forma diferente. La hojarasca se consume ardiendo con las llamas, mientras que el humus se consume lentamente. Esto es debido a que el contenido en humedad y el tipo de material que puede arder, son diferentes.

Errores de Medición Aceptables

Combustibles de 1, 10 horas	± 3 elementos de 100
Combustibles de 100, 1000 horas	± 1 elemento de 100
1000 diámetros de troncos	± 2 cm
1000 clases de tronco podrido	± 1 clase
Cobertura herbácea viva y muerta	$\pm 5\%$ de cobertura
Cobertura de arbustos vivos y muertos	$\pm 5\%$ de cobertura
Profundidad de hojarasca y humus	$\pm 0,5$ cm
Porcentaje de hojarasca que es humus	$\pm 5\%$
Altura de las copas	$\pm 0,1$ m < 2 m altura; $\pm 0,5$ m > 2 m de alto
Altura de la parcela	± 2 m > 15 m alto; $\pm 0,1$ m < 15 m alto
Densidad de la vegetación	$\pm 5\%$
Coordenadas GPS	$\pm 0,001$ grados decimales, ± 10 m coordenadas UTM
Pendiente	$\pm 3\%$
Orientación	± 5 grados
Altitud	± 30 metros

**3. Se tiene un sitio de cobertura terrestre homogéneo, pero parece que el material leñoso no está extendido de manera regular
¿Qué se debería hacer?**

Escoger un sitio que sea representativo de las condiciones de la parcela en función de la vegetación (composición de especies, estructura de las plantas, talla de las plantas, densidad de la cubierta), la historia del lugar (tocones, troncos quemados, huellas de incendios), el suelo (carga de combustible, profundidad del humus) y lo más importante, la topografía (pendiente, aspecto, altitud). Si hay variación, entonces se puede querer recoger muestras en múltiples sitios dentro de la parcela, para medir todos los tipos de variación.

4. ¿Cuál es la mejor manera de calcular la media de las alturas del estrato dominante y la base de las copas del estrato más bajo?

Si se han medido árboles o arbustos para la cobertura o para el estrato dominante se puede hallar la media de las alturas. Si no es así, se puede calcular la altura media observando el sitio sin realizar ninguna medida, o realizar mediciones de la altura de arbustos o árboles para calcular la media. Realizar suficientes mediciones hasta estar seguro en el cálculo de la altura del estrato dominante y de la altura de la base de las copas en el estrato más bajo.

Protocolo de Combustible Vegetal: Mediciones en la Parcela Central

Guía de Campo

Actividad

Describir las características generales del sitio de combustible vegetal realizando los *Protocolos del Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre* y el *Protocolo de Biometría* de la *Investigación de Cobertura Terrestre/Biología*, así como medir la pendiente, la orientación y la altura media de la parcela y la altura de las copas.

Qué se Necesita

- Hoja de Datos de Combustible Vegetal en la Parcela Central
- Hoja de Datos de GPS
- Guía de Campo de Combustible Vegetal en la Parcela Central
- Guía de Campo MUC o Glosario de Términos MUC
- Hojas de Datos y Guías de Campo para los Protocolos del Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre y de Biometría de la Investigación de Cobertura Terrestre/Biología
- Receptor GPS
- Estacas de madera o banderas
- Cinta métrica flexible, mínimo de 30 metros
- Brújula
- Clinómetro
- Guías de árboles
- Metro de madera
- Carpeta
- Lápices o bolígrafos
- Banderines de colores (opcional)
- Cámara

En el Campo

1. Realizar los *Protocolos de Biometría y del Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre* de la Investigación de Cobertura Terrestre/Biología. Determinar la latitud, la longitud y la altitud mediante un GPS; tomar fotografías e identificar la clase MUC. Llevar a cabo todas las mediciones de biometría: cobertura vegetal y del suelo, altura de árboles y arbustos, árboles dominantes y codominantes e identificación de especies de arbustos.
2. Medir la orientación del sitio. Situar perpendicularmente a la pendiente del sitio mirando hacia la parte pendiente arriba. Medir la dirección con una brújula (1-360 grados). Asegurarse de enviar las direcciones verdaderas y no las magnéticas. La orientación es cero cuando no hay pendiente en el sitio. Se usa 360 grados para el norte verdadero.
3. Trabajar con otro alumno/a de aproximadamente la misma altura. Medir el ángulo de la pendiente del sitio apuntando el clinómetro 25 metros hacia abajo. Mirar a través del sorbete del clinómetro y localizar los ojos del compañero/a. Anotar el ángulo en la *Hoja de Datos de Combustible Vegetal en la Parcela Central*. Si se está mirando pendiente abajo, girar el clinómetro, localizar los ojos del compañero y anotar el ángulo. A continuación, mirar en dirección contraria y repetir el procedimiento. Anotar el segundo valor de la pendiente.
4. Calcular la altura de los árboles o arbustos en el estrato dominante de más de 2 metros. Para considerarse un estrato de árboles o arbustos es necesario que tenga una cobertura del 10% como mínimo.
5. Medir las alturas de las bases de las copas de los árboles o arbustos del estrato más bajo. Para ser considerado estrato de árboles o arbustos es necesario que la cobertura sea de, al menos, un 10 %. Los árboles o arbustos deben tener una altura de más de 2 metros. Calcular la altura media.
6. Anotar cualquier comentario que pueda ser relevante para los datos de combustible.

Protocolo de Combustible Vegetal: Mediciones en Transectos

Guía de Campo

Actividad

Se realizarán múltiples mediciones:

1. Pendientes de transectos individuales.
2. Recuentos de diferentes tamaños de tipos de combustibles leñosos caídos.
3. Diámetros y tipos de descomposición de troncos de más de 8 cm.
4. Cobertura vegetal y alturas de arbustos de menos de 2 metros de altura.
5. Cobertura herbáceas.
6. Profundidad de la hojarasca y del humus.

Qué se Necesita

- | | |
|---|--|
| - Hoja de Datos de Medición del Combustible Vegetal en Transectos | - 2 reglas milimetradas transparentes |
| - Estacas de madera | - Metro de madera |
| - Cinta métrica flexible, 30 metros mínimo | - Paleta de jardín |
| - Brújula | - Carpeta |
| - Clinómetro | - Lápices o bolígrafos |
| - Tacos de madera de 0,5-0,65 cm | - Cinta de color o banderines (opcional) |
| - Tacos de madera de 2,5 cm | |

En el Campo

Parte 1: Mediciones realizadas entre la marca de 5 y 15 metros a lo largo del transecto

1. Desde el centro del sitio, extender una cinta métrica orientada al Este (90°) a lo largo de 30 metros. Mantenerla tan tensa como sea posible.
2. Si no está ya hecho, marcar las distancias de 5, 7, 10, 15, y 25 metros con cinta de color o con banderines.
3. Usar un clinómetro para medir la pendiente. Elegir dos alumnos/as que tengan aproximadamente la misma altura. Uno permanecerá al principio del transecto con el clinómetro mientras que otro camina 25 metros por el transecto. El alumno/a con el clinómetro visualizará los ojos del compañero/a y anotará el ángulo.
4. Comenzando en la marca de los 5 metros, caminar hasta la marca de los 7 metros. Contar los elementos de combustible de 0-1 cm, 1-3 cm, 3-8 cm, y más de 8 cm que se crucen en el plano de muestreo entre los 5 y los 7 metros del transecto. El plano de recogida de muestras comienza a nivel del suelo y se extiende exactamente 2 metros por encima de la superficie del suelo. El diámetro del elemento combustible se debe determinar exactamente donde el elemento combustible cruza el plano de muestreo en la zona más cercana al extremo cero de la cinta. Usar tacos de 0,5-0,65 cm y de 2,5 y la regla para calcular los tipos de tamaños.

5. Usar la regla para medir el diámetro del combustible leñoso caído que tenga más de 8 cm de diámetro. Medir el diámetro donde el tronco cruza con el plano de muestreo y perpendicularmente al eje longitudinal del tronco. Anotar la clase de descomposición de cada uno de los troncos.
6. Continuar caminando hasta la marca de 10 metros. Contar los elementos de combustible caídos de 3-8 cm y los que tengan más de 8 cm. Usar la regla para medir aquellos que tengan más de 8 cm de diámetro. Anotar la clase de descomposición de cada uno de los troncos de más de 8 cm.
7. Continuar caminando hasta la marca de 15 metros. Únicamente contar aquellos elementos combustibles que superen los 8 cm de diámetro. Anotar la clase de descomposición de cada tronco.

Parte 2: Mediciones realizadas en la marca de 15 metros

8. En la marca de 15 metros, calcular la cobertura de arbustos vivos de menos de 2 metros de altura que se hallen dentro de un círculo de 1 metro de radio. Asegurarse de que las plantas tengan tallos leñosos. Utilizar las clases de cobertura que se muestran en la Tabla CV-2.
9. Usar el metro de madera para calcular la altura media de los arbustos vivos. Redondear al decímetro más cercano.
10. Calcular la cobertura de las partes muertas de los arbustos de menos de 2 metros de altura dentro del círculo. No sumar las ramas de los arbustos que estén desprendidas y caídas en el suelo. Utilizar las clases de cobertura que se muestran en la Tabla CV-2.
11. Usar el metro de madera para calcular la altura de la capa de los arbustos muertos. Redondear al decímetro más cercano.
12. Calcular el porcentaje de cobertura de las plantas herbáceas vivas dentro del círculo. Utilizar las clases de cobertura que se muestran en la Tabla CV-2.
13. Calcular la altura de la capa de las herbáceas vivas.
14. Calcular el porcentaje de cobertura de las plantas herbáceas muertas dentro del círculo. Utilizar las clases de cobertura que se muestran en la Tabla CV-2.
15. Calcular la altura de la capa de herbáceas muerta.
16. A 20 y 30 cm a la derecha (mirando hacia el final del transecto) de la marca de los 15 metros, utilizar una pala de jardín para cavar a través de la capa de hojarasca y humus hasta el suelo mineral. Tratar de no comprimir la capa de hojarasca y humus. Colocar la regla con el extremo del 0 tocando en el suelo. Medir el espesor de toda la capa de hojarasca/humus con la regla. Si no se puede medir esta capa, anotar un "0" como profundidad de la capa de hojarasca/humus en la hoja de datos.
17. Medir el espesor de la capa de humus.

Parte 3: Mediciones realizadas entre las marcas de 15 y 25 metros

18. Caminar hasta la marca de los 25 metros. Contar el combustible leñoso caído que tenga más de 8 cm de diámetro. Medir el diámetro y anotar la clase de descomposición de cada uno de los troncos.

Parte 4: Mediciones realizadas en la marca de 25 metros

19. Repetir los pasos 8-17 en la marca de 25 metros. Estas son las mismas mediciones realizadas en la marca de 15 metros.

Parte 5: Repetir las mediciones en el siguiente transecto

20. Al final del transecto, dirigir la brújula rumbo 330°. Colocar una cinta métrica flexible de 30 metros en esa dirección, y mantenerla tan firme y tensa como sea posible.
21. Repetir los pasos 2 al 19.
22. Al final de la sección, dirigir la brújula rumbo 210°. Colocar una cinta métrica flexible de 30 metros en esa dirección, y mantenerla tan firme y tensa como sea posible.
23. Repetir los pasos del 2 al 19.
24. Se necesitan un total de 100 elementos combustibles de todas las clases y tamaños. Si no se ha alcanzado esta cifra, establecer otro transecto rumbo 150° y repetir los pasos 2 a 19. Se pueden realizar mediciones en un total de 7 transectos, como se muestra en la Figura 3.

Referencias

Brown, J.K. 1971. *A planar intersect method for sampling fuel volume and surface area*. Forest Science 17(1):96-102.

Brown, J.K. 1974. *Handbook for inventorying downed woody material*. USDA Forest Service General Technical Report INT-16. 22 pages.

Brown, J.K. and P.J. Roussopoulos. 1974. *Eliminating biases in the planar intersect method for estimating volumes of small fuels*. Forest Science 20(4):350-356.

Van Wagner, C.E. 1968. *The line intersect method in forest fuel sampling*. Forest Science 14(1):20-31.

Glosario

Arbórea

Plantas que viven en los árboles

Biota

Todos los seres vivos de un ecosistema

Biomasa

Materia orgánica producida por los seres vivos de un ecosistema. La biomasa puede estar viva (biomasas verde) o muerta (necromasa)

Carga

El peso o la masa de combustibles vivos o muertos por unidad de área (es decir Kg por m²)

Combustibles leñosos muertos caídos

Son combustibles muertos leñosos que se encuentran en el suelo. Los combustibles muertos ya no producen nutrientes ni absorben agua, por lo que su contenido en humedad depende de las condiciones atmosféricas. Son los más importantes en la propagación de incendios, y los que más influyen en los efectos posteriores del fuego.

Combustibles vivos

Los conjuntos de plantas vivas que absorben agua del suelo.

Efectos de un incendio

Daño o influencia de un incendio sobre la biota.

Fenología

El estudio de ciclos biológicos recurrentes y sus conexiones con el clima

Gravedad del incendio

Término que cuantifica el daño que el calor del fuego tiene sobre los organismos vivos por encima y por debajo del suelo.

Ha

Abreviatura de hectárea o 10.000 metros cuadrados.

Hojarasca

Se compone de hojas, acículas y otras partes de plantas que se caen al suelo. Las partes de las plantas se identifican fácilmente en la hojarasca.

Humus

Se compone principalmente de materia orgánica en descomposición. El humus es generalmente húmedo, pesado, denso y oscuro.

Intensidad de un incendio

Altura de las llamas.

Orientación

La dirección pendiente abajo en la que una parcela se encuentra.

Parcela

Área de condiciones homogéneas de vegetación y combustible, habitualmente definido por el tipo de vegetación dominante.

Propagación del fuego

La rapidez con que el fuego se desplaza.

Protocolo de Combustible Vegetal:

Hoja de Datos de la Parcela Central

Nombre del Centro: _____

Nombres de los observadores: _____

Fecha: _____ Nombre del sitio de estudio (dar un único nombre al sitio): _____

Orientación: _____ grados respecto al Norte verdadero (anotar 0 para sitios sin pendiente)

Pendiente global de la parcela: hacia arriba ____ grados de pendiente. Hacia abajo ____ grados de pendiente

Altura de Árboles o Arbustos en el Estrato Dominante:

Árbol o arbusto	Altura(m)
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

Altura media del estrato dominante = (suma de las alturas) ÷ (número total de árboles y arbustos)

Altura media: _____

Alturas de las Bases de las Copas del Estrato más Bajo:

Árbol o Arbusto	Altura(m)
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

Altura media de las base de las copas = (suma de las alturas) ÷ (número total de árboles y arbustos)

Altura media: _____

Comentarios: _____

Protocolo de Combustible Vegetal:

Hoja de Datos de Mediciones en Transectos

Nombre del Centro: _____

Nombres de los observadores: _____

Fecha: _____ Nombre del sitio de estudio (dar un único nombre al sitio): _____

Número de transectos: _____

Recuento de Combustibles Leñosos

	Transecto 1	Transecto 2	Transecto 3	Transecto 4
Dirección del transecto (Norte verdadero)	90°	330°	270°	210°
Pendiente del transecto (grados)				
0-1 cm de diámetro (marca 5-7 m)				
1-3 cm de diámetro (marca 5-10 m)				
3-8 cm de diámetro (marca 5-25 m)				

	Transecto 5	Transecto 6	Transecto 7
Dirección del transecto (Norte verdadero)	150°	90°	30°
Pendiente del transecto (grados)			
0-1 cm de diámetro (marca 5-7 m)			
1-3 cm de diámetro (marca 5-10 m)			
3-8 cm de diámetro (marca 5-25 m)			

Clases de Descomposición de los Troncos de más de 8 cm de Diámetro (Entre los 5-25 m del Transecto)

CDT = Clase de descomposición del tronco

Tronco	Transecto 1	Transecto 2	Transecto 3	Transecto 4
Acimut (Norte verdadero)	90°	330°	270°	210°
	Diámetro (cm)/ CDT	Diámetro (cm)/ CDT	Diámetro (cm)/ CDT	Diámetro (cm)/ CDT
1	/	/	/	/
2	/	/	/	/
3	/	/	/	/
4	/	/	/	/
5	/	/	/	/
6	/	/	/	/
7	/	/	/	/
8	/	/	/	/
9	/	/	/	/
10	/	/	/	/

Tronco	Transecto 5	Transecto 6	Transecto 7
Acimut (Norte verdadero)	150°	90°	30°
	Diámetro (cm)/ CDT	Diámetro (cm)/ CDT	Diámetro (cm)/ CDT
1	/	/	/
2	/	/	/
3	/	/	/
4	/	/	/
5	/	/	/
6	/	/	/
7	/	/	/
8	/	/	/
9	/	/	/
10	/	/	/

CDT -Clases de descomposición de los troncos

- 1 = en buen estado, acículas intactas (verde o marrón)
- 2 = en buen estado, presentes cortezas y ramas
- 3 = en buen estado, corteza parcialmente intacta, sin ramas
- 4 = podrido, sin corteza ni ramas
- 5 = podrido, más de la mitad del diámetro del tronco desecho

Recuento de Troncos de más de 8 cm

	Transecto 1	Transecto 2	Transecto 3	Transecto 4	Transecto 5	Transecto 6	Transecto 7
Total troncos de + de 8 cm							
Total troncos de clase 1							
Total troncos de clase 2							
Total troncos de clase 3							
Total troncos de clase 4							
Total troncos de clase 5							

Cálculos de Altura y Cobertura de Arbustos Vivos y Muertos en las Marcas de 15 y 25 m

	Transecto 1	Transecto 2	Transecto 3	Transecto 4
Acimut (Norte verdadero)	90°	330°	270°	210°
	Vivos / Muertos	Vivos/Muertos	Vivos/Muertos	Vivos/Muertos
Cobertura en la marca de 15 m				
Clase de cobertura vegetal	/	/	/	/
Altura en la marca de 15 m	/	/	/	/
Cobertura en la marca de 25 m				
Clase de cobertura vegetal	/	/	/	/
Altura en la marca de 25 m (cm)	/	/	/	/

	Transecto 5	Transecto 6	Transecto 7
Acimut (Norte verdadero)	150°	90°	30°
	Vivos/Muertos	Vivos/Muertos	Vivos/Muertos
Cobertura en la marca de 15 m			
Clase de cobertura vegetal	/	/	/
Altura en la marca de 15 m	/	/	/
Cobertura en la marca de 25 m			
Clase de cobertura vegetal	/	/	/
Altura en la marca de 25 m (cm)	/	/	/

Tabla CV-2: Clases de Cobertura

Clase de cobertura	Porcentaje
01	Menos del 1 %
03	1 a 5%
10	5 a 15%
20	15 a 25%
30	25 a 35%
40	35 a 45%
50	45 a 55%
60	55 a 65%
70	65 a 75%
80	75 a 85%
90	85 a 95%
99	95 a 100%

Cálculos de Altura y Cobertura de Herbáceas Vivas y Muertas en las Marcas de 15 y 25 m

	Transecto 1	Transecto 2	Transecto 3	Transecto 4
Acimut (Norte verdadero)	90°	330°	270°	210°
	Vivos/Muertos	Vivos/Muertos	Vivos/Muertos	Vivos/Muertos
Cobertura en la marca de 15 m				
Clase de cobertura vegetal	/	/	/	/
Altura en la marca de 15 m (cm)	/	/	/	/
Cobertura en la marca de 25 m				
Clase de cobertura vegetal	/	/	/	/
Altura en la marca de 25 m (cm)	/	/	/	/

	Transecto 5	Transecto 6	Transecto 7
Acimut (Norte verdadero)	150°	90°	30°
	Vivos/Muertos	Vivos/Muertos	Vivos/Muertos
Cobertura en la marca de 15 m			
Clase de cobertura vegetal	/	/	/
Altura en la marca de 15 m (cm)	/	/	/
Cobertura en la marca de 25 m			
Clase de cobertura vegetal	/	/	/
Altura en la marca de 25 m (cm)	/	/	/

Mediciones de Profundidad de Hojarasca y Humus en cm en las Marcas de 15 y 25 m

	Transecto 1	Transecto 2	Transecto 3	Transecto 4
Acimut (Norte verdadero)	90°	330°	270°	210°
	Profundidad Total/ Profundidad del humus	Profundidad Total/ Profundidad del humus	Profundidad Total/ Profundidad del humus	Profundidad Total/ Profundidad del humus
En la marca de 15 m (cm)	/	/	/	/
En la marca de 25 m (cm)	/	/	/	/

	Transecto 5	Transecto 6	Transecto 7
Acimut (Norte verdadero)	150°	90°	30°
	Profundidad Total/ Profundidad del humus	Profundidad Total/ Profundidad del humus	Profundidad Total/ Profundidad del humus
En la marca de 15 m (cm)	/	/	/
En la marca de 25 m (cm)	/	/	/

Tabla CV-3: Tipos de combustibles y clases de tamaños utilizados en la Gestión de Incendios. Clases de combustibles utilizados en este Protocolo. Los diámetros de leña caída se relacionan generalmente con el tiempo medio que tarda la madera en secarse.

Tipo de Combustible	Tamaño (diámetro de ramitas, ramas o troncos)	Descripción
Follaje de las copas	Cualquiera	Follaje de copas vivo o muerto, incluyendo acículas y hojas anchas
Ramas de las copas	0 a 3 cm	Ramas leñosas de las copas vivas o muertas
Arbustos - Vivos	Cualquiera	Plantas leñosas, árboles y arbustos vivos, de menos de 2 metros de alto
Arbustos - Muertos	Cualquiera	Material arbustivo muerto por encima del suelo. Esto incluye árboles y arbustos de menos de 2 metros de alto.
Herbáceas - Vivas	Cualquiera	Plantas herbáceas vivas, incluyendo hierbas, juncias, helechos líquenes y otras
Herbáceas - Muertas	Cualquiera	Partes de plantas herbáceas muertas por encima del suelo
Hojarasca	Ninguno	Acículas, hojas, corteza y piñas recientemente caídas
Humus	Ninguno	Materia orgánica parcialmente descompuesta por debajo de capa de hojarasca
Leñosas caídas	0 a 1 cm	Ramitas que tardan un hora en secarse
	1 a 3 cm	Ramitas y ramas que tardan 10 horas en secarse
	3 a 8 cm	Ramas que tardan 100 horas en secarse
	+ de 8 cm	Ramas y troncos que tardan 1000 o más horas en secarse

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE



Familiarización de las Imágenes Satelitales con el Sitio de Estudio GLOBE*

Los estudiantes usan la imagen satelital de su Sitio de Estudio GLOBE para familiarizarse con los diferentes tipos de cobertura terrestre en su área.

Observación de Sitio*

Actividades para los niveles de principiante e intermedio, las mismas que introducen a los estudiantes al concepto de dinámica de sistemas.

Clasificación de las Hojas*

Los estudiantes colectan hojas y descubren un sistema de clasificación jerárquica, clasificando y organizando sus hojas de acuerdo a un juego nombres y reglas específicas.

Odisea de los Ojos*

Actividades para los niveles de principiante, intermedio y avanzado que introduce a los estudiantes en el sensoramiento remoto y mapeo.

Evaluación de Exactitud con los Picos de las Aves*

Los estudiantes aprenden cómo evaluar la exactitud a partir de una clasificación que ellos realizan.

Descubriendo un Área*

Los estudiantes usan imágenes satelitales del Sitio de Estudio GLOBE y sus conocimientos de sensoramiento remoto para decidir dónde se debería construir un nuevo hospital.

Uso de Datos GLOBE para Analizar Cobertura Terrestre*

Los estudiantes encuentran otros centros educativos GLOBE que han reportado las mismas clases MUC que ellos, y comparan sistemáticamente las otras mediciones GLOBE que han registrado.

* Vea la versión completa de la Guía del Profesor GLOBE en versión electrónica, disponible en el sitio Web de GLOBE y en CD-ROM.

Familiarización con las Imágenes de Satélite y el Sitio de Estudio GLOBE



Objetivo General

Hacer una introducción a las imágenes Landsat TM del sitio de estudio GLOBE, conocer la naturaleza iterativa de la creación de mapas y aprender a identificar tipos de coberturas terrestres en las imágenes.

Visión General

Se dibujan y clasifican áreas en la imagen Landsat TM para crear un mapa de cobertura terrestre sencillo. Se utiliza este mapa para localizar zonas para estudios de campo.

Objetivos Didácticos

Conceptos Científicos

Geografía

- Cómo usar mapas (reales e imaginarios)
- Características físicas de un lugar.
- Las características y distribución de los ecosistemas.

Habilidades de Investigación Científica

- Usar mapas, fotografías aéreas y otras herramientas para crear un mapa de cobertura terrestre.
- Reconocer y analizar diferentes puntos de vista sobre la clasificación de la cobertura terrestre y llegar a un consenso.
- Identificar preguntas y respuestas.
- Diseñar y llevar a cabo investigaciones científicas.
- Uso de matemáticas adecuadas para analizar datos.
- Desarrollar descripciones y predicciones basadas en la evidencia.
- Reconocer y analizar explicaciones alternativas.
- Compartir procedimientos, descripciones, y predicciones.

Nivel

Todos

Tiempo

Una o dos clases para el trazado de mapas inicial.

Materiales y Herramientas

- Imágenes Landsat TM impresas del sitio de estudio GLOBE de 15 Km x 15 Km, en falso color y en color verdadero.
- Hojas de transparencia o acetatos.
- Rotuladores permanentes de punta fina.
- Mapas de carreteras y topográficos (si es posible)
- Fotografías aéreas (si es posible)

Preparación

Realizar copias en color de las imágenes de satélite.

Como demostración, hacer una transparencia de los mapas y usarlos para ilustrar el proceso.

Requisitos Previos

El alumnado necesita únicamente estar familiarizado con el sitio de estudio GLOBE.

Antecedentes

La imagen Landsat TM (Thematic Mapper) del sitio de estudio GLOBE de un centro educativo, puede usarse para identificar tipos de cobertura terrestre una vez se comprenda qué representan los colores en las imágenes impresas. (Para más información, ver el *Tutorial de Clasificación Manual*)

En la imagen de color verdadero, que representa la superficie de la Tierra, aproximadamente como se ve desde el espacio, la vegetación varía desde el verde claro al verde oscuro, algunas veces casi negro. El agua es entre azul y negro, excepto cuando transporta sedimentos, que puede aparecer desde gris a verde. Los materiales minerales (rocas, edificios, arena) varían del blanco al púrpura. Esta imagen es útil para identificar áreas urbanas y áreas de rocas descubiertas y arena. No se puede distinguir claramente tipos específicos de vegetación, o la vegetación oscura del agua.

En las imágenes en falso color, que simulan una fotografía aérea en el infrarrojo, los tonos rojos se asocian con la vegetación. Los tonos brillantes indican una vegetación vigorosa en desarrollo. Por ejemplo, una zona de hierbas podría mostrarse como de color rosa brillante, mientras que una densa zona de coníferas aparecería de color rojo oscuro. Tonos intermedios pueden representar árboles caducifolios o mixtos. Como regla general “Cuanto más brillante es el color rojo, más corta es la vegetación”. La vegetación senescente o seca se muestra en tonos verdes o marrones. En esta imagen, el agua es casi negra, y los minerales, incluyendo construcciones, rocas, arena y suelos desnudos, aparecen con tonos azules, púrpuras y blancos.

Qué Hacer y Cómo Hacerlo

1. Revisar el proceso que los estudiantes llevarán a cabo usando las imágenes que acompañan a este ejercicio. Éstas muestran la creación de un mapa por parte de los estudiantes a partir de una imagen de satélite de Beverly, MA. La Figura CT-SE-2 muestra la imagen de Beverly en falso color, la misma que se usará como la capa base.

Paso 1: Los cuerpos de agua se identifican y clasifican.

Paso 2: Se identifican y clasifican los elementos de la red de transporte de la zona. (Se han quitado las clases de diagramas previos en pro de la claridad)

Paso 3: Se identifican y clasifican las áreas urbanizadas residenciales y comerciales.

Paso 4: Algunas áreas con vegetación, como campos de golf, playas y áreas “desconocidas” también se identifican y clasifican.

Paso 5: Mapa final de tipos de cobertura terrestre con todas las áreas identificadas y clasificadas.

2. Colocar la transparencia o el acetato sobre la imagen de satélite impresa del centro educativo y marcar las esquinas de la imagen. Esto ayudará a volver a colocar la lámina si se mueve.
3. Con un rotulador de punta fina, delimitar áreas que representen tipos de cobertura terrestre homogéneas e identificarlas adecuadamente (árboles, campos, zonas urbanas, etc.).
4. Delimitar las áreas de cobertura terrestre de las que no se esté seguro. Pedir al alumnado que sugiera tipos de cobertura terrestre. Usar mapas de carreteras, topográficos y fotos aéreas, si es posible, como ayuda. Preguntar a aquellos alumnos/as que vivan cerca de estas áreas para tratar de identificarlas.

El número de tipos de cobertura terrestre que se identifique dependerá de la localización geográfica del centro educativo. En áreas densamente pobladas se podrán identificar muy pocos tipos, ya que estos tipos de cobertura terrestre aparecen muy similares en ambas imágenes del satélite. Esto es así porque estos tipos de cobertura reflejan mucho la luz, y aparecen muy brillantes en las imágenes. En áreas donde hay gran variedad de tipos de cobertura terrestre, en las que hay áreas de vegetación natural, áreas de cultivo y urbanizadas, puede haber tipos de cobertura más distinguibles, pero muchas áreas pequeñas pueden hacer difícil la identificación.

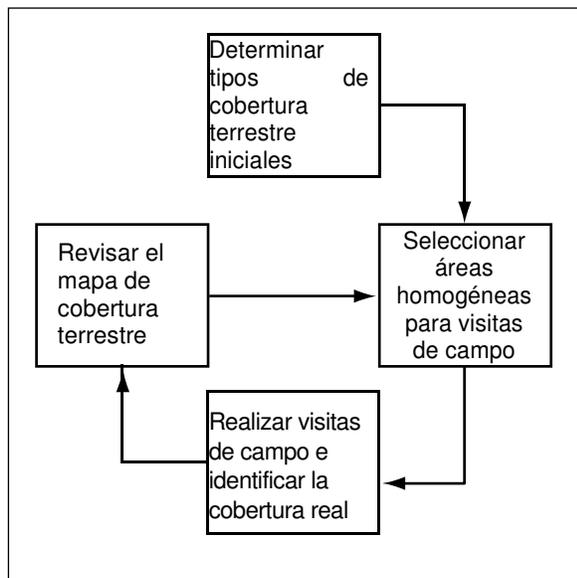
¿Cómo se Pueden Identificar los Tipos de Cobertura Terrestre en Áreas Desconocidas?

Usando las transparencias, localizar áreas que parezcan tener una cobertura terrestre uniforme y midan al menos 90 m x 90 m (3 píxeles x 3 píxeles) de tamaño. Estos son sitios de muestreo de cobertura terrestre potenciales, que se pueden visitar.

¡El Trabajo no se ha Terminado!

El mapa es sólo el primer paso en un proceso “cíclico”. Por lo general, algunas de las áreas identificadas son “suposiciones” y en otras se desconoce el tipo de cobertura terrestre. El siguiente paso, es visitar estas áreas para validar su tipo de cobertura. Después de visitar un área y determinar su tipo real de cobertura, hay que volver al mapa, y corregirlo o actualizarlo. Regresar al campo para visitar más zonas, continuar el proceso de corrección y actualización de los tipos de cobertura terrestre. Tal proceso se llama “iterativo”, y cada nuevo mapa representa una nueva “iteración” en el proceso. La Figura CT-SE-1 representa este proceso.

Figura CT-SE-1: Naturaleza Iterativa de la Creación de Mapas de Cobertura Terrestre

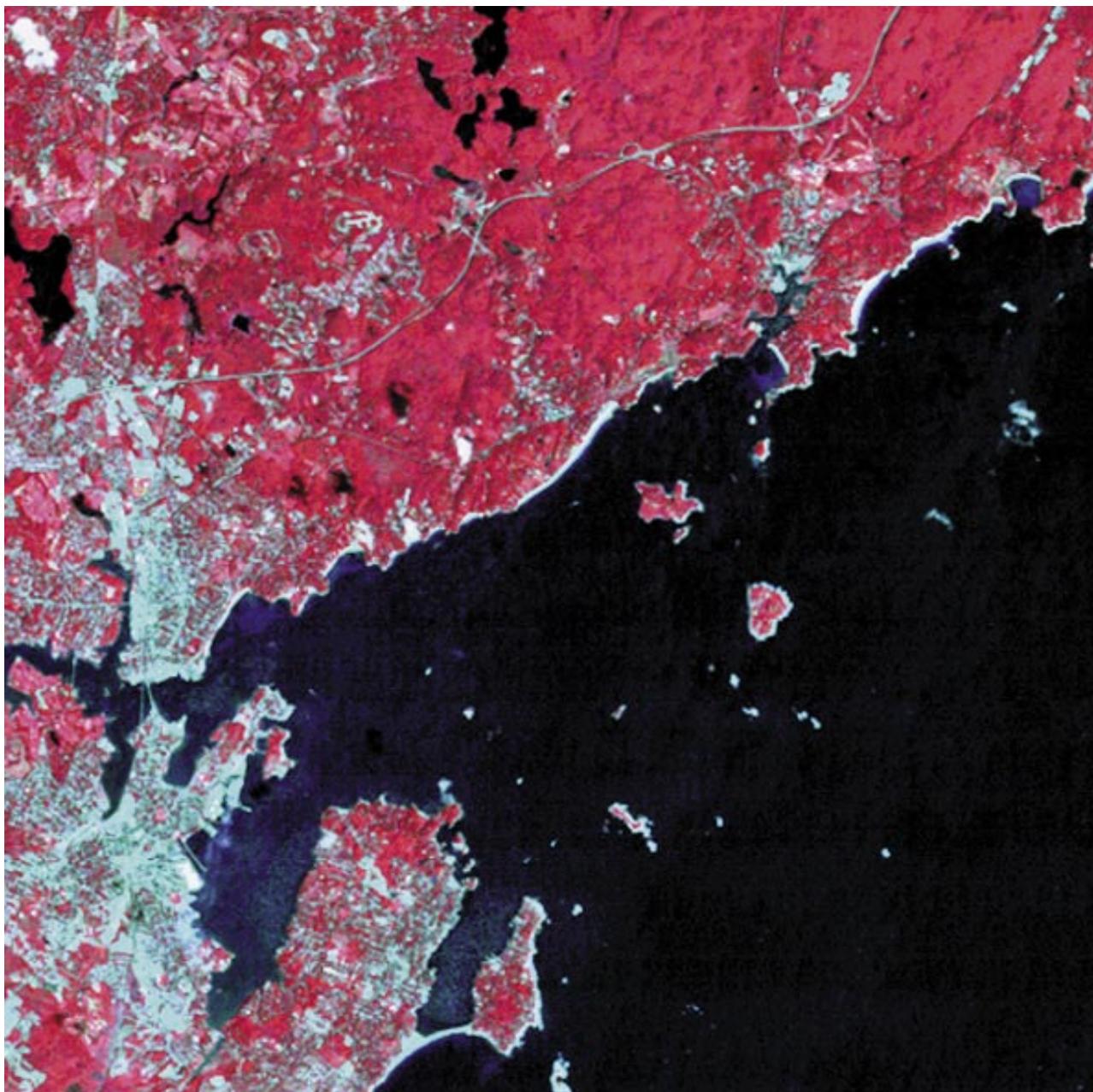


Evaluación

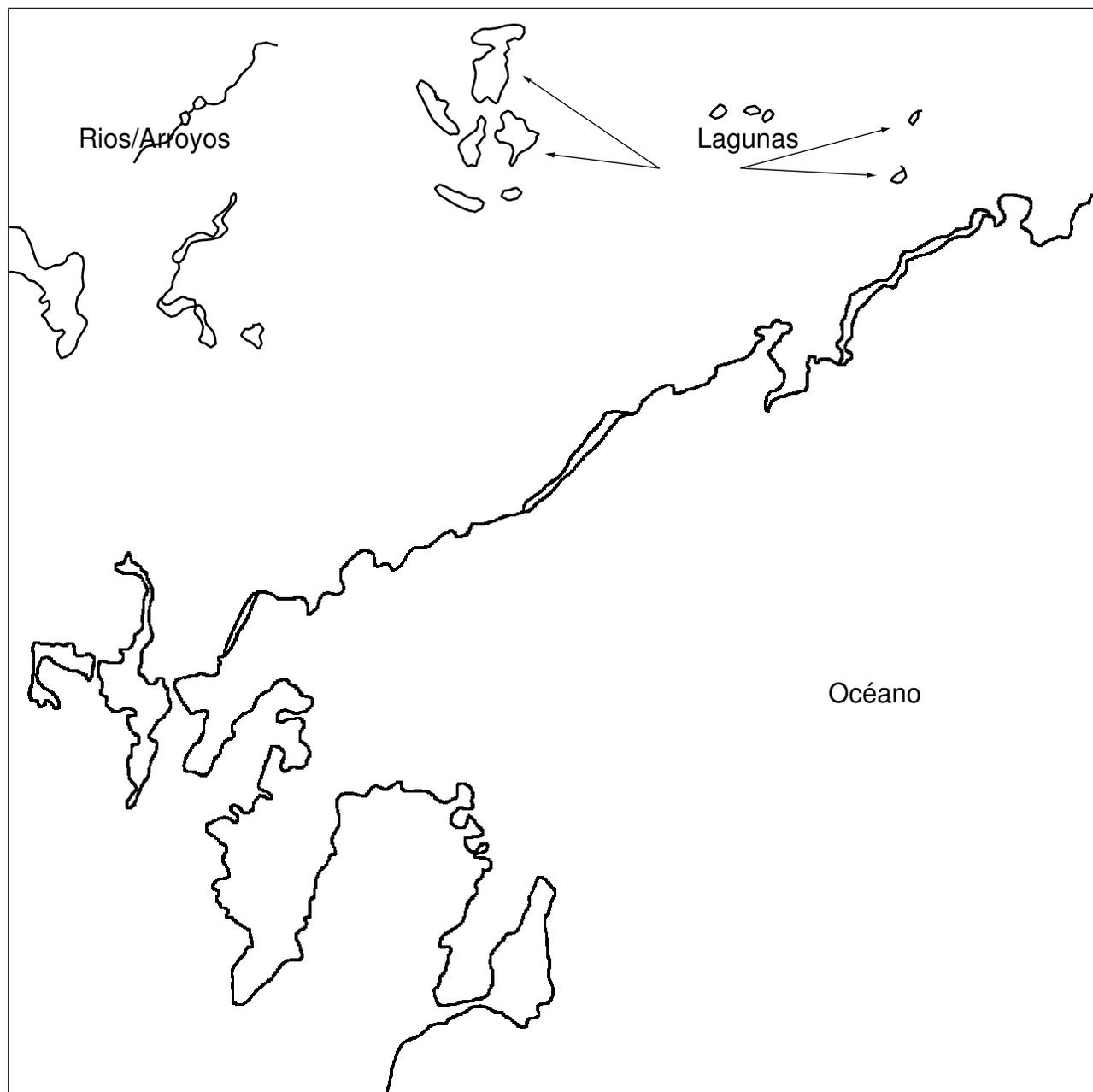
Evaluar el conocimiento del alumnado acerca del proceso de realización de mapas, mediante preguntas sobre lo que hicieron y por qué lo hicieron. Algunas preguntas claves pueden ser:

- ¿Cuántos tipos diferentes de cobertura terrestre fueron capaces de distinguir en las imágenes del satélite?
- ¿Qué tipos de cobertura son los más fáciles de identificar en la imagen de color verdadero? ¿Y en la de falso color? ¿A qué crees que se debe esto?
- ¿Qué tipos de cobertura son difíciles de identificar a partir de las imágenes de satélite?
- Si se vive en la costa o cerca de un estuario, ¿Cómo afectarán las mareas (alta o baja) a la creación de mapas de cobertura terrestre?
- ¿Cómo afectará la época en la que se obtuvo la imagen de satélite en la creación de mapas de cobertura terrestre de una zona del mundo?
- ¿Qué otras condiciones pueden afectar a la creación de mapas de la cobertura terrestre en la época en que fue adquirida la imagen? (Pista: en la imagen de Beverly, MA, las “áreas desconocidas”, que se muestran en blanco y en negro, ¿son pequeñas nubes de tipo cúmulo y sus sombras!)
- Pensar en cuándo se obtuvo la imagen de satélite. ¿Qué ha cambiado en la imagen desde entonces?
- Las imágenes TM se obtienen siempre por la mañana. Si se vive en una zona montañosa, ¿cómo afectará esto en lo que se ve en la imagen? ¿Dónde se situarán las sombras de las colinas y las montañas?

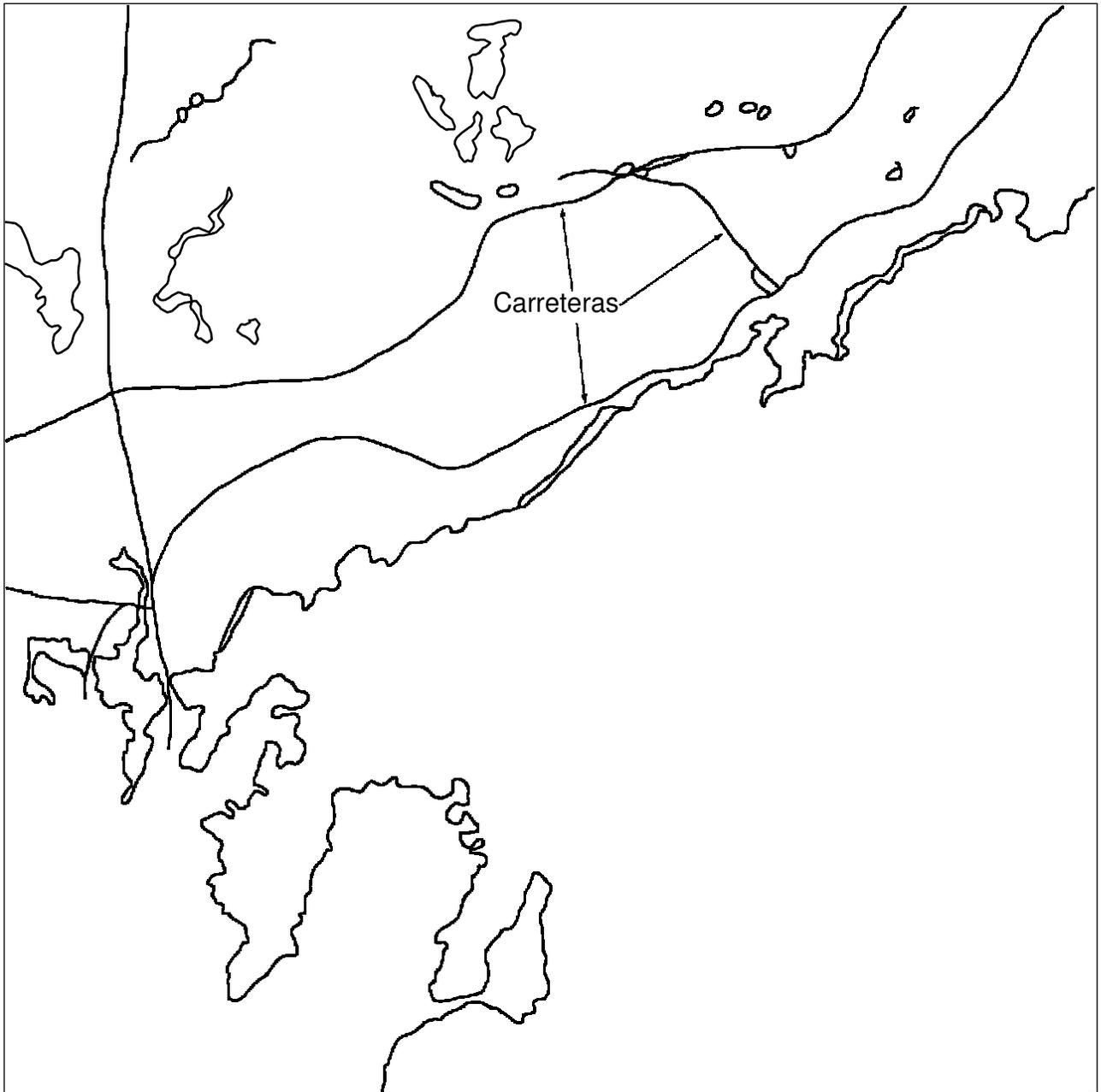
Figura CT-SE-2: Beverly, MA, en Falso Color



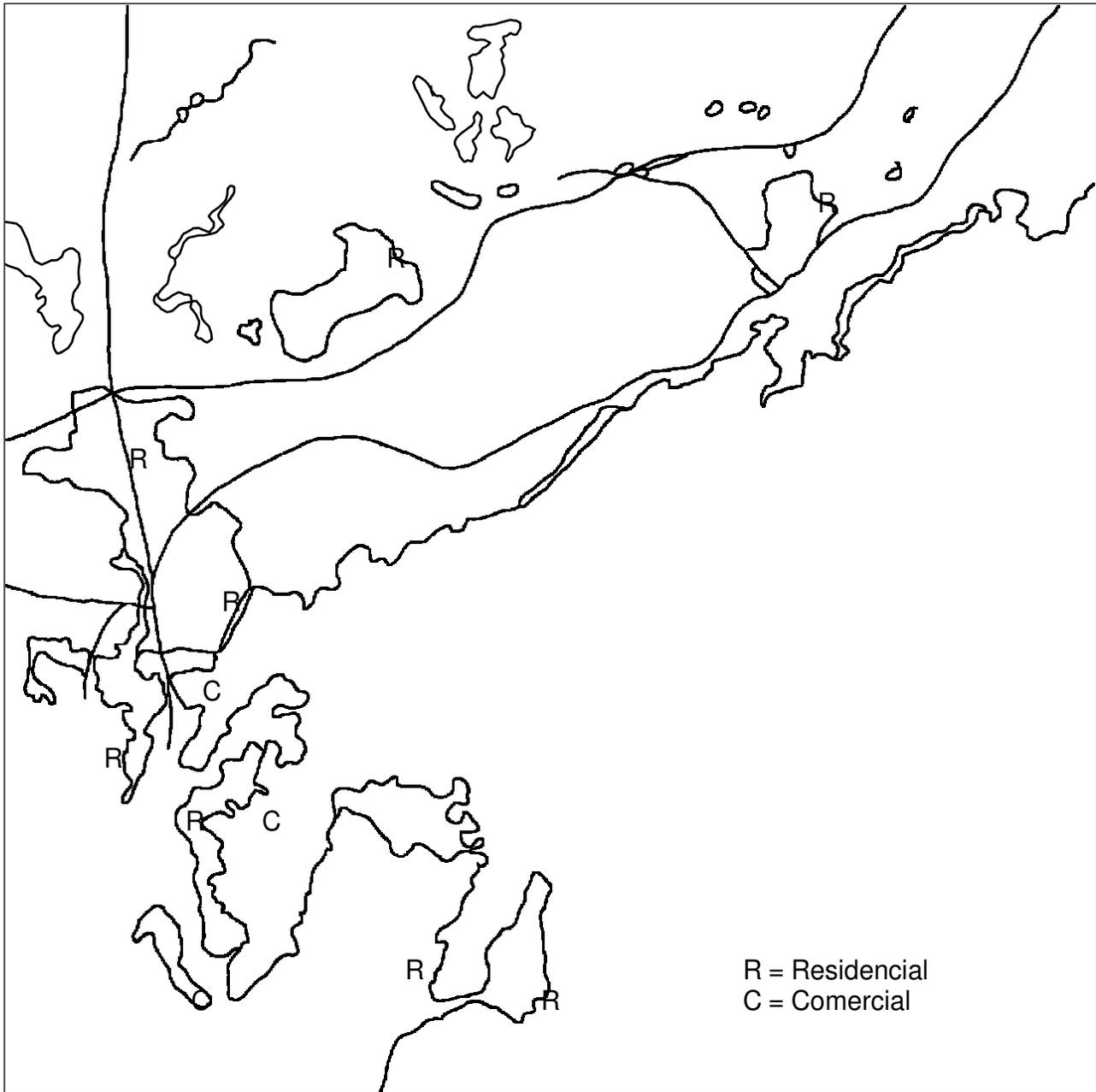
Paso 1: Se identifican los cuerpos de agua



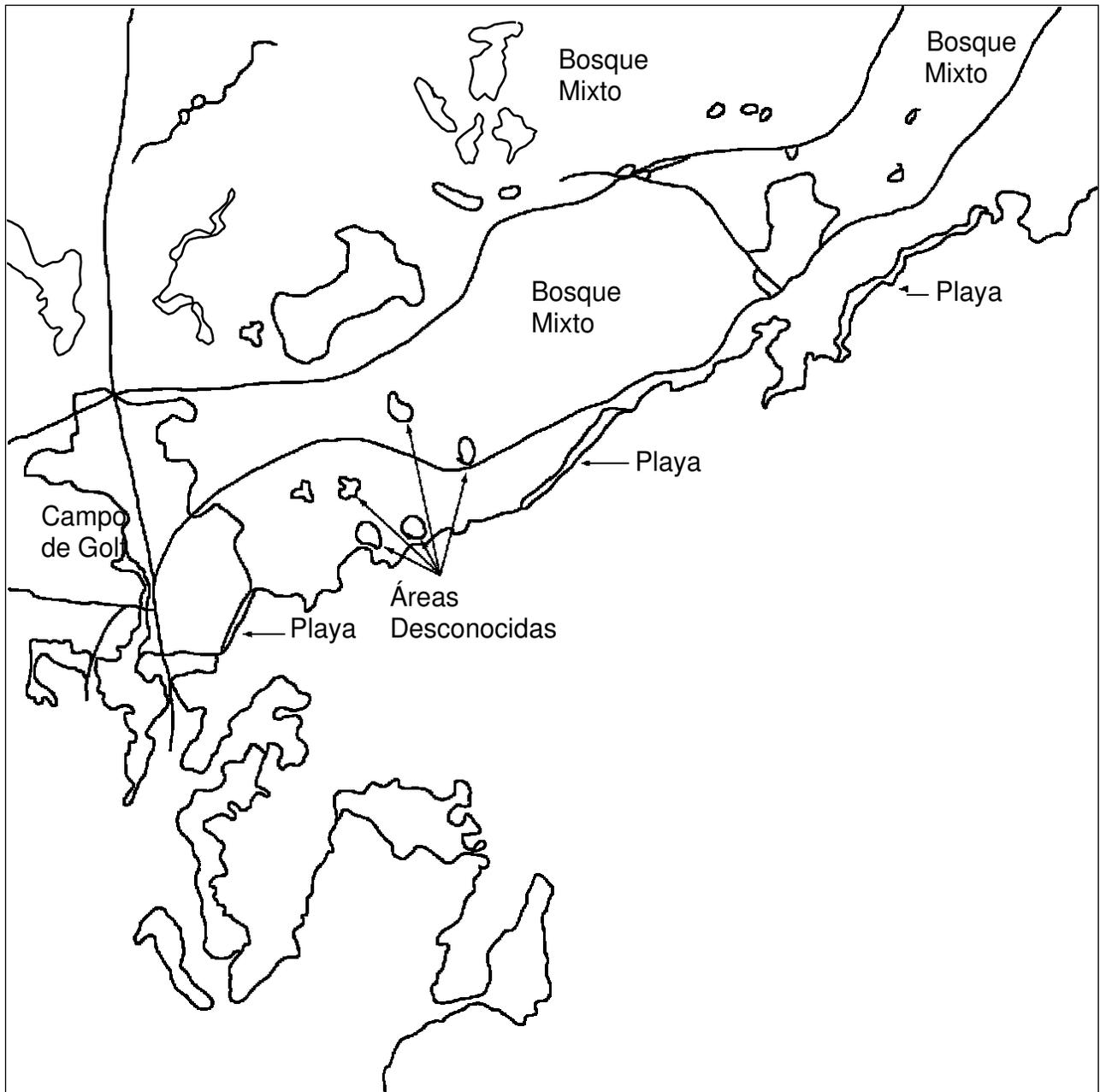
Paso 2: Se identifica la red de transporte



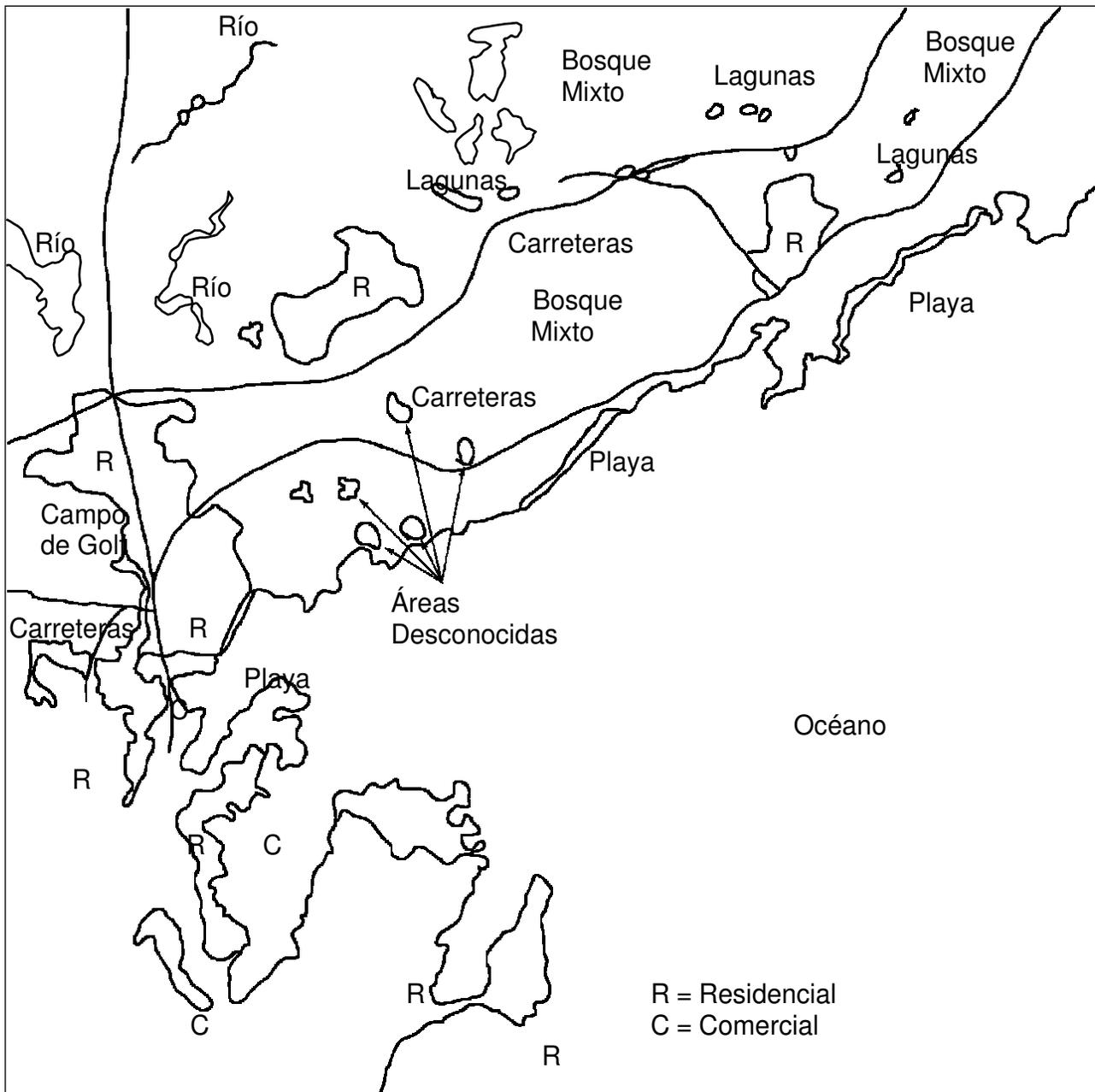
Paso 3: Se añaden los edificios y las áreas urbanizadas



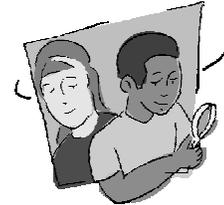
Paso 4: Se añaden áreas con vegetación y otros tipos



Paso 5: Mapa de cobertura terrestre



Observación del Sitio: Nivel de Principiante



Actividades de Aprendizaje de Observación del Sitio

Estas actividades previas a los protocolos sirven como introducción al concepto de sistema. El alumnado explorará diferentes escalas del sistema, identificando los componentes y tratando de determinar las relaciones entre ellos. El concepto de sistema ayudará a entender por qué se realizan mediciones de biometría.

Objetivo General

Ayudar a determinar que los límites de un sistema se basan en la(s) pregunta(s) que los científicos quieren responder.

Visión General

Se investigará el píxel central de un sitio de muestreo de cobertura terrestre homogéneo de 90 m x 90 m. Se utilizarán técnicas de observación sencillas. El objetivo es que el alumnado se familiarice con su sistema.

Objetivos Didácticos

Conceptos Científicos

Ciencias Físicas

Los objetos poseen propiedades físicas visibles.

Se puede aprender sobre lo que nos rodea simplemente observando.

Es muy importante describir las cosas tan precisamente como sea posible.

Ciencias de la Vida

Cada planta posee estructuras diferentes aunque parezcan similares.

Las plantas tienen características que les permiten sobrevivir en ambientes distintos.

Ciencia y Tecnología

La gente siempre se ha preguntado por el mundo en el que vive. La ciencia es una manera de contestar a sus preguntas.

Los científicos de las diferentes disciplinas se formulan preguntas diferentes, y usan diferentes métodos de investigación.

Ciencia como Investigación

Los científicos llevan a cabo investigaciones con diferentes finalidades.

Geografía

Primaria

Características físicas del medio

Medio

Características físicas del medio

La distribución de las principales características físicas en diferentes escalas.

Enriquecimiento

Un Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre homogéneo de 90 m x 90 m puede considerarse un sistema.

El sistema incluye componentes como plantas, agua, suelo, rocas, y animales.

El sistema tiene aportes de energía, como la luz solar, agua, dióxido de carbono, oxígeno y polvo. También sus pérdidas o rendimientos, como agua, dióxido de carbono, oxígeno, calor, y productos de desecho.

Habilidades de Investigación Científica

Dibujar imágenes que representen de forma correcta al menos algunas de las características del objeto que se describe.

Proponer respuestas a las cuestiones sobre el sistema descrito.

Nivel

Básico

Tiempo

Dos o tres clases

Materiales y Herramientas

Papel (tamaño regular, y cortado para tamaños específicos. Ver *Preparación*)

Lápices o rotuladores de colores

Brújulas

Cámara

Cuerda (previamente medida)
Regla y / o cinta métrica
Recipientes para muestras

Preparación

Cortar papel en dos tamaños diferentes y repartir a cada alumno/a un trozo de aproximadamente 11 cm x 11 cm y de 5 cm x 5 cm.
Se debe haber localizado el píxel central de sitio de muestreo de cobertura terrestre homogéneo.

Requisitos Previos

El alumnado debería saber utilizar una brújula y medir por pasos (Ver *Instrumentos de Investigación*).

Introducción a los Sistemas y a la Escala

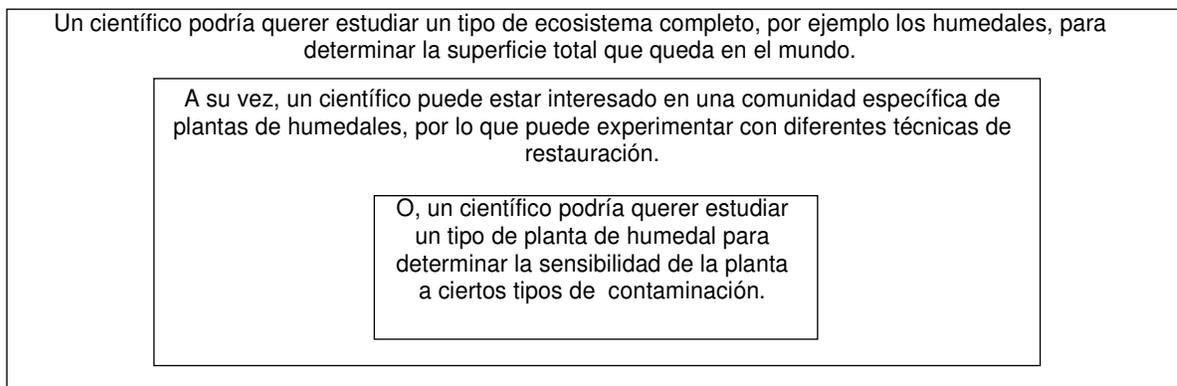
Un *sistema* es cualquier conjunto de “cosas” que interactúan e influyen entre sí, y que parecen que funcionan como un todo unificado. Las “cosas” pueden ser casi de cualquier tipo: objetos, organismos, máquinas, ideas, números u organizaciones. Los científicos investigan los sistemas naturales por muchas razones. La pregunta que un científico quiere contestar determina a menudo cómo se definen los límites del sistema. Ver Figura CT-OI-1. El ejemplo que se muestra abajo representa la escala relativa que un científico podría querer usar para contestar a diferentes preguntas. Estos estudios considerarían factores completamente diferentes, determinados por la escala del sistema.

Al repetir las mediciones de biometría cada año en el mismo sitio de muestreo de cobertura terrestre, se está observando un determinado sistema para ver si se pueden detectar cambios a lo largo del tiempo. Estos incluyen el crecimiento de los árboles y cambios en la cobertura vegetal y del suelo. Tomando datos muchos años se puede ver si estos son constantes a lo largo del tiempo o si hay alguna

variación. Para comprender los datos, es necesario familiarizarse con la variedad de factores que influyen en el sistema. Si se sabe lo que entra y sale del sistema, y las relaciones básicas de los componentes del sistema, se podrán ver los patrones que ayudaran a generalizar y a realizar pronósticos. Por ejemplo, el agua entra en un sistema bosque en forma de lluvia. Parte del agua se almacena en los árboles y se utiliza para su crecimiento, otra parte se libera a la atmósfera; otra queda en la superficie, mientras que otra parte se infiltra en el suelo y sirve para el abastecimiento.

La variación de los datos podría indicar cambios en la entrada, en la salida o en los ciclos de materia y energía. En periodos de sequía, el crecimiento de los árboles se puede detener por falta de agua, por estrés, producción o por capacidad. Un aumento generalizado de la temperatura podría dar lugar a una estación de desarrollo más prolongada y un incremento de la producción. Esto puede ser evidente en las hojas, que permanecen más tiempo en el árbol, o en el tamaño del árbol durante estas épocas, como se ve en la circunferencia o altura

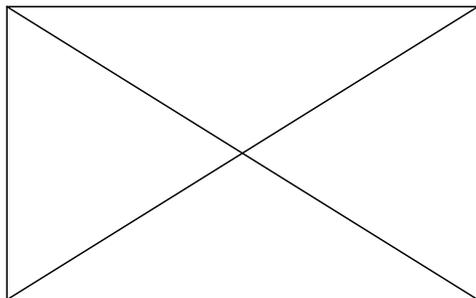
Figura CV-OI-1: Utilización de Preguntas para Determinar los Límites del Sistema



del árbol. Los datos que reúna la clase ayudarán al alumnado y a los científicos GLOBE a comprender el sistema que les rodea.

Qué Hacer y Cómo Hacerlo

1. Pedir al alumnado que cierre los ojos e imagine un lugar perfecto en el mundo (por ejemplo: un bosque junto a la playa, en una tienda de golosinas, etc.). Concédales un minuto para pensar en esta imagen. Luego, pídale que dibujen este sitio en un papel. ¿Cuántos han imaginado un área natural?
2. En la otra cara del papel, pedirles que dibujen dos diagonales que se crucen en el centro. Este papel se utilizará en el Paso 4.



3. Visitar el píxel central del sitio de muestreo de cobertura terrestre de 90 m x 90 m. Pedir al alumnado que conteste a las siguientes preguntas:
 - a. ¿Qué se puede ver, oler, sentir y oír?
 - b. ¿Está mojado o seco, caliente o frío?
 - c. ¿Hay mucha luz solar incidiendo en el suelo?
 - d. ¿Qué seres vivos se pueden ver? ¿Podrían nombrar algunos?
 - e. ¿Qué materia inerte se puede ver? ¿Es natural o hecha por el hombre?
 - f. ¿Cómo podría el sistema cambiar en las diferentes estaciones?
4. Permanecer en el píxel central del sitio y pedir al alumnado que dibuje cada límite en el papel dividido –un triángulo para cada límite/parte – norte, sur, este y oeste.
Estas serán las vistas laterales. Animar al alumnado a ser buenos observadores y a dibujar los detalles.

5. Desde el punto central, hacer una fotografía en cada dirección (recordar el orden) Una vez que se revelen las fotografías, pedir al alumnado que compare sus dibujos con las fotografías. ¿Han dibujado suficientes detalles para identificar qué fotografía corresponde con cada dirección? ¿Han olvidado partes del sistema?
6. Para lograr un conocimiento progresivo del sitio de muestreo de cobertura terrestre pedir al alumnado que trace en el suelo un cuadrado de 30 m x 30 m con una cuerda, y que dibuje lo que observa en el papel de 11 cm x 11 cm.
7. Pedir al alumnado que conteste a las preguntas de la a a la f del Paso 3. ¿De qué forma, cambiando los límites cambia lo que se observa?
8. Pedir al alumnado que tome una muestra del suelo de su zona con una palita, una pala o una barrena. Tratar de conseguir, al menos, 15 cm de profundidad del suelo y echarlo en el recipiente de muestreo.
9. En clase, pedir al alumnado que observe la muestra del suelo, y que dibuje lo que ve en el trozo de papel de 5 cm x 5 cm. ¿Qué partes se ven ahora? ¿Hay seres vivos o partes de seres vivos?
10. En una superficie plana, pedir al alumnado que ponga primero el papel más grande en el suelo (el dibujo del sitio de muestreo de cobertura terrestre), y el otro trozo de papel encima (el dibujo del cuadrado de 30 m x 30 m) y la pieza más pequeña de papel (el dibujo de la muestra de suelo) arriba del todo. Formularles las siguientes interrogantes:
 - a. ¿Qué cuestiones se podrían contestar mejor cuando se observa el cuadrado de 30 m x 30 m (o sistema)?
 - b. ¿Qué preguntas se podrían contestar mejor al observar la muestra de suelo, que al observar todo el sitio de muestreo de cobertura terrestre?
 - c. ¿De qué forma cambiaron los límites lo que se observa?

Preguntas para Debatir

1. Si ocurre algo en el cuadrado de 30 m x 30 m vecino ¿cómo afectaría al nuestro?
2. ¿Qué hay sobre nuestro cuadrado de 30 m x 30 m? ¿Y por debajo?
3. ¿Afecta de alguna manera a nuestro cuadrado lo que hay por encima y por debajo? ¿Cómo?
4. ¿Qué entra y sale del sistema? (luz solar, agua, semillas, frutos secos, animales, etc.).

Observación del Sitio: Nivel Intermedio



Actividades de Aprendizaje de Observación del Sitio

Estas actividades previas a los protocolos introducen el concepto de sistema. Se investigarán las diferentes escalas de un sistema, se identificarán sus componentes e intentarán determinar las relaciones entre ellos. El concepto de sistema ayudará a comprender por qué se realizan las mediciones de biometría.

Objetivo General

Investigar la idea de que cada sistema dinámico posee energía y materia en diversas formas. Las entradas y salidas variarán dependiendo de los componentes físicos del sitio, la vida animal y vegetal, los límites o la escala de estudio, y de las estaciones.

Visión General

Se visitarán diversos sitios de muestreo de cobertura terrestre. En cada uno de ellos, se estudiarán una gran variedad de entradas y salidas del sistema, y se usarán métodos más complejos de adquisición y análisis de datos. Se utilizarán los datos de cada uno de los sitios para comparar y contrastar las entradas y salidas de los ambientes. El nivel intermedio de observación del sitio profundiza sobre los conceptos introducidos en el nivel de iniciación.

Objetivos Didácticos

Conceptos Científicos

Ciencias de la Vida

La Tierra posee muchos y diversos entornos, que mantienen combinaciones diferentes de organismos.

Toda las poblaciones de seres vivos y los factores físicos con los que interactúan constituyen un ecosistema.

Los humanos pueden cambiar el equilibrio del ecosistema.

Geografía

Cómo utilizar los mapas (reales e imaginarios).

Las características físicas de un lugar.

Las características y distribución espacial de los ecosistemas.

La forma en que los humanos modifican el entorno.

Habilidades de Investigación Científica

Integrar datos sacados de diferentes informaciones para lograr un conocimiento dinámico de cómo funciona el sistema Tierra.

Identificar preguntas y respuestas.

Diseñar y llevar a cabo investigaciones científicas.

Usar las matemáticas adecuadas para analizar datos.

Desarrollar descripciones y pronósticos basados en la evidencia.

Reconocer y analizar explicaciones alternativas.

Compartir procedimientos, descripciones predicciones.

Nivel

Medio

Tiempo

Tres clases o una salida al campo con una clase para seguimiento.

Materiales y Herramientas

Termómetros

Pluviómetros

Hoja de Trabajo de Datos de Campo de Observación del Sitio

Hoja de Trabajo de la Escala de Beaufort

Vasos de papel gruesos.

Papel

Preparación

Pedir que padres u otros voluntarios acompañen al alumnado a los sitios.

Dividir la clase en grupos según se requiera. Lo ideal sería que cada grupo trabajara en sitios diferentes, pero es más realista tener varios grupos que trabajen en las diferentes actividades

y en orden diferente, para que así puedan compartir los materiales.

Requisitos Previos

Se recomienda hacer la actividad de nivel de iniciación. Si no se hace, el alumnado debería comprender el concepto de límites de sistemas.

Qué Hacer y Cómo Hacerlo

Tomar los datos que se muestran a continuación en tres lugares diferentes del sitio de estudio GLOBE. Los sitios deberían incluir un espacio abierto, como un campo, un parque, o un sitio cerca de un cuerpo de agua, y un sitio de muestreo de cobertura terrestre con vegetación natural (bosque cerrado, zona arbolada, zona arbustiva o vegetación herbácea). Planificar la visita a los sitios en el mismo día o en días diferentes aproximadamente a la misma hora.

- 1. Temperatura** – Medir la temperatura del sitio a 0,5 m sobre el suelo, a nivel del suelo, y a 5 cm de profundidad. Para más detalles ver los *Protocolos de Suelos*. Para obtener la temperatura en y sobre el nivel del suelo, se debe insertar el termómetro a través de un agujero del fondo de un vaso de papel grueso, colocado boca abajo. El vaso actúa como un escudo alrededor de la punta del termómetro, para evitar que la luz solar y otras fuentes externas de calor provoquen lecturas erróneas. Se debe mantener fijo el termómetro hasta que la temperatura se estabilice durante 1-2 minutos. Para obtener la temperatura del suelo por debajo del nivel del suelo, introducir con cuidado la punta del termómetro hasta 2,5 cm de profundidad.
- 2. Precipitación** Determinar la cantidad de lluvia de la última estación de crecimiento. Si no se realiza el *Protocolo de Precipitación GLOBE*, se puede obtener la información de un meteorólogo local o por medio de los enlaces de la Web GLOBE. ¿Ha llovido últimamente? ¿Qué evidencias hay (un lago, arroyo, charcos, etc.)?
- 3. Luz Solar** – Cuando el sol brille, mirar en el sitio en busca de signos de luz solar en árboles, arbustos y en el suelo.

¿Cuánta luz llega a la copa de los árboles?
¿Cuánta luz llega al suelo? Si las plantas toman la luz del sol, ¿qué le ocurre a la luz?
¿Está siendo reflejada (eso supondría que las hojas brillarían como láminas de aluminio)?

Nota: Muchos alumnos/as jóvenes pueden pensar que las plantas obtienen su alimento del suelo y no que utilizan el sol para fabricar sus nutrientes durante la fotosíntesis. Pensarán que el sol ayuda a las plantas a crecer, pero no sabrán cómo ni por qué. Preguntar al alumnado cómo usan las plantas la luz solar en su ciclo vital. Como ampliación, sujetar una hoja de papel a una hoja durante un par de días, para ver que le sucede.

- 4. Viento** – ¿Sopla fuerte el viento en el sitio? Usar la *Hoja de Trabajo de la Escala Beaufort* para medir la velocidad del viento. ¿Se mueven las hojas o la hierba? ¿Es suficientemente fuerte el viento como para doblar pequeñas ramas o para allanar la hierba? ¿Y las ramas más grandes? Usar un trozo de papel para estudiar el fenómeno. Un alumno/a sujeta una hoja de papel alejada de su cuerpo, mientras otros observan si permanece quieto o si se dobla en un cierto ángulo. Utilizar una brújula para determinar desde qué dirección sopla el viento.
- 5. Vida Animal** – Anotar y registrar las distintas clases de animales del sitio (insectos, pájaros, reptiles, peces, anfibios, mamíferos). Anotar las evidencias de animales tales como huellas, madrigueras, hojas mordidas. ¿Cual predomina?
- 6. Vida Vegetal** – Observar los tipos de plantas que hay en el sitio (árboles grandes y pequeños, arbustos, planas pequeñas, hierba). Anotar los tipos más comunes de

plantas del sitio. ¿Cuál es el dominante?

7. Enviar los hallazgos y compartir lo aprendido según las instrucciones del profesorado.

Después de escuchar todos los informes se puede hacer una tabla grande con los datos para el aula. Utilizar esta tabla como base para debatir las diferencias entre las localizaciones y las interacciones que se observan entre los diversos elementos.

Preguntas para Debate

1. ¿Qué sitio tenía la temperatura del aire más alta? ¿Y la más baja? ¿En cuál soplaba más el viento? ¿Y dónde menos?
2. ¿Qué relación parece haber entre la luz y la temperatura del aire? ¿Y con la humedad del suelo? ¿Y con las plantas?
3. ¿Cómo se diferencian los diversos sitios en cuanto al número de especies de animales y plantas? ¿En qué se parecen?
4. ¿Qué sitios muestran la variación estacional más grande en los parámetros medidos? ¿A qué se debe?
5. ¿Cuál de las seis variables estudiadas parecen ser las más importantes a la hora de determinar el carácter del ambiente de cada sitio? ¿Por qué?
6. ¿Cuáles son las entradas a estos sistemas? ¿Cuáles son las salidas? ¿Cuáles de los seis elementos medidos pertenecen al sistema? Dibujar un esquema u organigrama representando esto.
7. Pedir al alumnado que haga diagramas de los sistemas o invente una historia sobre su sistema representando el camino que sigue la energía solar dentro del sistema.

Investigaciones Posteriores e Ideas para la Evaluación

1. Visitar de nuevo los sitios seleccionados en estaciones diferentes y repetir la investigación. ¿Cómo han variado los diversos factores? ¿Qué factores influyeron en el cambio? Si hay árboles caducifolios, ¿qué factores podrían haber influido en el proceso de foliación o de caída de la hoja a lo largo del año?
2. Pedir al alumnado que construya terrarios. Intentar que el terrario se parezca a uno de los sitios sistema. Intentar modelizar el sistema en función de los datos tomados en esta actividad de aprendizaje. Añadir viento, moderar la temperatura y/o el agua, conseguir que haya la cantidad de luz apropiada, incluir plantas e imitar efectos de los animales. Intentar simular las variaciones estacionales. ¿Se puede hacer? ¿Qué limitaciones existen en los modelos? ¿Se pueden desarrollar los mismos ciclos que existen en la naturaleza entre los factores vivos e inertes?

Tabla CT-SI -1: Escala de Beaufort

Velocidad viento Km/h m/h		Número Beaufort	Descripción del viento	Efectos observados sobre la Tierra
<1	<1	0	Calma	Calma, sin movimiento de hojas
1-3	1-3	1	Viento suave	Leve movimiento de hojas, de las columnas de humo, movimiento de veletas.
6-11	4-7	2	Brisa ligera	Susurro de hojas, se siente el viento, las veletas se mueven.
12-19	8-12	3	Brisa suave	Movimiento de hojas y ramas, banderas y pancartas ondean.
20-29	13-18	4	Brisa moderada	Pequeñas ramas se mueven; se levanta el polvo, la suciedad del suelo y las hojas secas
30-38	19-24	5	Brisa enérgica	Se mueven los árboles pequeños y las ramas, se forman pequeñas olas en cuerpos de agua interiores
39-49	25-31	6	Brisa fuerte	Se mueven ramas grandes, silba el cableado aéreo, dificultad para controlar los paraguas.
50-61	32-38	7	Vendaval moderado	Se mueven los árboles enteros, dificultad al caminar en el viento
62-74	39-46	8	Vendaval enérgico	Se rompen pequeñas ramas, dificultad para caminar, automóviles desplazados
75-87	47-54	9	Vendaval fuerte	Los techos se vuelan, las estructuras son ligeramente dañadas, ramas rotas por el suelo.
88-101	55-63	10	Vendaval integral	Árboles arrancados de raíz, daños estructurales
102-116	64-73	11	Tempestad	Daño general de estructuras y árboles. Poco común
>117	>74	12-17	Huracán	Daños severos a catastróficos

Observación del Sitio

Hoja de Trabajo de Datos de Campo

Nombre(s): _____ Fecha: _____

_____ Hora: _____

Tipo de Sitio (Marcar uno): Campo abierto Sitio cercano al agua Sitio de muestreo de cobertura terrestre

Componente del Sistema	Datos
Temperatura - 0,5 m sobre el nivel del suelo - A nivel del suelo - A 2,5 cm de profundidad	
Precipitación - Cantidad - ¿Ha llovido recientemente? - Evidencia	
Luz del sol - Llega a la copa de los árboles - Llega al suelo - ¿Qué ocurre con la luz solar?	
Viento - Escala Beaufort # - Fuerza - Dirección	
Vida animal - Tipos - Evidencia - ¿Cuál es la dominante?	
Vida vegetal - Tipos - ¿Cuál es la dominante?	

Otras observaciones (metadatos) y dibujos:

Clasificación de Hojas



Objetivo General

Desarrollar un sistema de clasificación para un conjunto de objetos, aprender sobre sistemas de clasificación jerárquica, y desarrollar habilidades para utilizar el sistema MUC.

Visión General

Como grupo, el alumnado desarrollará su propio sistema de clasificación para clasificar hojas y aprenderá diferentes formas de clasificar el mismo grupo de objetos. Esta actividad introduce la complejidad de una “simple” tarea, para la cual no existen respuestas absolutamente correctas.

Objetivos Didácticos

Conceptos Científicos

Ciencias Físicas

Los objetos poseen propiedades observables que se pueden medir mediante herramientas.
Los objetos tienen características observables.

Habilidades de Investigación Científica

Clasificar ayuda a organizar y a comprender la naturaleza.

Un sistema de clasificación es un sistema de etiquetas y reglas que se utilizan para ordenar objetos.

Un sistema jerárquico tiene muchos niveles de detalle creciente.

Identificar preguntas y respuestas.

Diseñar y llevar a cabo investigaciones científicas.

Usar las matemáticas apropiadas para analizar los datos.

Desarrollar descripciones y predicciones basadas en evidencias.

Reconocer y analizar explicaciones alternativas.

Compartir procedimientos, descripciones y predicciones.

Nivel

Todos

Tiempo

El periodo de una clase.

Materiales y Herramientas

Un juego de hojas diferentes.

Pizarras o papel de mural para dibujar un sistema de clasificación.

Preparación

Recoger un juego de hojas diferentes. (Si el tiempo lo permite, llevar al alumnado al exterior a recoger hojas o pedirles a cada uno que traiga 3-5 tipos de hojas diferentes).

Requisitos Previos

Ninguno

Antecedentes

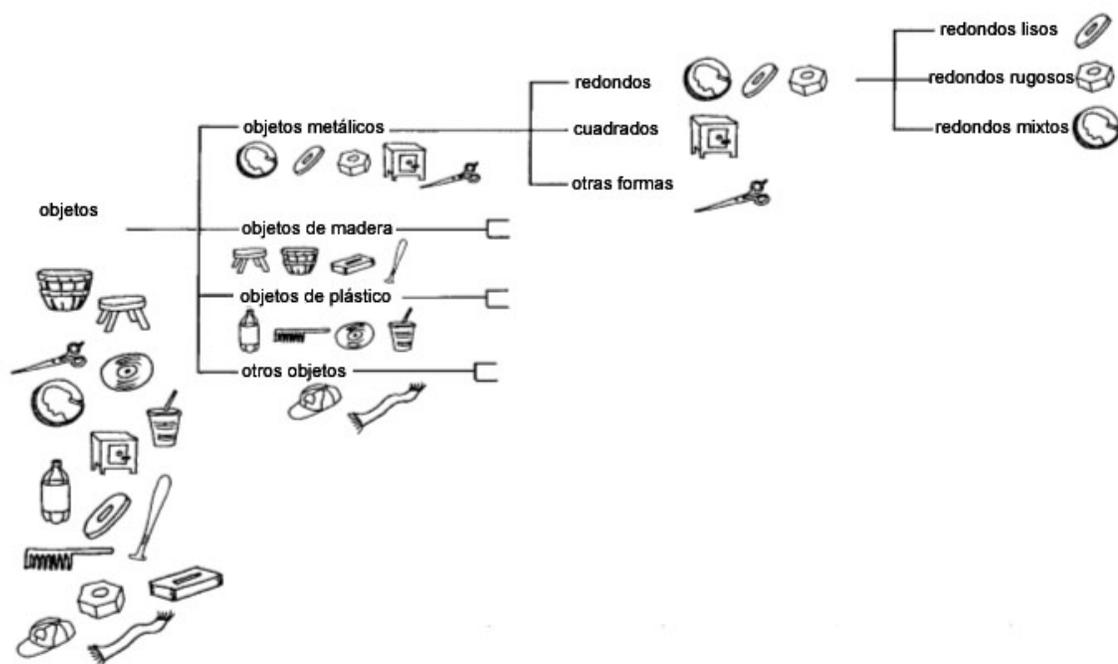
Los científicos clasifican muchos rasgos del entorno tales como nubes, suelo, y vegetación. Estas clasificaciones ayudan a organizar y a entender la naturaleza. Un *sistema de clasificación* es una forma de agrupar los objetos en categorías similares. Existen dos componentes en un sistema de clasificación: los *nombres* y las *reglas*. Los nombres son los títulos de las diferentes clases dentro del sistema; las reglas son los criterios que se aplican para decidir a qué clase pertenece un objeto. Los nombres y las reglas bien definidas permiten a los científicos describir y organizar los objetos de forma sistemática. Por ejemplo, el Sistema de Clasificación Modificado de la UNESCO (MUC), utilizado en los protocolos GLOBE permite a los participantes GLOBE describir de manera sistemática la cobertura terrestre en cualquier parte del mundo usando los mismos nombres y normas. Los sistemas de clasificación son, en cierta manera, arbitrarios, determinados únicamente por lo que se cree que tiene sentido. Sin embargo, los buenos sistemas de clasificación poseen tres características clave:

1. Las clases deben ser *mutuamente excluyentes*. Cualquier objeto sólo debe poder asignado a una única clase correctamente. Por ejemplo, si una hoja pudiera ser asignada a dos categorías, entonces las clases no son mutuamente

excluyentes y se debe modificar el sistema para que tenga reglas más detalladas.

2. El sistema de clasificación debe ser *totalmente exhaustivo*. Debe haber una clase adecuada para todos los potenciales objetos. Esto se logra frecuentemente con una clase de “cajón desastre” con la denominación “otros”. Por ejemplo, si una hoja no satisface los criterios de ninguna clase, la clasificación no es totalmente exhaustiva. En este caso, el sistema debe ser modificado, habitualmente añadiendo al menos una clase más.
3. Un sistema de clasificación debe ser *jerárquico*. Debe haber múltiples niveles de detalle creciente. En cualquier nivel de detalle, todas las distintas clases deberían poder “agruparse” en el nivel previo menos detallado del sistema de clasificación. La Figura CT-HO-1 es un ejemplo de sistema de clasificación jerárquica de objetos. Las clases del nivel 1 son objetos metálicos, de madera, de plástico, y de otros materiales. Las clases del nivel 2 dentro de los objetos metálicos son objetos redondos, cuadrados, y de otras formas. El nivel 3 clasifica los objetos metálicos cuadrados en objetos con superficies lisas, rugosas, y mezcladas; y así sucesivamente.

Figura CT-HO-1: Ejemplo de Sistema de Clasificación Jerárquica



Qué Hacer y Cómo Hacerlo

1. Reunir un juego de hojas diferentes. Si el tiempo lo permite, llevar al alumnado al exterior para recoger hojas o pedirles que cada uno traiga 3-5 hojas diferentes. Intentar que sean hojas marrones (viejas) y verdes (frescas). Si es posible, asegurarse de que hay variedades de hojas de plantas o de arbustos. Si se vive en un área de herbáceas, se podrían utilizar gramíneas u otros tipos de herbáceas.
2. Unir a la clase en un círculo. En el centro, en el suelo o en una mesa, extender todas las hojas.
3. Clasificar las hojas en grupos de tipos similares. (Se puede también dividir la clase en grupos y que cada uno realice este paso. Después, comparar los sistemas de clasificación y debatir los resultados).
Sugerencia: Que el alumnado realice una lluvia de ideas sobre las diferentes características que se podrían usar para organizar las cosas. Utilizar la pizarra para recoger las ideas. Debatir qué característica es la más importante, o votar para decidir el orden de importancia. Debería darse cuenta de que no hay una única forma correcta. Así, se tendrán varias características, en orden jerárquico de importancia, para utilizar en la clasificación de las hojas.
4. Pedir al alumnado que clasifique las hojas utilizando los nombres elegidos y las normas de decisión. Mientras se clasifican las hojas se puede encontrar que el sistema debe modificarse o redefinirse. Esto ocurre frecuentemente en proyectos científicos. Si hay tiempo, se pueden crear varios sistemas diferentes de clasificación para organizar las hojas.

Preguntas para Debatir

1. ¿Qué es un sistema de clasificación?
2. ¿Qué nombres se utilizaron para identificar las diferentes clases de hojas?
3. ¿Qué reglas (criterios) se utilizaron para asignar cada hoja a su clase?
4. ¿Cómo se decidieron qué criterios o reglas

eran los más importantes (los primeros) del sistema de clasificación?

5. ¿Todas las hojas se pueden clasificar en las clases creadas? ¿Hubieron hojas que podían entrar en más de una clase? ¿Hubo alguna que no encajara en ninguna clase?
6. ¿En qué se diferencia el sistema de clasificación de otros grupos o clases? ¿En qué se parece? ¿Qué tres características deben cumplir para que ambos sean correctos?
7. ¿Cómo se podría cambiar el sistema de clasificación de hojas para adaptarlo a una clase de arte? ¿Y para una de matemáticas?

Variaciones

Se pueden utilizar varias colecciones de objetos naturales o artificiales para este ejercicio (por ejemplo: rocas, insectos, botones, zapatos y tornillos). Cuantas más cosas mejor. Es útil usar hojas, especialmente con el alumnado más joven, para ayudarles a familiarizarse con la vegetación local. Pedir al alumnado que intente clasificar otro grupo de objetos como una actividad de evaluación.

Evaluación del Alumnado

Después de finalizar esta actividad, el alumnado debería ser capaz de:

1. Describir el diseño de su sistema de clasificación, incluyendo las bases para establecer las diferentes clases de hojas.
2. Hacer un listado de reglas o criterios de decisión usados para asignar cada hoja a su clase.
3. Describir cómo se organizó el sistema jerárquico.
4. Clasificar todas las hojas recogidas utilizando el sistema.

La última manera de valorar la comprensión del alumnado de cómo se crean y utilizan los sistemas, será comprobar la facilidad con la que son capaces de utilizar el Sistema de Clasificación Modificado de la UNESCO (MUC).

Odisea de los Ojos

Nivel de Principiante



Objetivo General

Familiarizar al alumnado con la importancia de la perspectiva e iniciarlos en las diferentes escalas de los datos tomados mediante teledetección.

Visión General

El alumnado crea una maqueta o modelo tridimensional de una zona y desarrolla un sistema de clasificación para los tipos de clases de cobertura del modelo. Utiliza sus ojos como sistemas de teledetección y visualizan el modelo desde varias alturas y perspectivas. Seguidamente se crean mapas de lo que se ve. Los mapas se pueden utilizar para contestar ciertas preguntas sobre el ambiente.

Objetivos Didácticos

Conceptos Científicos

Ciencias Físicas

Los símbolos son modos alternativos de representar los datos.

Ciencia como Investigación

Hacer dibujos que reflejen de manera correcta al menos algunas de las características del objeto que se describe.

Geografía

Primaria

Cómo describir la propia región del alumnado desde diferentes perspectivas.

Cómo exponer información espacial en mapas y otras representaciones geográficas.

Conceptos espaciales de localización, distancia, dirección y escala.

Secundaria

Características físicas de los lugares.

Cómo crear y usar mapas y cómo analizar las distribuciones y los patrones espaciales.

Enriquecimiento

Un mapa es una representación simbólica de una determinada zona.

Mapas de la misma zona se pueden representar con diferentes escalas.

El campo de visión es el tamaño de una zona que se puede percibir.

El campo de visión aumenta a medida que aumenta la distancia al suelo u objeto.

La teledetección consiste en recoger datos de algo desde la distancia.

Habilidades de Investigación Científica

Observar un paisaje y hacer un modelo de él.

Dibujar un paisaje desde perspectivas diferentes.

Utilizar diferentes escalas para examinar un grupo de objetos.

Nivel

Primaria

Tiempo

Tres o cuatro periodos de clase

Materiales y Herramientas

Servilletas de papel o rollos de papel higiénico

Materiales diversos (cajas, cartones, papel, pintura, pegamento, cinta adhesiva, etc.), para hacer los modelos.

Regla

Material de escritura.

Formulario de Anotación de la Odisea de los Ojos.

Observación del Modelo de la Odisea de los Ojos.

Hoja de Datos del Mapa Simbólico de la Odisea de los Ojos.

Preparación

Reunir todo el material antes de construir el modelo.

A partir de un mapa de carreteras normal, revisar los componentes básicos de mapas y modelos, tales como símbolos y leyendas.

Requisitos Previos

Ninguno

Nota: Esta actividad contiene conceptos similares a los que se encuentran en la *Actividad de Aprendizaje: “Direcciones Relativas y Absolutas” de la Investigación con GPS.*

Antecedentes

En los *Protocolos Interpretación Manual y Clasificación no Supervisada* el alumnado crea un mapa de tipos de cobertura terrestre del sitio de estudio GLOBE de 15 Km x 15 Km. La imagen que se recibe se ha obtenido por medio de un satélite. El alumnado clasificará los tipos de cobertura terrestre de forma manual o con una computadora. También recogerá datos utilizando el *Protocolo del Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre* para comprobar la exactitud del mapa resultante. Es importante comprender los conceptos de modelización y de teledetección para tener una idea clara de cómo se obtiene esta información y la importancia de ello.

Los mapas son un modo habitual para representar la superficie de la tierra. Cuando se crea un mapa, generalmente se utiliza la teledetección para obtener la información necesaria para ello. Las imágenes de satélite son un tipo de información o datos obtenidos mediante *teledetección*.

Se podría pensar que la teledetección es algo que sólo pueden realizar los satélites, pero existen muchos instrumentos, incluidos nosotros mismos, que se pueden utilizar para obtener información a distancia de los objetos. Aunque puede que el alumnado lo no sepa, posee mucha experiencia en teledetección. Cuando observa y aprende algo (usando los sentidos) sin tocarlo, están utilizando la teledetección. También son formas de teledetección la utilización de una cámara y un microscopio. Cámaras y microscopios proporcionan información que no se podría obtener con nuestros limitados sentidos.

Los científicos que estudian la cobertura terrestre utilizan una gran variedad de fotografías aéreas e imágenes de satélite, dependiendo del objetivo de su investigación. Los científicos de GLOBE analizan las imágenes de satélite para determinar los tipos de cobertura terrestre y los cambios en el uso del suelo a lo largo del tiempo.

Las imágenes de satélite están compuestas por cuadrados diminutos denominados píxeles. Si se observa con mucha atención la imagen de satélite del sitio de estudio GLOBE, se podrá observar esto. Cada cuadradito/píxel contiene información sobre las características dominantes de una zona determinada de cobertura terrestre. Algunas imágenes tienen píxeles que representan una gran área del suelo y otras tienen píxeles que representan pequeñas áreas. El tamaño del área cubierta por un

píxel se conoce como resolución de la imagen de satélite. Cuanto más pequeño es el tamaño del píxel, mayor es la resolución.

Recursos (Opcional)

Looking Down. Jenkins, Steve. NY: Hutton Hough-ton Mifflin, 1995. ISBN 0-395-72665-4

View from the Air. Lindberg, R. NY: Viking, 1995. ISBN 0-670-84660-0

Mouse Views. McMillan, B. NY: Holiday House, 1995. ISBN 0-8234-1132-x

Qué Hacer y Cómo Hacerlo

Parte 1: Construcción y Visualización del Modelo.

1. El alumnado forma grupos y escribe un plan para construir un modelo de una zona, real o imaginaria. El patio del colegio es una elección muy frecuente; sin embargo, el diseño del modelo se debería realizar por los mismos alumnos/as. El alumnado debería preparar un listado del material necesario y dibujar un esquema de su modelo en el *Formulario de Anotación de Odisea de los Ojos*.
2. Se necesitarán dos o tres periodos de clase para construir sus modelos.
3. A continuación, el alumnado usará sus ojos para observar el modelo a través de un tubo hecho con papel, desde cuatro puntos de vista diferentes. Esto permitirá experimentar un cambio en la *resolución* y en el *campo de visión*. Pedir al alumnado que anote sus observaciones en la *Hoja de Trabajo de Observación del Modelo de la Odisea de los Ojos*.
 - a. **A vista de ratón** — Observar el modelo desde un lado. Dibujar un mapa del modelo y darle un nombre.
 - b. **A vista de abeja** — Observar el modelo desde 10 cm de distancia. Dibujar un mapa del modelo y darle un nombre.
 - c. **A vista de pájaro** - Con el modelo en el suelo, observarlo desde el nivel de una mesa. Dibujar un mapa y darle un nombre
 - d. **A vista de satélite**. Observarlo desde una ventana de un segundo piso o desde el hueco de una escalera. Dibujar un mapa del modelo y darle un nombre.

Preguntas para Debate

1. ¿Hay alguna diferencia visual entre la vista de abeja y la vista de ratón? ¿Cuáles son?
Nota: Los niños de primaria más pequeños generalmente tienen más dificultad con el concepto de “vista aérea”. Puede ser necesario algún tiempo extra. Ver la lista de recursos para ver los recursos que se sugieren.
2. Comparar los cuatro dibujos. ¿Qué vista sería más útil si:
 - a. Fuera un águila buscando un ratón?
 - b. Fuera a decidir dónde construir un centro comercial?
 - c. Se buscaran huellas de animales?
 - d. Se estudiara el alcance de una deforestación o reforestación?
 - e. Hubiera que buscar a un niño perdido en el bosque?
 - f. Se quiere observar el daño producido en la zona por la contaminación?
 - g. Busca un alfiler perdido?
3. ¿Cuáles son las ventajas de utilizar satélites para observar la Tierra? ¿Existe alguna desventaja?

Parte 2: Crear un Mapa Simbólico del Modelo

1. Pedir al alumnado que elija un símbolo para representar cada tipo de cobertura terrestre existente en su modelo (carreteras, rocas, lagos, ríos, hierba, casas, etc.). Recoger los ítems de cobertura terrestre y sus símbolos en la *Hoja de Datos del Mapa Simbólico de la Odisea de los Ojos*.
2. Usar los símbolos para crear un mapa del área sobre otra hoja de papel.
3. Pedir al alumnado que intercambie los mapas simbólicos, descifre los mapas y escriba una historia de ficción sobre un acontecimiento que podría ocurrir en ese entorno representado.

Nota: Si se tiene pensado realizar la *Odisea de los Ojos: Nivel Intermedio*, por favor guarde los mapas y modelos para poder compararlos.

Debate

1. Si se pidiera realizar un mapa del vecindario, ¿preferiría dibujar un mapa real o utilizaría símbolos? ¿Por qué?
2. ¿Qué distancia (ratón, abeja, pájaro o satélite) daría el mejor campo de visión para observar el área del Sitio de estudio GLOBE? ¿Por qué?

Ampliación

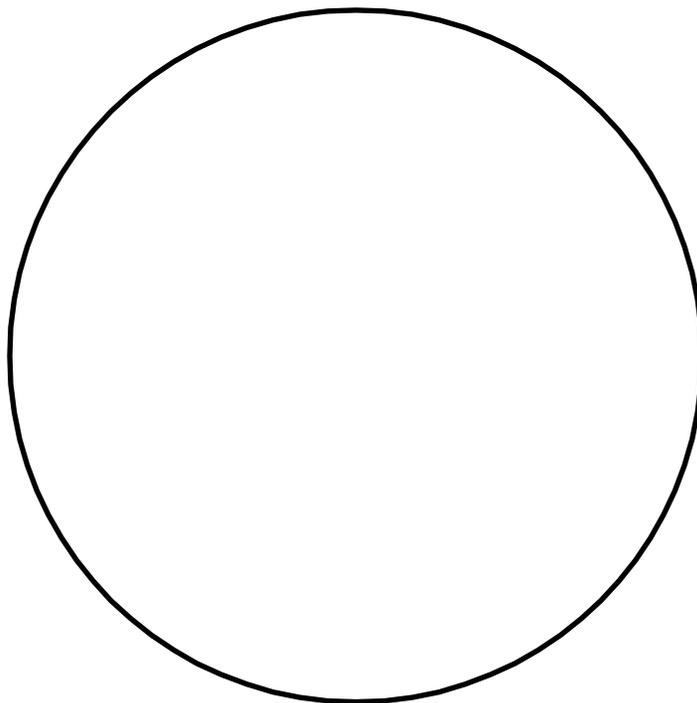
Reunir unos cuantos tipos de mapas diferentes o pedir al alumnado que busque diferentes tipos de mapas. Debatir el objetivo de cada mapa. Examinar las diferentes escalas de cada mapa y los campos de visión.

Odisea de los Ojos

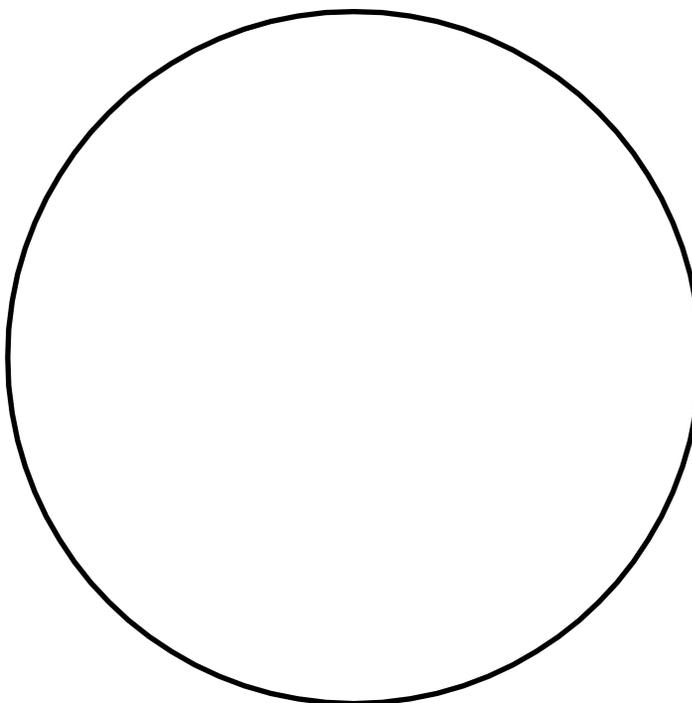
Observaciones del Modelo-1

Nombre: _____ Fecha: _____

Vista de ratón



Vista de abeja

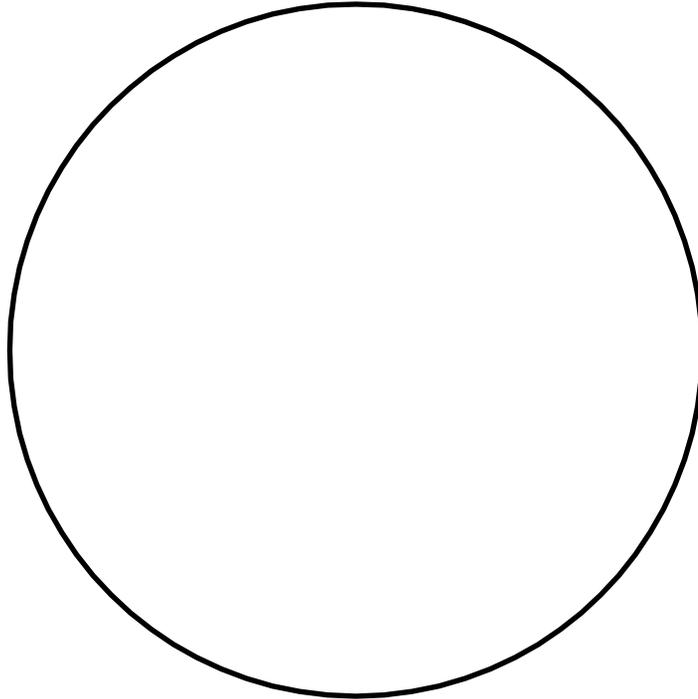


Odisea de los Ojos

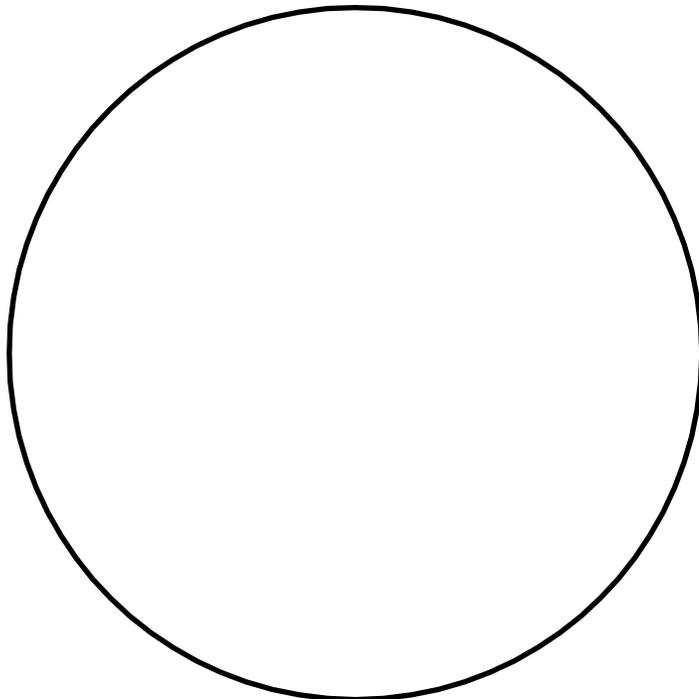
Observaciones del modelo-2

Nombre: _____ Fecha: _____

Vista de pájaro



Vista de satélite



Odisea de los Ojos

Hoja de Datos del Mapa Simbólico

Nombre: _____ Fecha: _____

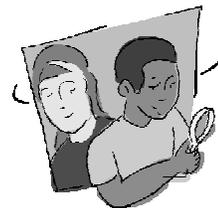
Leyenda de Cobertura Terrestre

	Tipo de Cobertura Terrestre	Símbolo
	Ejemplo: <i>Carretera</i>	
	Ejemplo: <i>Árbol</i>	
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		

Utilizar el dorso de esta hoja para dibujar el mapa simbólico. Incluir las dimensiones del mapa en centímetros (alto y ancho).

Odisea de los Ojos

Nivel Intermedio



Objetivo General

Familiarizar al alumnado con el concepto de modelización en lo que se refiere a teledetección y el proceso digitalización de imágenes.

Visión General

Se usará el mapa simbólico creado en la actividad de aprendizaje de nivel iniciación para crear una imagen digitalizada. Según se realiza la actividad se empezará a observar por qué es necesaria la verificación de datos de satélite para que los científicos puedan crear representaciones exactas de los sistemas terrestres.

Objetivos Didácticos

Conceptos Científicos

Ciencia y Tecnología

Los científicos confían en la tecnología para mejorar la recogida y manipulación de datos.

Ciencia como Investigación

Las comunicaciones implican codificación y decodificación.

Tablas, gráficos y símbolos son formas alternativas de representar los datos.

Usar datos numéricos para describir y comparar objetos y eventos.

Geografía

Primaria

Mapas e imágenes de satélites

Secundaria

Características, funciones y aplicaciones de mapas, globos e imágenes de satélite.

Complemento

Las imágenes recogidas por los satélites se interpretan y digitalizan en un código basado en la reflectancia del objeto en las diferentes longitudes de onda de la luz.

Esos códigos son recibidos a través de una antena parabólica y transmitidos a una computadora para su almacenamiento o corrección.

La representación de la imagen se logra convirtiendo los datos almacenados en una imagen con un código de colores definido por el usuario.

Habilidades de Investigación Científica

Observar, digitalizar e interpretar una imagen.

Nivel

Medio

Tiempo

Dos o tres clases

Materiales y Herramientas

Papel cuadriculado

Lápices

Mapa y modelos de la *Odisea de los Ojos: Nivel de Principiante*.

Transparencias con la *Cuadrícula de la Odisea de los Ojos*

Lápices de colores

Hoja de Datos de Digitalizada de Odisea de los Ojos.

Preparación

Reunir todos los materiales.

Demostrar el proceso de digitalizar a los alumnos/as antes de que se pongan a trabajar en grupos.

Requisitos Previos

El alumnado debería saber cómo los satélites reciben la información y la envían a la computadora.

Es necesario realizar la *Odisea de los Ojos: Nivel Principiante* antes que esta actividad.

Nota: Esta actividad presenta conceptos similares a los de los pasos 8, 9, y 10 de la *Actividad de Aprendizaje “Direcciones Relativas y Absolutas”* de la *Investigación GPS*.

Antecedentes

El sol emite energía en forma de luz. Esta energía llega a la Tierra. La luz se compone de muchas longitudes de onda, incluyendo las que componen la luz visible. La luz visible se compone de color rojo, naranja, amarillo, verde, azul, añil y violeta. Cada objeto sobre la Tierra refleja la luz visible de manera diferente. Algunos objetos reflejan toda la luz (objetos que vemos de color blanco), otros que absorben toda la luz (los que vemos de color negro), y algunos reflejan diferentes cantidades de cada longitud de onda de la luz visible. Los satélites registran la cantidad de luz reflejada por los objetos que hay sobre el suelo. Guardan esta información como datos o códigos. Estos códigos o datos se visualizan en una computadora y se llaman imágenes de satélite.

Qué Hacer y Cómo Hacerlo

Parte 1: Cómo se Crean las Imágenes Digitalizadas

El alumnado aprenderá cómo se comunican entre sí los satélites y las computadoras. Un alumno/a será un satélite y otro hará de computadora. Utilizando una fotografía en blanco y negro, el alumno/a “satélite” escaneará una fotografía, transformándola en un código digitalizado. El alumno/a “computadora” transformará el código numérico, reproduciendo la imagen.

1. Se trabajará en parejas. Uno alumno/a será el satélite y otro la computadora. El satélite situará la transparencia de la *Cuadrícula de Odisea de los Ojos* sobre la fotografía en blanco y negro del *Satélite de la Odisea de los Ojos*. El satélite escaneará la foto, un cuadrado cada vez, empezando por la esquina izquierda de la fotografía. El satélite dará un código numérico para cada cuadrado o casilla de la cuadrícula a su compañero/a computadora. La computadora escribirá el código numérico en su cuadrícula.
2. El satélite interpretará cada cuadro según las siguientes directrices:
 - El satélite indicará el comienzo y el final de cada línea escaneada con un “0.”
 - **Si una casilla es blanca:** el satélite interpretará el mensaje como un “1”.
 - **Si una casilla es gris:** el satélite lo interpretará como un “2.”

- **Si una casilla es negra:** el satélite interpretará el mensaje como un “3.”
 - **Si el cuadro no es del todo negro, gris o blanco:** el satélite deberá decidir qué elección es la mejor posible “1”, “2” o “3.” El satélite deberá basarse para hacer su elección en si el cuadro es mayoritariamente negro, gris, o blanco.
3. Con un lápiz, el alumno/a que hace de computadora trasladará el código numérico al papel cuadriculado, creando una imagen de satélite. Empezará o terminará una línea cuando lea un “0”, dejará un cuadro en blanco cuando lea un “1”, sombreadá el cuadro ligeramente si lee un “2” o pintará de negro el cuadro si lee un “3”.

Ejemplo:

Si las casillas de la primera fila son blanca, blanca, negra, principalmente negra, y gris; y las de la segunda fila son blanca, gris, negra, prácticamente blanca y gris; el satélite lo codificará como [01133200123120]. La computadora escribirá este código y después coloreará en la cuadrícula la primera fila con blanco, blanco, negro, negro, gris, y la segunda fila con blanco, gris, negro, blanco, gris.

Nota: Para practicar más, utilizar fotografías en color y cuadrículas de diferentes tamaños.

Parte 2: Crear una Imagen Digitalizada Utilizando Datos de un Modelo de Mapa

1. Dar a cada grupo de alumnos una cuadrícula en transparencia (hecha a partir de la *Cuadrícula de la Odisea de los Ojos*). Pedir al alumnado que coloque esta cuadrícula sobre el mapa simbólico de la *Odisea de los Ojos: Nivel de Principiante*.
2. Pedir al alumnado que cree un código de color y numérico (clave o leyenda) para los objetos del mapa. Asignar a cada tipo de cobertura del mapa simbólico un color y un número. Anotarlo en la *Hoja de Datos Digitalizada de la Odisea de los Ojos*.
3. Pedirles que creen el código digitalizado de su mapa:
 - Comienzo y final de cada línea escaneada con un “0.”
 - Escanear cada línea del mapa simbólico, “codificando” cada casilla o cuadrado con un número determinado por la *Hoja de Datos Digitalizada de la Odisea de los Ojos*.

- Anotar los números en el cuadro de datos.
 - Revisar las instrucciones de la *Parte Uno* de esta actividad para obtener más ayuda.
4. Finamente, utilizando el código digitalizado, pedir al alumnado que seleccione los colores que correspondan y reproduzcan el mapa como imagen digitalizada en un papel cuadriculado.

Debate y Evaluación

1. Observar el mapa simbólico.
 - a. ¿Qué es diferente en el mapa o imagen digitalizada?
 - b. ¿Qué es igual?
 - c. ¿Representan la imagen y el modelo la misma cantidad de cada tipo de cobertura terrestre?
2. Observar el modelo original.
 - a. ¿Qué es diferente en el mapa o imagen digitalizada?
 - b. ¿Qué es igual?
 - c. ¿Representan la imagen y el modelo la misma cantidad de cada tipo de cobertura terrestre?
 - d. Observar el mapa simbólico. Buscar las diferencias y similitudes entre el mapa simbólico y el modelo original. ¿Podría enumerar dos de cada tipo?
3. Comparar y contrastar los mapas creados por otros grupos.
 - a. ¿Cómo se sabe que los mapas son precisos?
 - b. ¿Qué ocurre con los tipos de cobertura terrestre que son de tamaño pequeño cuando se dibuja un mapa simbólico o se digitaliza una imagen?
 - c. ¿Qué ocurre con los tipos de cobertura terrestre que tienen formas irregulares?
 - d. ¿Cómo afectan estos cambios al tipo y a la cantidad de cobertura terrestre que se puede ver?
4. ¿Qué función realiza el satélite cuando crea mapas?
5. ¿Y la computadora?
6. ¿Por qué son diferentes los mapas de cada grupo?
7. ¿Deben los colores escogidos para representar cada tipo de cobertura terrestre reflejar lo que se ve en el suelo?

8. ¿Cómo variaría la digitalización del modelo si éste estuviera iluminado por luz azul?

Nota: La comprobación en el terreno es lo que se hace en algunos de los *Protocolos de Cobertura Terrestre/Biología*. En los *Protocolos del Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre* el alumnado comprueba que lo que existe realmente en el suelo en comparación con lo que se interpreta a partir de la imagen de satélite o un modelo.

Ampliación

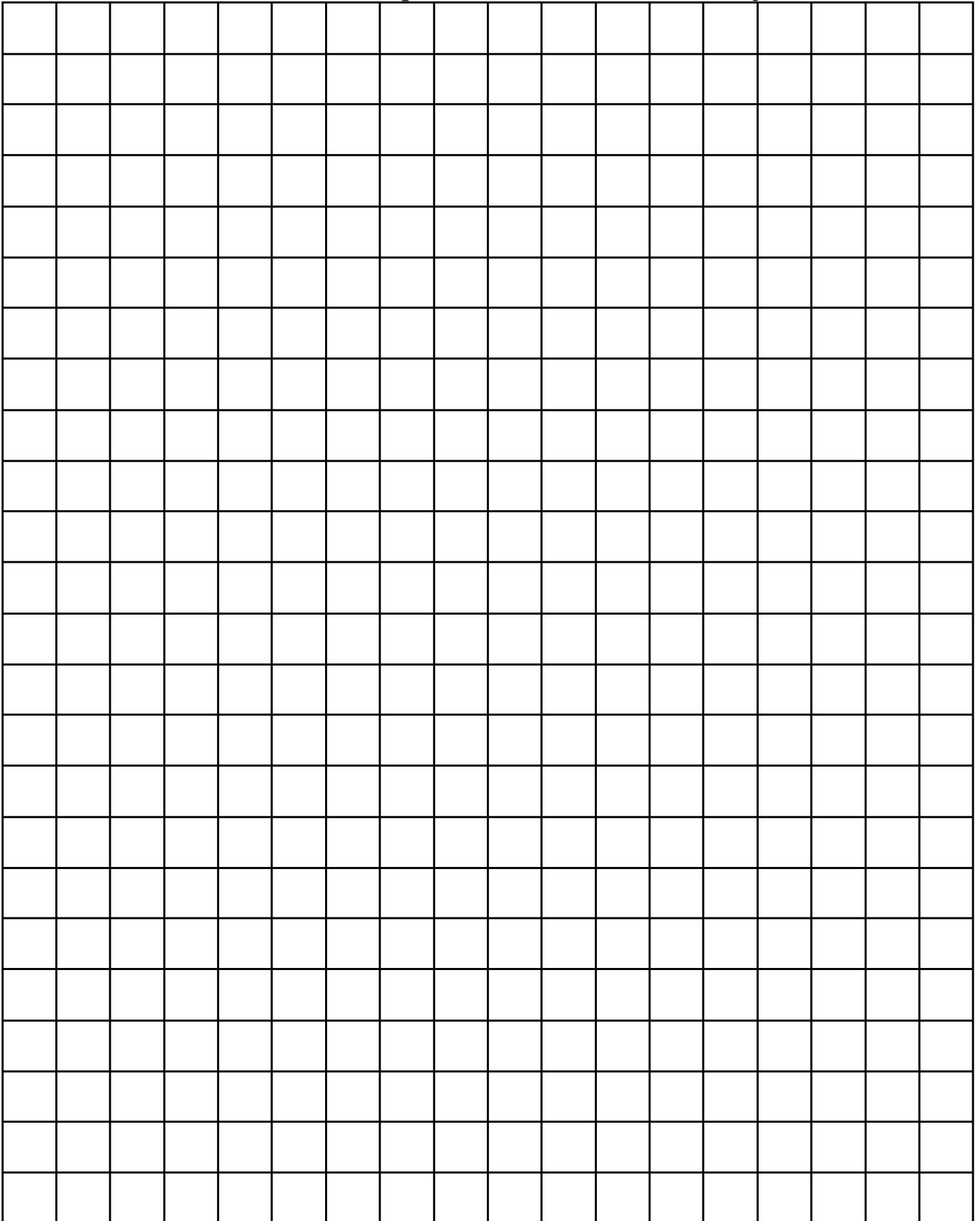
El satélite Landsat recoge los datos del Sitio de estudio GLOBE. Identificar las partes del satélite Landsat y describir lo que hace cada parte. Para obtener diagramas e información sobre Landsat ver el apartado de Cobertura Terrestre/Biología en el sitio Web de GLOBE en <http://www.globe.unh.edu> o el sitio Web de Landsat de la NASA en <http://geo.arc.nasa.gov/sge/landsat/landsat.html>

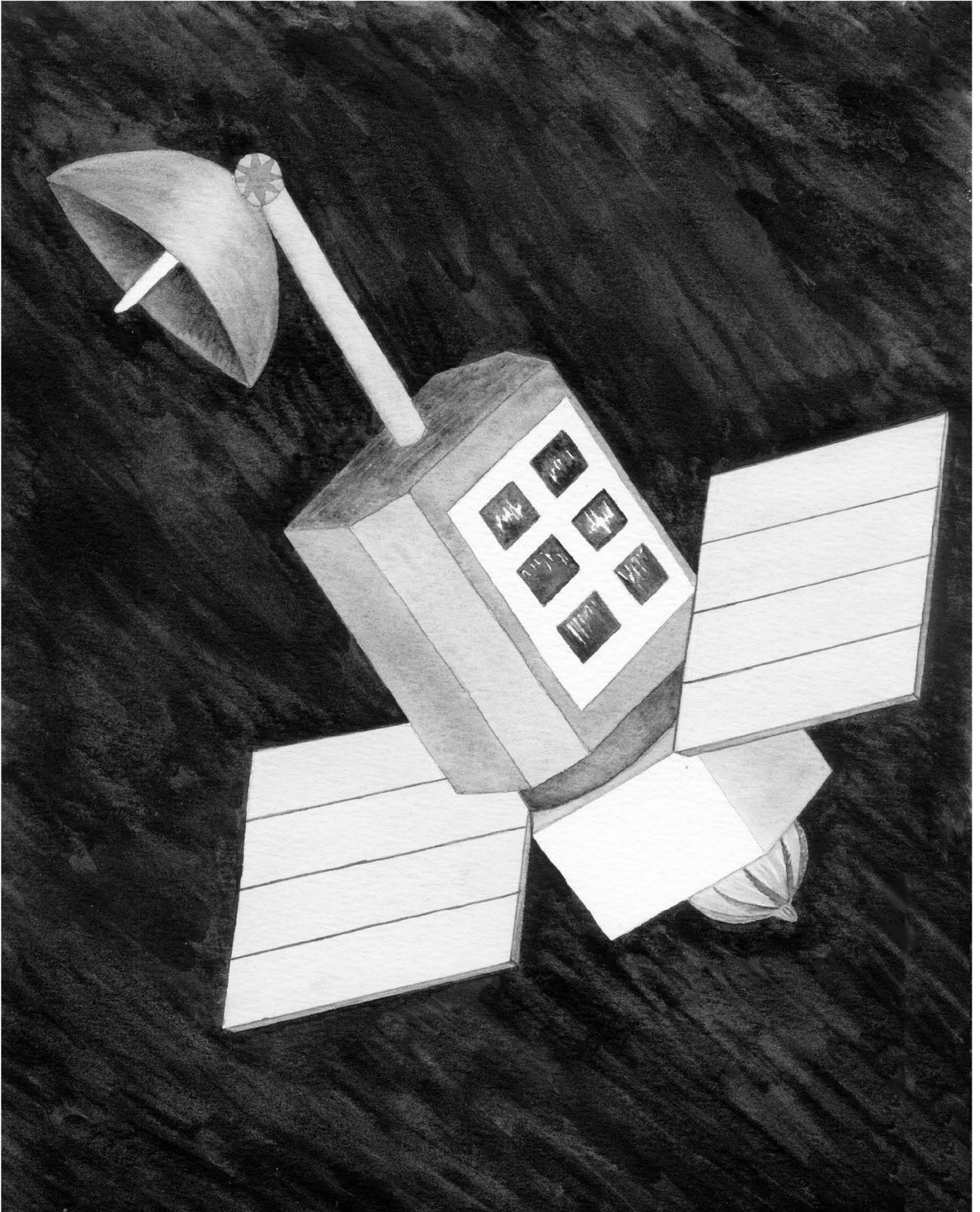
Reconocimiento

Imagen del satélite de Sherri Wormstead

Cuadrícula Grande de la Odisea de los Ojos

Cuadrícula Pequeña de la Odisea de los Ojos





Odisea de los Ojos

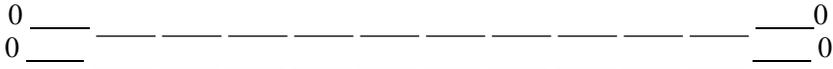
Hoja de Datos Digitalizada

Nombre _____ Fecha _____

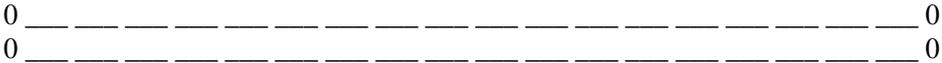
Tipo de cobertura terrestre	Símbolo	Número	Color Digitalizado
Ejemplo: Carretera	====	1	Negro
Ejemplo: Árbol	▲	2	Verde

Código Digitalizado

Usar un 0 para indicar el comienzo y el final de cada línea escaneada.
Para las casillas de las cuadrículas grandes, usar las siguientes líneas como ejemplo de cómo colocar el papel.



Para las casillas de la cuadrícula pequeña, usar las siguientes líneas como ejemplo de cómo colocar el papel.



Odisea de los Ojos

Nivel Avanzado



Objetivo General

Ayudar a que el alumnado comprenda la relación entre tecnología de teledetección, análisis de imágenes y evaluación de la cobertura terrestre, y demostrar cómo el sensor de un satélite puede transmitir información a una computadora.

Visión General

El alumnado transcribe sus mapas a código digital e intercambia las versiones digitalizadas de sus mapas con el alumnado de otro centro escolar u otra aula para crear un mapa a color. Cada grupo de alumnos/as recreará los tipos de cobertura terrestre de las imágenes originales.

Objetivos Didácticos

Conceptos Científicos

Ciencia y Tecnología

La comunicación clara es parte esencial de la ciencia.

Las comunicaciones implican codificar y decodificar.

Tablas, gráficos y símbolos son formas alternativas de presentar los datos.

Geografía

Primaria

Imágenes producidas por mapas y satélites

Enriquecimiento

La representación de la imagen se logra convirtiendo los datos almacenados en una imagen con un código de colores definido por el usuario.

Habilidades de Investigación Científica

Observar, interpretar y clasificar una imagen utilizando los datos proporcionados.

Analizar cómo puede diferir la interpretación de la imagen por grupos diferentes.

Nivel

Todos

Tiempo

Tres o cuatro periodos de clase

Materiales y Herramientas

Papel cuadriculado

Lápices de colores

Imagen/mapa digitalizado obtenido en la parte 2 de la *Odisea de los Ojos: Nivel Intermedio*

Internet (opcional).

Preparación

Reunir los materiales.

Contactar con otra aula o centro escolar para intercambiar mapas digitalizados.

Requisitos Previos

Es necesario realizar la actividad *Odisea de los Ojos: Nivel Iniciación e Intermedio*

Nota: Esta actividad presenta conceptos similares a los de los pasos 8, 9 y 10 de la *Actividad de Aprendizaje de Direcciones Relativas y Absolutas* de la *Investigación con GPS*.

Qué Hacer y Cómo Hacerlo

1. En la actividad de aprendizaje anterior, *Odisea de los Ojos: Nivel Intermedio*, el alumnado transforma sus mapas de modelos en un código digitalizado. Escribir este código digitalizado en un procesador de textos. Utilizar “0” para empezar y terminar cada línea del mapa. Permitir que los números se muestren continuos en pantalla para que no se aprecie el patrón del mapa en el mensaje.

Ejemplo:

01111220011113300246434002464440025565500444444001111220011113300111133
00111122001111330011113300246434002464440025565500444444001111220011113
30024643400246444002556550024643400246444002556550044444400111122002556
55004444440011112200111133001111330011112200111133001111330024643400246
4440025565500444444001111220

2. Incluir la leyenda o clave (de la *Hoja de Datos Digitalizada de la Odisea de los Ojos*) para transcribir los códigos a colores.

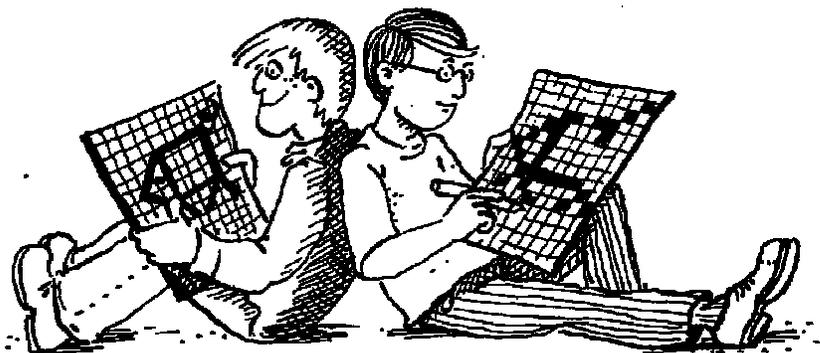
Ejemplo:

- 1 violeta
- 2 añil
- 3 verde
- 4 amarillo
- 5 naranja
- 6 rojo

3. Intercambiar claves y códigos digitalizados con alumnos/as de otras clases o centros escolares. Este intercambio se puede hacer por Internet, intercambiando el fichero en un soporte digital o simplemente intercambiando copias impresas con la información.
4. Una vez que el alumnado recibe el código de otra clase u otro centro escolar, convertirlo en un mapa a color utilizando la clave. El alumnado creará una imagen en falso color.
5. Devolver los mapas finalizados al centro escolar que envió la información para su verificación.

Discusión

1. ¿Cuáles son los tipos de cobertura terrestre predominantes en la imagen en falso color?
2. ¿Se podría crear un esquema de mapa o modelo de un área a partir de la imagen en falso color?



Fuente: Jan Smolik, 1996, TEREZA, Asociación para la Educación Medioambiental, República Checa

Evaluación de la Exactitud de los Picos de las Aves



Objetivo General

Evaluar cuantitativamente la exactitud de una clasificación y comprender una matriz de diferencia/error sencilla.

Visión General

Se clasifican las aves en tres clases posibles, en función de sus picos: carnívoros (comen carne), herbívoros (comen plantas) y omnívoros (comen carne y plantas). Se comparan las respuestas con un conjunto de datos validados proporcionados y se crean una matriz de diferencia/error. Se debate cómo mejorar la exactitud a partir de la identificación de errores específicos cometidos, como se ha indicado en la matriz de diferencia/error.

Objetivos Didácticos

Conceptos Científicos

Ciencias Físicas

Los objetos poseen propiedades visibles que se pueden medir usando estas propiedades.

Ciencias de la Vida

Los organismos se relacionan con su entorno.

Habilidades de Investigación Científica

Identificar los criterios de decisión de un sistema de clasificación, y utilizarlos para clasificar aves.

Recopilar e interpretar datos de validación.

Utilizar datos numéricos para describir y comparar la exactitud de la clasificación.

Identificar preguntas y respuestas.

Diseñar y llevar a cabo investigaciones científicas.

Utilizar las matemáticas apropiadas para analizar los datos.

Desarrollar descripciones y predicciones basadas en la evidencia.

Reconocer y analizar explicaciones alternativas.

Compartir procedimientos, descripciones, y predicciones.

Destrezas específicas

Nivel

Medio, secundaria

Tiempo

El periodo de una clase

Materiales y Herramientas

Juego de fotografías de aves

Hoja de validación principal

Transparencia de la hoja de trabajo de clasificación de un ave de ejemplo.

Juego de fotografías de aves para cada grupo de alumnos/as.

Una Guía de Actividades del Alumnado, para cada grupo de alumnos/as.

Preparación

Fotocopiar las *Hojas de Trabajo* del alumnado y los juegos de fotografías de las aves sin las respuestas al dorso.

Requisitos Previos

Saber clasificar (Ver la *Actividad de Aprendizaje de Clasificación de Hojas*)

Conocimiento de fracciones y/o porcentajes

Antecedentes

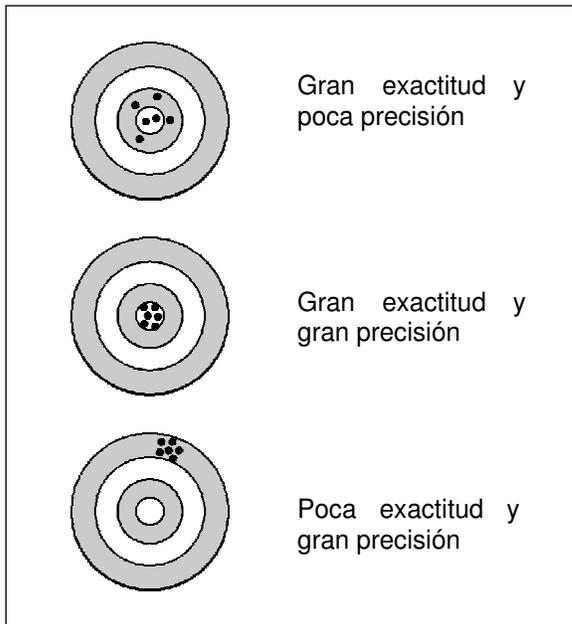
En la *Actividad de Aprendizaje de Clasificación de Hojas*, el alumnado aprendió a crear y utilizar un sistema de clasificación. Con esta actividad se aprenderá a determinar la calidad del trabajo que realizaron en la clasificación de objetos en un sistema.

Los científicos clasifican muchos rasgos de nuestro entorno tales como especies de animales, especies de plantas, tipos de cobertura terrestre y suelos. La habilidad para clasificar (o agrupar) es un mecanismo fundamental para ayudar a organizar y a comprender la naturaleza. Una aplicación de la teledetección es crear un mapa de tipos de cobertura terrestre utilizando datos del satélite para la clasificación. Dado que este mapa se puede utilizar para tomar decisiones, es importante conocer su exactitud. Comparar los resultados de una clasificación con un conjunto de datos de gran exactitud se denomina evaluación de la *Exactitud*. Esta comparación se representa en una tabla llamada *matriz de diferencia/error*. Los porcentajes de exactitud de la clasificación se calculan a partir de la matriz.

Esta actividad de aprendizaje introducirá estos conceptos mediante una clasificación de aves muy sencilla, basada en la forma de sus picos. Cada alumno/a o cada grupo de alumnos/as, clasificará cada uno de las 10 aves como herbívoro, carnívoro u omnívoro. Generarán una matriz de diferencia/error, comparando su clasificación con los datos de validación (proporcionados). El alumnado GLOBE utilizará este mismo proceso para evaluar la exactitud de los mapas originados a partir de la imagen de satélite de su sitio de estudio GLOBE. Los sitios de muestreo de cobertura terrestre que se visiten serán utilizados como datos de validación para compararlos con el mapa de clasificación del alumnado generado a partir de la clasificación de los datos del satélite.

Términos y conceptos clave

Exactitud: Es el grado de conformidad con un estándar o un valor aceptado. Exactitud no es lo mismo que precisión. Precisión es la proximidad de varias mediciones entre sí, o la repetitividad de una medición.



Matriz de diferencia/error: Es una tabla numérica organizada en filas y columnas que compara una clasificación con unos datos de validación. Las columnas representan los datos de validación, mientras que las filas representan la clasificación obtenida por el alumnado. Esta matriz es una forma eficaz de representar la exactitud. Las clasificaciones correctas e incorrectas se pueden comparar en cada categoría y se pueden utilizar para mejorar la exactitud de la clasificación original. Ver el *Tutorial de Evaluación de la Exactitud* en el *Apéndice*.

Datos de validación: los datos de validación son datos recogidos con un supuesto alto grado de exactitud. Una clasificación de elementos (aves en este caso) se compara con los datos de validación: 1) para mejorar los criterios de decisión de la clasificación, 2) para comprender mejor las fuentes de error de la clasificación, y 3) para evaluar la exactitud de los datos de clasificación.

Preguntas para Debatir Antes de la Actividad

Para preparar al alumnado, debatir las siguientes cuestiones antes de comenzar la actividad:

- ¿Por qué se organizan o clasifican los objetos en grupos?
- ¿Cómo se hace?
- Nombrar tres ejemplos de objetos que se clasifiquen normalmente en grupos.

Adaptaciones de la Actividad

1. Se puede utilizar una interpretación visual, en vez de calcular matemáticamente la exactitud general.

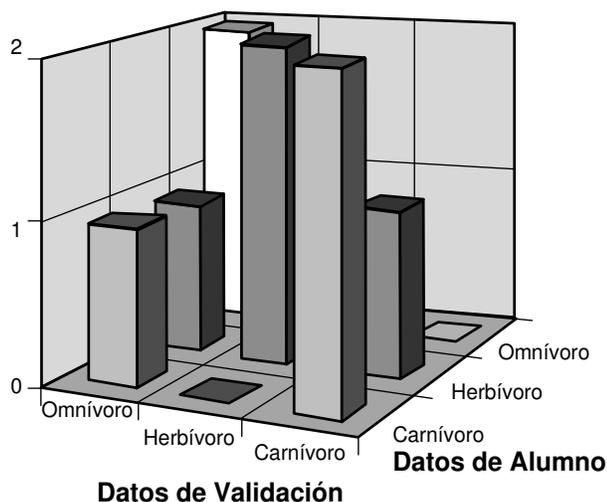
- Trazar una cuadrícula de 3 casillas x 3 casillas en una hoja de papel numerada, como las casillas de la matriz de diferencia/error. Representar de forma visual el número de aves en cada casilla. Las casillas con mayor número de marcas deberían estar dispuestas en la diagonal de la cuadrícula.

- Si se tiene acceso a la hoja de cálculo de la computadora, se puede realizar un gráfico para representar las respuestas.

La Figura CT-PP-1 muestra los datos de la de matriz diferencia/error en un gráfico de formato 3-D.

2. También se puede crear una matriz de diferencia/error en la pizarra.

Figura CT-PP-1: Matriz 3D de Diferencia/Error de una Muestra de Datos de Clasificación de Aves



Evaluación

1. Debatir los resultados de la actividad con las siguientes preguntas:
 - a. ¿Cómo varían los resultados entre el alumnado?
 - b. ¿Por qué ocurre?
 - c. ¿Qué otras clasificaciones podrían compararse mediante la matriz de diferencia/error (por ejemplo: mapas que identifiquen la cobertura terrestre de un lugar específico versus una comprobación de ese lugar en persona).
2. Añadir dos pares más de datos (datos de clasificación y validación) y pedir al alumnado que los coloque en la matriz y que vuelva a calcular cualquier variación en la exactitud.
3. Pedir al alumnado que explique:
 - a. cómo se ha construido la matriz de diferencia/error
 - b. cómo se introducen los datos
 - c. cómo se calcula la exactitud general
4. Pedir al alumnado que examine la matriz para identificar los errores más comunes.
5. Para el alumnado más avanzado, explicar la diferencia entre exactitud del usuario y del productor.

Referencias

Guías de Campo de Aves de Peterson

Guías de Campo Audubon

The Illustrated Encyclopedia of Birds: The Definitive Reference to Birds of the World. Consultant-in Chief Dr. C. Perrins. Nueva York: Prentice Hall Press, 1990.

Comprobar las fuentes locales para conseguir guías de la región.

Reconocimientos

Ilustración de Linda Isaacson



2. Estornino pinto
(*Sturnus vulgaris*)

Esta ave (21 cm de tamaño) habita en bosques abiertos, parques y jardines en Europa y Asia Occidental, y se ha introducido en América del Norte, América del Sur, Australia Meridional, y Nueva Zelanda. Se alimenta de plantas y animales.

Clasificación:
OMNÍVORO

1. Verderón común
(*Carduelis chloris*)

Esta ave (14,5 cm de tamaño) habita en zonas arboladas, de arbustos y en jardines de Europa, África del Norte, Asia Menor, Oriente Medio y Asia Central. Se alimenta de frutos secos y semillas, especialmente de pipas y de cacahuetes.

Clasificación:
HERBÍVORO

4. Cotorra de Kramer
(*Psittacula krameri*)

Esta ave (41 cm de talla) habita en zonas boscosas desde el este de África Central a Uganda, India, Sri Lanka, y se ha introducido en el Medio y Lejano Oriente, Norteamérica, Inglaterra, Países Bajos, Bélgica, y Alemania Occidental. Se alimenta de grano o frutas maduras.

Clasificación:
HERBÍVORO

3. Carrizo bicolor
(*Campylorhynchus griseus*)

Esta ave (22 cm de talla) vive en las sabanas áridas, matorrales de cactus y bosques abiertos de Colombia, Venezuela, norte de Brasil y Guayana. Encuentra insectos y huevos de insectos examinando y buscando en las grietas de la tierra.

Clasificación:
CARNÍVORO



5



6



7



8

6. Zorzal pardo
(*Turdus grayi*)

Esta ave (23-24 cm de talla) habita en las selvas abiertas, en las lindes de zonas arboladas y en los claros, normalmente cerca de arroyos del sureste de México, América Central, y costas de Colombia. Se alimenta de insectos, gusanos, babosas, lagartijas y frutas.

Clasificación:
OMNÍVORO

5. Alcaudon Bru Bru
(*Nilaus afer*)

Esta ave (de 15 cm de tamaño) habita en las sabanas y algunas veces en los límites de los bosques del África tropical. Come insectos y atrapa alimentos con el ala.

Clasificación:
CARNÍVORO

8. Arrendajo
(*Garrulus glandarius*)

Esta ave vive en robledales, en países de Europa Occidental, desde Asia a Japón y el sureste de Asia. Come insectos, hayucos y bellotas.

Clasificación:
OMNÍVORO

7. Camachuelo picogrueso
(*Pinicola enucleator*)

Esta ave (con 20 cm de tamaño) vive en los bosques de coníferas y arbustos del Norte y Noroeste de América, Norte de Escandinavia y Siberia. Se alimenta de bayas y yemas que están en el suelo o en las cimas de los árboles.

Clasificación:
HERBÍVORO



9



10

9. Agateador norteño

(Certhia familiaris)

Esta ave (12,5 cm de tamaño) vive en zonas arboladas, principalmente en los bosques de coníferas de Europa Occidental y Japón. Se alimenta de insectos y de huevos de insectos que busca entre la corteza de los árboles.

Clasificación:
CARNÍVORO

10. Zorzal ermitaño

(Catharus guttatus)

Esta ave (de 15-20 cm) habita en zonas arboladas, límites de bosques y en las espesuras de los bosques de América del Norte y Central. Come insectos, arañas, caracoles, gusanos y salamandras, así como frutas y semillas.

Clasificación:
OMNÍVORO

Referencia: *The Illustrated Encyclopedia of Birds: The Definitive Reference to Birds of the World.* Consultant-in Chief Dr. C. Perrins. Nueva York: Prentice Hall Press, 1990.

Tabla CT-PP -1: Hoja de Validación de Datos de la Clasificación de las Aves

ID Ave	Nombre del ave	Clasificación
1	Verderón común	Herbívoro
2	Estornino pinto	Omnívoro
3	Carrizo bicolor	Carnívoro
4	Cotorra de Kramer	Herbívoro
5	Alcaudón Bru Bru	Carnívoro
6	Zorzal pardo	Omnívoro
7	Camachuelo picogruoso	Herbívoro
8	Arrendajo	Omnívoro
9	Agateador norteño	Carnívoro
10	Zorzal ermitaño	Omnívoro

Evaluación de la Exactitud de los Picos de las Aves

Guía de la Actividad del Alumnado

Nombre: _____ Fecha: _____

Visión General

Los científicos clasifican muchas características del entorno, tales como especies, tipos de cobertura terrestre o de rocas. Estas clasificaciones, o categorías, ayudan a organizar y a entender la naturaleza. Para que estas clasificaciones sean útiles a los científicos, es necesario saber su exactitud. Una matriz de diferencia/error es la herramienta base utilizada para medir la exactitud del procedimiento de clasificación. Esta matriz también muestra dónde estaba la equivocación o la dificultad a la hora de clasificar ciertos elementos.

Materiales

10 fotografías de aves, *Muestras de Tipos de Picos*, *Hoja de Trabajo de Evaluación en la Exactitud de los Picos de las Aves*, *Hoja de Trabajo de la Matriz de Diferencia/Error de las Aves*.

Qué Hacer y Cómo Hacerlo

En esta actividad se clasificarán los tipos de aves como:

Símbolo	Clasificación de aves	Descripción	Alimento Preferido
C	Carnívoros	Comen carne	Pescado, carne, insectos, gusanos, pequeños mamíferos
H	Herbívoros	Comen plantas	Vegetación, semillas, frutos secos y bayas
O	Omnívoros	Comen carne y plantas	Todo lo anterior

El tamaño y la forma del pico de las aves indican, generalmente, su tipo preferido de alimento. Sin embargo, muchas aves son oportunistas y cambiarán su alimento preferido por otros cuando la escasez de alimento lo requiera.

Picos de tipo herbívoro



Tipo pinza: De fuerte filo, Buenos para romper frutos secos y semillas



Tipo loro: Grueso, con las dos partes curvadas para partir frutos secos o romper fruta. La parte superior del pico se curva sobre la parte inferior.

Picos de tipo carnívoro



Tipo insectívoro: Largo y estrecho, ligeramente curvado para buscar insectos y arañas en suelos y cortezas de árboles.



Tipo carnívoro: Más corto que los de los insectívoros, la parte superior curvada, con punta afilada, especializada para rasgar la carne.

Picos de tipo Omnívoro



Tipo arrendajo: Ancho, de longitud media, para comer insectos, frutas, semillas, e incluso carroña.



Tipo tordo: Más corto y más estrecho que el del arrendajo, también para comer carne, plantas e insectos.

Evaluación de la Exactitud de los Picos de las Aves

Guía de la Actividad del Alumnado-2

Nombre: _____ Fecha: _____

Procedimiento

1. Observar cada una de las aves en las tarjetas (numeradas del 1 al 10) y clasificarlas como carnívora, herbívora, u omnívora. Anotar cada respuesta en la columna “clasificación del alumnado”.
2. El profesor/a proporcionará la información a anotar en la columna “Datos de validación”. Hay que asegurarse de rellenar esta columna correctamente, estos datos se necesitarán para completar la matriz de diferencia/error de las aves.
3. Observar los datos, compararlos y marcar cada coincidencia con un ✓, y las que no coinciden con una ✗, en las últimas columnas.

Datos de evaluación de la exactitud de las aves

Número ID ave	Clasificación del alumnado	Datos de validación	✓	✗
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

4. Rellenar la Matriz de diferencia/error utilizando la *Guía de Campo del Alumnado de la Evaluación de la Exactitud de las Aves*.

Matriz Diferencia/Error de las Aves

		Datos de Validación			Total filas
		Carnívoro	Herbívoro	Omnívoro	
Clasificación del Alumnado	Carnívoro				
	Herbívoro				
	Omnívoro				
	Total columnas				

Comprobar con el profesor, que se han introducido todas las parejas de datos y se han sumado las filas y columnas.

Evaluación de la Exactitud de los Picos de las Aves

Guía de la Actividad del Alumnado-3

Nombre _____ Fecha: _____

Nota: Los números de las casillas resaltadas (la diagonal principal), con excepción de la casilla inferior derecha, están correctamente clasificadas. Observar las demás casillas de la matriz para encontrar cualquier clasificación incorrecta. La matriz de diferencia/error de las aves indica las clases más difíciles de identificar. Los números que no están en la diagonal principal representan clasificaciones incorrectas.

¿Qué casilla diferencia/error posee el número mayor?

5. Calcular la exactitud global como se explica en la *Guía de Campo del Alumnado de la Evaluación de la Exactitud de los Picos de las Aves*.

Debate

1. ¿Se tuvo dificultad para clasificar correctamente una categoría en particular? ¿Por qué?
2. ¿Cómo se reduciría el número de errores la próxima vez?
3. ¿De qué otra forma se pueden clasificar las aves?
4. ¿Se tiene alguna recomendación para mejorar los criterios de clasificación?
5. ¿Cómo difieren los resultados de otros alumnos/as? Comparar las matrices de diferencia/error con las de otros alumnos/as, para ver quién tenía el mayor número de respuestas exactas y ver si otros grupos de alumnos/as se equivocaron clasificando las mismas categorías. ¿Cuál ha sido la causa de los errores?
6. ¿Qué otras medidas se pueden utilizar para evaluar la calidad de los datos?

Investigaciones Posteriores

1. Combinar todos los datos de la clase para generar una matriz de diferencia/error. Calcular la exactitud global de la clase. ¿Cuál es más exacta, nuestra matriz o la matriz con los resultados de toda la clase?
2. Intentar desarrollar unos criterios propios para clasificar un grupo de elementos (por ejemplo, insectos).

Evaluación de la Exactitud de los Picos de las Aves

Guía de Campo del Alumnado

Actividad

Evaluar la exactitud de la clasificación de aves. Se crearán y analizarán los datos utilizando una matriz de diferencia/error.

Qué se Necesita

Hoja de Trabajo de Datos de Exactitud Completada

Número ID ave	Clasificación alumnado	Datos de validación	✓	✗
1	O	H		✗
2	O	O	✓	
3	C	C	✓	
4	H	H	✓	
5	C	C	✓	
6	C	O		✗
7	H	H	✓	
8	O	O	✓	
9	H	C		✗
10	H	O		✗

Papel cuadriculado o en blanco
 Lápiz o Bolígrafo
 Calculadora
 Regla/ borde recto

1. Construir una matriz de diferencia/error en blanco.

- Debería haber una columna y una fila para cada clase de ave que haya en la *Hoja de Trabajo de Datos de Evaluación de la Exactitud*.
- Añadir dos columnas y dos filas más para los títulos y los totales.

Nota: La matriz diferencia/error ejemplo está sombreada para ayudar a identificar los títulos, los totales y datos que coinciden. Sin embargo, no es necesario sombreadar la matriz.

2. Poner en la matriz de diferencia/error los títulos y las clases de las aves.

- Poner en la parte superior: “*Datos de Validación*”.
- Poner en el lado izquierdo “*Clasificación del Alumnado*”.
- Identificar las columnas y filas de la matriz con las clases de aves de la *Hoja de Trabajo (C, H, O)*. Colocar las clases en el mismo orden, desde la esquina superior hacia abajo (nombres de filas) y hacia el lado (nombres de columnas).

Datos de Validación

	C	H	O	Total filas
C				
H				
O				
Total Columnas				

- d. Poner en la última fila: “Total Columnas”.
- e. Poner en la última columna: “Total Filas”

3. Anotar el recuento de cada fila de la Hoja de Trabajo de Datos de Evaluación de la Exactitud completada.

- a. Hallar la fila de la matriz que coincida con la de la clasificación del alumnado. Por ejemplo: En la primera fila de la Hoja de trabajo de Datos de Evaluación de la Exactitud completada, la clasificación del alumnado es “O” (Omnívoro).

Datos de Validación

	C	H	O	total Filas
C				1
H				
O				
Columna Total				

- b. Hallar la columna de la matriz que coincida con los Datos de Validación. Por ejemplo: En la primera fila de la Hoja de Trabajo de Datos de Evaluación de la Exactitud completada, el dato de validación es “H” (Herbívoro).

Datos de Validación

	C	H	O	Total Filas
C				
H				
O				
Columna Total				

- c. Poner una marca (I) en al casilla donde la fila y la columna se cruzan.

Datos de Validación

	C	H	O	Total Filas
C				
H				
O		I		
Total Columna				

- d. Terminar de anotar el recuento de todas las filas de datos en la Hoja de Trabajo de Datos de Evaluación de la Exactitud.

Datos de Validación

	C	H	O	Total Filas
C	II		I	
H	I	II	I	
O		I	II	
Total Columnas				

4. Calcular los Totales

a. **Calcular el total de las filas** – Sumar las marcas de cada fila y poner ese valor en la casilla *Total Filas*

Datos de Validación

	C	H	O	Total Filas
C	II		I	3
H	I	II	I	
O		I	II	
Total Columnas				

b. **Calcular el total de las columnas** – Sumar todas las marcas de cada columna y poner este valor en la casilla *Total Columnas*.

Datos de Validación

	C	H	O	Total Filas
C	II		I	3
H	I	II	I	4
O		I	II	3
Total Columnas				3

c. Total datos de muestras

Sumar las casillas del *Total filas*. $3 + 4 + 3 = 10$
 Sumar las casillas del *Total columnas*. $3 + 3 + 4 = 10$

Las dos sumas deberían dar el mismo resultado, y debería ser igual al número total de datos de la *Hoja de Trabajo de Datos de Evaluación de la Exactitud*.

Poner este número en la casilla inferior derecha, donde se juntan la casilla de total filas con la de total columnas. Si la suma de las filas no es igual que la de las columnas, volver a comprobar las sumas y el recuento.

Datos de Validación

	C	H	O	Total Filas
C	II		I	3
H	I	II	I	4
O		I	II	3
Total Columna	3	3	4	10

5. Calculo de la exactitud global

$\text{Exactitud global} = \frac{\text{Suma de la diagonal principal}}{\text{Número total de muestras}} \times 100$

Sumar todas las marcas de las casillas de la diagonal principal de la matriz, excepto la inferior derecha. Dividir esta suma por el número total de muestras (el valor de la casilla inferior derecha), y multiplicarlo por 100, para obtener el porcentaje.

$$\text{Exactitud global} = \frac{(2 + 2 + 2)}{10} \times 100 = 60\%$$

Datos de Validación

	C	H	O	Total Filas
C	II		I	3
H	I	II	I	4
O		I	II	3
Total Columna	3	3	4	10

Post-Protocolo

Descubriendo un Área



Objetivo General

Utilizar un mapa de tipos de cobertura terrestre para tomar decisiones ambientalmente acertadas.

Visión General

Se analizan los mapas de tipos de cobertura terrestre para determinar dónde ubicar un hospital, considerando los posibles impactos ambientales. Se presentan los trabajos en una reunión de población simulada. Al finalizar la reunión, el alumnado deberá tomar una decisión final.

Objetivos Didácticos

Conceptos Científicos

Ciencia de la Vida

La Tierra posee muchos entornos diferentes que mantienen diferentes combinaciones de organismos.

El ser humano puede cambiar el entorno natural.

Geografía

Cómo el ser humano cambia el entorno.

Habilidades de Investigación Científica

Usar el mapa de tipos de cobertura terrestre para debatir cómo una estructura afectará a los organismos que ocupan un tipo determinado de cobertura terrestre.

Analizar diferentes escenarios que cambian los tipos de cobertura terrestre de un área determinada.

Evaluar diferentes soluciones para varias propuestas.

Identificar preguntas y respuestas.

Diseñar y llevar a cabo investigaciones científicas.

Usar las matemáticas adecuadas para analizar los datos.

Elaborar descripciones y predicciones utilizando la evidencia.

Reconocer y analizar explicaciones alternativas

Compartir los procedimientos, descripciones y predicciones.

Nivel

Todos

Tiempo

De dos a cuatro periodos de clase.

Materiales y Herramientas

Mapas clasificados de tipos de cobertura terrestre del *Manual de Interpretación* o de los *Protocolo de Clasificación no Supervisada*.

Requisitos Previos

Manual de Interpretación o *Protocolo de Clasificación no Supervisada*.

Conocer los términos: Dominante, subdominante, raro y aislado

Destrezas de presentación en grupo.

Qué Hacer y Cómo Hacerlo

1. Dividir la clase en grupos de tres o de cuatro.
2. Debatar qué tipos de cobertura terrestre están recogidos en los mapas de tipos de cobertura terrestre. Se confeccionará una lista en la *Hoja de Planificación del Hospital*.
3. Debatar en clase cada uno de los tipos de cobertura terrestre. Pueden servir como guía para el debate las ideas y las cuestiones expuestas a continuación. Se debe prestar atención tanto a los seres vivos como a lo inerte.
 - ¿Hay vegetación en este tipo de cobertura terrestre? ¿De qué clase?
 - ¿Qué animales dependen de la vegetación en este tipo de cobertura terrestre?
 - ¿Cuál es la cantidad de cobertura terrestre apropiada para las necesidades de esas plantas y de esos animales?
 - ¿Qué papel juega el tipo de cobertura terrestre en el ciclo del agua?
 - ¿Dónde se encuentran los diferentes tipos de cobertura terrestre uno respecto a otro?
 - ¿Existe algún parque, o área protegida en peligro?
4. Cada grupo debe decidir los tres emplazamientos más aconsejables para un hospital, incluyendo la zona para aparcamiento y carreteras.
 - Utilizando el gráfico, el alumnado comparará las zonas de cobertura terrestre. ¿Cómo afectará el desarrollo propuesto a las plantas y a los animales de estas zonas? ¿Cómo utiliza actualmente la población estas zonas?
 - El alumnado debatirá las opciones con su grupo y elegirá la mejor.
5. Una vez que hayan decidido, el alumnado preparará un mural o un póster para una presentación que contenga sus propuestas y lo expondrá a toda la clase, explicando su elección.

- Ampliar la imagen original clasificada para que las áreas de cobertura terrestre sean fácilmente reconocibles.
 - Ubicar el hospital, las carreteras, el aparcamiento que formarán parte de la nueva zona urbanizada en la imagen clasificada, tomando como referencia otros edificios existentes en la imagen.
6. Reunión municipal: Cada grupo explica sus motivos para la ubicación del hospital. Cada grupo intentará persuadir al resto de compañeros/as de clase, que el suyo es el mejor emplazamiento. Los alumnos/as harán de habitantes del municipio. Se debe fomentar que hagan preguntas relacionadas con el ambiente
Nota: Para añadir más realismo al ejercicio, asignar papeles al alumnado: una enfermera, un guarda forestal, una persona en paro, un ecologista, un estudiante, la junta directiva del hospital, un enfermo, el director de un hotel, un médico, etc. Que cada estudiante realice su papel durante la selección del sitio y/o durante la reunión municipal simulada.
 7. Después de escuchar todas las presentaciones, pedir a cada alumno/a o a cada grupo que indique cuál es la mejor ubicación, en su opinión, y por qué. A continuación votar para decidir cuál es el mejor lugar para el hospital.

Debate

1. ¿Hay acuerdo en la decisión de la clase? ¿Por qué sí o por qué no?
2. ¿Podría haber más de una respuesta?
3. ¿Cómo se decidió cada alumno/a la ubicación final? ¿Qué consideraciones fueron las más importantes? ¿El tipo de cobertura terrestre? ¿La flora? ¿El abastecimiento de agua? ¿Los humedales? ¿La pérdida de edificios? ¿El intento de limitar la construcción de nuevas carreteras? ¿El uso del suelo actual? ¿La necesidad de un hospital en esa zona del sitio de estudio GLOBE? Etc.

Evaluación

1. Se puede crear un documento para llenar, durante la presentación, en el que se incluya: Los miembros que participan en la presentación, la capacidad del grupo para trabajar en conjunto y tomar decisiones, todas las ideas tenidas en cuenta para debatir, habilidades tales como voz clara, velocidad de la presentación, capacidad de responder las preguntas de la audiencia, y nivel de preparación. También se puede incluir el mural utilizado en la presentación para la evaluación. Se puede especificar en el documento: La limpieza, la claridad con la que se ha marcado la ubicación y la calidad visual de la presentación.
2. Para evaluar individualmente, pedir al alumnado que describa su elección para el emplazamiento y por qué han seleccionado esa área. Deberían intentar tener en cuenta factores ambientales, y considerar la información del mapa en su totalidad.

Post-Protocolo

Descubriendo un Área

Hoja de Planificación del Hospital

Nombre: _____ Fecha: _____

Tipos de cobertura terrestre en la imagen de satélite:

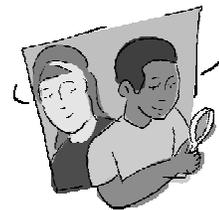
Tipos de cobertura terrestre más comunes	Tipos de cobertura terrestre poco comunes	Tipos de cobertura terrestre muy poco comunes
1.	1.	1.
2.	2.	2.
3.	3.	3.
4.	4.	4.

A partir de la información anterior y el debate en el aula, decidir en grupo dónde ubicar un hospital de 9000 m² de superficie con el mínimo impacto ambiental. Este tamaño equivale aproximadamente a 10 píxeles, que se puede organizar según la decisión del grupo. Debería ser accesible desde las carreteras y cercano a la mayoría de la población de la zona. Se deberían incluir, al menos, 2 píxeles para un aparcamiento y otras instalaciones (jardín, patios, etc.). Utilizar la imagen de satélite para determinar las tres alternativas propuestas por el grupo. Hay que asegurarse de justificar cada una de las elecciones.

Elección	Razones

Reducir las tres elecciones a una. En el espacio que viene a continuación, explicar por qué se ha elegido esa zona y qué ventajas posee sobre las demás elecciones.

Utilización de Datos GLOBE para Analizar la Cobertura Terrestre



Objetivo General

Desarrollar hipótesis sobre qué factores ambientales son los más importantes para el desarrollo de las plantas en un sitio de muestreo de cobertura terrestre comparando los datos GLOBE locales con los que han enviado otros centros GLOBE sobre la misma clase MUC.

Visión General

Utilizando las Visualizaciones GLOBE, se identificarán otros dos centros GLOBE que hayan enviado datos de la misma clase MUC, y se comparará su temperatura, precipitación y humedad del suelo con la propia. Se tratarán de identificar qué factores ambientales son similares y cuales no, sugiriendo cuáles son los más importantes para la vegetación de la comunidad.

Objetivos Didácticos

Conceptos Científicos

Geografía

- Cómo usar mapas (reales e imaginarios).
- Características físicas de un lugar.
- Características y distribución espacial de los ecosistemas.
- Cómo el ser humano modifica el entorno.

Habilidades de Investigación Científica

- Uso del sitio Web GLOBE para recopilar, analizar e interpretar datos.
- Identificar preguntas y respuestas.
- Dibujar y llevar a cabo investigaciones científicas
- Uso de las matemáticas apropiadas para el análisis de datos.
- Desarrollar descripciones y predicciones basadas en la evidencia.
- Reconocer y analizar explicaciones alternativas.
- Compartir procedimientos, descripciones, y predicciones.

Nivel

Medio y secundaria.

Tiempo

1-2 clases para la recogida de datos, 2 clases para el análisis de los datos. Si se realiza algún tipo de un informe, se necesitará algo más de tiempo.

Materiales y Herramientas

- Acceso a Internet
- Papel
- Lápices de colores
- Atlas
- Hoja de Trabajo de Información Básica*
- Hoja de Trabajo de Recogida y Organización de Datos*
- Hoja de Trabajo de Análisis de Datos*

Preparación

Elegir una de las clases MUC de cobertura terrestre identificadas en un sitio de muestreo de cobertura terrestre.

Realizar copias de las *Hojas de Trabajo* procedentes.

Requisitos Previos

Realizar las mediciones de, al menos, un sitio de muestreo de cobertura terrestre. Este sitio debería tener un código de clase MUC de 3 ó 4 dígitos.

El sistema del centro escolar debería tener datos de varios meses de temperatura, precipitación y humedad de suelo.

Conocimiento básico sobre ecosistemas.

Introducción

Un **ecosistema** es un gran sistema interactivo que incluye tanto a organismos vivos como a su entorno físico. Como ciencia, la ecología trata de explicar por qué las plantas y los animales viven juntos en un área y no en otra; por qué existen tantos organismos de una clase y tan pocos de otras, qué variaciones se pueden producir en las interacciones entre unos y otros en un área; y cómo funcionan los ecosistemas, con particular atención al flujo de energía y de materia. Es importante considerar el ecosistema como un todo al sacar conclusiones sobre un componente en particular, tal como el tipo de vegetación. Esta actividad es un enfoque ecológico para el análisis de la cobertura terrestre.

Qué Hacer y Cómo Hacerlo

Esta actividad de aprendizaje está organizada según el método científico:

Método científico	Esta actividad de aprendizaje	Nivel
Preguntas de investigación y desarrollo de la hipótesis	¿Qué factores ambientales son los más importantes para el crecimiento de las plantas en un sitio de muestreo de cobertura terrestre local?	Intermedio y avanzado
Recogida de datos	Uso de Visualizaciones GLOBE y un atlas para obtener datos GLOBE de otros centros. <i>Hoja de Trabajo de Información Básica.</i> <i>Hoja de Trabajo de Recogida y Organización de Datos</i>	Intermedio y avanzado
Análisis y resultado de datos	Responder preguntas a partir del análisis de los datos obtenidos para recopilar resultados o hallazgos <i>Hoja de Trabajo de Análisis de Datos</i>	Intermedio y avanzado
Conclusiones	Resumir los resultados y explicar qué significan los hallazgos en un informe <i>Conclusiones – Informe del Proyecto</i>	Avanzado

Esta actividad está diseñada para un nivel intermedio y avanzado. Para el nivel avanzado, hay una sección muy importante, *Conclusiones-Informe del proyecto*, en la que el alumnado realiza un informe resumiendo las relaciones entre las mediciones GLOBE y cómo éstas afectan al tipo de cobertura terrestre. Se propone que sea un trabajo a largo plazo o proyecto de fin de trimestre. Esta actividad de aprendizaje es muy buena para emplear un software GIS, si se dispone de ello.

Sugerencias de Implementación

- Completar la *Hoja de Trabajo de Información Básica* en conjunto en clase.
- Organizar la clase en grupos de trabajo.
- Que cada grupo de alumnos y alumnas recoja e interprete un tipo particular de datos (por ejemplo, temperatura) siguiendo la sección correspondiente de la *Hoja de Trabajo de Recogida y Organización de Datos*.
- Que cada grupo comparta sus resultados (quizás fotocopiar los datos de otros grupos para cada grupo) con el resto de la clase para realizar el análisis de datos y extraer conclusiones.

Consejos Útiles

- Preparar al alumnado para esta actividad mediante una introducción a la ecología, discutiendo las características de la cobertura natural de los sitios de muestreo de cobertura terrestre.
- Durante el análisis de los datos, hacer paradas periódicas para revisar los objetivos de la actividad y compartir puntos de vista.
- Para una actividad de mayor investigación, considerar qué otras mediciones se han realizado por el centro escolar, pedir al alumnado que desarrolle sus propias preguntas de investigación sobre la cobertura terrestre. Pueden ser preguntas específicas sobre otras mediciones (por ejemplo: precipitación o características de suelo). Pueden igualmente fijarse en las correspondientes secciones de la actividad de aprendizaje para la recogida y el análisis de los datos.

Recogida de Datos básicos

Nota: Las páginas del sitio Web GLOBE cambian de aspecto de vez en cuando y pueden no aparecer exactamente igual que como se describen.

1. Revisar el código MUC y el correspondiente tipo de cobertura terrestre obtenido para una de las coberturas naturales del sitio de muestreo de cobertura terrestre [MUC nivel 1, bosque cerrado (0), zona arbolada (1), arbustivo (2), subarbustivo (3), vegetación herbácea (4), suelo desnudo (5), humedales (6)]. Hay que asegurarse de que se toma el MUC hasta el nivel más alto posible (3 ó 4 dígitos).
2. Obtener el nombre y la localización de dos centros GLOBE que tengan el mismo código MUC:
 - a. Entrar en el servidor GLOBE como se hace habitualmente. No es necesario entrar como usuario registrado.
 - b. Ir a las Visualizaciones GLOBE.
 - c. Crear un gráfico o mapa usando los datos MUC de cobertura terrestre. Usar “Otras Opciones” para hacer un mapa de la clase MUC hasta los niveles 2, 3 ó 4.
 - d. Seleccionar la opción mostrar tabla para obtener un listado de los centros con la misma clase MUC.

Nota: Qué hacer si no existen clases MUC coincidentes

Hallar códigos MUC que compartan el nivel MUC más detallado posible. Si el código MUC es 4133 (vegetación herbácea de gramíneas altas con arbustos caducifolios de hoja ancha), se puede usar un código MUC que coincida hasta el nivel 3, el 413 (vegetación herbácea de gramíneas altas con arbustos).

- e. Rellenar la *Hoja de Trabajo de Información Básica*, anotar el código MUC, el nombre del centro, el nombre de la ciudad, el país, la latitud, la longitud, y la altura de los dos centros educativos.

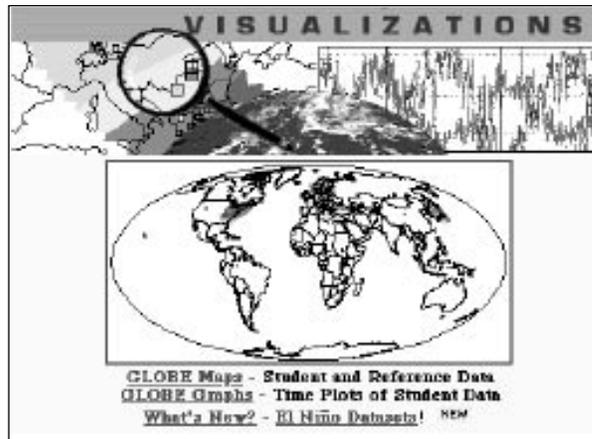
Preguntas de Investigación y de Desarrollo de Hipótesis

Discutir la pregunta a investigar: ¿Qué factores ambientales son los más importantes para el crecimiento de las plantas en un sitio de muestreo de cobertura terrestre local? Animar a que planteen hipótesis que respondan a esta interrogante.

Obtener Otros Datos GLOBE de los Centros con la Misma Clase MUC

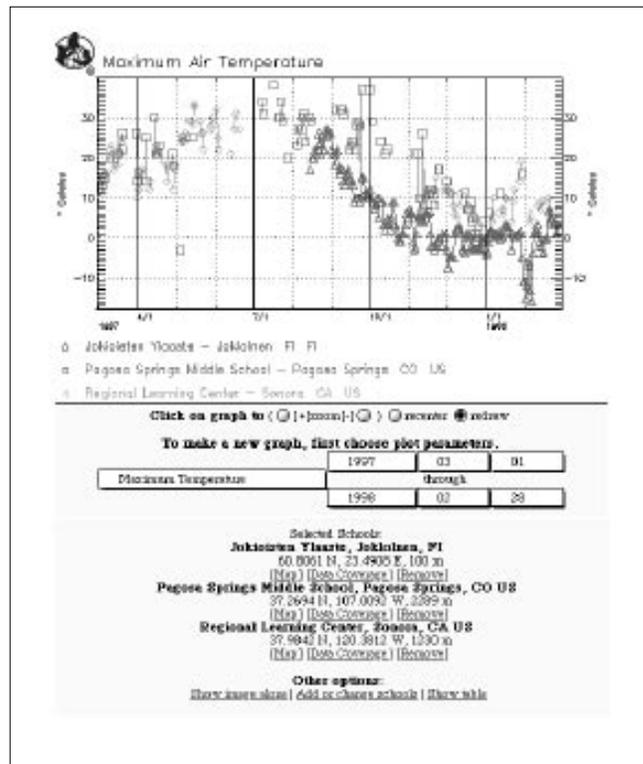
Nota: Si los centros seleccionados no poseen todos los datos recomendados, intentar seleccionar un centro diferente, para analizar o trabajar con los datos que se sea capaz de obtener. La ausencia de datos es una realidad en la ciencia de los ecosistemas.

1. Entrar en el servidor GLOBE de la forma habitual.
2. Ir a las Visualizaciones GLOBE.



3. Añadir cada uno de los centros que se están estudiando al gráfico.

4. Elegir uno de los parámetros GLOBE y ajustar las fechas para crear *líneas de series temporales* para un año completo. Se pueden ajustar los datos para analizar unos cuantos años, un año, un mes, etc. El gráfico debería parecerse al siguiente.



5. Siguiendo las preguntas de la *Hoja de Trabajo de Recogida y Organización de Datos*, crear *líneas de series temporales* de temperatura actual, temperatura máxima, temperatura mínima, lluvia, nieve, y humedad del suelo (30 cm).

Utilización de Datos GLOBE para Analizar la Cobertura Terrestre

Hoja de Trabajo de Información Básica

Nuestro Centro

Código MUC _____ Tipo de cobertura terrestre _____

Latitud _____ Longitud _____ Altitud _____

Centro escolar para la comparación #1

Código MUC _____ Nombre del centro _____

Ciudad _____ País _____

Latitud _____ Longitud _____ Altitud _____

Centro escolar para la comparación #2

Código MUC _____ Nombre del centro _____

Ciudad _____ País _____

Latitud _____ Longitud _____ Altitud _____

Utilización de Datos GLOBE para Analizar la Cobertura Terrestre

Hoja de Trabajo de Recogida y Organización de datos - 1

Estas preguntas están organizadas para servir de ayuda en el registro los datos de las Visualizaciones GLOBE. Se podría querer descargar e imprimir los datos en vez de realizar gráficos desde sitio Web de GLOBE. Se puede también pinchar sobre el gráfico y guardarlo como archivo de gráfico.

Temperatura

1. Dibujar el gráfico desde la *línea de serie temporal* de la temperatura del centro y de los otros utilizando un color diferente para cada centro.
2. Calcular la temperatura más alta de cada centro elegido utilizando la máxima temperatura de la línea de serie temporal.
3. Calcular la temperatura mínima de cada escuela elegida utilizando la mínima temperatura de la línea de serie temporal.

Precipitación (lluvias y nevadas)

1. Dibujar el gráfico de la lluvia desde la *línea de serie temporal*, para los centros, utilizando un color diferente para cada centro.
2. Calcular qué centro tiene mayor pluviosidad.
3. Calcular cuál de los centros posee la menor cantidad de pluviosidad.
4. Si procede, dibujar un gráfico desde la Línea de Serie Temporal, de las nevadas de los centros, utilizando un color diferente para cada uno.
5. Si alguno de los centros recibe nevadas, ¿cuál es el que más nieve recibe?, ¿cuál es el que tiene la menor cantidad de nieve?
6. ¿Cómo se pueden comparan las cantidades de nieve de cada centro?

Humedad del Suelo (30 cm)

1. Dibujar el gráfico desde la *línea de serie temporal* de humedad del suelo de los centros educativos, utilizando un color diferente para cada centro.
2. ¿Qué centros poseen los suelos más húmedos? ¿y los más secos?

Ampliación de los Datos de Suelos

Los científicos que estudian los suelos recomiendan encarecidamente el uso de propiedades de los suelos adicionales para los análisis de la cobertura terrestre de ecosistemas. Los datos de caracterización del suelo se pueden obtener recuperando el archivo de datos de suelos de cada centro. Las propiedades básicas adicionales que se pueden tener en cuenta incluyen la pendiente, la textura, la estructura y el pH. Para análisis de nivel avanzado, se pueden tener en cuenta las mediciones de nitrógeno, fósforo y potasio.

Utilización de Datos GLOBE para Analizar la Cobertura Terrestre

Hoja de Trabajo de Recogida y Organización de Datos - 2

Geografía y Topografía

Crear una tabla con esta información ayudará a resumir estos datos de manera que se puedan observar las similitudes y diferencias claramente.

Localizar los centros educativos en un atlas por medio de la información en la *Hoja de Trabajo de Información Básica* (latitud, longitud y país).

1. ¿En qué continente se sitúa cada centro educativo?
2. ¿Qué centros, si los hubiera, están localizados en la costa? Describir la orientación de cada centro respecto a la costa.
3. ¿Qué centros, si los hubiera, están situados cerca de grandes cuerpos de agua? Dar el nombre del cuerpo de agua y describir la orientación de cada centro respecto al cuerpo de agua.
4. ¿Qué centros, si los hubiera, están situados cerca de cadenas montañosas? Dar el nombre de la cadena montañosa y describir la orientación del centro respecto a la cadena.
5. ¿Cuál es la dirección de los vientos dominantes de cada zona?
 - a. ¿Sopla la dirección del viento dominante de alguna de las zonas de forma que sea probable que cruce una cadena montañosa?
 - b. ¿Sopla el viento dominante directamente desde el océano antes de llegar a sitio del centro educativo?
 - c. ¿Sopla el viento dominante a través de un gran cuerpo de agua interior o de tierra seca antes de llegar al sitio del centro educativo?
6. ¿Qué centros escolares, si los hubiera, están ubicados en una zona de clima árido o húmedo? Indicar qué escuelas son y qué tipo de clima tienen.
7. ¿Qué centros escolares, si los hubiera, están ubicados en zonas densamente urbanizadas?

Utilización de Datos GLOBE para Analizar la Cobertura Terrestre

Hoja de Trabajo de Análisis de Datos-1

Esta sección de la investigación trata de servir como ayuda para aprender a analizar los datos, resumir los hallazgos o resultados, e interpretarlos para llegar a algunas conclusiones. Éstas pueden incluir nuevas preguntas a investigar o hipótesis. También se tendrá la oportunidad de organizar el conocimiento adquirido, de manera que se pueda presentar para una discusión posterior.

Contestar estas preguntas ayudará a aplicar el método científico, de manera que se puede aprender un enfoque sistemático para analizar e interpretar los datos. Esto les ayudará a comprender cómo el tipo de cobertura terrestre del sitio de Estudio GLOBE del centro educativo se relaciona con el clima, el suelo y la situación geográfica.

1. ¿Cuáles son las amplitudes térmicas (min-max), como media, para cada uno de los centros?
2. ¿Existe algún patrón en los gráficos de temperatura actual de cada centro? ¿Son similares los patrones? ¿En qué se diferencian?
3. Utilizando el atlas, intentar identificar las amplitudes térmicas medias que podría haber en las zonas donde hay la misma clase de cobertura terrestre (clase MUC) que la vuestra.
4. Analizar el gráfico de pluviosidad.
 - a. Identificar las diferencias y similitudes en las cantidades de lluvia totales durante el periodo estudiado. ¿Reciben la misma cantidad todos los centros educativos? Si no es así, ¿cuáles son las diferencias?
 - b. Identificar los patrones. ¿Cuándo llueve? ¿Se concentraban las lluvias o las tormentas en un determinado periodo de tiempo alternando con periodos secos, o llueve de manera constante durante ese periodo? ¿En qué lugares predomina tal patrón?
 - c. Construir una tabla para recoger estos datos de manera que se puedan observar y poder interpretarlos.
5. Con un atlas o una base de datos climática, identificar cuál es la pluviosidad media registrada para clases de cobertura terrestre similares.
6. ¿Difieren los patrones de precipitación del centro educativo de la precipitación media de la zona? Si es así ¿hay desiertos, montañas o cuerpos de agua entre la zona de la que proceden los vientos dominantes y los centros educativos?
7. Describir, si procede, el gráfico de nevadas y explicar de qué forma influye la temperatura en las nevadas.
8. Si procede, ¿cómo influye la nieve en el tipo de cobertura terrestre del centro educativo?

Utilización de Datos GLOBE para Analizar la Cobertura Terrestre

Hoja de Trabajo de Análisis de Datos -2

9. ¿Qué patrones de humedad del suelo se pueden observar en cada centro educativo?
10. Si las precipitaciones no se distribuyen de forma regular en un periodo determinado de tiempo, ¿Qué les sucede a los datos de humedad del suelo durante y después de ese periodo?
11. Localización.
 - a. ¿Están situados los centros educativos en el mismo continente? ¿Cuántos grados de latitud y longitud les separan?
 - b. ¿Dónde se encuentran respecto al Ecuador (indicar al N o al S del Ecuador en la descripción)?
 - c. ¿Qué diferencia de altitud respecto al nivel del mar hay entre ellos?
12. ¿Cuáles de las áreas dentro de los sitios de los centros educativos o en sus alrededores es probable que tengan una clase MUC que signifique una cobertura terrestre urbanizada, especialmente urbana (MUC 9)?

Las respuestas a las preguntas anteriores representarán los hallazgos. Resumirlos en un breve párrafo. Adjuntar las tablas que se han creado y hacer referencia a ellas en el resumen como ayuda en la explicación de los hallazgos.

Conclusiones - Informe del Proyecto

¿Qué significan los hallazgos? ¿Qué se puede decir sobre la relación entre la clase MUC, la temperatura, la precipitación y la humedad del suelo en las tres localizaciones diferentes de los centros escolares?

En un informe bien organizado, utilizar los datos y el análisis de los datos para describir cómo se relacionan los parámetros ambientales de un ecosistema (temperatura, precipitación y humedad del suelo) con el tipo de cobertura terrestre de esa zona. Formular hipótesis sobre qué parámetro(s) ambientales son los más importantes en la determinación del tipo de cobertura terrestre de una determinada zona. Justificar las respuestas usando los datos obtenidos en esta actividad.

Recordar que las conclusiones están basadas en los datos utilizados.

Hay que asegurarse de contestar a las siguientes preguntas en el informe.

- ¿Qué sugieren los datos sobre las posibles relaciones entre precipitación y humedad del suelo en los sitios de estudio?
- ¿Qué sugieren los datos sobre las posibles relaciones entre temperatura y precipitación?
- Explica cómo puede influir la cantidad de humedad del suelo en el tipo y condiciones de la cobertura terrestre.
- Si se determinó cuáles eran los vientos dominantes en las zonas de estudio, ¿cómo podrían afectar los vientos dominantes a la precipitación, a la temperatura, o a ambas? ¿Podría ser esta la explicación a las diferencias en los datos entre los sitios de estudio?
- ¿Qué dicen los datos sobre diferencias topográficas o de emplazamiento entre los sitios?
- ¿Cómo se podrían relacionar estas diferencias con los patrones de temperatura o de precipitación en los diferentes sitios?
- ¿Qué dicen los datos sobre las posibles condiciones necesarias para que pueda haber una clase MUC de cobertura terrestre existente en los tres sitios de estudio?
- ¿Existe alguna diferencia fundamental en la cantidad de precipitación, la amplitud térmica o la humedad del suelo entre los sitios durante el periodo de tiempo estudiado? Si las hubiera, ¿qué hipótesis podrían explicar estas diferencias?
- Si hubiera diferencias en la cantidad de precipitación, la amplitud térmica o la humedad del suelo en los sitios, ¿cómo se explicaría por qué estas zonas tienen el mismo tipo de cobertura terrestre?
- ¿Se parecen los datos a la “media” encontrada en un atlas o en otras fuentes de información para esas situaciones geográficas? ¿Cómo podrían las condiciones locales del área de estudio (topografía, cercanía de un cuerpo de agua, dirección de los vientos dominantes) ser responsables de esas diferencias?
- ¿Qué muestran los datos sobre la relación entre situación, precipitaciones, humedad del suelo, temperatura y clase de cobertura terrestre?
- ¿Existe alguna pregunta que no se haya podido responder o alguna nueva idea (hipótesis) que pudiera necesitar un estudio en mayor profundidad para contestar las preguntas anteriores? Si es así ¿cuáles son? ¿Se podría aprender más sobre estas relaciones si se pudieran comparar los datos de un periodo de tiempo más largo?

Algunas Formas de Compartir los Resultados y las Conclusiones

- En el tablón de anuncios del centro escolar
- Enviarlos al periódico local.
- Usar el correo GLOBE para enviar el informe a otros centros de los que se ha hecho el estudio.
- Envíarlos al equipo de Cobertura Terrestre/Biología:

**Dr. Russell Congalton y
Dr. Mimi Becker
215 James Hall
University of New Hampshire
Durham, NH, USA 03824**

Adaptación

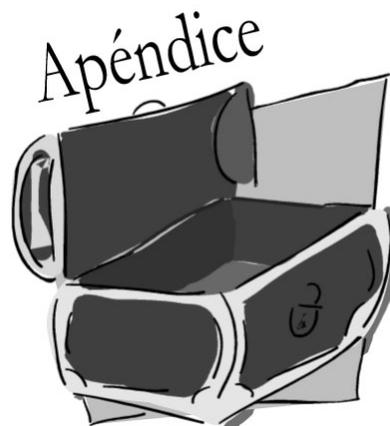
Realización de Gráficos

En vez de dibujar las líneas de serie temporales, el alumnado puede utilizar los datos reales de GLOBE de temperatura, precipitación y humedad del suelo, registrados por cada uno de los centros escolares para crear sus propios gráficos. Siguiendo las instrucciones proporcionadas para crear líneas de series temporales, se pueden recuperar los datos de los centros escolares y los periodos elegidos mediante “**show table**”. Esta opción mostrará todos los datos existentes de los parámetros elegidos para el periodo de tiempo elegido. Desplazarse hacia abajo para visualizar la tabla de datos.

Date YYYYMMDD	Joklolen deg C	Pacosa Springs deg C	Sonora deg C
19971101	7.0	--	--
19971102	6.0	--	--
19971103	6.0	--	--
19971104	-1.0	--	--
19971105	-3.0	21.0	--
19971106	-2.5	--	--
19971107	1.0	--	--
19971108	5.0	21.0	--
19971109	6.0	10.0	--
19971110	4.1	5.0	--
19971111	5.0	5.0	--
19971112	4.0	26.0	--
19971113	4.0	8.0	--
19971114	6.0	--	--
19971115	6.0	--	6.0
19971116	6.0	--	10.0
19971117	6.5	11.0	11.0

Agradecimientos

Se agradece su colaboración en la evaluación de esta actividad de aprendizaje a los siguientes profesores: George Duane, Frank Kelley, Patricia Gaudreau, Robert Schongalla, y Kathy Tafe.



Hoja de Clinómetro

Tabla de Tangentes

Tabla de Cosenos

Ejemplos Prácticos de Clasificación MUC

Creación de Mapas Manualmente: Tutorial de la Imagen de Beverly, MA

Tutorial de Evaluación de la Exactitud

Tutorial de Detección de Cambios

Hoja de Datos del Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre

Hojas de Datos de Cobertura de Árboles y del suelo

Hoja de Datos de Altura de Gramíneas, Árboles y Arbustos

Hojas de Datos de Técnicas Alternativas del Clinómetro

Hoja de Datos de Circunferencia de los Árboles

Hoja de Datos de Biomasa de Gramíneas

Hoja de Trabajo de Evaluación de la Exactitud

Protocolo de Combustible Vegetal: Hoja de Datos de la Parcela Central

Protocolo de Combustible Vegetal: Hoja de Datos de Mediciones en

Transectos

Glosario del Sistema MUC

Glosario de Términos de Cobertura Terrestre

Hoja del Clinómetro

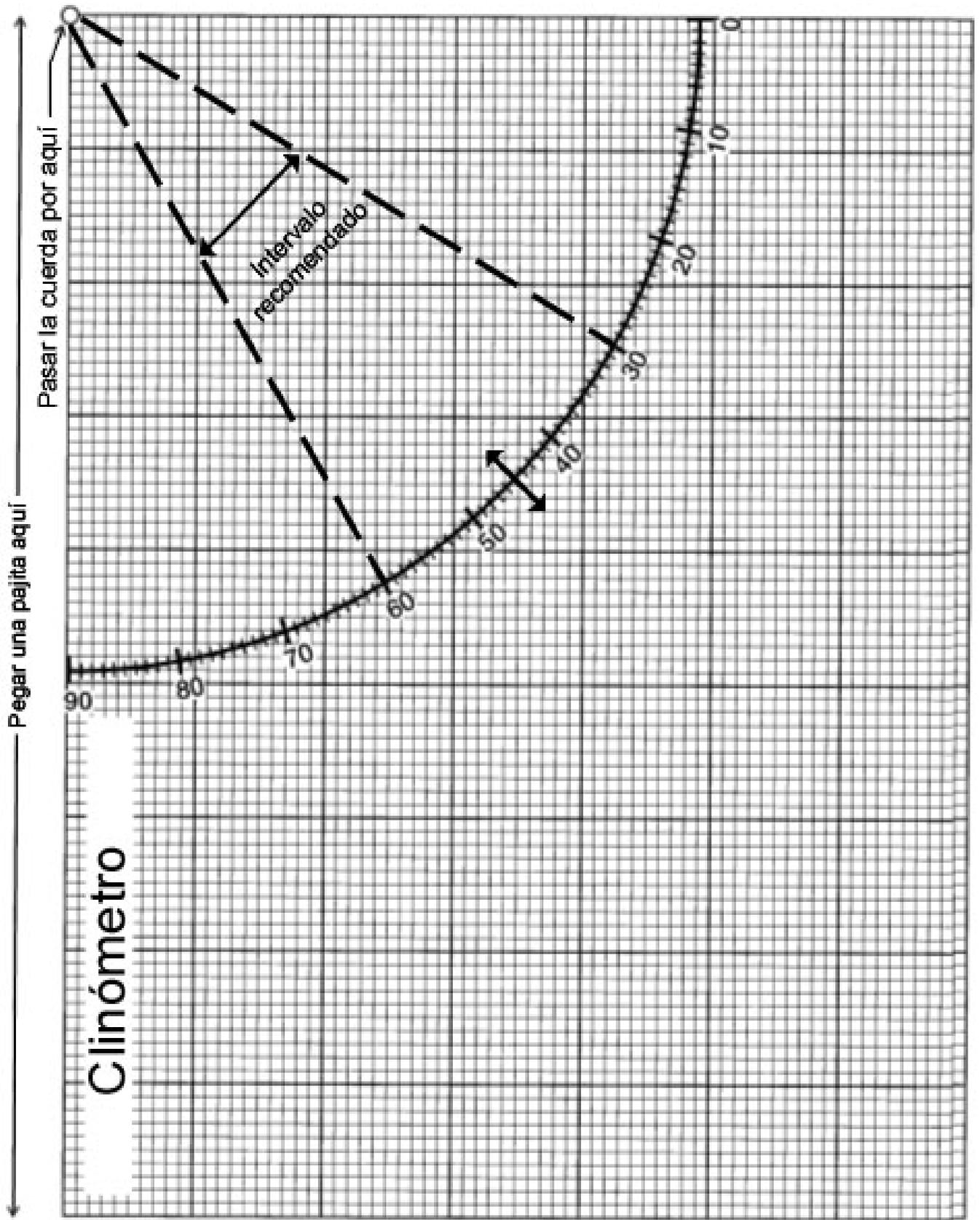


Tabla CT-AP-2: Tabla de Cosenos

No forma parte del clinómetro

No forma parte del clinómetro *

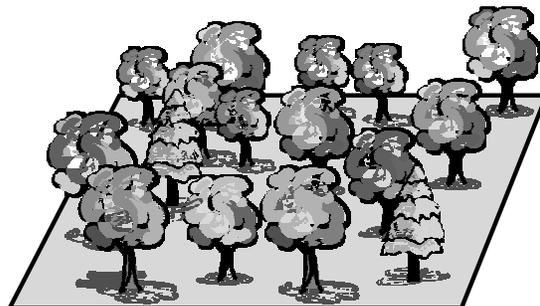
Ángulo	COS	Ángulo	COS	Ángulo	COS	Ángulo	COS
1°	1.00	17	0.96	33	0.84	49	0.66
2	1.00	18	0.95	34	0.83	50	0.64
3	1.00	19	0.95	35	0.82	51	0.63
4	1.00	20	0.94	36	0.81	52	0.62
5	1.00	21	0.93	37	0.80	53	0.60
6	0.99	22	0.93	38	0.79	54	0.59
7	0.99	23	0.92	39	0.78	55	0.57
8	0.99	24	0.91	40	0.77	56	0.56
9	0.99	25	0.91	41	0.75	57	0.54
10	0.98	26	0.90	42	0.74	58	0.53
11	0.98	27	0.89	43	0.73	59	0.52
12	0.98	28	0.88	44	0.72	60	0.50
13	0.97	29	0.87	45	0.71	61	0.48
14	0.97	30	0.87	46	0.69	62	0.47
15	0.97	31	0.86	47	0.68	63	0.45
16	0.96	32	0.85	48	0.67	64	0.44
						65	0.42
						66	0.41
						67	0.39
						68	0.37
						69	0.36
						70	0.34
						71	0.33
						72	0.31
						73	0.29
						74	0.28
						75	0.26
						76	0.24
						77	0.22
						78	0.21
						79	0.19
						80	0.17

* Para usar con la Técnica Alternativa de Triangulación para medir la Altura de los Árboles según la Guía de Campo

Ejemplos Prácticos de Clasificación MUC

Los siguientes tres ejemplos proporcionan prácticas adicionales para la asignación de clases MUC. En el primer ejemplo, que se encuentra en la sección del Sistema MUC de *Instrumentos de Investigación*, el alumnado sigue paso a paso el proceso. Los tres ejemplos que se ofrecen a continuación son para que el alumnado practique por sí mismo. Al terminar el tercer ejemplo deberían ser capaces de asignar con exactitud la clase MUC. Las respuestas se encuentran al final de cada página. También serán necesarias prácticas de campo adicionales para sentirse seguros en la asignación de los tipos MUC, pero estos ejemplos ayudarán a los alumnos y alumnas a familiarizarse con la *Guía de Campo MUC* o la *Tabla del Sistema MUC*, y con el *Glosario de Términos MUC*.

Clasificación MUC Ejemplo 1



Se realizan las mediciones de cobertura vegetal y del suelo, anotando el número de veces que se ha observado vegetación mediante el densímetro y la cantidad de veces que se ha observado el cielo. Se ha calculado una cobertura vegetal del 70% y se ha comprobado que las copas de los árboles no se tocan.

A partir de estos datos se deduce que el nivel 1 de la clase MUC es _____ (MUC)

(Nombre de la clase MUC)

Cada vez que se vea cobertura vegetal mediante el densímetro se anotará y contará el tipo de árbol. Si el 80% de los árboles son caducifolios, significa que el nivel 1 y 2 de clase MUC es ____ (MUC)

(Nombre de la clase MUC)

No hay muchas enredaderas o epífitas en esta zona, y hay perennifolios. Huela en invierno. Esto supone una clase MUC de nivel 1, 2 y 3 de ____ (MUC)

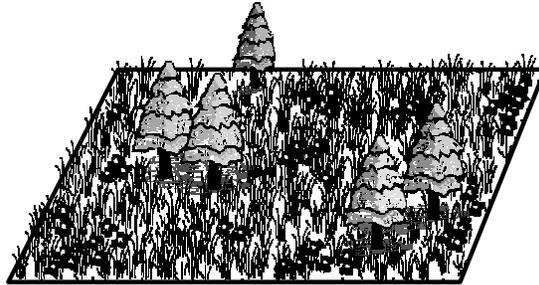
(Nombre de la clase MUC)

Los árboles tienen hoja perenne de tipo acícula. La clase MUC completa es ____ (MUC)

(Nombre de la clase MUC)



Clasificación MUC Ejemplo 3



Después de realizar las mediciones de cobertura vegetal y del suelo, se ha calculado que la cobertura vegetal es de un 20% y que se compone de una única especie de pinos (hoja acicular). La cobertura del suelo es de un 90% de vegetación herbácea. Está compuesta en un 85% de gramíneas y en un 15 % de otras herbáceas. La mayoría de las gramíneas supera los 3 metros de alto.

¿Cuál es la clase MUC para este sitio de muestreo de cobertura terrestre? ____ _

(Nombre de la clase MUC)

Respuesta: MUC 4110

Creación de Mapas Manualmente

Tutorial Para la Imagen de Beverly, MA

El siguiente tutorial se presenta como un ejemplo de cómo se realizó un mapa manual de cobertura terrestre de una imagen de Beverly, MA, a partir de una imagen Landsat Thematic Mapper (TM). Después de utilizar este tutorial como ejercicio de práctica, el alumnado debería repetir cada paso utilizando la imagen TM del sitio de estudio (15 Km por 15 Km). La Figura CT-AP-1 muestra una imagen en falso color de Beverly, MA, que se utilizará para ilustrar el proceso de realización de un mapa de cobertura terrestre manualmente. Sin embargo, puede ser útil el tener a mano la imagen en color verdadero, para distinguir las zonas urbanizadas.

Se han seguido los siguientes pasos en el método manual de creación de mapas.

1. Seleccionar la imagen del satélite TM de la que se va a realizar el mapa. En la imagen en falso color, la vegetación en crecimiento activo aparece en color rojo, (árboles y campos de cultivo aparecen de color rojo vivo a rosa, la vegetación perennifolia de color rojo oscuro a negro), el agua es negra, mientras que las zonas urbanas y los suelos desnudos son de color azul.
2. Colocar una hoja de transparencia o un acetato de 27 x 25 cm sobre una copia de la imagen impresa en color, utilizando cinta adhesiva para sujetarlo. Una vez hecho esto, marcar las esquinas de la imagen en la transparencia para que pueda volver a colocarse en la misma posición en caso de producirse un desplazamiento. Además esto permitirá colocar la transparencia sobre la imagen ya sea la de color verdadero o la de falso color, y aprovechar las ventajas para discriminar los distintos tipos de cobertura terrestre que ofrece cada tipo de imagen.

3. El proceso de creación de mapas supone marcar cuidadosamente los diferentes tipos de cobertura terrestre, utilizando rotuladores permanentes. Usar diferentes colores para representar las diferentes coberturas terrestres si es posible. Asignar a cada una la clase de MUC apropiada. Asegurarse de identificar cada zona con el valor más detallado posible de MUC para su clase.

Las imágenes que acompañan este tutorial muestran los pasos para hacer manualmente un mapa de cobertura terrestre. Para mayor claridad, en cada imagen se muestra cada paso, para luego unir las todas en el mapa final. En la práctica, cada paso se realiza en la misma hoja, construyendo de forma gradual el mapa completo.

- Marcar los cuerpos de agua, como se indica en el Paso 1. Aquí se pueden ver aguas libres marinas, MUC 72, y aguas libres dulces, MUC 71. Observar que para aguas libres, el esquema MUC sólo posee dos niveles.
- En la imagen del Paso 2, el suelo desnudo se ha delimitado con MUC 52 (Arenas) y 53 (Roca desnuda). Las áreas residenciales (91) y las comerciales (92), también se han marcado.
- En el Paso 3, se han marcado los principales rasgos restantes, que incluyen:

MUC 63 — Estuario
MUC 93 — Transporte urbano
MUC 811 — Sembrado, pasto
MUC 822 — Campos de golf
MUC 823 — Cementerios

También se han añadido las áreas de vegetación:
MUC 0192 — Bosque perenne cerrado de zona templada

MUC 0222 — Bosque caducifolio cerrado con perennifolias y arbustos

- El Paso 4 muestra el producto final, un mapa del área de Beverly clasificado en función del tipo de cobertura terrestre. El alumnado debería decidir sobre el formato final de su propio mapa.

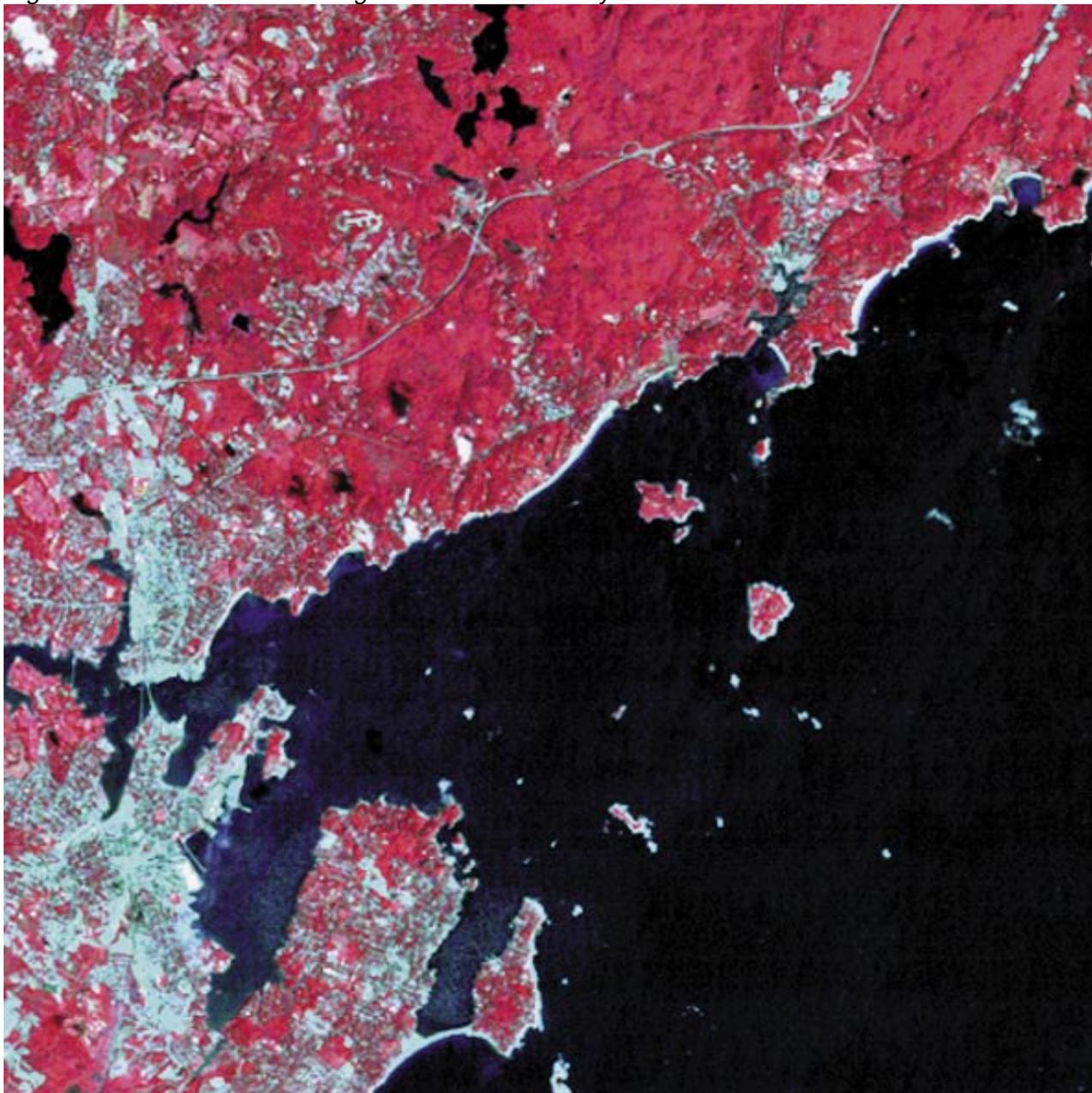
Puesto que los tipos de cobertura terrestre de su zona pueden ser muy diferentes de los de Beberly, MA, se puede proceder en otro orden a la hora de marcar las clases MUC. Recordar que se puede sacar provecho de la imagen en color verdadero y de la imagen en falso color que se proporcionan al centro.

Si existieran zonas de la imagen de la que no se está seguro sobre la clase MUC que corresponde, el alumnado debe decidir cómo puede verificar qué existe en esa ubicación. Esta actividad puede llevar varios periodos de clase para su realización. El alumnado debe ser tan cuidadoso y específico como sea posible en la delimitación y en la asignación de las clases a las diversas zonas de cobertura terrestre de la imagen.

Una vez que se haya completado el mapa de cobertura terrestre, se necesita determinar su exactitud. Esto se denomina “Valoración de la Exactitud”, y se describe en el *Tutorial de Evaluación de la Exactitud*.

Durante el proceso de validación, se enviarán los datos de validación como sitios de muestreo de cobertura terrestre. Una vez se haya validado el mapa, se enviará una copia, junto con los datos de validación, a GLOBE, siguiendo las instrucciones expresadas en la sección *Cómo Enviar Fotos y Mapas* de la *Guía de Implementación*.

Figura CT-AP-1: Escena de Imagen Landsat de Beverly



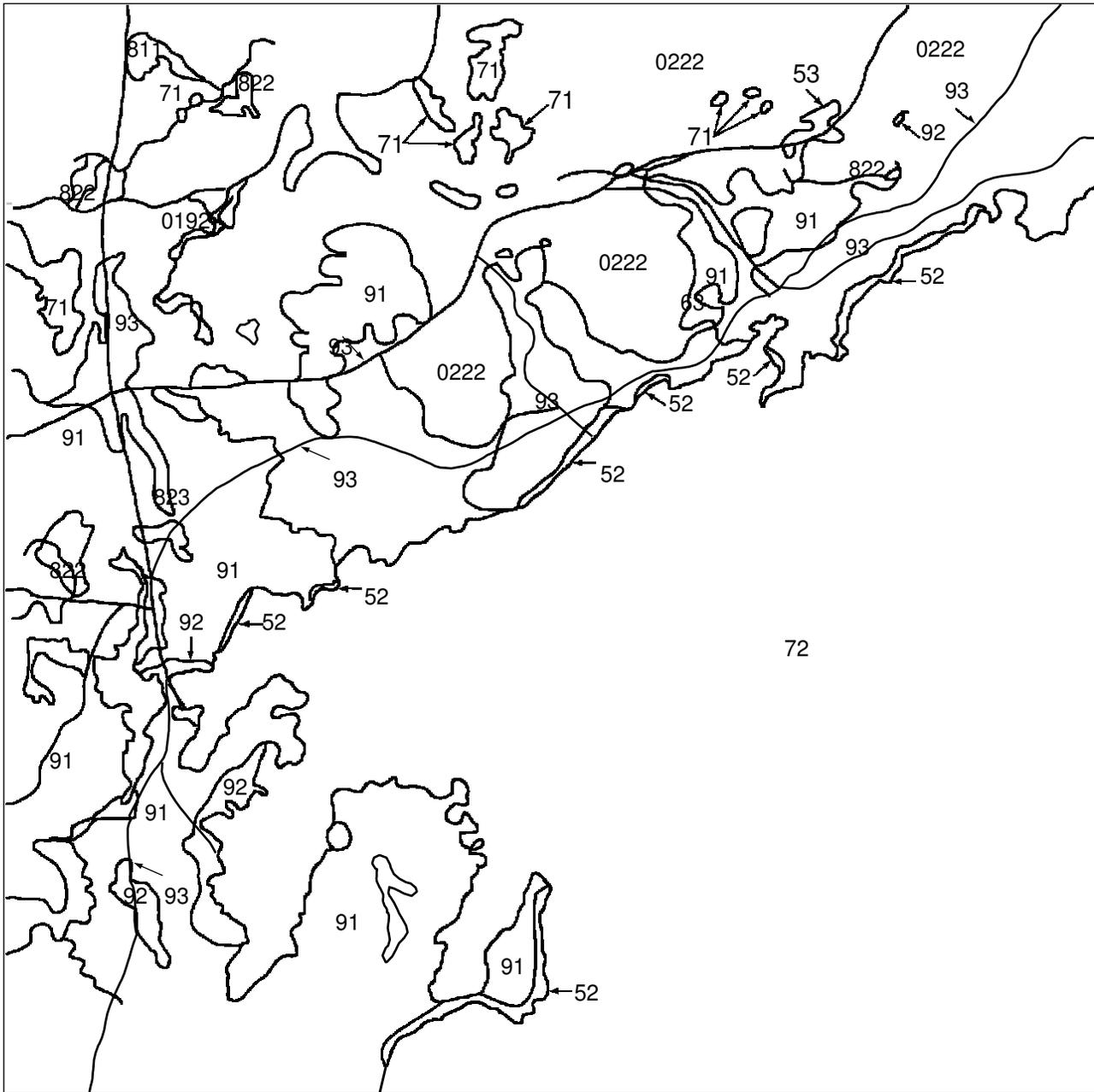
Paso 1



Paso 2



Paso 4

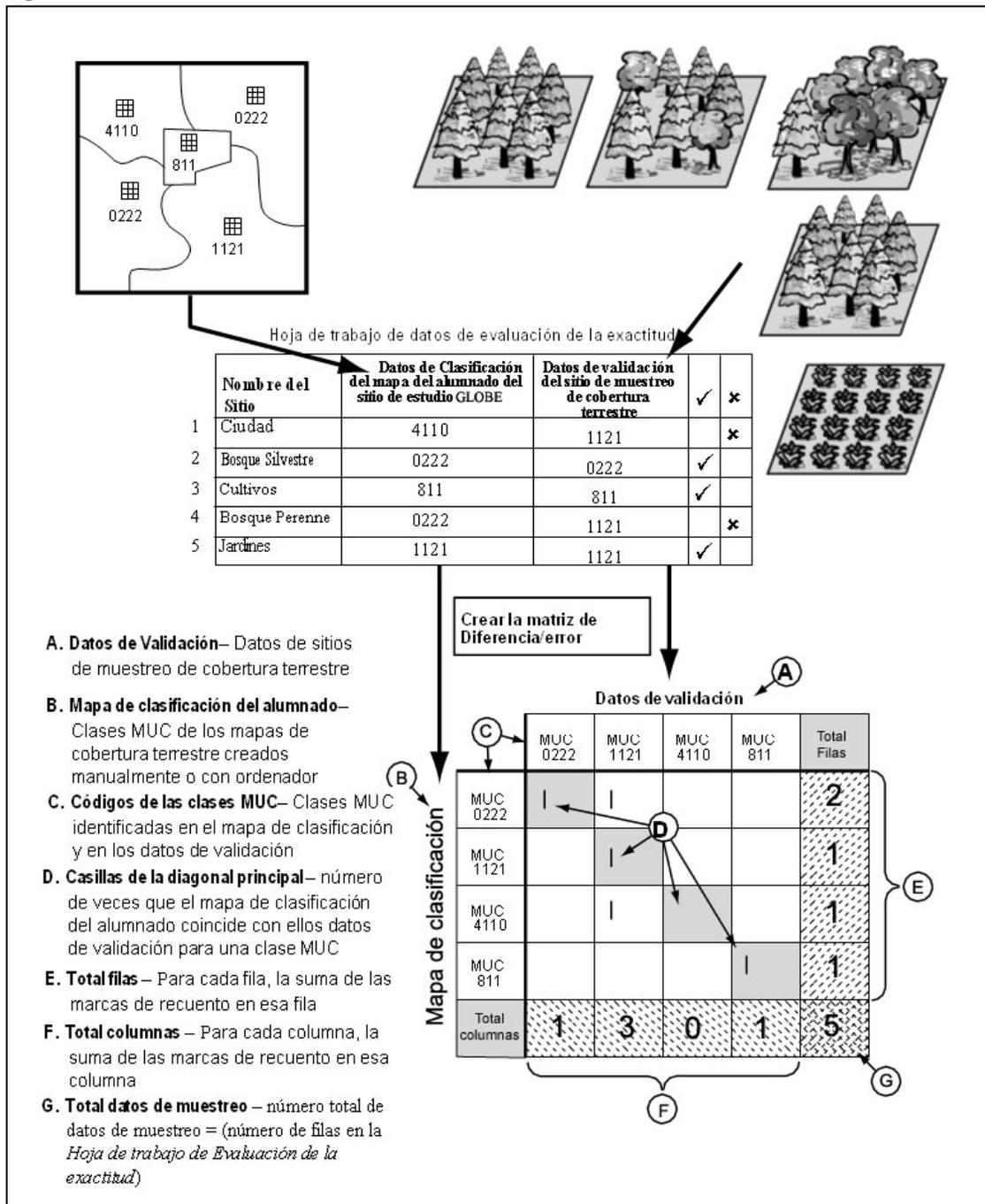


Tutorial de Evaluación de la Exactitud

Después de realizar un mapa de tipos de cobertura terrestre utilizando el *Manual* o el *Protocolo de Creación de Mapas de Cobertura Terrestre con la Computadora* y tomar datos del sitio de muestreo de cobertura terrestre, se está preparado para evaluar la exactitud del mapa. Utilizar este Tutorial como guía. Existe también un ejemplo de *Hoja de Trabajo de Evaluación de la Exactitud*, para poder practicar antes.

La Figura CT-AP-2 muestra el proceso de creación y evaluación de un mapa. En primer lugar, se recogen datos del sitio de muestreo de cobertura terrestre y se hace un mapa. A continuación, se comparan los datos del mapa y los datos de validación (de sitios de muestreo de cobertura terrestre adicionales) en una *Hoja de Trabajo de evaluación de la exactitud*. Finalmente, los datos se vuelcan en una matriz de diferencia/error. Mediante esta matriz se pueden calcular los porcentajes de evaluación de la exactitud.

Figura CT-AP-2: Proceso de Evaluación de la Exactitud



Se pueden calcular varios porcentajes de evaluación de la exactitud. Se definen a continuación:

Porcentajes de evaluación de la exactitud

Exactitud global: indica lo bien que el mapa identifica todos los tipos de cobertura terrestre.

Exactitud del productor: Indica el porcentaje de veces que un tipo de cobertura terrestre concreto del terreno se ha identificado en el mapa con ese tipo de cobertura terrestre. Expresa lo bien que el creador del mapa identificó un tipo de cobertura terrestre a partir de los datos de una imagen de satélite.

Exactitud del usuario: Indica el porcentaje de veces que un tipo de cobertura terrestre concreto del mapa es en realidad ese tipo de cobertura terrestre en el terreno. Expresa lo bien que una persona que utilice el mapa encontrará ese tipo de cobertura terrestre en el terreno.

Consejos Útiles:

- Existen dos opciones para el alumnado, dependiendo de sus conocimientos. Los más jóvenes pueden introducir los datos de la *Hoja de Trabajo de Evaluación de la Exactitud* en el sitio Web de GLOBE, donde se calculará la matriz de diferencia/error, la exactitud global y la exactitud del productor y del usuario por ellos. Los mayores o para una clase más orientada a matemáticas, pueden seguir el *Tutorial de Evaluación de la Exactitud*, y crear la matriz a partir de la *Hoja de Trabajo de Evaluación de la Exactitud*. Después de introducir los datos en el sitio Web de GLOBE, pueden comparar sus resultados con los generados por GLOBE.
- Esta evaluación de la exactitud se puede repetir cuando se obtengan más datos de validación. La validez estadística de la matriz de evaluación de la exactitud aumenta cuantas más muestras se utilicen.
- Se puede realizar también una evaluación de la exactitud de una parte del mapa.
- **Los datos del sitio de muestreo de cobertura terrestre que no se hayan utilizado para el desarrollo del mapa, se utilizarán para crear la matriz de diferencia/error.**
- Algunos de los errores de los mapas generados a partir de las imágenes de satélite se pueden deber a las limitaciones de los datos de las imágenes de satélite como herramienta para la discriminación de clases de clases de cobertura terrestre.
- Lo ideal sería tener muestras de validación para cada tipo de cobertura del sitio de estudio GLOBE. Sería deseable generar únicamente la matriz para los 3-5 tipos de cobertura terrestre más comunes.
- La recogida de datos de validación lleva tiempo. Puede llevar muchas clases reunir los datos suficientes para crear una matriz válida.
- Crear y confiar en la comunidad de aprendizaje GLOBE para reunir los datos suficientes para este protocolo.
- Se puede utilizar la *Hoja de Trabajo de Evaluación de la Exactitud Completada* para practicar más.
- Realizar la *Actividad de Aprendizaje de Evaluación de la Exactitud de los Picos de las Aves* ayudará a prepararse para este tutorial.

Hoja de Trabajo de Evaluación de la Exactitud Completada

	Nombre del sitio	Datos de clasificación del mapa del alumnado del sitio de estudio GLOBE	Datos de validación del sitio de muestreo de cobertura terrestre		
1	Ciudad	4110	1121		
2	Bosque Silvestre	0222	0222		
3	Cultivos	811	811		
4	Bosque perenne	0222	1121		
5	Jardines	1121	1121		

Para realizar este tutorial por primera vez, usar la *Hoja de Trabajo de Evaluación de la Exactitud Completada*, mencionada anteriormente y seguir los pasos.

Qué se Necesita

- Imágenes de satélite Landsat TM del sitio de estudio GLOBE
- El mapa de cobertura terrestre clasificado del alumnado
- Datos MUC de los sitios de muestreo de cobertura terrestre
- *Hoja de Trabajo de Evaluación de la Exactitud*
- *Tutorial de Evaluación de la Exactitud*
- Lápiz o bolígrafo
- Papel en blanco
- Calculadora (opcional)
- Regla (opcional)

Qué Hacer

1. Completar la *Hoja de Trabajo de Evaluación de la Exactitud*.

- a. Reunir los datos de validación MUC, si no se han recopilado ya.
- b. Cumplimentar la *Hoja de Trabajo de la Exactitud*, utilizando los datos MUC y el mapa de cobertura terrestre clasificado del alumnado.
 1. Hallar un tipo de cobertura terrestre en el mapa, escribir el nombre de la zona y su código MUC en la *Hoja de Trabajo de Evaluación de la Exactitud*.
 2. Revisar los datos de validación (datos del sitio de muestreo de cobertura terrestre) para encontrar la clasificación MUC que se anotó cuando se visitó el sitio. Anotar este MUC en la *Hoja de Trabajo de Evaluación de la Exactitud*.
 3. Repetir este proceso (Pasos 1 y 2) hasta que se cubra todas las zonas del mapa de de cobertura terrestre clasificado del alumnado.
- c. Completar la tabla introduciendo un “✓” cuando las dos clases de MUC coincidan y “✗” cuando no lo hagan.

2. Construir una matriz de diferencia/error vacía.

- Debería haber una columna y una fila en la matriz por cada clase MUC existente en la *Hoja de Trabajo de Evaluación de la Exactitud*.
- Añadir dos filas y dos columnas extra para los títulos y los totales.

Nota: La matriz de diferencia/error ejemplo se ha sombreado para ayudar a mostrar los títulos, los totales y los datos que coinciden. No es necesario sombrear las matrices.

	MUC	MUC	MUC	MUC	
MUC					

3. Poner en la matriz de diferencia/error los nombres y las clases MUC

- En la parte superior “Datos de Validación.”
- En el lado izquierdo, “Mapa de Clasificación del Alumnado”.
- Nombrar las columnas y filas de la matriz de diferencia/error con las clases MUC de la *Hoja de Trabajo de Evaluación de la Exactitud*. Colocar las clases MUC en el mismo orden desde la esquina superior izquierda hacia abajo (títulos de las filas) y hacia la derecha (títulos de las columnas)

Nota: Las clases MUC de la matriz pueden ser diferentes a las del ejemplo. Esta matriz se ha originado utilizando el ejemplo de la *Hoja de Trabajo de Evaluación de la Exactitud* de la página anterior.

- Poner en la última fila “Total Columnas”.
- Nombrar la última columna “Total Filas.”

Datos de Validación

	MUC 0222	MUC 1121	MUC 4110	MUC 811	Total Fila
MUC 0222					
MUC 1121					
MUC 4110					
MUC 811					
Total Columna					

4. Rellenar cada fila de datos según la Hoja de Trabajo de Evaluación de la Exactitud Completada.

a. Encontrar la fila de la matriz que corresponde a la clase MUC del mapa de clasificación del alumnado. Por ejemplo: En la primera fila de la *Hoja de Trabajo de Evaluación de la Exactitud Completada* la clase MUC del mapa de clasificación del alumnado es 4110.

Datos de Validación					
	MUC 0222	MUC 1121	MUC 4110	MUC 811	Total Filas
MUC 0222					
MUC 1121					
MUC 4110					
MUC 811					
Total Columna					

b. Encontrar la columna de la matriz que corresponda a la clase MUC de los Datos de Validación.

Ej. En la primera fila de la *Hoja de Trabajo de Evaluación de la Exactitud Completada*, la clase MUC de los Datos de Validación es 1121.

Datos de Validación					
	MUC 0222	MUC 1121	MUC 4110	MUC 811	Total Filas
MUC 0222					
MUC 1121					
MUC 4110					
MUC 811					
Total Columna					

c. Anotar una marca (I) en la casilla donde la fila y la columna coinciden.

Datos de Validación					
	MUC 0222	MUC 1121	MUC 4110	MUC 811	Total Filas
MUC 0222					
MUC 1121					
MUC 4110		I			
MUC 811					
Total Columna					

d. Repetir estos pasos para marcar todas las filas de datos en la *Hoja de Trabajo de Evaluación de la Precisión*.

Datos de Validación					
	MUC 0222	MUC 1121	MUC 4110	MUC 811	Total Filas
MUC 0222	I				
MUC 1121		I			
MUC 4110			I		
MUC 811				I	
Total Columna					

5. Calcular totales

a. *Calcular el Total Filas* – Sumar las marcas de cada fila, y poner el valor en la casilla *Total Fila* de cada fila.

	Datos de Validación				Total Fila
	MUC 0222	MUC 1121	MUC 4110	MUC 811	
MUC 0222					2
MUC 1121		I			1
MUC 4110			I		1
MUC 811				I	1
Total Columna					

b. *Calcular el Total Columnas*- Sumar las marcas de cada columna, y poner ese valor en la casilla *Total Columna* de cada columna.

	Datos de Validación				Total Columna
	MUC 1121	MUC 4110	MUC 811	Total Fila	
MUC 0222	I				2
MUC 1121		I			1
MUC 4110			I		1
MUC 811				I	1
Total Columna	1				1

c. Total datos de muestreo

Sumar todas las casillas *Total Filas*. $2+1+1+1=5$.

Sumar todas las *Total Columnas*. $1+3+0+1=5$.

La suma del total de columnas debería coincidir con la de las filas. Esto debería ser igual al número total de datos de muestreo de la *Hoja de Trabajo de Evaluación de la Exactitud*.

Colocar este número en la casilla inferior derecha, donde coinciden el total filas y el total columnas.

Si la suma no coincide se deben comprobar los cálculos y las marcas.

Datos de Validación

	MUC 0222	MUC 1121	MUC 4110	MUC 811	Total Filas
MUC 0222	1				2
MUC 1121		1			1
MUC 4110			1		1
MUC 811				1	1
Total Columna	1	3	0	1	5

6. Calcular los porcentajes de evaluación de la exactitud.

a. Calcular la Exactitud Global

$$\text{Exactitud Global} = \frac{\text{Suma de las diagonales}}{\text{Número total de muestras}} \times 100$$

Sumar todas las marcas de las casillas de la diagonal principal (sombreada) de la matriz, excepto la inferior derecha. Dividir esta suma entre el número total de muestras (el valor de la casilla total inferior derecha). Multiplicar por 100 para convertirlo en porcentaje.

$$\text{Exactitud Global} = \frac{(1 + 1 + 0 + 1)}{5} \times 100 = 60\%$$

Datos de Validación

	MUC 0222	MUC 1121	MUC 4110	MUC 811	Total Filas
MUC 0222	1				2
MUC 1121		1			1
MUC 4110			1		1
MUC 811				1	1
Total Columna	1	3	0	1	5

b. Calcular la Exactitud del Usuario

$$\text{Exactitud Usuario} = \frac{\# \text{ identificados correctamente}}{\text{Total Filas}} \times 100$$

Para cada clase de MUC, dividir el número de veces que se ha identificado correctamente (valor de la diagonal) por el Total Filas de esa clase MUC.

P. e.: $\text{Exactitud del usuario} = \frac{1}{2} \times 100 = 50\%$
para MUC 0222

c. Calcular la Exactitud del Productor

$$\text{Exactitud Productor} = \frac{\# \text{ identificados correctamente}}{\text{Total Columnas}} \times 100$$

Para cada clase de MUC, dividir el número de veces que se ha identificado correctamente (valor de la diagonal) por el Total Columnas de esa clase de MUC.

Ej. $\text{Exactitud Productor} = \frac{1}{1} \times 100 = 100\%$ para MUC 0222

Datos de Validación

	MUC 0222	MUC 1121	MUC 4110	MUC 811	Total Filas
MUC 0222	1				2
MUC 1121		1			1
MUC 4110			1		1
MUC 811				1	1
Total Columnas	1	3	0	1	5

Datos de Validación

	MUC 1121	MUC 4110	MUC 811	Total Filas	
MUC 0222	1			2	
MUC 1121		1		1	
MUC 4110			1	1	
MUC 811			1	1	
Total Columnas	1	3	0	1	5

Para Ampliar la Práctica:

Muestra Completada

Hoja de Trabajo de Evaluación de la Exactitud

	Nombre del sitio	Datos de Clasificación del Mapa del alumnado del sitio de estudio GLOBE	Datos de validación de los Sitios de muestreo de cobertura terrestre	✓	✗
1	Valle Woodward	0222	1222		✗
2	Bosque Buyan	4213	1222		✗
3	Terrenos forestales del Estado	0222	0222	✓	
4	Bosques al norte del centro escolar	1222	1222	✓	
5	Zona protegida Brer	2231	2231		✗
6	Zona arbustiva del este de Gravel	1222	2231		✗
7	Zona natural protegida	2231	62		✗
8	Propiedad de Janice Denver'	4233	4213	✓	
9	Colina Moosehead	4233	4233		✗
10	Humedal de detrás de la tienda de comida	2231	62	✓	
11	Mina Gravel	56	56	✓	
12	Lago Calipso	71	71	✓	
13	Granja de Junior	811	811	✓	
14	Granja San Agustín	811	811	✓	
15	Barrio de Juan	91	91	✓	

Lista de Clases MUC

0222 – Bosque Cerrado, principalmente caducifolio, caducifolios de zonas frías con árboles de hoja perenne, con árboles de hoja perenne acicular.

1222 – Bosque, principalmente caducifolio, caducifolios de zonas frías con árboles de hoja perenne, con árboles de hoja perenne acicular.

2231 – Tierra de arbustos o matorrales, caducifolios en épocas frías, existentes en lugares templados

4213 – Vegetación Herbácea, gramíneas de altura media, árboles entre el 10-40%, Árboles: caducifolios de hoja ancha.

4223 – Vegetación Herbácea, gramíneas de altura media, con árboles cubriendo <10%, Árboles: caducifolios de hoja ancha.

4233 – Vegetación Herbácea, gramíneas de altura media, con arbustos, arbustos: caducifolios de hoja ancha.

4313 – Vegetación Herbácea, Gramíneas de poca altura, con árboles en 10-40%, Árboles de hoja ancha y caduca.

56 – Suelo desnudo y otras.

62 – Humedales, pantanos.

71 – Agua abierta, aguas dulces

811 – Tierras cultivadas, agricultura, cosecha en surcos y Pastos.

823 – Tierras cultivadas, no-agricultura, cementerios

91 – Urbano, residencial

Matriz de Diferencia/Error para la
*“Hoja de Trabajo de Evaluación de la Exactitud
 Completada”*

Datos de Validación

	MUC 0222	MUC 1222	MUC 2231	MUC 4213	MUC 4233	MUC 56	MUC 62	MUC 71	MUC 811	MUC 91	Total Filas
MUC 0222	I	I									2
MUC 1222		I	I								2
MUC 2231			I				II				3
MUC 4213		I									1
MUC 4233				I	I						2
MUC 56						I					1
MUC 62											0
MUC 71								I			1
MUC 811									II		2
MUC 91										I	1
Total Columna	1	3	2	1	1	1	2	1	2	1	15

Porcentajes de Evaluación de la Exactitud para la
*“Hoja de Trabajo de Evaluación de la Exactitud
 Completada”*

Exactitud Global
 $9 / 15 \times 100 = 60\%$

Exactitud del Usuario

Clase MUC	Cálculos	Exactitud Usuario
0222	$1 / 2 \times 100$	50%
1222	$1 / 2 \times 100$	50%
2231	$1 / 3 \times 100$	33%
4213	$0 / 1 \times 100$	0%
4233	$1 / 2 \times 100$	50%
56	$1 / 1 \times 100$	100%
62	0	ND
71	$1 / 1 \times 100$	100%
811	$2 / 2 \times 100$	100%
91	$1 / 1 \times 100$	100%

Exactitud del Productor

Clase MUC	Cálculos	Exactitud Productor
0222	$1 / 1 \times 100$	100%
1222	$1 / 3 \times 100$	33%
2231	$1 / 2 \times 100$	50%
4213	$0 / 1 \times 100$	0%
4233	$1 / 1 \times 100$	100%
56	$1 / 1 \times 100$	100%
62	$0 / 2 \times 100$	0%
71	$1 / 1 \times 100$	100%
811	$2 / 2 \times 100$	100%
91	$1 / 1 \times 100$	100%

Preguntas para Investigaciones Posteriores

- ¿Qué se podría hacer para mejorar la exactitud global?
- ¿Qué exactitud tiene el mapa si alguien lo quisiera utilizar para hallar un buen sitio para hacer un picnic en el bosque?
- ¿Qué exactitud tiene el mapa si se quisiera ver cuántas veces se ha identificado correctamente un parque o una zona de juegos?
- ¿Qué ha sido mejor: la exactitud del usuario o la del productor? ¿a qué se ha podido deber?
- ¿Cómo podría la clase utilizar los datos el año siguiente para crear un mejor mapa clasificado ?

Tutorial de Detección de Cambios

Introducción

Un objetivo principal de la *Investigación de Cobertura Terrestre/Biología* del Programa GLOBE es la documentación de los tipos de cobertura terrestre presente en el sitio de estudio GLOBE de 15 Km x 15 Km de un centro educativo. Estos centros crean mapas de cobertura terrestre que se clasifican utilizando el *Sistema de Clasificación Modificado de la UNESCO (MUC)*. Estos mapas serán de gran valor para la comunidad científica mundial. Sin embargo, se producen cambios en la cobertura terrestre, y los centros GLOBE han estado trabajando con imágenes de satélites que tienen entre cuatro y seis años de antigüedad. Cuando GLOBE proporcione nuevas imágenes Landsat, este tutorial permitirá practicar la utilización de dos imágenes de la misma zona, adquiridas en tiempos diferentes, para investigar la naturaleza de los cambios que han ocurrido. Las técnicas se pueden aplicar después en el desarrollo de los mapas para su sitio de estudio GLOBE.

Nota: Este tutorial requiere que el usuario sepa utilizar el software MultiSpec®. El programa MultiSpec®, creado en la Universidad de Purdue y distribuido gratuitamente en Internet, se utiliza en el Programa GLOBE para analizar imágenes Landsat Thematic Mapper (TM) y preparar mapas digitales de cobertura terrestre.

El objetivo de GLOBE es proporcionar a cada centro GLOBE que cree un mapa con los tipos de cobertura terrestre imágenes de satélite actualizadas, una vez que éstas estén disponibles de los satélites Landsat. Para ese tutorial se utilizarán dos imágenes de Durham, New Hampshire (EE.UU).

Materiales y Equipo:

- Un ordenador capaz de soportar el programa MultiSpec.
- Una copia del programa MultiSpec. Si no se dispone de una versión actualizada, se puede descargar la última versión, tanto para PC como Macintosh, del sitio de Purdue en:

<http://dynamo.ecn.purdue.edu/~biehl/MultiSpec/>
o descargarlo del servidor de GLOBE.

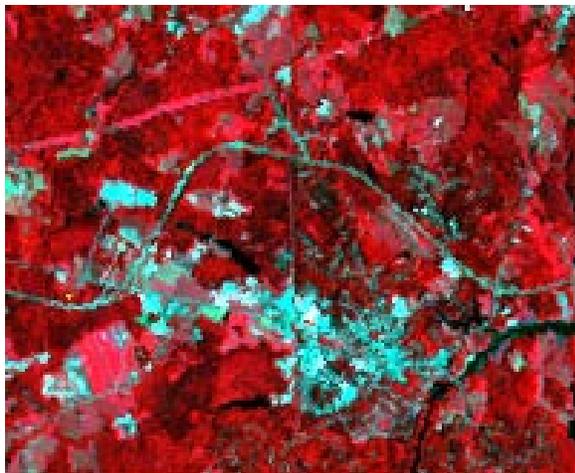
- Copias impresas y digitales de las imágenes Dur990.lan y Dur796.lan. Estas son "subimágenes", pequeñas secciones copiadas de Durham adquiridas en septiembre de 1990 y en julio de 1996. Se debería imprimir tanto la combinación de bandas visibles - color verdadero (3, 2, 1) - como la combinación con la banda infrarroja - falso color (4, 3, 2).

Antes de Comenzar

Observe las copias impresas de las imágenes de Dirham:

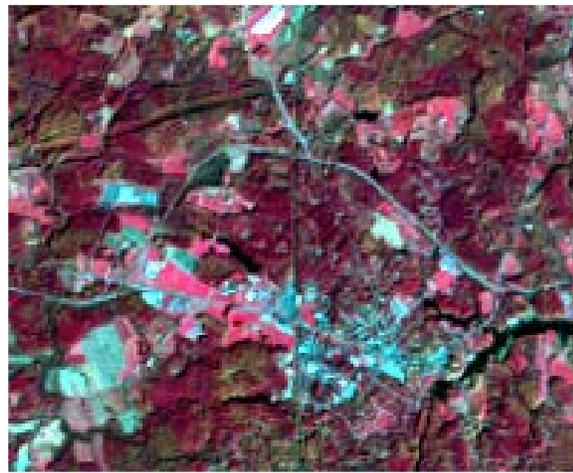
- ¿Cuáles son las diferencias evidentes entre las dos?
- ¿Existen lugares que muestren un aumento o una disminución significativos en la vegetación o en las zonas urbanizadas, entre las dos imágenes?

Para ayudar a contestar estas preguntas, abra ambas imágenes (**Dur_990.lan** y **Dur_796.lan**) con la misma combinación de bandas y colócalas una al lado de la otra con el mismo zoom. Así se podrán comparar áreas para ver si se pueden apreciar cambios entre ellas. Para facilitar las cosas, estas imágenes se muestran a continuación en la combinación en falso color (4, 3, 2).



Puesto que ambas imágenes son combinaciones en falso color, la principal diferencia es la intensidad del “rojo” en la última imagen, de julio de 1996. Es una imagen de verano, con vegetación creciendo vigorosamente, mientras que la otra imagen se adquirió en septiembre de 1990. La imagen de septiembre muestra una disminución del contenido de clorofila relacionado con el descenso de la actividad de las plantas en el otoño.

Además de la diferencia en el color, probablemente no se apreciará ninguna zona con grandes cambios entre las dos imágenes. Esto no significa que no haya habido cambios, sólo que estos son relativamente pequeños. Recordar también, que se están observando sólo tres de los cinco canales de datos contenidos en estas imágenes, y que cada uno de los diferentes canales de Landsat tiene su propia utilidad para observar las características de la superficie terrestre. Estos usos se resumen en la siguiente página.



Banda Landsat	Principales aplicaciones
1 – Azul visible	Útil para identificar agua en zonas costeras, para identificar tipos de bosques, para diferenciar entre suelo y plantas, y para identificar construcciones humanas, tales como carreteras y edificios (rasgos culturales).
2 – Verde visible	Útil para diferenciar tipos de plantas, para determinar la salud de las plantas e identificar rasgos culturales
3 – Rojo visible	Útil para diferenciar especies de plantas, y para identificar y diferenciar rasgos culturales.
4 –Cerca del infrarrojo	Útil para determinar los tipos de plantas, salud de las plantas, y para observar los límites de los cuerpos de agua.
5 – Infrarrojo Medio	Útil para diferenciar la nieve de las nubes y para determinar el contenido de humedad de la vegetación y de los suelos.

Para detectar cambios en los rasgos culturales entre las dos imágenes, se debe examinar una banda visible. Los cambios en el estado de la vegetación se detectarían mejor visualizando la banda 4, el infrarrojo cercano.

Si se quiere encontrar todas las zonas que han sufrido cambios notables, será necesario examinar una imagen píxel a píxel. El programa MultiSpec® permite hacer esto fácilmente.

Análisis de Cambios con MultiSpec

Para examinar el mismo píxel en dos imágenes diferentes, se utilizará MultiSpec para combinar las dos imágenes en una sola, creando una nueva imagen. Este proceso se llama “composición”. Puesto que cada imagen original GLOBE tiene cinco bandas Landsat, la nueva imagen tendrá diez, cinco de cada imagen. El contenido de estas bandas será:

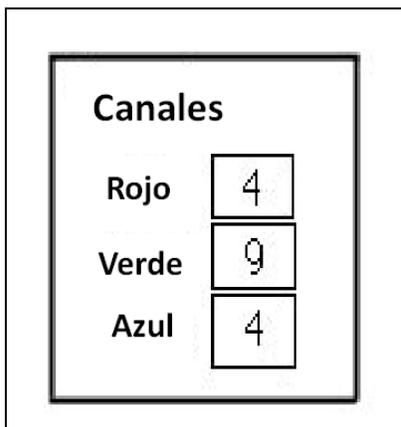
Bandas de la nueva imagen	Contenidos
1	Imagen antigua, azul visible
2	Imagen antigua, verde visible
3	Imagen antigua, rojo visible
4	Imagen antigua, infrarrojo cercano
5	Imagen antigua, infrarrojo medio
6	Imagen nueva, azul visible
7	Imagen nueva, verde visible
8	Imagen nueva, rojo visible
9	Imagen nueva, infrarrojo cercano
10	Imagen nueva, infrarrojo medio

Por tanto, se visualizará la misma banda de las dos imágenes *a la vez*. Por ejemplo, para detectar cambios en los rasgos culturales, se visualizará la banda 1 de la imagen más antigua y de la más reciente al mismo tiempo.

Sin embargo, para hacer esto se necesita un protocolo para asignar colores a las bandas. A partir de la práctica se han establecido los siguientes:

Cañón del Monitor	Banda de la nueva imagen
Rojo	Banda "X" de la imagen más antigua
Verde	Banda "X" de la imagen más reciente
Azul	Banda "X" de la imagen más antigua

Por ejemplo, una fuerte reflexión de la banda 4, el infrarrojo cercano, es indicador de vegetación. Se asigna la banda 4 de la imagen más antigua al rojo y al azul, y la banda 4 de la imagen más reciente (banda 9) al verde, como se muestra en la siguiente figura.



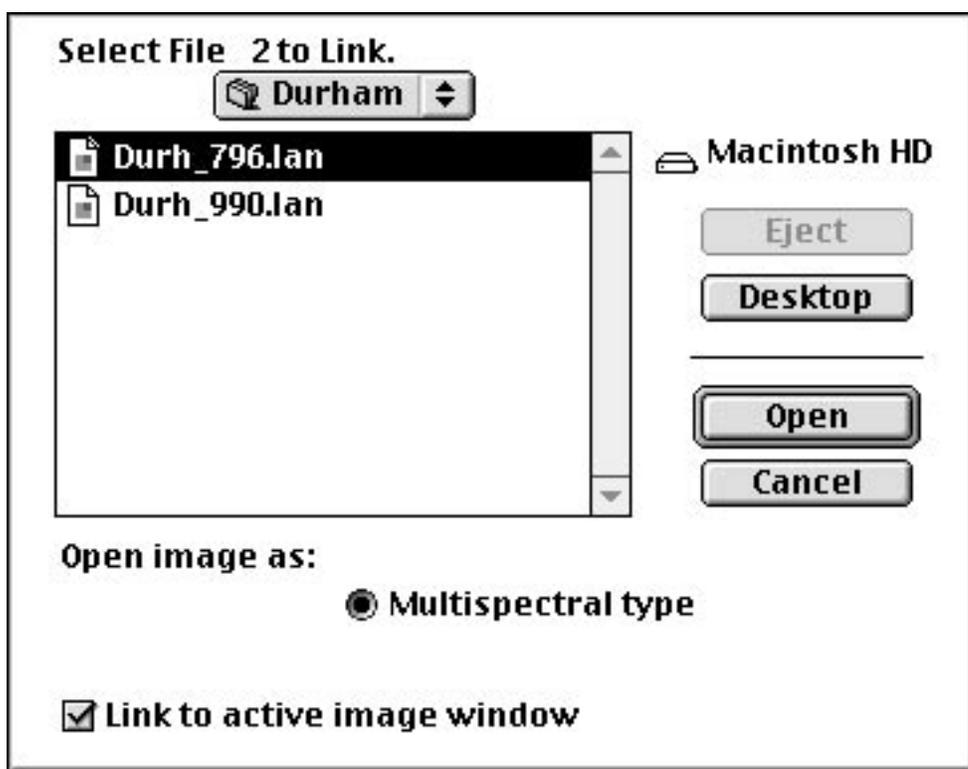
Si un píxel en la imagen **más reciente** es más brillante en la banda 4 que en la imagen más **antigua**, ese píxel se mostrará en **verde**. Esto significa un incremento de lo que se está midiendo. Si un píxel en la imagen más **antigua** posee una gran reflectancia, el rojo y el azul producirá **magenta**, indicando una disminución en la cantidad de lo que se mide en la imagen más **reciente**.

La nueva imagen de cambios tendrá áreas de color **verde** que muestran un **aumento** en la reflectancia en el canal que se está visualizando, y áreas en **magenta** que muestran un **descenso** de la reflectancia en esa banda.

Realización del Protocolo de Cambios

Lo que sigue a continuación servirá para guiar paso a paso en la creación de una nueva imagen compuesta, y en el análisis de los cambios en varias zonas diferentes. Los usuarios expertos en MultiSpec pueden saltarse la sección de “composición” (unión) de las dos imágenes y pasar directamente al análisis de la nueva imagen.

- Configurar el monitor del ordenador mediante el Panel de Control para que muestre “miles” o “millones” de colores.
- Ejecutar MultiSpec.
- Desde el Menú **File*** (Archivo) seleccionar Open image (**Abrir Imagen**).
- Seleccionar la imagen **Dur990.lan** y pulsar **Open (Abrir)**.
- Ahora, la combinación de bandas que se utilice no importa, por lo que se pulsa OK en la ventana **Set Thematic Display Specifications**.
- Con la imagen de **Dur990.lan** abierta, y desde el menú **Archivo**, seleccionar Open Image (**Abrir Imagen**).
- Seleccionar la imagen **Dur796.lan** y marcar la casilla **Link to Active File** como se muestra en la imagen siguiente.

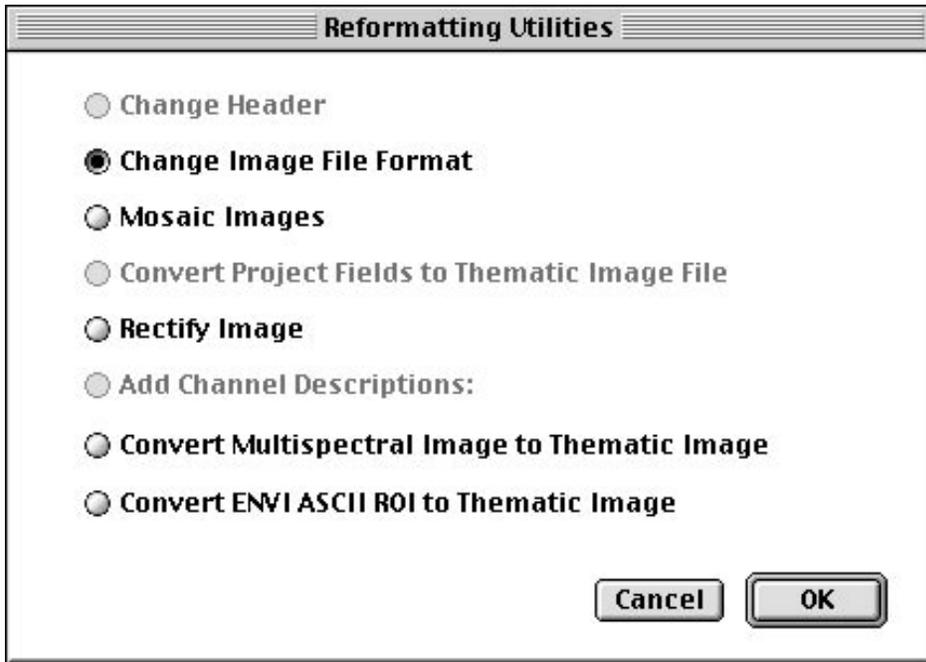


- Pulsar **Open**.
- Aparecerá la misma pantalla de nuevo. El sistema le preguntará si quiere unir más archivos al enlace. Pulsar **Cancel**.

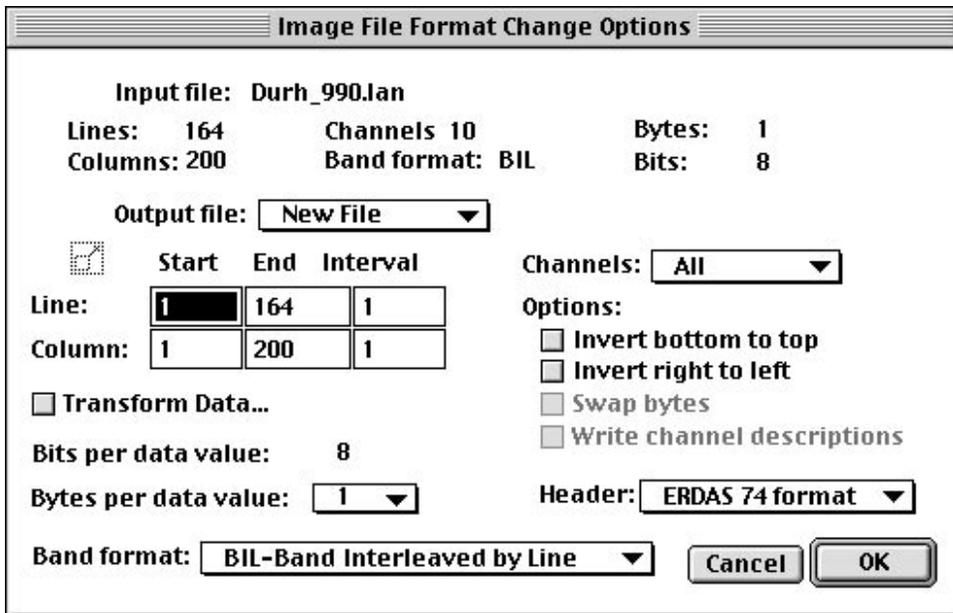
La imagen nueva se ha añadido a la más antigua. Guardar esta combinación como un nuevo archivo, para mantener las imágenes originales intactas.

- Desde el menú **Processor** (Procesador), seleccionar **Reformat** (Reformatear). Aparecerá la siguiente pantalla.

* El programa y sus menús no están traducidos al español.

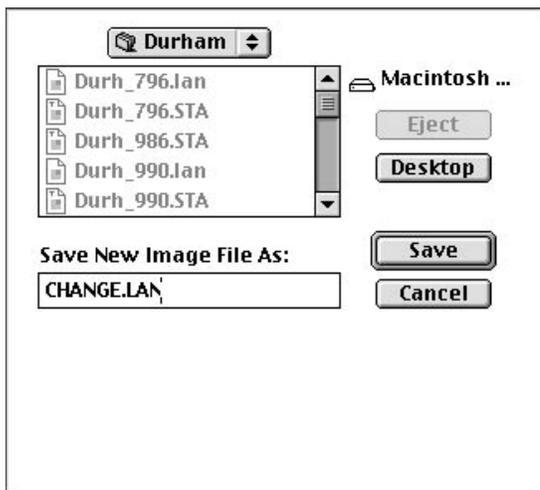


- Pulsar **OK**.
- Aparecerá la siguiente pantalla. Observar que en la parte superior de la ventana de diálogo el número de canales es de “10”. La imagen contiene ahora cinco canales de cada imagen.



- Pulsar **OK**.

- La siguiente pantalla es la pantalla estándar de guardado de archivos. Nombrar al archivo **change.lan**, como se muestra en el diagrama inferior, y pulsar el botón **Save** (Guardar).



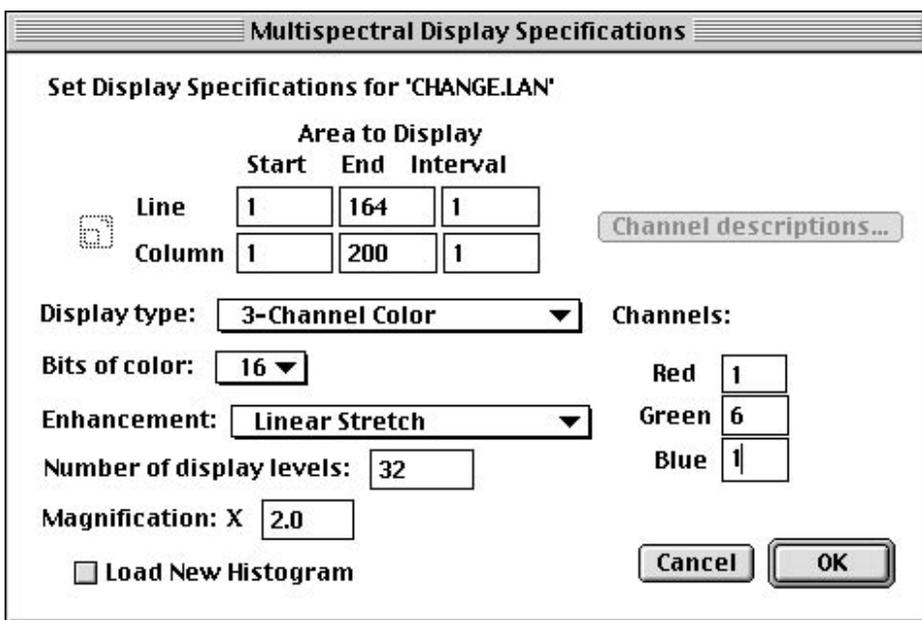
- Cerrar la pantalla actual pulsando en la casilla **Close** o seleccionando **Close Window** desde el menú **File**.

Abrir la Nueva Imagen Compuesta

- Desde el menú **File**, seleccionar **Open Image**.
- Seleccionar la imagen **Change.lan** y pulsar **Open**.

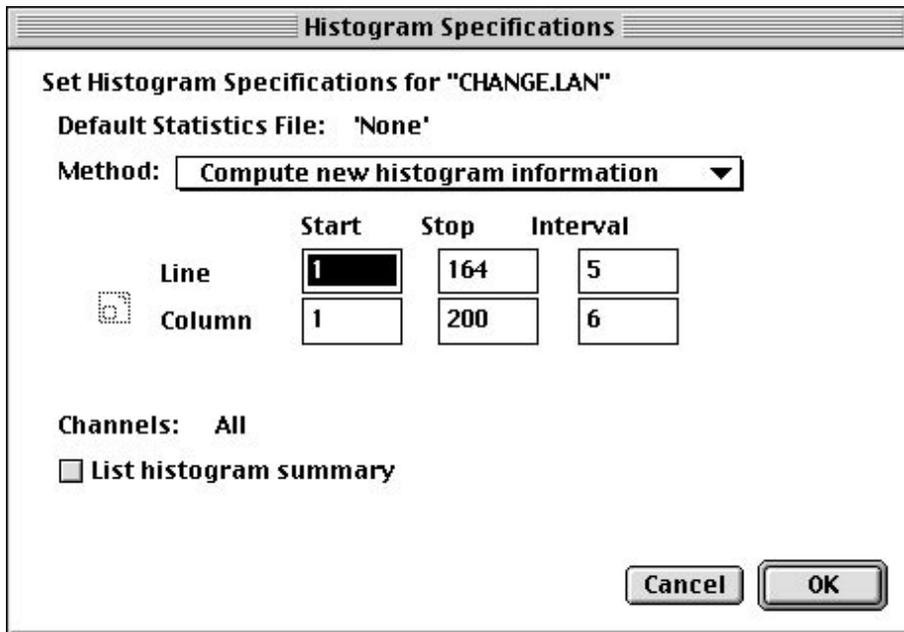
Para buscar cambios en rasgos culturales o áreas desarrolladas por el hombre utilizar cualquiera de las bandas visibles, ya que los rasgos culturales se muestran brillantes en las bandas visibles. Este tutorial muestra cómo usar la banda 1, banda azul del visible.

- En la ventana de **Set Thematic Display Specifications**, introducir la combinación de bandas que se muestra más abajo.

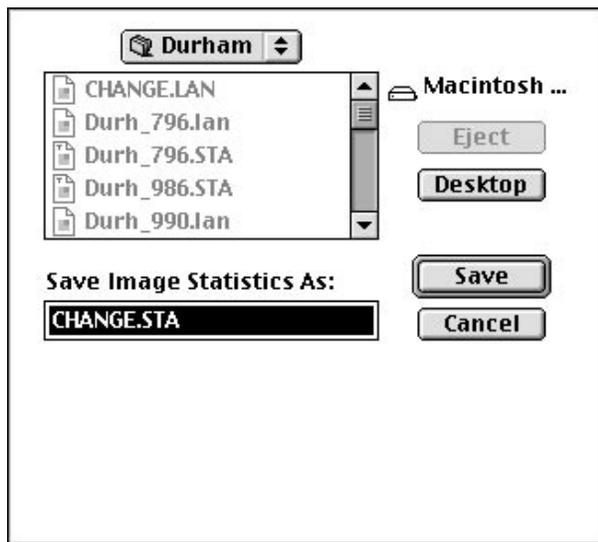


- Pulsar **OK**.

- Ya que es una imagen nueva, MultiSpec debe crear un archivo de “estadísticas” (.sta) para la imagen. Aparecerá esta pantalla.



- Pulsar **OK**.
- En la ventana **Save Image Statistics** que se muestra a continuación pulsar **Save**.



Se abre la nueva imagen.



En esta imagen, las zonas que se muestran en verde tienen una mayor reflectividad en la banda 1 en la imagen de 1966 que en la de 1990. Ya que la fuerte reflectividad en el visible se asocia a menudo con materiales minerales expuestos (desarrollo urbano, rocas, espacios abiertos), se puede deducir que estas áreas verdes han sufrido un incremento en el desarrollo urbano.

¿Cómo se Comprueba?

Que estas áreas verdes representen un aumento en el desarrollo urbano es sólo una deducción o una hipótesis. Para comprobar esta conclusión se deben buscar evidencias. Se pueden visitar estas zonas y, usando mapas y receptores GPS, verificar que las regiones verdes representan realmente un desarrollo urbano. Pero ¿es un desarrollo reciente? Para contestar a esta pregunta, se debe hacer uso de registros, fotos, entrevistas, etc., para averiguar qué había en esas zonas cuando se tomaron esas imágenes

Estudio de los Cambios de la Vegetación

La reflectividad en la banda 4 de Landsat, el infrarrojo cercano, está muy influida por la biomasa, o la cantidad de contenido en clorofila disponible. Observando esta banda se pueden deducir los cambios en la cobertura vegetal a lo largo del tiempo.

- Desde el menú **Processor**, seleccionar **Display Image**.
- Seleccionar las opciones que se muestran a continuación.

Multispectral Display Specifications

Set Display Specifications for 'CHANGE.LAN'

Area to Display

	Start	End	Interval
Line	1	164	1
Column	1	200	1

Channel descriptions...

Display type: 3-Channel Color

Bits of color: 16

Enhancement: Linear Stretch

Number of display levels: 32

Magnification: X 2.0

Channels:

Red	4
Green	9
Blue	4

Load New Histogram

Cancel OK

- Pulsar **OK**.

Se abrirá la imagen siguiente.



En esta imagen, las zonas en verde representan un aumento en la reflectividad en la banda 4 de 1996 en comparación con la de 1990. Sería tentador decir que este incremento se debe a un aumento del desarrollo de la vegetación. Sin embargo, la imagen de 1990 fue adquirida en septiembre y la de 1996 en julio. Hay que hacer frente al problema de decidir en qué medida el cambio es un incremento real de la zona vegetal, y en qué medida se debe a las variaciones estacionales.

Esto se puede estudiar más eficazmente examinando ambas imágenes de cambio una al lado de la otra. Si no se está familiarizado con el proceso de visualizar dos imágenes una al lado de otra, ver los *Consejos Útiles* de la página siguiente.



Consejos Útiles

Visualización de Dos Imágenes una Junto a Otra

- Ejecutar MultiSpec.
- Desde el menú **File** (Archivo) seleccionar **Open Image** (Abrir Imagen).
- Seleccionar la primera imagen que se quiere abrir, y pulsar **Open**.
- Seleccionar la combinación de banda deseada, y pulsar **OK**.
- Pulsar en la barra del título de la imagen y arrastrarla hasta la esquina superior izquierda de la pantalla.
- Pulsar y arrastrar el tamaño de la imagen para que cubra la mitad de la pantalla en horizontal.
- Desde el menú **File**, seleccionar de nuevo **Open Image**.
- Seleccionar la segunda imagen que se quiere abrir y pulsar **Open**.
- Asignar a esta imagen la misma combinación de bandas que a la primera y pulsar **OK**.
- Pulsar en la barra de título de la imagen y arrastrarla hasta colocarla en la parte superior derecha de la pantalla.
- **Ajustar el tamaño** de la imagen al mismo que la primera.

Implementación con la Propia Imagen del Centro

Incluso antes de que obtener una nueva imagen Landsat GLOBE del sitio de estudio GLOBE, hay cosas que se pueden hacer para preparar la realización de este ejercicio de cambios.

Observar la Imagen GLOBE Original

- ¿Se pueden ver áreas que se sepa que han experimentado cambios?
- ¿Dónde están?
- ¿Que tipo de cambios se han producido?
- ¿Se han producido aumentos o descensos en la cantidad de tierra cultivada? ¿Y en el desarrollo urbanístico? ¿Se han creado otros tipos de cobertura terrestre?

Cuando se Reciba una Nueva Imagen Landsat

- Observar la nueva imagen Landsat GLOBE y compararla con la imagen antigua. ¿Se puede distinguir alguna zona donde se hayan producido cambios obvios durante el tiempo transcurrido entre estas dos imágenes?
- ¿Representan estos cambios visibles las variaciones que se sabe que se han producido?

Ampliaciones

Si se tiene acceso a imágenes más antiguas que las imágenes disponibles de GLOBE, se pueden realizar los mismos análisis. Estos análisis cuando se relacionan con los cambios hallados en las imágenes más recientes pueden proporcionar una visión en el tiempo más amplia para calcular la *tasa* de cambio.

Nota: Para poder ser utilizadas en este tipo de comparación, las dos imágenes deben estar *georreferenciadas*. Debido a pequeñas diferencias a lo largo del tiempo, es posible que dos imágenes Landsat, exactamente del mismo lugar, no coincidan exactamente píxel a píxel. En el proceso de *georreferenciación* una serie de puntos se hacen coincidir en ambas imágenes. Identificar estos puntos de control permite al programa hacer coincidir exactamente ambas imágenes.

Este proceso no se puede hacer con MultiSpec. Se necesita un software más sofisticado que generalmente no está a disposición de los centros escolares.

Cuando GLOBE proporciona nuevas imágenes para este protocolo, estas imágenes coincidirán con las antiguas. Si se consiguen otras imágenes y se desea utilizarlas para este protocolo, será necesario georreferenciarlas. Los departamentos de teledetección y procesamiento de imágenes de las universidades son los lugares ideales para conseguir esto.

Investigación de Cobertura Terrestre

Hoja de Datos del Sitio de Muestreo

Nombre del Centro: _____

Hora de las mediciones: _____
Año Mes Día Hora (UT)

Anotado por: _____

UBICACIÓN

Nombre del sitio: _____

Ciudad/Estado/País: _____

Latitud	Longitud	Altura
_____	_____	_____
Grados decimales	Grados decimales	Metros
<input type="checkbox"/> Norte <input type="checkbox"/> Sur	<input type="checkbox"/> Este <input type="checkbox"/> Oeste	

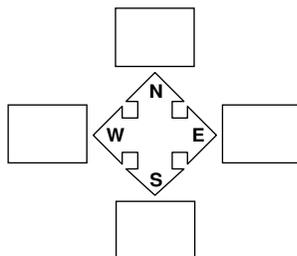
MUC HASTA EL NIVEL MÁS DETALLADO

Clase MUC: _____

Nombre MUC del tipo de cobertura terrestre: _____

METADATOS (Comentarios)

NÚMERO DE FOTOGRAFÍA Y ORIENTACIÓN



Investigación de Cobertura Terrestre

Hoja de Datos de Cobertura de Árboles y del Suelo*

Nombre del Centro: _____ Sitio: _____

Hora de las mediciones: _____
 Año Mes Día Hora (UT)

Anotado por: _____

Usar esta columna para determinar la cobertura de los árboles	Usar esta columna para concretar las especies de cobertura dominante y codominante de cobertura de árboles	Usar esta columna para concretar cuando se tiene un MUC bosque cerrado o zona arbolada	Usar esta columna para determinar la cobertura general del suelo	Usar esta columna para concretar el tipo de vegetación dominante y codominante del suelo
1. Observaciones de cobertura + = Árboles - = Cielo o arbustos	2. Nombre de la especie o nombre común	3. Tipo de cobertura E = Perenne D = Caducifolio - = Cielo	4. Observaciones del suelo G = Cobertura verde B = Cobertura marrón - = Sin cobertura	5. Tipo de vegetación del suelo GD = Gramíneas FB = Herbáceas de hoja ancha OG = Otras vegetación verde. SB = Arbustos DS = Arbustos enanos
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				

	1. Observaciones de cobertura + = Árboles - = Cielo o arbustos	2. Nombre de la especie o nombre común	3. Tipo de cobertura E = Perenne D = Caducifolio - = Cielo	4. Observaciones del suelo G = Cobertura verde B = Cobertura marrón - = Sin cobertura	5. Tipo de vegetación del suelo GD = Gramíneas FB = Herbáceas de hoja ancha OG = Otras vegetación verde. SB = Arbustos DS = Arbustos enanos
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					
36					
37					
38					
39					
40					

Resumen de las observaciones de cobertura de árboles	
Total “+”	
Total “-”	
Total observaciones	
% Cobertura árboles	

Resumen del tipo de cobertura	
Total “E”	
Total “D”	
Total observaciones del tipo de cobertura	
% Perenne (E)	
% Caducifolias (D)	

Resumen de las observaciones del suelo	
Total “G”	
Total “B”	
Total “-”	
Total observaciones del suelo	
% Cobertura suelo	

Resumen del tipo de vegetación del suelo	
Total “GD”	
Total “FB”	
Total “OG”	
Total “SB”	
Total “DS”	
Total observaciones vegetación del suelo	
% Gramíneas (GD)	
% Hoja ancha (FB)	
% Otras (OG)	
% Arbustos (SB)	
% Arbustos Enanos Shrub (DS)	

***Nota: Siempre se mide el nivel más alto de cobertura.**
En un bosque o zona arbolada, la cobertura de leñosas se refiere a la cobertura de árboles.

Investigación de Cobertura Terrestre

Hoja de Datos de Cobertura de Arbustos y del Suelo*

Nombre del Centro: _____ Sitio: _____

Hora de las mediciones: _____
 Año Mes Día Hora (UT)

Anotado por: _____

Usar esta columna para determinar la cobertura de arbustos	Usar esta columna para concretar las especies de cobertura dominante y codominante	Usar esta columna para concretar cuando se tiene un MUC arbustivo	Usar esta columna para determinar la cobertura general del suelo	Usar esta columna para concretar el tipo de vegetación dominante y codominante del suelo	Usar esta columna para determinar el total de arbustos
1. Observaciones de cobertura + = Arbustos - = Cielo o árboles	2. Nombre de la especie o nombre común	3. Tipo de cobertura E = Perenne D = Caducifolio - = Cielo	4. Observaciones del suelo G = Cobertura verde B = Cobertura marrón - = Sin cobertura	5. Tipo de vegetación del suelo GD = Gramíneas FB = Herbáceas de hoja ancha OG = Otras vegetación verde.	6. Poner un "+" en esta columna si hay un "+" en la Columna 1 o "SB" en la columna 5. Poner "-" si no hay arbustos
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					

	1. Observaciones de cobertura + = Arbustos - = Cielo o árboles	2. Nombre de la especie o nombre común	3. Tipo de cobertura E = Perenne D = Caducifolio - = Cielo	4. Observaciones del suelo G = Cobertura verde B = Cobertura marrón - = Sin cobertura	5. Tipo de vegetación del suelo GD = Gramíneas FB = Herbáceas de hoja ancha OG = Otras vegetación verde.	6. Poner un “+” en esta columna si hay un “+” en la Columna 1 o “SB” en la columna 5. Poner “-” si no hay arbustos
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						

Resumen de observaciones de cobertura de arbustos	
Total “+”	
Total “-”	
Total Observaciones de arbustos	
% Cobertura arbustos	

Resumen del tipo de cobertura	
Total “E”	
Total “D”	
Total Observaciones de tipo de cobertura	
% Perenne (E)	
% Caducifolio (D)	

Resumen de observaciones de suelos	
Total “G”	
Total “B”	
Total “-”	
Total observaciones del suelo	
% Cobertura suelo	

Resumen de tipo de vegetación de suelos	
Total “GD”	
Total “FB”	
Total “OG”	
Total “SB”	
Total “DS”	
Total observaciones vegetación del suelo	
% Gramíneas (GD)	
% Hoja ancha (FB)	
% Otras (OG)	
% Arbustos (SB)	
% Arbustos Eranos (DS)	

Resumen de cobertura de arbustos	
Total “+” de Col. 6	
Total “-” de Col. 6	
Total Observaciones	
% Arbustos	

***Nota: Siempre se mide la altura más alta de dosel.**
En tierra de arbustos, la cobertura de dosel se refiere al dosel de arbustos

Investigación de Cobertura Terrestre

Hoja de Datos de Altura de Gramíneas, Árboles y Arbustos

Nombre del Centro: _____ Sitio: _____

Hora de las mediciones: _____
 Año Mes Día Hora (UT)

Anotado por: _____

Datos del Clinómetro

*Especie dominante	Lectura del clinómetro(°)	tg de la lectura del clinómetro	Distancia al árbol (m)	Altura de los ojos (m)	*Altura de la vegetación (m)	*Altura media (m)
Muestra 1.						
Muestra 2.						
Muestra 3.						
Muestra 4.						
Muestra 5.						

*Especie Codominante	Lectura del clinómetro(°)	tg de la lectura del clinómetro	Distancia al árbol (m)	Altura de los ojos (m)	*Altura de la vegetación (m)	*Altura media (m)
Muestra 1.						
Muestra 2.						
Muestra 3.						
Muestra 4.						
Muestra 5.						

Altura del árbol = (tg de la lectura del clinómetro x distancia al árbol) + altura de los ojos

Nota: Medir cada árbol tres veces y hallar la media de las tres mediciones. Si cada medición se encuentra en un rango de ± 1 m respecto de la media, enviar los datos. En caso contrario, repetir las mediciones hasta que no difieran en más de 1 metro respecto de la media, y después enviar los datos.

* Usar estas columnas para medir la altura de gramíneas, arbustos y vegetación sub-arbustiva (arbustos enanos). Utilizar todas las columnas si se está utilizando el clinómetro para medir la altura.

Investigación de Cobertura Terrestre

Medición de la Altura de los Árboles a Nivel del Suelo: Hoja de Datos de la Técnica Simplificada del Clinómetro

Nombre del Centro: _____ Sitio: _____

Hora de las mediciones: _____
Año Mes Día Hora (UT)

Anotado por: _____

Datos del Clinómetro

Especie dominante _____	Lectura del clinómetro (°)	Altura del árbol (m) (Distancia desde la base del árbol (m) y hasta la altura de los ojos)	Áltura media de los árboles (m)
Muestra 1.	45°	_____ _____ _____	_____
Muestra 2.	45°	_____ _____ _____	_____
Muestra 3.	45°	_____ _____ _____	_____
Muestra 4.	45°	_____ _____ _____	_____
Muestra 5.	45°	_____ _____ _____	_____

Especie Co-dominante _____	Lectura del clinómetro (°)	Altura del árbol (m) (Distancia desde la base del árbol (m) y hasta la altura de los ojos)	Áltura media de los árboles (m)
Muestra 1.	45°	_____ _____ _____	_____
Muestra 2.	45°	_____ _____ _____	_____
Muestra 3.	45°	_____ _____ _____	_____
Muestra 4.	45°	_____ _____ _____	_____
Muestra 5.	45°	_____ _____ _____	_____

Nota: Medir cada árbol tres veces y hallar la media de las tres mediciones. Si cada medición se encuentra en un rango de ± 1 m respecto de la media, enviar los datos. En caso contrario, repetir las mediciones hasta que no difieran en más de 1 metro respecto de la media, y después enviar los datos.

Investigación de Cobertura Terrestre

Medición de la Altura de los Árboles en Pendiente: Hoja de Datos de Situación Junto al Árbol

Nombre del Centro: _____ Sitio: _____

Hora de las mediciones: _____
 Año Mes Día Hora (UT)

Anotado por: _____

Datos del Clinómetro

Especie dominante	Lectura del clinómetro (°)	tgde la lectura del clinómetro	Altura del árbol a 0° (m)	Distancia al árbol (m)	Altura del árbol (m)	Altura media de los árboles (m)
Muestra 1.						
Muestra 2.						
Muestra 3.						
Muestra 4.						
Muestra 5.						

Especie co-dominante	Lectura del clinómetro (°)	tgde la lectura del clinómetro	Altura del árbol a 0° (m)	Distancia al árbol (m)	Altura del árbol (m)	Altura media de los árboles (m)
Muestra 1.						
Muestra 2.						
Muestra 3.						
Muestra 4.						
Muestra 5.						

$$\text{Altura del árbol} = [(\text{tg de la lectura del clinómetro}) \times (\text{Distancia al árbol})] + (\text{Altura del árbol a } 0^\circ)$$

Nota: Medir cada árbol tres veces y hallar la media de las tres mediciones. Si cada medición se encuentra en un rango de ± 1 m respecto de la media, enviar los datos. En caso contrario, repetir las mediciones hasta que no difieran en más de 1 metro respecto de la media, y después enviar los datos.

Investigación de Cobertura Terrestre

Hoja de Datos de Medición de la Altura de los Árboles en Pendiente: Técnica de Triangulación con los Ojos Sobre el Nivel de la Base del Árbol

Nombre del Centro: Sitio:

Hora de las mediciones:

Año Mes Día Hora (UT)

Anotado por:

Datos del Clinómetro

Especies Dominantes	Lectura del 1 ^{er} Clinómetro (°)	Tg. de la Lectura del 1 ^{er} Clinómetro	Lectura del 2 ^{do} Clinómetro (°)	Tg. de la Lectura del 2 ^{do} Clinómetro	Cos. de la Lectura del 2 ^{do} Clinómetro	Distancia al Árbol (m.)	Cálculo de la línea base (m)	Altura del árbol (m.)	Promedio de la altura de los árboles (m.)
Especie 1									
Especie 2									
Especie 3									
Especie 4									
Especie 5									

Línea Base = (distancia al árbol) x (COS de la lectura del 2^{do} clinómetro)

Altura del Árbol = [(Tg. de la lectura del 1^{er} clinómetro) x (Línea base)] + [(Tg. de la lectura del 2^{do} Clinómetro) x (Línea base)]

Nota: Medir cada árbol tres veces y promediar los valores. Si los tres datos están dentro de 1 metro del promedio, registre el valor. Si no, repita la medición hasta que éstos estén dentro de 1 metro del promedio, y entonces reporte estos valores.

INSTRUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA

de la

Para el sistema de medición de altura de los árboles en pendientes: Sección de Ingeniería en los Cielos sobre el Nivel del Mar, Abo, Pinar.

Nombre del Centro: SIAO
 Lugar de Referencia: Abo

Medida: Mas
 Año: 2008

Datos de Cálculo

Espectro	Altura del árbol (m.)	Altura del observador (m.)	Distancia al árbol (m.)	Distancia al observador (m.)	Promedio de la altura de los árboles (m.)
Espectro 1	1.75	1.75	1.75	1.75	
Espectro 2					
Espectro 3					
Espectro 4					
Espectro 5					

Altura del árbol = 1.75 de la lectura del 1º diámetro x (mas base) + 1.75 de la lectura del 2º diámetro x (mas base)
 Altura del árbol = 1.75 de la lectura del 1º diámetro x (mas base) + 1.75 de la lectura del 2º diámetro x (mas base)

habla

Investigación de Cobertura Terrestre

Medición de la Altura de los Árboles en Pendiente: Técnica de Triangulación con los Ojos Bajo el Nivel de la Base del Árbol

Nombre del Centro: _____ Sitio: _____

Hora de las mediciones: _____

_____ Año _____ Mes _____ Día _____ Hora (UT) _____

Anotado por: _____

Datos del Clinómetro

Especies Dominantes	Lectura del 1 ^{er} Clinómetro (°)	Tg. de la Lectura del 1 ^{er} Clinómetro	Lectura del 2 ^{do} Clinómetro (°)	Tg. de la Lectura del 2 ^{do} Clinómetro	Cos. de la Lectura del 2 ^{do} Clinómetro	Distancia al Árbol (m.)	Cálculo de la línea base (m)	Altura del árbol (m.)	Promedio de la altura de los árboles (m.)
Especie 1									
Especie 2									
Especie 3									
Especie 4									
Especie 5									

$$\text{Línea Base} = (\text{distancia al árbol}) \times (\text{COS de la lectura del 2}^{\text{do}} \text{ clinómetro})$$

$$\text{Altura del Árbol} = [(\text{Tg. de la lectura del 1}^{\text{er}} \text{ clinómetro}) \times (\text{Línea base})] + [(\text{Tg. de la lectura del 2}^{\text{do}} \text{ Clinómetro}) \times (\text{Línea base})]$$

Nota: Medir cada árbol tres veces y promediar los valores. Si los tres datos están dentro de 1 metro del promedio, registre el valor. Si no, repita la medición hasta que éstos estén dentro de 1 metro del promedio, y entonces reporte estos valores.

Investigación de Cobertura Terrestre

Medición de la Altura de los Árboles en Pendiente: Técnica de Triangulación con los Ojos Bajo el Nivel de la Base del Árbol - Página 2

Nombre del Centro: Sitio:

Hora de las mediciones:

____ Año ____ Mes ____ Día ____ Hora (UT)

Anotado por: _____

Datos del Clinómetro

Especies Co- dominantes	Lectura del 1 ^{er} Clinómetro (°)	Tg. de la Lectura del 1 ^{er} Clinómetro	Lectura del 2 ^{do} Clinómetro	Tg. de la Lectura del 2 ^{do} Clinómetro	Cos. de la Lectura del 2 ^{do} Clinómetro	Distancia al Árbol (m.)	Cálculo de la línea base (m)	Altura del árbol (m.)	Promedio de la altura de los árboles (m.)
Especie 1									
Especie 2									
Especie 3									
Especie 4									
Especie 5									

$$\text{Línea Base} = (\text{distancia al árbol}) \times (\text{COS de la lectura del 2}^{\text{do}} \text{ clinómetro})$$

$$\text{Altura del Árbol} = [(\text{Tg. de la lectura del 1}^{\text{er}} \text{ clinómetro}) \times (\text{Línea base})] + [(\text{Tg. de la lectura del 2}^{\text{do}} \text{ Clinómetro}) \times (\text{Línea base})]$$

Nota: Medir cada árbol tres veces y promediar los valores. Si los tres datos están dentro de 1 metro del promedio, registre el valor. Si no, repita la medición hasta que éstos estén dentro de 1 metro del promedio, y entonces reporte estos valores.

Investigación de cobertura terrestre

Hoja de Datos de la Circunferencia de los Árboles

Nombre del Centro: _____ Sitio: _____

Hora de las mediciones: _____
Año Mes Día Hora (UT)

Anotado por: _____

Mediciones de la Circunferencia de los Árboles

Especie Dominante:	Circunferencia del Árbol (cm)
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

Especie Co-Dominante:	Circunferencia del Árbol (cm)
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

Investigación de Cobertura Terrestre

Hoja de Datos de Biomasa de Gramíneas

Nombre del Centro: _____ Sitio: _____

Hora de las mediciones: _____
Año Mes Día Hora (UT)

Anotado por: _____

Mediciones de Biomasa de Gramíneas

Número de muestra	Color	Masa de la muestra y la bolsa (g)	Masa de la bolsa vacía (g)	Biomasa de gramíneas (g)
1.	Verde			
	Marrón			
2.	Verde			
	Marrón			
3.	Verde			
	Marrón			

Biomasa de las gramíneas = Masa de la muestra y la bolsa – Masa de la bolsa vacía

Evaluación de la Exactitud



Hoja de Trabajo

	Nombre del sitio	Datos de clasificación del mapa del alumnado del sitio de estudio GLOBE	Datos de validación del sitio de muestreo de cobertura terrestre	✓	✗
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					

Protocolo de Combustible Vegetal

Hoja de Datos de la Parcela Central

Nombre del Centro: _____

Nombres de los observadores: _____

Fecha: _____ Nombre del sitio de estudio: _____

Orientación: _____ grados respecto al Norte verdadero (escribir 0 para sitios sin pendiente)

Pendiente total: hacia arriba _____ grados de pendiente, hacia abajo _____ grados de pendiente

Altura de los Árboles o Arbustos en el Estrato Dominante:

Árbol o arbusto	Altura (m)
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

Altura media de estrato dominante = (suma de alturas) ÷ (número total de árboles y arbustos)

Altura media: _____

Alturas de las Bases de las Copas del Estrato más Bajo

Árbol o Arbusto	Altura (m)
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

Altura media de las base de las copas = (sumas de las alturas) ÷ (numero toal de árboles y arbustos)

Altura media: _____

Comentarios: _____

Protocolo de Combustible Vegetal:

Hoja de Datos de Mediciones en Transectos

Nombre del Centro: _____

Nombres de los observadores: _____

Fecha: _____ Nombre del sitio de estudio: _____

Número de transectos: _____

Número de Combustibles Leñosos

	Transecto 1	Transecto 2	Transecto 3	Transecto 4
Dirección del transecto (Norte verdadero)	90°	330°	270°	210°
Pendiente del transecto (grados)				
0-1 cm de diámetro (marca 5-7 m)				
1-3 cm de diámetro (marca 5-10 m)				
3-8 cm de diámetro (marca 5-25 m)				

	Transecto 5	Transecto 6	Transecto 7
Dirección del transecto (Norte verdadero)	150°	90°	30°
Pendiente del transecto (grados)			
0-1 cm de diámetro (marca 5-7 m)			
1-3 cm de diámetro (marca 5-10 m)			
3-8 cm de diámetro (marca 5-25 m)			

la Clasificación las clases en la	U.S. Geol. Surv. 1995.	Wildlife Service. 1973. 23.
--------------------------------------	---------------------------	-----------------------------------

Terminos en el esquema de clasificación Modificado	Nivel de Clase	
Bosque nublado	nivel 1	Formado por árboles de al menos 5 metros de alto con sus coronas entrelazadas. El área del dosel total es más del 40%.
Bosque siempre verde	nivel 2	El dosel nunca está sin dosel verde. Al menos el 50% de los árboles que alcanzan la bóveda son siempre verdes. Los árboles individuales pueden mudar sus hojas.
Bosque tropical	nivel 3	Muchas veces llamado bosque tropical lluvioso. Consiste principalmente de árboles siempre verdes de hojas anchas, no son resistentes ni al frío ni a la sequedad. Verdaderamente siempre verdes. Ej. el dosel del bosque permanece verde durante todo el año, aunque unos pocos árboles pueden no tener hojas por unas pocas semanas. Las hojas de muchas especies tienen "puntas que gotean".
Bosques bajas	nivel 4	Consiste de árboles de rápido crecimiento, muchos de los cuales exceden los 50 metros de alto, usualmente forman de copas desiguales. El crecimiento bajo es disperso; hay presencia de líquen y algas verdes y hay ausencia de lianas trepadoras.
Bosque montano	nivel 4	Árboles con dosel uniforme. En el monte bajo son comunes las malezas. Las epifitas vasculares y las lianas son abundantes. Ej., los declives Atlánticos de Costa Rica.
Bosque nublado	nivel 4	Los árboles tienen menos de 50 m de alto, copas que se extienden relativamente a lo largo del tallo y corteza irregular. Usualmente son abundantes en los montes bajos los helechos, las hierbas, los musgos y las palmas pequeñas. Ej., Sierra de Talamanca, Costa Rica.
Bosque alpino	nivel 4	Ocurren en elevaciones sobre los bosques montañosos, con Cobertura características que depende de la latitud.
Bosque nublado	nivel 4	Los árboles son nudosos, tienen las cortezas irregulares y realmente alcanzan tamaños mayores a los 20 metros de alto. Las copas, ramas y troncos de los árboles están cargados con epifitos y lianas. Ej., Montañas Azules, Jamaica.
Bosque tropical estacional	nivel 3	Consiste principalmente de árboles siempre verdes de hojas anchas. La reducción del Dosel durante las estaciones secas es notable, muchas veces con mudas de hojas parciales. Es transitorio entre el bosque húmedo tropical y el tropical y subtropical semidecídico.
Bosques bajas	nivel 4	Consiste de árboles de rápido crecimiento, muchos de los cuales exceden los 50 metros de alto que usualmente forman de copas desiguales. El crecimiento bajo es disperso; hay presencia de líquen y algas verdes y hay ausencia de lianas trepadoras.

Código MUC	Glosario de Términos en el Esquema de Clasificación Modificado	Nivel de Clase	
0122	Bosque submontano	nivel 4	Arboles con dosel uniforme. En el monte bajo son comunes las malezas. Las epífitas vasculares y las lianas son abundantes.
0123	Bosque montano	nivel 4	Los árboles tienen menos de 50 m. de alto, tienen copas que se extienden relativamente a lo largo del tallo y tienen corteza irregular. Usualmente son abundantes en los montes bajos los helechos, las hierbas, los musgos y las palmas pequeñas.
0124	Bosque subalpino	nivel 4	Este bosque se parece al bosque seco esclerófilo siempre verde de hoja ancha de lluvia invernal y usualmente ocurre sobre el bosque nublado. Los árboles son mayormente perennes esclerófilos, más pequeños que los 20 m con poco o ningún sotobosque, pocas lianas trepadoras y pocas epífitas.
013	Semidecíduo tropical y subtropical (dosel de árboles superior decíduo seco)	nivel 3	La mayoría de las copas de los árboles son decíduos secos; muchos de los árboles bajos y arbustos son siempre verdes y más o menos esclerófilos. Sin embargo las plantas y arbustos boscosos siempre verdes y decíduos pueden darse mezclados dentro de la misma capa. Cerca de todos los árboles hay brotes de protección y hojas sin "puntas de goteo". Los árboles tienen corteza irregular, excepto algunos árboles reprimidos, los cuales pueden estar presentes.
0131	Bosque de tierras bajas	nivel 4	Los árboles más altos pueden ser árboles reprimidos (Ej., Ceibo). Prácticamente no hay epífitas presentes. El sotobosque está compuesto de arbustos y semilleros. También están presentes los suculentos tales como los cactos cespitosos de tallo delgado. También están presentes las lianas y capas dispersas de Cobertura herbácea.
0133	Bosque montano y nublado	nivel 4	Este bosque es similar al bosque semi-decíduo de tierras bajas, sin embargo, el dosel es bajo y cubierto con epífitas xerófitas como la <i>Tillandsia usneoides</i> .
014	Bosque húmedo subtropical	nivel 3	Presente solo localmente y en pequeños puestos fragmentados debido a que el clima subtropical típico tiene una estación seca. El bosque húmedo subtropical (Ej., en Queensland, Australia y en Taiwan) usualmente sube de grado y se convierte en un bosque húmedo tropical. Pueden crecer algunos arbustos en las partes bajas. Los cambios de temperatura estacional ocurren entre verano e invierno.
0141	Bosque de tierras bajas	nivel 4	Consiste de árboles de rápido crecimiento, muchos de los cuales exceden los 50 metros de alto que usualmente forman de copas desiguales. El crecimiento bajo es disperso; hay presencia de líquen y algas verdes y hay ausencia de lianas trepadoras.
0142	Bosque submontano	nivel 4	Arboles con dosel uniforme. En el monte bajo son comunes las malezas. Las epífitas vasculares y las lianas son abundantes.

Código MUC	Glosario de Términos en el Esquema de Clasificación Modificado	Nivel de Clase	
017	Esclerófilo siempre verde de hoja ancha y lluvia invernal	nivel 3	Por lo general considerando como Mediterráneo, pero también está presente en el sur-oeste de Australia, Chile y otros lugares. El clima tiene un verano seco muy pronunciado. Los árboles y arbustos son principalmente siempre verdes y esclerófilos, la mayoría de los cuales tienen corteza rugosa. Hay muy poco crecimiento herbáceo bajo. No están presentes las plantas vasculares y hay pocas briofitas epifíticas (musgos y hepáticas) y líquenes, pero si están presentes las lianas leñosas siempre verdes.
0171	Tierra baja y submontano > 50 m	nivel 4	Dominada por árboles sobre los 50 m de alto (más del 50% del dosel) como los eucaliptos gigantes. Ej., los Eucaliptos regnans en Victoria y E. diversicolor en Australia Occidental.
0172	Tierra baja y submontano < 50 m	nivel 4	Dominada por árboles de menos de 50 m de alto (más del 50% del dosel). Ej., el bosque de los robles vivientes en California.
018	Hoja siempre verde puntiaguda tropical y subtropical	nivel 3	Consiste principalmente de árboles siempre verdes de hoja puntiaguda u hoja escalada (más del 50% del dosel). Los árboles de hojas anchas pueden estar presentes. Raramente se presentan epifitas vasculares y lianas.
0181	Tierra baja y submontana	nivel 4	Ej., los bosques de pino de Honduras y Nicaragua.
0182	Montano y subalpino	nivel 4	Ej., los bosques de pino de Filipinas y del sur de México.
019	Hoja siempre verde puntiaguda tropical y subtropical templado y subpolar	nivel 3	Consiste principalmente de árboles perennes de hoja puntiaguda u hoja escalada (más del 50% del dosel) pero los árboles de hojas anchas pueden estar presentes. Raramente se presentan epifitas vasculares y lianas.
0191	Bosque gigante	nivel 4	Dominado por árboles (más del 50% del dosel) de más de 50 m de alto. Ej., bosque Sequoia y Pseudo-tsuga en el Pacífico Oeste de Norte América.
0192	Copas redondeadas	nivel 4	Dominado por árboles de 45-50 m de altura (más del 50% del dosel), con copas redondeadas, anchas e irregulares. Ej., Pinus spp.
0193	Copas cónicas	nivel 4	Dominado por árboles de 45-50 m de altura (más del 50% del dosel), con copas cónicas. Ej., bosques de abeto rojo de Picea, Abies en California.
0194	Copas cilíndricas	nivel 4	Dominado por árboles de 45-50 m de altura (más del 50% del dosel), con copas de ramas muy pequeñas y de forma cilíndrica y angosta.

Código MUC	Glosario de Términos en el Esquema de Clasificación Modificado	Nivel de Clase	
0232	Montano o boreal	nivel 4	Los árboles pueden llegar a medir 50 metros de alto, pero en el bosque montano o boreal normalmente no pasan de los 30 m de alto. Las epifitas son primeramente líquenes y briófitas. Esta clase incluye tierras bajas y submontanas en posiciones topográficas con alta humedad atmosférica.
0233	Subalpino o subpolar	nivel 4	Los árboles no pasan de 20 m de altura y tienen troncos nudosos. Las epifitas son líquenes y briófitas y son más abundantes que en la clase montana (0232). Esta clase muchas veces sube de grado y se convierte en bosque forestal.
03	Bosque extremadamente xeromórfico (Seco)	nivel 2	Puestos de árboles y arbustos densos, adaptados a condiciones secas, tales como los árboles reprimidos, árboles con penachos y hojas succulentas y tallo succulento. El sotobosque tiene arbutos adaptados a condiciones secas, yerbas perennes succulentas y plantas herbáceas anuales y perennes. Muchas veces sube de grado y se convierte en bosque forestal.
031	Esclerófilo dominante extremadamente xeromórfico	nivel 3	La Cobertura es similar a la del bosque xeromórfico, con predominancia de los árboles esclerófilos, muchos de los cuales tienen una base bulbosa en el tallo largamente envainadas en el suelo.
032	Bosque espinoso	nivel 3	Las especies con espinas son dominantes (más del 50% del dosel).
0321	Bosque espinoso mixto deciduo-siempre verde	nivel 4	Tanto las especies deciduas como las especies siempre verdes tienen más del 25% del dosel de los árboles. Ver las definiciones del bosque principalmente siempre verde, clase 01, y el bosque principalmente deciduo, clase 02.
0322	Bosque espinoso puramente deciduo	nivel 4	Las especies deciduas espinosas son absolutamente dominantes (más del 75% del dosel). Vea la definición de Bosque Deciduo, clase 2.
033	Principalmente bosques succulentos	nivel 3	Los succulentos similares a árboles (escaposo) y similares a arbustos (cespitoso) son muy frecuentes (más del 50% del dosel), pero usualmente también se presentan otros árboles y arbustos adaptados a condiciones secas.

Código MUC	Glosario de Términos en el Esquema de Clasificación Modificado	Nivel de Clase	
1	Bosque forestal	nivel 1	Consta de puestos de árboles de más de 5 metros de alto con copas que no se topan. Más del 40% del suelo está cubierto por el dosel de los árboles. Las definiciones de bosque forestal principalmente siempre verde, bosque forestal principalmente deciduos y bosque forestal extremadamente xeromórfico son similares a las definiciones de los bosques con un surtido de árboles más esparcido.
11	Bosque forestal principalmente perenne	nivel 2	El dosel nunca está sin dosel verde. Al menos el 50% de los árboles que alcanzan la bóveda son siempre verdes. Los árboles individuales pueden mudar sus hojas.
111	Bosque forestal perenne de hojas anchas	nivel 3	Principalmente árboles y arbustos esclerófilos, sin epífitas.
112	Bosque forestal siempre verdes de hojas puntiagudas	nivel 3	Los árboles principalmente tienen hojas puntiagudas o escalonadas (más del 50% del dosel). El dosel de muchos árboles se extiende a la base del tallo o es muy frondoso.
1121	Copas redondeadas	nivel 4	Ej., Pinus.
1122	Copas cónicas predominantes	nivel 4	Usualmente en áreas subalpinas.
1123	Copas cilíndricas angostas	nivel 4	Ej., Picea en las regiones boreales.
12	Bosques forestales principalmente deciduos	nivel 2	La mayoría de los árboles (más del 50% del dosel) mudan su dosel simultáneamente en conexión con la estación desfavorable (seca o fría).
121	Deciduo seco	nivel 3	La estación desfavorable se caracteriza principalmente por la sequedad, en la mayoría de los casos secas de invierno. El dosel se muda regularmente cada año. La mayoría de los árboles tienen una corteza relativamente gruesa y fisurada.
1211	Tierra baja y submontana de hoja ancha	nivel 4	Prácticamente no hay plantas siempre verdes en ningún estrato, excepto algunas suculentas. Están presentes lianas leñosas y herbáceas y árboles reprimidos pequeños. Hay la presencia de Cobertura herbácea esparcida en el sotobosque.
1212	Montano y bosque forestal nublado	nivel 4	Algunas especies siempre verdes están presentes en las partes bajas. Hay presencia abundante de epífitas resistentes a las sequías, por lo general en forma barbada (Ej., Osnea o Tillandsia usneoides). Esta formación no es frecuente, pero es bien desarrollada. Ej., en el norte de Perú.

Código MUC	Glosario de Términos en el Esquema de Clasificación Modificado	Nivel de Clase	
122	Deciduo frío con siempre verdes	nivel 3	La estación desfavorable se caracteriza principalmente por un invierno congelado. Los árboles deciduos de hojas anchas son los dominantes (más del 50% del dosel), pero se presentan especies siempre verdes (más del 25% del dosel) como parte del principal dosel de las partes bajas. Las trepadoras y las epífitas vasculares son escasas o ausentes.
1221	Con árboles siempre verdes de hoja ancha y trepadoras	nivel 4	Ricos en epífitas y musgos. Las epífitas vasculares pueden estar presentes en la base de los tallos de los árboles. Las lianas trepadoras pueden ser comunes en las planicies inundadas. <i>Ilex aquifolium</i> y <i>Hedera helix</i> en Europa occidental y <i>Magnolia</i> spp. en Norte América, son ejemplos de este tipo de clase.
1222	Con árboles siempre verdes de hoja puntiaguda	nivel 4	Ej., los bosques de arce-cienta o de pino-roble en el noreste de los Estados Unidos.
123	Deciduo frío sin perennes	nivel 3	Los árboles deciduos son absolutamente dominantes (más del 75% del dosel). Las hierbas perennes y algunos arbustos siempre verdes (menos de 2 m de alto) pueden presentarse. Las trepadoras son insignificantes, pero pueden ser comunes en inundaciones llanas, hay ausencia de epífitas vasculares (excepto ocasionalmente en la base más baja del árbol); los musgos, hepáticas y principalmente los líquenes están siempre presentes.
1231	Deciduo de hoja ancha	nivel 4	Las especies deciduas de hojas anchas son absolutamente dominantes (más del 75% del dosel).
1232	Deciduo de hoja puntiaguda	nivel 4	Las especies deciduas de hojas puntiagudas son absolutamente dominantes (más del 75% del dosel).
1233	Deciduo mixto	nivel 4	Tanto las especies deciduas de hojas anchas como las de hojas puntiagudas proporcionan más del 25% del dosel.
13	Bosque forestal extremadamente xeromórfico	nivel 2	Puestos de árboles y arbustos densos, adaptados a condiciones secas, tales como los árboles reprimidos, árboles con penachos y hojas suculentas y tallo succulento. El sotobosque tiene arbustos adaptados a condiciones secas, yerbas perennes suculentas y plantas herbáceas anuales y perennes. Muchas veces sube de grado y se convierte en bosque forestal.
131	Dominante esclerófilo	nivel 3	La Cobertura es similar a la del bosque xeromórfico, con predominancia de los árboles esclerófilos, muchos de los cuales tienen una base bulbosa en el tallo largamente envainadas en el suelo.

Código MUC	Glosario de Términos en el Esquema de Clasificación Modificado	Nivel de Clase	
132	Bosque espinoso	nivel 3	Las especies con espinas son dominantes (más del 50% del dosel).
1321	Deciduo siempre verde mixto	nivel 4	Tanto las especies deciduas como las especies siempre verdes tienen más del 25% del dosel de los árboles. Ver las definiciones del bosque principalmente siempre verde, clase 01, y el bosque principalmente deciduo, clase 02.
1322	Puramente deciduo	nivel 4	Las especies deciduas espinosas son absolutamente dominantes (más del 75% del dosel). Vea la definición de Bosque Deciduo, clase 2.
133	Principalmente bosques forestales suculentos	nivel 3	Los suculentos similares a árboles (escaposo) y similares a arbustos (cespitoso) son muy frecuentes (más del 50% del dosel), pero usualmente también se presentan otros árboles y arbustos adaptados a condiciones secas.

Código MUC	Glosario de Términos en el Esquema de Clasificación Modificado	Nivel de Clase	
2	Zona arbustiva o de maleza	nivel	El dosel de los arbustos cubre por lo menos un 40% del suelo y está compuesto de plantas leñosas en matas, en grupo o ramilletes de 0,5 a 5 metros de alto. Zona arbustiva: la mayoría de los arbustos no se tocan unos a otros; usualmente con hierba que crece entre los arbustos. Matorral: cada arbusto está tocándose. La zona arbustiva está más ampliamente definida (como los bosques y selvas) como de hoja ancha y siempre verdes, hoja aguda siempre verde, principalmente decíduo, etc. En la zona arbustiva: la mayoría de los arbustos no se tocan unos a otros; usualmente con hierba creciendo entre los arbustos.
21	Zona arbustiva principalmente siempre verde	nivel	El dosel nunca está sin Dosel verde. Al menos el 50% de los árboles que alcanzan la bóveda son siempre verdes. Los árboles individuales pueden mudar sus hojas.
211	Hoja ancha siempre verde	nivel	Las especies siempre verde de hojas anchas son las dominantes (más del 50% del dosel).
2111	Maleza baja de bambú	nivel 4	El bambú ocasionalmente forma una zona arbustiva. Vea las definiciones de la clase 2 de zona arbustiva o maleza.
2112	Arbol espeso siempre verde	nivel 4	Está compuesta por árboles pequeños y arbustos leñosos. Ej., zona arbustiva de palma enana mediterránea o, maleza o zona arbustiva de árbol y helecho Hawaiana.
2113	Hemisclerófilo de hoja ancha	nivel 4	Arbustos en matas o agrupados y plantas con hojas grandes y suaves. Ej., malezas subalpinas Rhododendron o, maleza Hibiscus tiliaceus del Hawaii.
2114	Esclerófilo de hoja ancha	nivel 4	Ej., chaparral o maecchia.
2115	Maleza sufruticosa	nivel 4	Ej., Cistus sahudable.
212	Hoja puntiaguda siempre verde y micrófila	nivel 4	Las especies dominantes (mas del 50% del dosel) tienen ya sea hojas puntiagudas u hojas pequeñas.
2121	Hoja puntiaguda siempre verde	nivel 4	Están compuestas de arbustos trepadores o fijos de hojas puntiagudas. Ej., Pinus mughus, "Krummholz".
2122	Micrófila siempre verde	nivel 4	Las especies siempre verdes tienen hojas pequeñas. Ej., plantas del desert u hojas con una sola vena sin rama.
22	Principalmente decíduos	nivel 2	La mayoría de los arbustos (más del 50% del dosel) arrojan su Dosel simultáneamente en conexión con la estación desfavorable (seca o fría).

Código MUC	Glosario de Términos en el Esquema de Clasificación Modificado	Nivel de Clase	
221	Deciduo seco mezclado con plantas leñosas perennes	nivel 3	La mayoría de los árboles (más del 50% del dosel) mudan su Dosel simultáneamente en conexión con la estación desfavorable (seca o fría).
222	Deciduo seco sin siempre verdes	nivel 3	Los arbustos deciduos secos son absolutamente dominantes (más del 75% del dosel).
223	Deciduo frío	nivel 3	La estación desfavorable se caracteriza mayormente por un invierno congelado. Los arbustos deciduos son dominantes (más del 50 % del dosel).
2231	Deciduo temperado	nivel 4	Compuesto de maleza densa sin, o con muy poco, sotobosque herbáceo.
2232	Subalpino o subpolar	nivel 4	Compuesto por arbustos altos o fijos con una gran capacidad de regeneración vegetativa y usualmente cubierto por nieve durante por lo menos medio año.
23	Arbustos extremadamente xeromórficos (semidesértico)	nivel 2	Puestos de arbustos muy abiertos con varias adaptaciones para las condiciones áridas, tales como: extremadamente adelgazadas, Dosel endurecido, hojas muy reducidas, ramas verdes sin hojas; o tallos suculentos, algunos de ellos con espinas.
231	Principalmente siempre verde	nivel 3	El dosel nunca está sin Dosel verde. Al menos el 50% de los árboles que alcanzan la bóveda son siempre verdes. Los árboles individuales pueden mudar sus hojas.
2311	Subdesértico siempre verde	nivel 4	Se compone de arbustos mayormente esclerófilos de hojas anchas. Ej., la maleza mulga en Australia, plantas de tallo verde sin hojas. Ej., Retama su retam o suculentos.
2312	Semi-deciduo	nivel 4	Puede consistir ya sea de arbustos deciduos facultativos, o de una combinación de arbustos siempre verdes y deciduos (Ej., los arbustos siempre verdes son dominantes, los arbustos deciduos cubren más del 25%).
232	Zona arbustiva subdesértica decidua	nivel 3	Ver clase 02, bosque principalmente deciduo.
2321	Sin suculentos	nivel 4	Los suculentos cubren menos del 25% del suelo.
2322	Con suculentos	nivel 4	Los suculentos cubren más del 25% del suelo.

Código MUC	Glosario de Términos en el Esquema de Clasificación Modificado	Nivel de Clase	
3	Zona de arbustos enanos	nivel 1	Los arbustos raramente sobrepasan los 50 cm de altura (algunas veces se los llama formaciones de matorrales o como matorral). El dosel de los arbustos cubre más del 40% del suelo. Las clases de arbustos enanos se distinguen por la densidad de la superficie. Maleza de arbustos enanos: las ramas están entrecruzadas; zona de arbustos enanos: arbustos enanos individuales se encuentran aislados o en grupos; zona de arbustos enanos con superficie densamente Cobertura con musgos o líquenes; los arbustos enanos crecen en pequeños grupos o individualmente.
31	Principalmente siempre verdes	nivel 2	El dosel nunca está sin Dosel verde. Al menos el 50% de los árboles que alcanzan la bóveda son siempre verdes. Los árboles individuales pueden mudar sus hojas.
311	Maleza siempre verde de arbustos enanos	nivel 3	Compuesta de una superficie de arbustos enanos densos y cerrados que denominan el paisaje.
3111	Maleza cespitosa	nivel 4	Las ramas de los arbustos se paran firmemente y por lo general tienen líquenes. En el suelo muchas veces se encuentran musgos con forma de cojines, líquenes y otras plantas herbáceas. Ej., Matorral.
3112	Maleza trepadora o rastrera	nivel 4	Las ramas de los arbustos se arrastran a lo largo del suelo. Ej., Matorral. Loiseleuria.
312	Arbustos enanos siempre verdes	nivel 3	La superficie de los arbustos enanos es abierta o más suelta. El dosel de los arbustos no está entrecruzado. La Cobertura herbácea cubre menos del 25% del suelo.
3121	Cojinete siempre verde	nivel 4	Los arbustos están aislados en grupos formando cojines densos y muchas veces son espinosos. Ej., Astragalus -y Acantholimon "porcupino"- matorral de las montañas del Mediterráneo Oriental.
313	Siempre verde mixto y formación herbácea	nivel 3	Las capas de los arbustos no se encuentran entrecruzadas. Los arbustos siempre verdes se encuentran mezclados con Cobertura herbácea (más del 25% del suelo).
3131	Siempre verde real y mixto herbáceo	nivel 4	Ej., Matorral Nardus Calluna.
3132	Siempre verde parcial y mixto herbáceo	nivel 4	Muchos individuales mudan partes de sus sistemas de brote durante la estación seca. Ej., Phrygana en Grecia
32	Principalmente deciduos	nivel 2	La mayoría de los árboles (más del 50% del dosel) mudan su Dosel simultáneamente en conexión con la estación desfavorable (seca o fría).
321	Deciduo seco facultativo	nivel 3	Los arbustos enanos mudan su Dosel solamente en años extremadamente secos.

Código MUC	Glosario de Términos en el Esquema de Clasificación Modificado	Nivel de Clase	
322	Deciduo seco obligado	nivel 3	Arbustos enanos densamente cerrados que han perdido todas, o gran parte, de sus hojas en la estación seca.
3221	Deciduo seco cespitoso	nivel 4	Las ramas de los arbustos se paran firmemente y por lo general tienen líquenes. En el suelo muchas veces se encuentran musgos con forma de cojines, líquenes y otras plantas herbáceas. Ej., Calluna.
3222	Trepador o rastroso deciduo seco	nivel 4	Las ramas de los arbustos se arrastran a lo largo del suelo. Ej., Matorral Loiseleuria.
3223	Deciduo seco en forma de cojín	nivel 4	Los arbustos están aislados en grupos formando cojines densos y muchas veces son espinosos. Ej., Astragalus -y Acantholimon "porcupino" - salud de las montañas del Mediterráneo Oriental.
3224	Mixto deciduo seco	nivel 4	Arbustos enanos deciduos y siempre verdes, plantas herbáceas cespitosas, yerbas perennes suculentas y otras formas de vida entremezcladas en varios patrones.
323	Deciduo frío	nivel 3	Los arbustos enanos densamente cerrados mudan su Dosel al principio de una estación fría. Son más ricas en musgos y helechos que la clase de arbustos enanos deciduos secos obligados (322).
3231	Cespitoso deciduo frío	nivel 4	Los arbustos enanos deciduos y siempre verdes, plantas herbáceas cespitosas, hierbas perennes suculentas y otras formas de vida intermedias.
3232	Trepador o rastroso deciduo frío	nivel 4	Las ramas de los arbustos se arrastran a lo largo del suelo.
3233	Deciduo frío en forma de cojín	nivel 4	Los arbustos están aislados en grupos formando cojines densos y muchas veces son espinosos.
3234	Mixto deciduo frío	nivel 4	Arbustos enanos deciduos y siempre verdes, plantas herbáceas cespitosas, yerbas perennes suculentas y otras formas de vida entremezcladas en varios patrones.
33	Zona de arbustos enanos extremadamente xeromórficos	nivel 2	Compuesto de formaciones abiertas de arbustos enanos, suculentos y plantas herbáceas adaptadas a sobrevivir o para evitar una estación larga de sequía. Mayormente sub-desértica. Ver la clase 23.
331	Principalmente siempre verdes	nivel 3	El dosel nunca está sin Dosel verde. Al menos el 50% de los árboles que alcanzan la bóveda son siempre verdes. Los árboles individuales pueden mudar sus hojas.

341	Tundra, predominando hierbas	341.1	Tundra, predominando hierbas		
342	Tundra, predominando arbustos	342.1	Tundra, predominando arbustos		
343	Tundra, predominando musgos	343.1	Tundra, predominando musgos		
344	Tundra, predominando líquenes	344.1	Tundra, predominando líquenes		
345	Tundra, predominando plantas	345.1	Tundra, predominando plantas		
346	Tundra, predominando algas	346.1	Tundra, predominando algas		
347	Tundra, predominando hongos	347.1	Tundra, predominando hongos		
348	Tundra, predominando bacterias	348.1	Tundra, predominando bacterias		
349	Tundra, predominando virus	349.1	Tundra, predominando virus		
350	Tundra, predominando protozoos	350.1	Tundra, predominando protozoos		
351	Tundra, predominando plantas y animales	351.1	Tundra, predominando plantas y animales		
352	Tundra, predominando plantas y hongos	352.1	Tundra, predominando plantas y hongos		
353	Tundra, predominando plantas y bacterias	353.1	Tundra, predominando plantas y bacterias		
354	Tundra, predominando plantas y virus	354.1	Tundra, predominando plantas y virus		
355	Tundra, predominando plantas y protozoos	355.1	Tundra, predominando plantas y protozoos		
356	Tundra, predominando animales y hongos	356.1	Tundra, predominando animales y hongos		
357	Tundra, predominando animales y bacterias	357.1	Tundra, predominando animales y bacterias		
358	Tundra, predominando animales y virus	358.1	Tundra, predominando animales y virus		
359	Tundra, predominando animales y protozoos	359.1	Tundra, predominando animales y protozoos		
360	Tundra, predominando plantas, animales y hongos	360.1	Tundra, predominando plantas, animales y hongos		
361	Tundra, predominando plantas, animales y bacterias	361.1	Tundra, predominando plantas, animales y bacterias		
362	Tundra, predominando plantas, animales y virus	362.1	Tundra, predominando plantas, animales y virus		
363	Tundra, predominando plantas, animales y protozoos	363.1	Tundra, predominando plantas, animales y protozoos		
364	Tundra, predominando plantas, hongos y bacterias	364.1	Tundra, predominando plantas, hongos y bacterias		
365	Tundra, predominando plantas, hongos y virus	365.1	Tundra, predominando plantas, hongos y virus		
366	Tundra, predominando plantas, hongos y protozoos	366.1	Tundra, predominando plantas, hongos y protozoos		
367	Tundra, predominando plantas, bacterias y virus	367.1	Tundra, predominando plantas, bacterias y virus		
368	Tundra, predominando plantas, bacterias y protozoos	368.1	Tundra, predominando plantas, bacterias y protozoos		
369	Tundra, predominando plantas, virus y protozoos	369.1	Tundra, predominando plantas, virus y protozoos		
370	Tundra, predominando animales, hongos y bacterias	370.1	Tundra, predominando animales, hongos y bacterias		
371	Tundra, predominando animales, hongos y virus	371.1	Tundra, predominando animales, hongos y virus		
372	Tundra, predominando animales, hongos y protozoos	372.1	Tundra, predominando animales, hongos y protozoos		
373	Tundra, predominando animales, bacterias y virus	373.1	Tundra, predominando animales, bacterias y virus		
374	Tundra, predominando animales, bacterias y protozoos	374.1	Tundra, predominando animales, bacterias y protozoos		
375	Tundra, predominando animales, virus y protozoos	375.1	Tundra, predominando animales, virus y protozoos		
376	Tundra, predominando plantas, animales, hongos y bacterias	376.1	Tundra, predominando plantas, animales, hongos y bacterias		
377	Tundra, predominando plantas, animales, hongos y virus	377.1	Tundra, predominando plantas, animales, hongos y virus		
378	Tundra, predominando plantas, animales, hongos y protozoos	378.1	Tundra, predominando plantas, animales, hongos y protozoos		
379	Tundra, predominando plantas, animales, bacterias y virus	379.1	Tundra, predominando plantas, animales, bacterias y virus		
380	Tundra, predominando plantas, animales, bacterias y protozoos	380.1	Tundra, predominando plantas, animales, bacterias y protozoos		
381	Tundra, predominando plantas, animales, virus y protozoos	381.1	Tundra, predominando plantas, animales, virus y protozoos		
382	Tundra, predominando plantas, hongos, bacterias y virus	382.1	Tundra, predominando plantas, hongos, bacterias y virus		
383	Tundra, predominando plantas, hongos, bacterias y protozoos	383.1	Tundra, predominando plantas, hongos, bacterias y protozoos		
384	Tundra, predominando plantas, hongos, virus y protozoos	384.1	Tundra, predominando plantas, hongos, virus y protozoos		
385	Tundra, predominando plantas, bacterias, virus y protozoos	385.1	Tundra, predominando plantas, bacterias, virus y protozoos		
386	Tundra, predominando animales, hongos, bacterias y virus	386.1	Tundra, predominando animales, hongos, bacterias y virus		
387	Tundra, predominando animales, hongos, bacterias y protozoos	387.1	Tundra, predominando animales, hongos, bacterias y protozoos		
388	Tundra, predominando animales, hongos, virus y protozoos	388.1	Tundra, predominando animales, hongos, virus y protozoos		
389	Tundra, predominando animales, bacterias, virus y protozoos	389.1	Tundra, predominando animales, bacterias, virus y protozoos		
390	Tundra, predominando plantas, animales, hongos, bacterias y virus	390.1	Tundra, predominando plantas, animales, hongos, bacterias y virus		
391	Tundra, predominando plantas, animales, hongos, bacterias y protozoos	391.1	Tundra, predominando plantas, animales, hongos, bacterias y protozoos		
392	Tundra, predominando plantas, animales, hongos, virus y protozoos	392.1	Tundra, predominando plantas, animales, hongos, virus y protozoos		
393	Tundra, predominando plantas, animales, bacterias, virus y protozoos	393.1	Tundra, predominando plantas, animales, bacterias, virus y protozoos		
394	Tundra, predominando animales, hongos, bacterias, virus y protozoos	394.1	Tundra, predominando animales, hongos, bacterias, virus y protozoos		
395	Tundra, predominando plantas, hongos, bacterias, virus y protozoos	395.1	Tundra, predominando plantas, hongos, bacterias, virus y protozoos		
396	Tundra, predominando plantas, animales, hongos, bacterias, virus y protozoos	396.1	Tundra, predominando plantas, animales, hongos, bacterias, virus y protozoos		
397	Tundra, predominando animales, hongos, bacterias, virus y protozoos	397.1	Tundra, predominando animales, hongos, bacterias, virus y protozoos		
398	Tundra, predominando plantas, hongos, bacterias, virus y protozoos	398.1	Tundra, predominando plantas, hongos, bacterias, virus y protozoos		
399	Tundra, predominando plantas, animales, hongos, bacterias, virus y protozoos	399.1	Tundra, predominando plantas, animales, hongos, bacterias, virus y protozoos		
400	Tundra, predominando animales, hongos, bacterias, virus y protozoos	400.1	Tundra, predominando animales, hongos, bacterias, virus y protozoos		

Código MUC	Glosario de Términos en el Esquema de Clasificación Modificado	Nivel de Clase	
4131	Arbustos: siempre verdes de hoja puntiaguda	nivel 4	Las especies siempre verdes de hojas puntiagudas son más grandes que el 50% del dosel de arbustos.
4132	Arbustos: semisiempre verdes de hoja ancha	nivel 4	Los arbustos presentes son al menos el 25% cada árbol siempre verdes de hoja ancha y cada árbol decíduo de hoja ancha.
4133	Arbustos: decíduos de hoja ancha	nivel 4	Los arbustos presentes son al menos el 25% cada árbol siempre verdes de hoja ancha y cada árbol decíduo de hoja ancha. El área se inunda estacionalmente.
4134	Tropical o subtropical con árboles y arbustos en matas espesas sobre mios de termitas	nivel 4	También llamado termita savana.
414	Areas altas de hierba con plantas de mata espesa	nivel 3	Las copas de las plantas de mata espesa (usualmente palmas) deben cubrir más del 25% de las tierras.
4141	Areas de hierba tropicales con palmas	nivel 4	Ej., las sabanas de palmas de <i>Arocomia totai</i> y <i>Attalea princeps</i> al norte de Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
415	Areas altas de hierba sin sinusia leñosa	nivel 3	Areas de Hierba sin árboles ni arbustos.
4151	Area de hierba tropical	nivel 4	Muchas veces es estacionalmente inundada. Ej., Campos de Varzea del Valle Amazonico bajo, regiones de latitud baja de Africa, pantanos de papiros de la parte alta del Valle del Nilo.
42	Graminoidea de altura mediana	nivel 2	Las hierbas dominantes son de 50 cm a 2 m de alto cuando florecen o maduran (mas del 50% de la Cobertura herbácea). Puede haber presencia de maleza, pero comprenden menos del 50% de la Cobertura herbácea.
4210	Arboles: siempre verdes de hoja puntiaguda	nivel 4	Las especies siempre verdes de hojas puntiagudas son más grandes que el 50% del dosel de árboles.
4211	Arboles: siempre verdes de hoja ancha	nivel 4	Las especies perennes de hojas anchas son más grandes que el 50% del dosel de árbol.
4212	Arboles: siempre verdes de hoja ancha	nivel 4	Los árboles presentes son al menos el 25% cada árbol siempre verde de hoja ancha y cada árbol decíduo de hoja ancha.
4213	Arboles: decíduo hoja ancha	nivel 4	Los árboles presentes son al menos el 25% cada árbol siempre verde de hoja ancha y cada árbol decíduo de hoja ancha.

Código MUC	Glosario de Términos en el Esquema de Clasificación Modificado	Nivel de Clase	
422	Tierras medias de pastos con árboles cubriendo menos del 10%.	nivel 3	Áreas de pastos con árboles que cubren menos del 10% del suelo, con o sin arbustos.
4220	árboles siempre verdes de hoja puntiaguda	nivel 4	Las especies siempre verdes de hojas puntiagudas son más grandes que el 50% del dosel de árboles.
4221	árboles siempre verdes de hoja ancha	nivel 4	Las especies siempre verdes de hojas anchas son más grandes que el 50% del dosel de árbol.
4222	árboles siempre verdes de hoja ancha	nivel 4	Los árboles presentes son al menos el 25% cada árbol siempre verde de hoja ancha y cada árbol decíduo de hoja ancha.
4223	árboles siempre verdes de hoja ancha	nivel 4	Los árboles presentes son al menos el 25% cada árbol siempre verde de hoja ancha y cada árbol decíduo de hoja ancha. También llamado termita savana.
4224	árboles siempre verdes de hoja ancha	nivel 4	Los árboles presentes son al menos el 25% cada árbol siempre verde de hoja ancha y cada árbol decíduo de hoja ancha. También llamado termita savana.
423	árboles siempre verdes de hoja ancha	nivel 3	El dosel de los arbustos pueden cubrir menos del 25% del suelo.
4230	árboles siempre verdes de hoja ancha	nivel 4	Las especies siempre verdes de hojas puntiagudas son más grandes que el 50% del dosel de árboles.
4231	árboles siempre verdes de hoja ancha	nivel 4	Las especies siempre verdes de hojas anchas son más grandes que el 50% del dosel de árbol.
4232	árboles siempre verdes de hoja ancha	nivel 4	Los arbustos presentes son al menos el 25% cada árbol siempre verde de hoja ancha y cada árbol decíduo de hoja ancha.
4233	árboles siempre verdes de hoja ancha	nivel 4	Los arbustos presentes son al menos el 25% cada árbol siempre verde de hoja ancha y cada árbol decíduo de hoja ancha. También llamado termita savana.
4234	árboles siempre verdes de hoja ancha	nivel 4	También llamado termita savana.
4235	árboles siempre verdes de hoja ancha	nivel 4	Ej, la sabana de arbustos espinosos tropicales de la región de Sahel en África con Acacia tortilis, A. senegal y otras especies.
424	árboles siempre verdes de hoja ancha	nivel 3	El dosel de las plantas de mata espesa (usualmente palmas) deben cubrir más del 25% de las tierras.

Código MUC	Glosario de Términos en el Esquema de Clasificación Modificado	Nivel de Clase	
4241	Subtropical con alamedas abiertas de palmas	nivel 4	Ej., Corrientes, Argentina. Algunas áreas son inundadas estacionalmente. Ej., las arboledas de palma Mauritia en los llanos colombianos y venezolanos.
425	Áreas medianamente altas de hierba sin sinusia leñosa	nivel 3	Áreas de hierba de altura mediana sin árboles ni arbustos.
4251	Principalmente hierbas de césped	nivel 4	Hierba rastrera perenne muy ramosa que fija la arena o los suelos con su sistema de raíces. Ej., las hierbas de San Agustín (<i>Stenotaphrum secundatum</i>), las llanuras de hierbas altas en Kansas oriental o los suelos arenosos o dunas. Ej., la comunidad de <i>Andropogon hallii</i> en la Colina Arenosa de Nebraska. En ciertos lugares las áreas de hierba son húmedas o inundadas la mayor parte del año. Ej., el pantano de <i>Typha</i> . Si ese es el caso, clasifique como tierras húmedas. Ver la clase 6.
4252	Principalmente hierbas espesas	nivel 4	Hierbas que crecen principalmente en matas espesas, formando una superficie de textura irregular. Ej., el área de hierbas duras tussock (<i>Festuca novae-zelandiae</i>) en Nueva Zelanda.
43	Gramínea corta	nivel 2	Las hierbas dominantes son de 50 cm cuando florecen o maduran (más del 50% de la Cobertura herbácea). Puede haber presencia de herbáceas, pero comprenden menos del 50% de la Cobertura herbácea.
431	Con árboles que cubren del 10 al 40%	nivel 3	Puede o no tener arbustos. Existen algunos similares a selvas abiertas con un Cobertura de tierra más o menos continua (más del 60%) de gramínoideas pequeñas.
4310	Arboles: siempre verdes de hoja puntiaguda	nivel 4	Las especies siempre verdes de hojas puntiagudas son más grandes que el 50% del dosel de árboles.
4311	Arboles: siempre verdes de hoja ancha	nivel 4	Las especies perennes de hojas anchas son más grandes que el 50% del dosel de árbol.
4312	Arboles: siempre verdes de hoja ancha	nivel 4	Los árboles presentes son al menos el 25% cada árbol siempre verde de hoja ancha y cada árbol decíduo de hoja ancha.
4313	Arboles: decíduo hoja ancha	nivel 4	Los árboles presentes son al menos el 25% cada árbol siempre verde de hoja ancha y cada árbol decíduo de hoja ancha.
432	Tierra de pasto corto con árboles que cubren menos del 10%	nivel 3	Pastos con árboles que cubren menos del 10% del suelo, con o sin arbustos.
4320	Arboles: siempre verdes de hoja puntiaguda	nivel 4	Las especies siempre verdes de hojas puntiagudas son más grandes que el 50% del dosel de árboles.

Código MUC	Glosario de Términos en el Esquema de Clasificación Modificado	Nivel de Clase	
4321	Arboles: siempre verdes de hoja ancha	nivel 4	Las especies siempre verdes de hojas anchas son más grandes que el 50% del dosel de árbol.
4322	Arboles: siempre verdes de hoja ancha	nivel 4	Los árboles presentes son al menos el 25% cada árbol siempre verde de hoja ancha y cada árbol deciduo de hoja ancha.
4323	Arboles: deciduo hoja ancha	nivel 4	Los árboles presentes son al menos el 25% cada árbol siempre verde de hoja ancha y cada árbol deciduo de hoja ancha. También llamado termita savana.
4324	Tropical o subtropical con árboles y arbustos en matas espesas sobre nidos de termitas	nivel 4	También llamado termita savana.
433	Pequeños pastos con arbustos	nivel 3	El dosel de los arbustos pueden cubrir más del 25% del suelo.
4330	Arbustos: siempre verdes de hoja puntiaguda	nivel 4	Las especies siempre verdes de hojas puntiagudas son más grandes que el 50% del dosel de árboles.
4331	Arbustos: siempre verdes de hoja ancha	nivel 4	Las especies siempre verdes de hojas anchas son más grandes que el 50% del dosel de árbol.
4332	Arbustos: siempre verdes de hoja ancha	nivel 4	Los arbustos presentes son al menos el 25% cada árbol siempre verde de hoja ancha y cada árbol deciduo de hoja ancha.
4333	Arboles: deciduo hoja ancha	nivel 4	Los arbustos presentes son al menos el 25% cada árbol siempre verde de hoja ancha y cada árbol deciduo de hoja ancha. También llamado termita savana.
4334	Tropical o subtropical con árboles y arbustos en matas espesas sobre nidos de termitas	nivel 4	También llamado termita savana.
4335	Sinusia leñosa de arbustos espinosos deciduos.	nivel 4	Las hierbas dominantes son de 50 cm cuando florecen o maduran (más del 50% de la Cobertura herbácea). El dosel de los arbustos espinosos deciduos deben cubrir más del 25% del suelo.
434	Tierra de pasto corto con plantas de mata espesa	nivel 3	Las copas de las plantas de mata espesa (usualmente palmas) deben cubrir más del 25% de las tierras.
4341	Sinusia abierta con plantas de mata espesa, subtropical con alamedas abiertas de palmas	nivel 4	Las hierbas dominantes son de 50 cm cuando florecen o maduran (más del 50% de la Cobertura herbácea). El dosel de las palmas deben cubrir más del 25% del suelo.

Código MUC	Glosario de Términos en el Esquema de Clasificación Modificado	Nivel de Clase	
435	Principalmente mazos de céspedes con sinusia leñosa	nivel 3	Las hierbas que crecen en las matas espesas con plantas leñosas entrecruzadas.
4351	Alpino tropical con plantas de mata espesa	nivel 4	Esta área de hierba muchas veces contiene Espeletia, Lobelia, Senecio y arbustos enanos micrófilos y plantas en cojín, muchas veces en hojas lanosas. Sobre la línea de madera en altitudes bajas: Tipos de páramo y Cobertura relativa sin nieve en las regiones alpinas de Kenya, Colombia, Venezuela, etc.
4352	Alpino tropical, muy abierto, sin plantas de mata espesa	nivel 4	En estas áreas de hierbas es frecuente la nevada nocturna (pero la nieve ha desaparecido para las nueve de la mañana), el Super Paramo (Ej., páramo de arriba) de J. Cuatrecasas.
4353	Hierba espesa tropical o subtropical alpino, con puestos abiertos de siempre verdes	nivel 4	Esta área de hierbas también puede tener arbustos deciduos y arbustos enanos. Ej., Puna sur de Oruro, Bolivia.
4354	Hierba espesa con arbustos enanos	nivel 4	Las plantas en cojín también pueden crecer en estas áreas de hierba. Ej., Puna sur de Oruro, Bolivia.
436	Área de hierba corta, sin sinusia leñosa	nivel 3	Áreas de hierba corta sin árboles ni arbustos.
4361	Comunidades de hierba corta	nivel 4	Estas comunidades pueden fluctuar en su composición estructural o florística debido a la gran precipitación fluctuante de clima semiárido. Ej., hierba corta (Bouteloua gracilis y Buchloe dactyloides) pradera del este de Colorado.
4362	Comunidades de hierba espesa	nivel 4	Ej., comunidades de tussock azul (Poa cloensoi) de Nueva Zelanda y Puna seca alpina con Festuca orthophylla del norte de Chile y el sur de Bolivia.
437	Comunidades mesofíticas pequeñas a medianamente altas	nivel 3	Prados
4371	Comunidades de mazos de césped	nivel 4	El área de hierba muchas veces es rica en herbáceas y ocurren en altitudes bajas con un clima fresco y húmedo en Norte América y Eurasia. Muchas plantas pueden permanecer verdes por lo menos en parte durante el invierno, inclusive bajo la nieve en las latitudes altas.
4372	Praderas alpinas, subalpinas	nivel 4	Estas áreas de hierba usualmente están húmedas la mayor parte del verano debido al derretimiento de las nieves. Ej., Península Olímpica, Washington y las Montañas Rocosas en Colorado.
44	Cobertura herbácea	nivel 2	La comunidad de plantas está dominada por plantas herbáceas de hojas anchas (todas las plantas excepto las hierbas) como el trébol, girasoles (Helianthus), helechos y encetosigos (Asclepias). La maleza cubre más del 50% del área herbácea. Las hierbas pueden estar presentes pero cubren menos del 50%.

Código MUC	Glosario de Términos en el Esquema de Clasificación Modificado	Nivel de Clase	
441	Comunidades de herbáceas Altas	nivel 3	Las formas de crecimiento de herbáceas dominantes son de más de un metro de alto cuando están totalmente desarrolladas.
4411	Malezas de helechos	nivel 4	Los helechos crecen algunas veces en puestos cercanos, especialmente en climas húmedos. Ej., <i>Pteridium aquilinum</i> .
4412	Herbáceas principalmente anuales	nivel 4	Las herbáceas anuales que germinan a principios y mueren al final de cada estación de crecimiento son las formas dominantes (más del 50% de alcance).
442	Comunidades de herbáceas pequeña	nivel 3	Estas comunidades están dominadas por herbáceas de menos de un metro de alto cuando están desarrolladas completamente.
4421	Herbáceas y helechos florecidos principalmente perennes	nivel 4	Algunas partes de la planta permanecen vivas durante todo el año. Ej., prados de Celmisa en Nueva Zelanda y los prados herbáceos de Aleutian en Alaska.
4422	Herbáceas principalmente anuales	nivel 4	Los helechos crecen algunas veces en puestos cercanos, especialmente en climas húmedos. Ej., <i>Pteridium aquilinum</i> . Hay muchos tipos de herbáceas bajos anuales. Comunidades de herbáceas efímeras en regiones tropicales y subtropicales: Las herbáceas crecen con un poca precipitación de otoño a primavera, mezcla de Cobertura y suelo. Ej., en la costa del Perú y norte de Chile. La estación seca es igual a un desierto. Comunidades de herbáceas efímeras o episódicas de regiones áridas: El "desierto floreciente" consiste de hierbas de rápido crecimiento, algunas veces concentradas en depresiones donde el agua se acumula con formaciones de arbustos de regiones áridas. Ej., Desierto de Sonora.

Código MUC	Glosario de Términos en el Esquema de Clasificación Modificado	Nivel de Clase	
63	Estuario	nivel 2	Tierras húmedas existentes, adyacentes a un canal de corriente. Un estuario es un pasaje de agua dulce donde la marea encuentra a la corriente de un río. Los hábitats de marea de aguas profundas y las tierras húmedas de marea adyacente están usualmente casi-cerrados por la tierra pero a veces se abren parcialmente obstruidas o con acceso esporádico al agua del mar (por lo menos son ocasionalmente diluidas por la corriente de agua dulce que viene del suelo).
64	Lacustre	nivel 2	Tierras húmedas rodeando aguas abiertas (Ej., lagos y estanques) que tienen un tamaño de más de una hectárea y una profundidad de más de dos metros.
7	Aguas abiertas	nivel 1	Lagos, estanques, ríos y océanos. La superficie del suelo está sumergida continuamente en agua, con más de dos metros de profundidad y al menos un tamaño de una hectárea, o continuamente sumergida en un canal activo de flujo. El agua debe cubrir más del 60% del área; si los lagos y las plantas emergentes cubren más de un 40% del área, ver las categorías de tierras húmedas en la clase 6.
71	Agua dulce	nivel 2	Lagos, estanques y ríos con baja salinidad.
72	Marina	nivel 2	El océano abierto sobre la plataforma continental o un canal de corriente permanentemente activo.
8	Tierra cultivada	nivel 1	La tierra está Cobertura por más del 60% de especies cultivadas no nativas (Ej., cosechas de agricultura, pastos pequeños cultivados, céspedes) y usualmente se pueden distinguir por sus patrones regulares y geométricos creados en los céspedes y en los campos.
81	Agricultura	nivel 2	La tierra se utiliza para la agricultura, huertos, horticultura, alimento de animales y otras actividades agrícolas.
811	Cosecha o pastos en hileras	nivel 3	Ejemplos que incluyen: maíz, trigo, pastizales para ganado, campos de barbecho, pantanos cultivados con especies de tallo alto y campos de arroz.
812	Huertos u horticultura	nivel 3	Ejemplos que incluyen: huertos de manzanas, viñedos, semilleros.

Código MUC	Glosario de Términos en el Esquema de Clasificación Modificado	Nivel de Clase	
813	Pastoreo confinado de ganado	nivel 3	Estas áreas se encuentran en grandes haciendas y se utilizan para la alimentación de ganado de carne, vacas (con lotes confinados de alimento), cerdos y aves de corral.
814	Otros de agricultura	nivel 3	Ejemplos que incluyen: corrales e infraestructuras para el crecimiento y entrenamiento en haciendas de caballos.
82	No agrícola	nivel 2	La tierra se utiliza para parques, campos de juego, cementerios y canchas de golf.
821	Parques y campos atléticos	nivel 3	Ejemplos que incluyen: canchas de beisbol, campos de fútbol, tierras de juego y parques.
822	Campos de golf	nivel 3	
823	Cementerios	nivel 3	
824	Otras no agrícolas	nivel 3	Cualquier otra área no cultivada agriculturalmente que no calza en las clases 821, 822 y 823.
9	Urbana	nivel 1	Áreas desarrolladas para usos residencial, comercial, industrial o transportación. Deben tener más del 40% de la superficie terrestre urbana.
91	Residencial	nivel 2	Al menos el 50% de la superficie terrestre urbana consiste en propiedades residenciales (Ej., departamentos, habitaciones privadas, etc.)
92	Comercial/industrial	nivel 2	Al menos el 50% de la superficie terrestre urbana consiste en propiedades comerciales o industriales (Ej., negocios, fábricas, almacenes, etc.)
93	Transporte	nivel 2	Al menos el 50% de la superficie terrestre urbana consiste en rutas de transportación (Ej., caminos, carreteras, rieles de tren, pistas de aterrizaje de aeropuertos)
94	Otros	nivel 2	Al menos el 50% de la superficie terrestre urbana consiste en áreas desarrolladas que no entran dentro de las áreas residenciales, comerciales o de transportación.
Varias Definiciones	Boreal		También llamada zona fría temperada, tiene un clima con veranos húmedos frescos e inviernos fríos que duran más de seis meses.

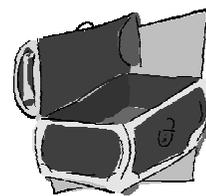
Código MUC	Glosario de Términos en el Esquema de Clasificación Modificado	Nivel de Clase
	Briofita	Plantas sin floraciones (musgos y hepáticas) que se caracterizan por sus raíces rizoides más que verdaderas.
	Cespitoso	Arreglados o combinados en una enredadera gruesa o en grupos, tienen un tallo bajo que forma una hierba o césped denso que crece en grupos.
	Dosel	La capa más alta de la Cobertura detectada por los sensores satelitales.
	% de cobertura vs. % de composición de especies	La clasificación de nivel uno está determinada por el dosel global o por la cobertura del suelo de toda el área que está siendo clasificada. La clasificación de nivel dos está determinada por el porcentaje de composición de especies solamente del tipo de cobertura dominante del nivel uno. Los niveles tres y cuatro son combinaciones más específicas de comunidades de especies y plantas diferentes. Ejemplo: Un área está compuesta de 80% de Cobertura herbácea (de eso 45% es maleza y 55% es hierba mayor a 2 metros de altura) y 20% son árboles siempre verdes de hoja ancha. Los códigos de clasificación son los siguientes: Nivel 1 MUC: 4-Cobertura herbácea. Es claramente el tipo de dominante de cobertura, ya que cubre más del 60% del área. Nivel 2 MUC: 4I. Las especies dominantes son hierbas mayores a 2 metros de altura (ellas comprenden más del 50% de cobertura dominante de la Cobertura tipo herbácea). Nivel 3 MUC: 4I1. Los árboles cubren el 20% del área. Nivel 4 MUC: 4I11. Los árboles son especies siempre verdes de hoja ancha.
	Cobertura ajardinada	Los patios ajardinados y arbolados, los campos de juegos, los cementerios, campos de golf y otras áreas de Cobertura cultivadas deben ser clasificadas como tierras cultivadas (clase 8) si las especies no nativas cultivadas son más del 60% de la superficie. Si los edificios, caminos u estructuras no naturales (puentes, etc.) cubren más del 40% del suelo, el área debe ser clasificada como urbana. Si los barrios residenciales en zonas boscosas tienen una superficie de árboles mayor del 40% cubriendo la tierra, el área será considerada como bosques tupidos o zona de bosques (ver las clases 0 y 1). Si es difícil decidir sobre un tipo de superficie, trate de determinar qué es lo que sería visto por un satélite. Compare áreas similares con la imagen satelital recibida por usted sobre el lugar de su escuela.
	Deciduo frío	Plantas que botan sus hojas durante la estación fría.

Código MUC	Glosario de Términos en el Esquema de Clasificación Modificado	Nivel de Clase	
	Deciduo		Cobertura que arroja sus hojas al final del periodo de crecimiento o en condiciones desfavorables.
	Puntas goteantes		Puntas delgadas extendidas de hojas tropicales que permiten al agua rodar de la superficie de la hoja.
	Deciduo seco		Son las plantas que mudan sus hojas durante la estación seca.
	Facultativo		Organismos que son capaces de vivir y prosperar en más de un conjunto de condiciones.
	Nieve granular		Nieve compactada casi al punto de hielo, material glacial.
	Maleza		Planta herbácea de hoja ancha parecida a clavo de olor, girasol, hulecho y al algodóncillo.
	Graminoide		Hierbas y plantas similares a las hierbas.
	Herbáceo		Son las plantas vasculares que están enraizadas en la tierra con Dosel que muere anualmente. El meristema (punta del tallo crecido) se encuentra justo sobre o bajo la tierra.
	Bosque de tierras bajas Bosque submontano Bosque montano Bosque subalpino		Puede ser necesario consultar recursos locales para determinar la clasificación específica dentro del nivel 4 para superficie de bosque. La Cobertura variará dependiendo tanto de la latitud como de la longitud.
	Mesofítico		Que crecen en o están adaptadas a un medio ambiente moderadamente húmedo.
	Micrófilos		Tienen hojas pequeñas (Ej., plantas desérticas); hay hojas con una sola vena sin ramificaciones.
	Obligado		Organismos que están restringidos a una condición de vida particular (esa condición es esencial para su sobrevivencia).
	Piso superior		La capa de Cobertura de más arriba detectada por los sensores satelitales.

Código MUC	Glosario de Términos en el Esquema de Clasificación Modificado	Nivel de Clase	
	Polar		Precipitación baja distribuida durante el año. Hay un verano con noches cortas y húmedas y un invierno muy largo, frío y oscuro.
	Esclerófilo		Cobertura con Dosel grueso y endurecido que es resistente a la pérdida de agua (esclerófilo).
	Subpolar		De transición entre la zona fría temperada y la zona polar.
	Subtropical		Desde el filo de la zona tropical hasta los polos, en la región de masas de aire descendentes, las cuales se ponen más calientes conforme van descendiendo y se toman muy secas. La lluvia es muy baja y las temperaturas del día son muy altas debido a la intensa radiación solar. Sin embargo, en los meses de invierno la temperatura puede bajar hasta cero en las noches, como resultado de una gran pérdida neta de energía calorífica en la radiación saliente. Esta es la zona desértica caliente.
	Sinusia		Una capa o estrato de una comunidad. Una unidad estructural de una comunidad ecológica mayor caracterizada por la relativa uniformidad de las formas vivientes o de la altura y usualmente constituyen un estrato particular de esa comunidad.
	Temperada		Las zonas temperadas muestran un mayor cambio en la temperatura estacional y puede ser rota de la siguiente manera: Temperado caliente: no hay invierno o es muy escaso, extremadamente húmedo especialmente en verano. Temperado típico: (Ej., Europa central y la costa noreste de Estados Unidos) frío, inviernos cortos o inviernos sin nieve con veranos muy frescos (cerca al océano) Temperado árido: muchos contrastes de temperatura entre el verano y el invierno y poca precipitación. Temperado frío y boreal: veranos frescos y húmedos e inviernos fríos llegando hasta más de seis meses.
	Tropical		Se asienta a 40 grados al norte y sur de la línea ecuatorial. Es notable una cierta variación estacional en la temperatura diaria más baja. Las lluvias alcanzan su máximo en el verano y en una estación seca en los meses frescos. La duración de la estación fresca crece conforme se hace más grande la distancia de la línea ecuatorial, y al mismo tiempo las lluvias anuales decrecen.
	Piso inferior		Capa de Cobertura que crece bajo el piso superior que consiste en árboles y arbustos más pequeños.

Código MUC	Glosario de Términos en el Esquema de Clasificación Modificado	Nivel de Clase	
	Húmedo		Cobertura o medioambientes capaces de resistir o prosperar con la presencia de mucha lluvia.
	Xeromórfico		Condiciones climáticas favorables para el desarrollo de Cobertura que está adaptada a medioambientes pobres en humedad disponible, que prospera en estos o que los tolera.
	Xerófito		Plantas que están adaptadas a condiciones secas y que prosperan en éstas.

Glosario



Biogeoquímico

Se refiere a las interacciones entre los componentes vivos (“bio”) y los físicos (“geo”) del sistema terrestre, como en los ciclos biogeoquímicos del carbono, del nitrógeno, etc.

Bioma

Un tipo principal de comunidad ecológica (como pastizal o desierto).

Biomasa

El peso en seco de la vegetación existente sobre una unidad de área, expresado en gramos (de peso seco) por metro cuadrado.

Biometría

El proceso de realizar mediciones biológicas.

Biosfera

Parte viva del sistema terrestre, junto con los componentes gaseosos (atmósfera), los líquidos (hidrosfera) y los sólidos (geosfera).

Caducifolio

Relativo a los árboles o arbustos que pierden sus hojas cada año.

Característica

Un rasgo distintivo.

Catastrófico

Que describe un acontecimiento inesperado y violento.

Clasificación

Ordenación de un conjunto de elementos en subconjuntos bien definidos y diferenciados según criterios específicos.

Clinómetro

Un clinómetro es un instrumento para medir el ángulo de una altura o altitud.

Cobertura del suelo

La cantidad de vegetación que cubre el suelo de un área determinada (Para el Programa GLOBE, se considera “a nivel de suelo” lo que esté “por debajo de las rodillas del observador”, y se expresa en términos de porcentaje. Por ejemplo: un 30% de cobertura del suelo, significa que, observando desde arriba, el 30% de la superficie del suelo está oculta por vegetación a nivel del suelo.

Cobertura vegetal

La cantidad de follaje que cubre una porción de suelo determinado. Esto determinará la cantidad de luz solar que alcanza esa porción de suelo.

Criterios

Reglas de decisión que se emplean para determinar a qué subgrupo corresponde un elemento en un proceso de clasificación.

Datos de validación

Datos necesarios para evaluar la exactitud de un mapa de cobertura terrestre creado manual o digitalmente.

Densímetro

Un dispositivo para determinar el porcentaje de cobertura vegetal en un entorno arbolado.

Dicotómica

Estructura de decisión en forma de árbol caracterizada por subdividirse en dos categorías aproximadamente iguales y contradictorias, que finalmente conduce a un único resultado correcto.

Dominante

Una planta o un animal que, por su tamaño por su número, influye en las condiciones de un lugar y que determina qué otros tipos de animales y plantas pueden vivir allí.

Ecosistema

Un sistema formado por la interacción de una comunidad de seres vivos con su entorno.

Ecuatorial

Cercano al Ecuador

Evapotranspiración

El paso de agua a la atmósfera mediante la evaporación (debido a la energía solar) y la transpiración (actividad vegetal).

Exactitud

Lo cercana que esta una medición de un valor estándar para esa medición.

Espacial

Relativo al espacio.

Especie

Grupo de plantas o animales que comparten características similares.

Fenología

El estudio a lo largo del tiempo de los cambios en un ambiente determinado.

Fisiológico

Característico o propio del funcionamiento normal o saludable de un organismo

Fotointerpretación

La creación de un mapa de cobertura terrestre o la identificación de características específicas mediante la observación visual de una fotografía aérea o de una imagen de satélite.

Género (pl. Géneros)

Constituye una categoría inclusiva, en la que las especies que lo componen tienen más características en común entre sí que con las especies de otros géneros. Los géneros, son por tanto, grupos de especies estrechamente relacionadas entre sí.

Geósfera

El componente sólido del sistema terrestre, como las rocas, el suelo, etc.

Glosario

Lista de términos relativos a un tema determinado, con sus definiciones.

Gradiente

La magnitud de la variación de una medida respecto al espacio o al tiempo.

Gramíneas

Vegetación herbácea.

Herbácea

Parte de la planta o de las plantas que no son leñosas

Hidrosfera

El componente líquido del sistema terrestre; por ejemplo, océanos, lagos, ríos, etc.

Homogéneo

Compuesto de partes de la misma clase; en este caso, el mismo tipo de cobertura terrestre.

Iterativo

Hacer la misma cosa repetidamente.

Jerárquico

Que posee las características de un sistema en el que los objetos están situados unos sobre otros.

Mapa topográfico

Mapa que muestra rasgos detallados y curvas de nivel de una zona determinada.

Matriz de diferencia/error

Un método gráfico que compara dos grupos de datos, utilizados para fines de validación.

Metadatos

Cualquier información que no se puede expresar en los datos de mediciones, tales como información histórica, condiciones atmosféricas, y otras observaciones.

Metodología

Conjunto de procedimientos o método planificado de realizar una investigación.

Multitemporal

Visto desde más de un punto en el tiempo.

NOAA

Administración Nacional Oceánica y Atmosférica.

Norte magnético

Dirección que marca la aguja de la brújula, a diferencia del Norte verdadero, que es un lugar geográfico.

Órganos perennes

Partes de las plantas que sobreviven de una estación a otra (tubérculo, rizoma).

Perturbaciones

Una alteración en el funcionamiento normal de un sistema.

Píxeles

Los elementos más pequeños de una imagen.

Por defecto

Un valor predeterminado que un ordenador utiliza o acción que ejecuta si no se indica lo contrario.

Potencial fotosintético

Cantidad máxima de biomasa que puede producirse en una zona.

Preciso

Exacto en su medida.

Productividad primaria

Tasa a la que se produce materia orgánica mediante fotosíntesis en una zona determinada. Generalmente se expresa en gamos (peso seco) de carbono por metro cuadrado por año.

Protocolo

Un plan para realizar un estudio científico.

Sedimento

Materia que se deposita en la base finalmente, pero que hasta ese momento puede ser transportada por el agua o por el aire.

Senescencia

La fase de desarrollo vegetal desde la madurez plena hasta la muerte, que se caracteriza por una disminución del peso seco.

TM

Thematic Mapper (Mapeador Temático). Sensor de los satélites Landsat 4 y 5, diseñado para estudiar las características de la superficie en 7 bandas que cubren el visible y regiones del infrarrojo con una resolución de 30 m en 6 bandas y 120 m en la banda térmica infrarroja.

Urbano

Áreas desarrolladas para uso residencial (por ejemplo: casas, apartamentos), comercial (por ejemplo: tiendas), industrial (por ejemplo: fábricas) o de transporte (por ejemplo: carreteras).

Valoración

Evaluación del valor de un objeto.

Variación

Una forma diferente de algo.