

**COMISIÓN ECONÓMICA PARA EUROPA DE NACIONES UNIDAS
CONVENIO MARCO DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA TRANSFRONTERIZA**

PROGRAMA INTERNACIONAL DE COOPERACIÓN PARA EL SEGUIMIENTO
Y LA EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN LOS BOSQUES

MANUAL RED CE DE NIVEL II

RED DE PARCELAS PERMANENTES PARA EL SEGUIMIENTO INTENSIVO Y CONTINUO DE LOS ECOSISTEMAS FORESTALES.

MÉTODOS Y CRITERIOS PARA HOMOGENEIZAR LA EVALUACIÓN, TOMA DE MUESTRAS, SEGUIMIENTO Y ANÁLISIS DE LOS EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA Y OTROS FACTORES DE DECAIMIENTO SOBRE LOS BOSQUES.



PARTE III

ESTIMACIÓN DEL CRECIMIENTO Y LA PRODUCCIÓN



Área de Inventario y Estadística Forestal (AIEF)

INDICE

1	Introducción.....	1
1.1	Alcance y aplicación.....	1
1.2	Objetivos.....	1
2	Diseño y localización del muestreo.....	2
2.1.	Parcelas de muestreo.....	2
2.2.	Arboles de muestreo.....	2
2.3	Equipo y material.....	3
3	Mediciones y parámetros.....	3
3.1	Seguimiento periódico de los crecimientos.....	3
3.2	Seguimiento de los crecimientos en continuo.....	4
4	Control y aseguramiento de la calidad.....	5
4.1	Tipo de errores.....	6
4.2	Procedimientos de control y aseguramiento de la calidad.....	6
4.3	Límites de plausibilidad.....	7
5	Procesado de datos.....	8
5.1	Mediciones periódicas.....	8
5.2	Mediciones en continuo.....	8
6	Manual de referencia y Base de datos ICP-Forests.....	8

ANEXOS

Anexo I.	Propuesta de estadillos.....	13
Anexo II.	Directrices para las mediciones.....	15
Anexo III.	Estructura de archivos, descripción de campo y códigos empleados.....	21

1 INTRODUCCIÓN

Este Manual se centra en la evaluación del crecimiento y la producción dentro de las parcelas de Nivel II. El crecimiento de los árboles es un parámetro ecológico básico de los bosques, y por tanto tiene una importancia alta como indicador del estado de los mismos.

El crecimiento se define como el incremento periódico de los árboles, incluyendo este concepto el incremento de diámetro, área basimétrica, altura y volumen. Todos estos parámetros se pueden relacionar con factores tanto internos como externos de la masa, sirviendo como parámetros representativos sobre la reacción de los árboles y las masas a los cambios en la parcela de las condiciones ambientales. Como las mediciones se llevan a cabo en parcelas fijas, se puede realizar el cálculo de estimaciones relacionadas con el área.

El crecimiento del árbol se evalúa mediante la medición periódica del incremento de todos los pies de la parcela, y la evaluación continua y permanente del diámetro de algunos pies seleccionados en la parcela. Además, la evaluación de la estructura de la masa aporta información para la interpretación de los resultados de otros muestreos como vegetación, defoliación, deposición...etc.

1.1 Alcance y aplicación

Esta parte del Manual pretende establecer una metodología consistente para la toma de datos de alta calidad, armonizados y comparables, en las parcelas de Nivel II. Los datos de crecimiento obtenidos no son susceptibles de ser extrapolados a superficies mayores. En este sentido, las parcelas se deberían entender como sitios permanentes de monitoreo, y no como parcelas de inventario forestal.

El estudio del crecimiento, mediante mediciones periódicas no destructivas, es necesario en las parcelas de Nivel II. Es obligatorio realizar un inventario completo que incluye el crecimiento y la regeneración cada 5 años en cada parcela. El crecimiento individual de los árboles se evaluará utilizando bandas de circunferencia o dendrómetros.

1.2 Objetivos

El objetivo principal del seguimiento del crecimiento en las parcelas de Nivel II es proporcionar una evaluación adicional sobre el estado de salud del árbol y de la masa. Estas evaluaciones, junto con otras llevadas a cabo en Nivel I, formarán las bases para análisis integrales de los distintos tipos de bosques existentes en la UE.

Las mediciones repetidas no destructivas en árboles idénticos reducen los errores estadísticos. Esto se puede lograr mediante el uso de dendrómetros. Aunque los métodos destructivos son más precisos y brindan posibilidades para reconstruir el desarrollo de incrementos pasados, su uso está restringido a una muestra pequeña de árboles.

El crecimiento es un fenómeno anual impulsado por la estacionalidad climática. Se propone un intervalo mínimo de cinco años de mediciones de crecimiento en todos los árboles de la parcela de Nivel II.

2 DISEÑO Y LOCALIZACIÓN DEL MUESTREO

El seguimiento del incremento del arbolado se puede realizar aplicando cuatro procedimientos:

- Mediciones periódicas de todos los árboles en las parcelas o subparcelas;
- Aplicación de bandas de diámetro permanente de lectura manual para información sobre el crecimiento anual.
- Aplicación de bandas de medición continua (dendrómetros) para información en intervalos cortos.
- Muestreo de discos o núcleos incrementales para establecer patrones de crecimiento retrospectivo

2.1 Parcelas de muestreo

A la hora de establecer las parcelas, es importante prever la continuidad de estas, al menos durante 15 años, para tener tiempo de recopilar series históricas útiles. En el momento de la instalación de la parcela, se deben enviar las coordenadas de los árboles individuales para todos los árboles de la clase dominante, codominante y subdominante.

El tamaño de la parcela de Nivel II debe ser de un mínimo de 50x50m (0.25ha), tal y como se establece en la Parte I de este Manual. También es sabido que las parcelas constan de una parcela interior donde se sitúan los dispositivos de seguimiento, y una zona buffer. A efectos de medición de crecimientos, es recomendable que esta zona buffer tenga una anchura mínima equivalente a la altura media de los pies dominantes en la parcela y su entorno.

Sólo en el caso en que el estado de la masa haga imposible la evaluación periódica del conjunto de los pies, (eg: masas muy densas...), se puede considerar una subparcela, siempre que tenga el tamaño suficiente para proporcionar estimaciones fiables del incremento de la masa durante los periodos de evaluación y se debe informar de la posición y el tamaño exacto de cualquier subparcela.

En caso de cortas, se debe aprovechar al máximo cualquier árbol eliminado para realizar mediciones adicionales (por ejemplo, análisis de tronco, evaluación de biomasa, etc.).

2.2 Árboles de muestreo

Los árboles seleccionados para el muestreo van a depender del tipo de seguimiento seleccionado, en el caso de que los árboles de seguimiento se encuentren fuera de la parcela principal, la ubicación de estos también debe reportarse en la base de datos, y quedarse registrados como tal.

2.2.1 Seguimiento periódico

Se trata de la medición periódica de todos los árboles que forman parte de la parcela. (Ver Parte I punto 3.4 selección de los árboles de la parcela) Se medirán los diámetros a la altura del pecho (1,30m). El Manual de referencia de ICP-Forests recomienda una frecuencia para este tipo de medición de 5 años para obtener una evaluación de crecimiento confiable y estimaciones de cambio de incrementos, se requieren un

mínimo de cuatro inventarios de crecimiento a 5 años en parcelas / subparcelas idénticas (= 3 periodos de incremento).

En las parcelas españolas de la Red Nivel II los datos de crecimiento con seguimiento periódico se toman anualmente, en todos los árboles de la parcela, en los 10 árboles destinados a la toma de muestra foliar que se encuentran en la zona buffer, y en el árbol de referencia.

2.2.2 Seguimiento continuo

Se trata de la medición continua de la circunferencia de una submuestra de árboles preseleccionados, mediante bandas de circunferencia (dendrómetros de cinta), con estas mediciones se pretende caracterizar el comportamiento de crecimiento en relación con factores ambientales. Preferentemente, se intentará hacer coincidir los árboles de la submuestra con los que se evalúan fenológicamente (ver Parte VIII de este Manual, Estudio de procesos fenológicos). El Manual de referencia de ICP-Forests da libertad para definir los intervalos de medición que van desde semanal hasta un mínimo anual. En las parcelas españolas de la Red II estos datos se toman mensualmente en 15 árboles.

2.3 Equipo y material

Los métodos utilizados para determinar el diámetro y la altura de los árboles deben registrarse y enviarse junto con los datos de medición. Los materiales utilizados para la toma de datos dendrométricos, son, entre otros, los siguientes:

- Dendrómetros: Para medición en continuo, dendrómetros de cinta con lecturas manuales periódicas.
- Forcípulas, cinta métrica o cinta de diámetro: Para medición de diámetro
- Hipsómetros: Para medición de alturas
- Calibrador de corteza con precisión de 0.1 cm

3 MEDICIONES Y PARÁMETROS.

Como ha quedado expuesto hasta ahora, en España la evaluación de los crecimientos se realiza de dos formas:

1. El seguimiento periódico de los crecimientos: Mediante medición anual de todos los árboles de parcela del diámetro y altura, y en una submuestra de los mismos se mide también, espesor de corteza, alto y ancho de copa.....

2. El seguimiento de los crecimientos en continuo: Mediante la medición del diámetro con periodicidad mensual de los dendrómetros instalados en 15 árboles en cada parcela.

3.1 Seguimiento periódico de los crecimientos.

Se lleva a cabo con periodicidad anual, y está establecida de la siguiente forma:

- **Diámetro normal y altura del fuste** en todos los árboles de la parcela, así como en los destinados a la muestra foliar que se ubican en la zona tampón aneja, y en el árbol tipo.

- **Altura y anchura de la copa / espesor de corteza** en una submuestra definida, en el interior de la parcela de Nivel II, se realiza en los árboles número 1, 10, 20, 30, etc. También se incluyen en las mediciones los árboles destinados a la recogida de muestra foliar, y el árbol de referencia (árbol tipo).

Las mediciones se llevarán a cabo en época estival.

Debe marcarse en el tronco la altura a la que se mide el diámetro normal, y quedar registradas las coordenadas espaciales de todos los árboles (cepas en el caso de montes bajos) de la submuestra, para así permitir tanto la futura localización de los árboles, como la evaluación adecuada de otros factores que tienen una influencia significativa en los crecimientos.

Se recomienda llevar a cabo una evaluación del crecimiento de la parcela previamente a la realización de cualquier operación selvícola, especialmente cuando se trate de claras, ya que su medición a posteriori puede inducir a errores en la estimación de crecimientos, incrementando dichos valores considerablemente.

Debe documentarse las bajas del arbolado, ya sea por mortalidad natural o talas. El procedimiento es el mismo que el descrito en la Parte II y III del presente Manual. Se propone en el Anexo formulario para la toma de datos de crecimientos en las mediciones periódicas. Además, también se pueden encontrar directrices detalladas sobre cómo llevar a cabo las mediciones.

3.2 Seguimiento de los crecimientos en continuo

Se lleva a cabo con periodicidad mensual, en una submuestra de 15 árboles.

Este tipo de mediciones se basan en la lectura manual de los cambios en la circunferencia mediante cintas diamétricas o dendrómetros fijos. No se recomienda otro tipo de medición de tipo mensual o anual, porque los errores de medición serían mayores que el incremento estimado.

Así, en cada parcela de la Red de Nivel II en España hay instalados 5 dendrómetros o cintas diamétricas desde 1999, ampliadas a 15 en 2010, de las cuales, como norma general, 5 se encuentran en la subparcela interior vallada, y 10 en el interior de la parcela arbolada 50x50, haciéndolos coincidir preferiblemente con árboles donde se evalúa la fenología. Debido a los fenómenos de movimiento/parada de savia en el interior del tronco en primavera/invierno, el crecimiento no experimenta un incremento continuo entre enero (mínimo del año) y diciembre (máximo del año), sino que tiene además un movimiento de oscilación más acusada en el momento del inicio de la actividad vegetativa que ha querido evaluarse.

Es importante que se remitan los métodos utilizados para la determinación de dbh y altura del árbol. Con respecto al diámetro hay códigos en la base de datos para describir la herramienta de medición, con respecto a la altura del árbol, debe indicarse si el valor fue medido, estimado o modelado.

Los tipos de dendrómetros utilizados son:

1. Cinta diamétrica D1_Datasheet
2. Dendrómetro EMS DB20 (más duraderas al ser de acero inoxidable)



Figura 1: Tipos de dendrómeto

Las mediciones se llevan a cabo mensualmente. En caso de ser necesario, se tensarán las cintas para mejorar el ajuste, y en todo caso se sustituirán en caso de estar dañadas.

En los Anexos, se propone un formulario para la toma de datos de crecimientos en las mediciones en continuo correspondientes a los 12 meses.

4 CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

En el caso de las mediciones de crecimiento, el control de calidad es especialmente importante ya que los valores brutos tomados se usarán para calcular valores adicionales (volúmenes...). Es importante diferenciar los tipos de errores que se pueden producir, y si estos se producen de forma sistemática sobre un mismo valor, o de forma aleatoria. Los errores de muestreo se producen cuando se realizan sobre

una parte de la muestra (subparcelas). Los errores de observación surgen cuando las mediciones o las observaciones se desvían del valor verdadero. Por último, si la estimación del área de la parcela es errónea, todas las estimaciones basadas en superficie lo serán.

4.1 Tipos de errores

Se pueden distinguir las siguientes causas de errores de medición y evaluación:

- **Errores sistemáticos:**
 - sesgo del instrumento (bandas o calibradores de diámetro defectuosos o dispositivos de medición de altura);
 - despreciar la influencia de la temperatura en el dispositivo de medición
 - inexactitud de la medición (incluidos los errores de redondeo).
- **Errores aleatorios:**
 - Definición ambigua de las variables de evaluación (por ejemplo, la definición normalmente difícil de la base de la copa del árbol)
 - entrenamiento insuficiente (por ejemplo, un observador apunta a las ramas externas y no a la copa del árbol para la medida de la altura)
 - inexactitud de la medición (por ejemplo, si la unidad de escala es de un grado usando un clinómetro)
 - condiciones de medición (tallos irregulares, sotobosque denso, copa grande de forma redonda o árboles inclinados para medir la altura de los árboles);
 - errores de escritura / mecanografía, errores de audición

4.2 Procedimientos de control y aseguramiento de la calidad

Los procedimientos de control son necesarios aplicarlos antes, durante y después de la toma de datos:

Planificación:

- Revisión crítica de los parámetros que se van a medir (precisión deseada, costes...)
- Definición clara de los mismos
- Elección adecuada de la instrumentación y los métodos de medición
- Selección de equipos de campo cualificados
- Diseño de muestreo objetivo
- Establecimiento de una superficie de muestreo suficiente

Antes:

- Selección de equipos de campo con la formación adecuada
- Calibración de los instrumentos

Durante:

- Los datos fijos que no se van a tomar porque ya se hizo en evaluaciones previas se llevarán desde gabinete (ej. georreferencias para ayudar a localizar los árboles); para mediciones repetitivas de dimensiones del árboles, los valores de otros años no deberían estar disponibles, pero puede ser útil tenerlos disponibles en los grabadores de datos portátiles para detectar valores imposibles, o llevar a cabo una segunda medición.
- Minimización de las circunstancias de variación de la evaluación, por ejemplo:
 - Dejar marcada la altura dbh (1,3)
 - Documentar la posición desde la que se toman las alturas
 - Establecer las condiciones climáticas bajo las cuales no se deberían tomar mediciones
- Controles independientes (5-10% de los datos, o un número adecuado para las mediciones repetitivas)
- Ejercicios de entrenamiento periódicos
- Mediciones repetidas
- Calibración continua de los equipos

Después

- Aplicación de test de plausibilidad y estándares definidos para valores máximos y mínimos
- Comprobaciones de plausibilidad adecuadas en el análisis de datos (combinaciones de valores posibles. ratios entre alturas y diámetros)
- Asignar, por cada parámetro a evaluar, una columna adicional para recoger posibles correcciones, o información derivada de la comprobación de datos.

4.3 Límites de plausibilidad.

En la Tabla 1 se presenta una propuesta de verificación de la plausibilidad de los datos en los países participantes. Se pueden utilizar adaptaciones a los valores específicos de las especies de árboles o países para desarrollar procedimientos de verificación de datos más potentes.

Tabla 1: Límites de plausibilidad para las variables de crecimiento forestal.

Variable	Unit	Minimo	Maximo	
Especies	Lista			No se permiten cambios
Dbh	cm	5,0*	200,0	
Altura	m	1,5	50,0	
Altura de la base de copa	m	0	40,0	Menos que altura
Ancho de copa	m	0,1	20,0	
Espesor de corteza	cm	0,1	9,9	
Ancho del anillo del árbol	cm	0,0	3,0	"0" para anillos ausentes

Ancho de madera temprano / tardío	cm	0,0	3,0	
Relación h/dbh (altura en m y dbh en cm)		0,25	3,0	
Volumen (solo árbol)	m ³	0,001	40,0	
Cambio en dbh en 5 años	cm	-0,0	20,0	
Cambio en dbh en un año	cm	-0,0	6,0	

* 3 cm en caso de monte bajo

5 PROCESADO DE DATOS

Antes de introducir los datos en las Bases de datos, estos deben ser procesados

5.1 Mediciones periódicas.

La toma de datos estival nos aportará datos de diámetros y alturas de todos los árboles de la parcela. Los datos de existencias (m³ VCC) se pueden obtener aplicando ecuaciones de cubicación. En caso de no disponer de ecuaciones específicas para la masa donde se encuentra la parcela, se pueden aplicar ecuaciones extraídas del IFN (Ejemplo, tablas 401-403 IFN3). Otros parámetros dasométricos de la parcela que se pueden obtener con estos datos son, entre otros, área basimétrica por ha, diámetro cuadrático medio, altura dominante....

5.2 Mediciones en continuo

Para cada una de las cintas instaladas y año de observación, se puede obtener el crecimiento medio, mediante diferencia entre los valores máximos y mínimos anuales –expresado en datos absolutos y en porcentaje sobre el diámetro mínimo- junto con la oscilación o diferencia entre el diámetro en enero y diciembre de cada año, en idénticos términos; y que no tiene necesariamente que coincidir, debido a movimientos de expansión y contracción del tronco ligados al flujo o parón de la savia.

6 MANUAL DE REFERENCIA DE ICP FORESTS

El Manual de referencia de ICP-Forests es Part V-Tree Growth (<http://icp-forests.net/page/icp-forests-manual>).

El código o abreviatura del muestreo en la base de datos “crecimientos” es GR (*Assessment of Growth and Increment*). La frecuencia obligatoria de muestreo que indica es 5 años para mediciones periódicas, obligatoria en todos los árboles, si bien en España se hace todos los años. Las mediciones en continuo (dendrómetros) son opcionales:

Tabla 2: Listado de parámetros de variables opcionales y obligatorios (O – optional, M – mandatory).

Variables	Nivel II		Unidades	Resolución	Precisión
	ICP	España			
Nivel Parcela					
Tamaño de la parcela crecimiento	m	✓	ha	0,0001 ha	90% @ ± 0,002 ha
Diseño de la parcela crecimiento	o	✓			
Nº de árboles evaluados	m	✓	n/ha	1	90% @ ± 10
Nivel de árbol					
Especie	m	✓			99% ± 0.
Diámetro (medición periódica)	m	✓	cm	0,1 cm	90% @ ± 1,0%
Diámetro (medida permanente)	m	✓	cm	0,01 cm	95% @ ± 0,5%
Incremento (medición continuo)	o	-	cm	0,01 cm	90% @ ± 1%
Grosor de corteza	o	✓ *	cm	0,1 cm	90% @ ± 10,0%
Altura (coníferas)	m *	✓	m	0,1 m	90% @ ± 2%
Altura (frondosas)	m *	✓	m	0,1 m	90% @ ± 5%
Alto de copa	m **	✓ *	m	0,1 m	90% @ ± 10%
Ancho de copa	o	✓ *	m	0,1 m	90% @ ± 10%
Muestreo dendroecológico	o	-	cm	0.001 cm	90% @ ± 5%
Ancho de madera anual temprana / tardía	o	-	cm	0.001 cm	90% @ ± 10%
Incremento anual de altura	o	✓	m	0,1 m	90% @ ± 5%
Volumen	o	✓	m ³	0,001 m ³	95% @ ± 10%

* Al menos en una submuestra

** De todos los árboles con medición de altura

**COMISIÓN ECONÓMICA PARA EUROPA DE NACIONES UNIDAS
CONVENIO MARCO DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA TRANSFRONTERIZA**

PROGRAMA INTERNACIONAL DE COOPERACIÓN PARA EL SEGUIMIENTO
Y LA EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN LOS BOSQUES

MANUAL RED CE DE NIVEL II

RED DE PARCELAS PERMANENTES PARA EL SEGUIMIENTO INTENSIVO Y CONTINUO DE LOS ECOSISTEMAS FORESTALES.

MÉTODOS Y CRITERIOS PARA HOMOGENEIZAR LA EVALUACIÓN, TOMA DE MUESTRAS, SEGUIMIENTO Y ANÁLISIS DE LOS EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA Y OTROS FACTORES DE DECAIMIENTO SOBRE LOS BOSQUES.

PARTE III

ESTIMACIÓN DEL CRECIMIENTO Y LA PRODUCCIÓN

ANEXOS



Área de Inventario y Estadística Forestal (AIEF)

ANEXO I: PROPUESTA DE ESTADILLOS

1. TOMA DE DATOS DE CRECIMIENTOS: Mediciones periódicas

Para facilitar la comprensión de la ficha, y relacionarla con el siguiente Anexo, "Directrices para las mediciones de campo", se ha codificado de tal forma que se agrupan con una letra mayúscula los parámetros que tratan de un tema común (ejemplo: A. las Características de la Parcela y B. las mediciones periódicas en los árboles). A su vez los distintos parámetros están codificados con un número entre paréntesis, ejemplo: Parcela (1). Por tanto, es fácil localizar cada uno de ellos en el texto, y así buscar las explicaciones oportunas.



**RED EUROPEA DE SEGUIMIENTO INTENSIVO Y CONTINUO DE
ECOSISTEMAS
FORESTALES - RED DE NIVEL II**

TOMA DE DATOS DE CRECIMIENTOS: Mediciones periódicas

PARCELA (1)		SUP. PARCELA (ha) (5)	
FECHA (2)		Nº ARBOLES (6)	
COORDENA DE LATITUD (3)		SUP. SUBPARCELA (ha) (7)	
COORDENADA DE LONGITUD (4)			

Nº ARBOL (8)	ESP ECI E (9)	MORTALIDAD AD (10)	FUSTE					COPA		Nº OBSER	
			DIAMETRO (cm) (11)	CORTEZA (cm) (12)	ORIENTACION (13)	ALTURA (m) (14)	VOLUMEN (m3) (15)	ANCHURA (m) (16)			ALTURA(m) (17)
								A1	A2		
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											

ALTURAS MEDIDAS CON ...

Observaciones:

2. TOMA DE DATOS DE CRECIMIENTOS: DIALDENDROS-CINTAS MÉTRICAS



RED EUROPEA DE SEGUIMIENTO INTENSIVO Y CONTINUO DE ECOSISTEMAS

TOMA DE DATOS DE CRECIMIENTOS: DIALDENDROS-CINTAS MÉTRICAS

PARCELA

Jefe de Equipo

Nº ARBOL	FECHA												
	INTERIOR/ EXTERIOR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													

Incidencias/Observaciones:

ANEXO II: DIRECTRICES PARA LAS MEDICIONES EN CAMPO

A. Características de la Parcela.

(1) Código de la parcela: El código de cada parcela está formado por un número y la abreviatura de la especie que caracteriza la parcela Qi (*Quercus ilex*), Ppa (*Pinus pinea*), Ps (*Pinus sylvestris*), Qpy (*Quercus pyrenaica*), etc.

(2) Fecha: Se indicarán en el siguiente orden: día, mes y año, utilizando para cada uno de ellos dos dígitos. Ejemplo: Día Mes Año 12 08 99

(3 y 4) Coordenadas de Latitud y Longitud: Se anotarán seis dígitos completos las coordenadas geográficas de latitud y longitud correspondientes al centro de la parcela de observación, medidos con GPS o restituidas en plano (foto aérea de gran detalle). Ejemplo:

	+/-	Grados		Minutos		Segundos	
Latitud	+	5	0	2	0	2	7
Longitud	-	0	1	1	5	3	2

La primera casilla se usa para indicar el signo + ó – de la coordenada.

(5) Superficie de la parcela: Se mide en m². La dimensión mínima es de 2500 m² (0,25 ha) que resulta de marcar sobre el terreno una parcela de 50 x 50 m.

(6) Número de árboles: Número de árboles en la parcela.

(7) Superficie Subparcela: En el caso de haber definido una subparcela, se indicará la superficie de la subparcela en hectáreas.

B. Mediciones periódicas a nivel árbol.

(8) Número de árbol: Número del árbol que se va a medir.

(9) Especie: Ver códigos en la Parte II de este Manual (Evaluación del estado sanitario,) Anexo II

(10) Mortalidad: Ver códigos en la Parte II de este Manual (Evaluación del Estado Sanitario del arbolado), Anexo V

Datos del Fuste y de la Copa: El diámetro normal y otros parámetros físicos no deben ser medidos durante las fases de posible variación de estos parámetros.

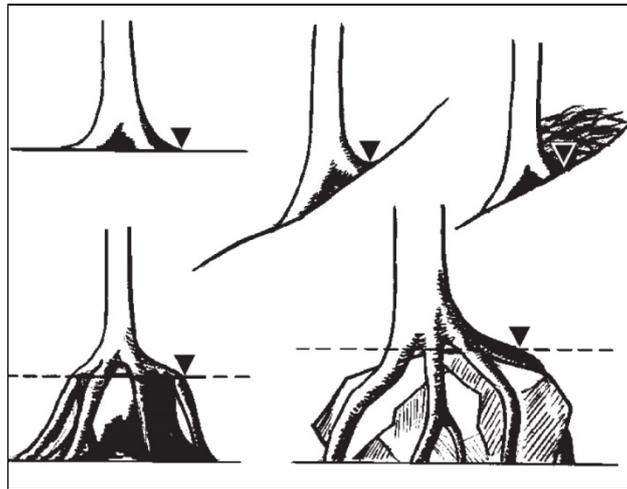
(11) Diámetro a la altura del pecho o diámetro normal: Las mediciones se harán usando una cinta diamétrica o instrumento de similar exactitud, redondeando hacia arriba en intervalos de 0,1 cm.

El punto o puntos de medida estarán claramente marcados en el árbol, consistiendo el marcaje en un punto situado a 1,3 m de la base, realizado con pintura blanca, que debe remarcarse periódicamente para evitar su desaparición.

En el caso de tratarse de varios brotes que formen una única cepa (monte bajo), se realizará la medición en los más relevantes, obteniéndose la media de las estimaciones (es preciso referenciar con una marca de pintura los brotes elegidos).

Si se trata de árboles bifurcados a una altura menor de 1,30 m, se procederá en el mismo sentido que anteriormente, siempre que existan varios fustes viables que formen una copa conjunta.

Los diámetros se han de medir perpendicularmente al eje longitudinal del tronco (p.e. en ángulo, en el caso de árboles inclinados). Si existiera una irregularidad justo a 1,3 m, las mediciones del diámetro se tomarán en puntos por encima y por debajo de la irregularidad (que se marcarán con pintura) y los valores obtenidos se promediarán.



En los árboles con raíces superficiales formando contrafuertes sobre el nivel del terreno, los diámetros se medirán a 1,3 m sobre el nivel del terreno en el lado superior del árbol. Los líquenes y residuos sueltos se deben eliminar previamente a las mediciones.

(12) Espesor de corteza: Se define el espesor de corteza como el grosor medio de la corteza en cm, medido desde la superficie de la corteza hasta la madera usando un calibre manual a 1,3 m de altura y al menos realizando dos mediciones perpendiculares al eje del fuste. Se utiliza un calibre de corteza con precisión de 0.1 cm, se pueden completar las mediciones con árboles caídos o extraídos recientemente de la parcela o los alrededores.

(13) Orientación: Ver códigos en la Parte I de este Manual (Base física de muestreo: La Parcela) Anexo I Archivo PLT.

(14) Altura del árbol: La altura del árbol se define como la distancia vertical existente entre el punto más alto de la copa viva y la superficie del terreno. Se diferencia de la longitud del árbol, la cual se define como la longitud desde el nivel del terreno hasta el ápice del árbol (Fig. 1).

Donde sea posible, las mediciones se deben aproximar a 0,1 m, redondeando hacia arriba; aunque se reconoce que este nivel de exactitud es difícil que pueda alcanzarse, se intentará lograr en la medida de lo posible. Se ha de registrar la posición (p.e. rumbo y distancia desde el árbol) desde la cual se realiza la medición con objeto de permitir que las mediciones futuras se hagan exactamente desde la misma posición.

Una opción alternativa puede ser marcar permanentemente en el terreno las posiciones desde las que se realizan las medidas. Aunque es un hecho reconocido que las condiciones de visibilidad pueden cambiar tras varios años (crecimiento de la

vegetación no inventariable, desarrollo de las copas, etc) esto sería una forma de limitar los errores de medición.

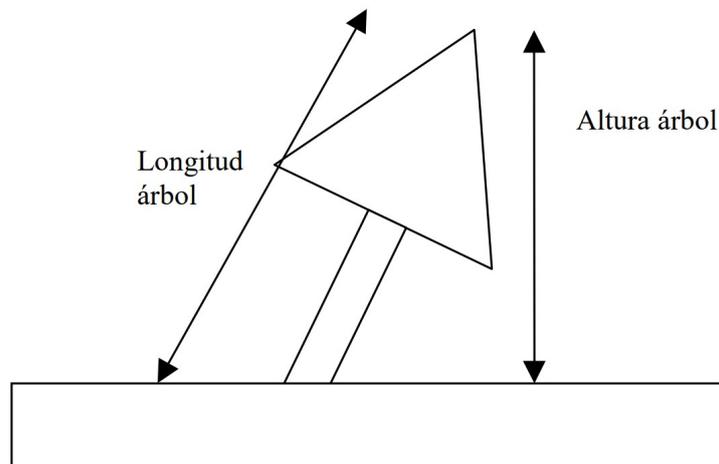


Figura 1. Diferencia entre altura y longitud del árbol.

En algunos casos (p.e. dieback, muerte de los brotes), se define el ápice del árbol como el brote vivo más alto de la copa. Aunque no sea fácil ver el ápice del árbol cuando se miden caducifolios durante el invierno, se debe evitar el incluir en la medición a aquellas ramas secas muertas que se encuentran en el ápice y que tienen tendencia a romperse antes de la llegada de la primavera.

En el caso de árboles inclinados, se deben realizar las mediciones de la altura perpendicularmente al nivel del terreno. Cuando el árbol se encuentra en una ladera (> 6% de pendiente), se aconseja tomar las mediciones de la altura situándose a la misma altitud a la que se encuentra la base del árbol o por encima de ella.

(15) Volumen: Basándonos en el/los diámetro/s medidos y alturas, se puede estimar el volumen del árbol bien usando valores modulares locales conocidos o bien a través de tablas para la estimación de volúmenes. El volumen del árbol se expresará en metros cúbicos (m³) con aproximación de tres decimales.

(16) Anchura de la Copa: La anchura de copa se define como la media de entre dos o más mediciones de la proyección de copa tomadas perpendicularmente la una a la otra y excluyendo ramas epicórmicas. Al menos se deben medir cuatro radios (Fig. 2), requiriéndose ocho o más radios para poder dibujar con precisión los mapas de copas dentro de los rodales.

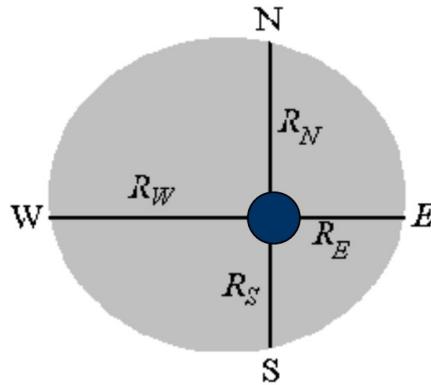


Figura 2. Medición de la anchura de la copa.

Cuando se miden 4 radios, estos deben estar orientados al Norte, Sur, este y Oeste. Cada uno de estos radios debe ser medido a partir del tronco, añadiéndose la parte correspondiente al radio del tronco. Otro procedimiento más sencillo es medir siguiendo las dos direcciones principales de la parcela, porque el evaluador tiene todo el rato a la vista los límites que las marcan pintados en los troncos.

Las aproximaciones en las mediciones se deben hacer a 0,5 m y se debe anotar la media para el árbol. En monte bajo, la copa de todas las cepas formadas por copas de los brotes individuales se consideran como una única copa. La anchura de copa se mide por tanto para el conjunto.

(17) Altura de la Copa: La altura de copa se define como la distancia vertical existente entre la base de la copa y el punto más alto y vivo de esta (Fig.3). La base de la copa se define como la base obvia de la misma. Por ejemplo, la base del volumen significativo de follaje (o de brotes, si las mediciones se toman en invierno) que se encuentre más abajo, y no el punto donde las ramas que soportan el follaje se unen al tronco; las ramas epicórmicas no se incluyen. Cuando este dato sea variable debe tomarse la media. Si la copa no es continua, se considera que la parte más baja es aquella rama inferior de al menos 3 cm de diámetro que se encuentra a 2 m como máximo de la parte principal de la copa.

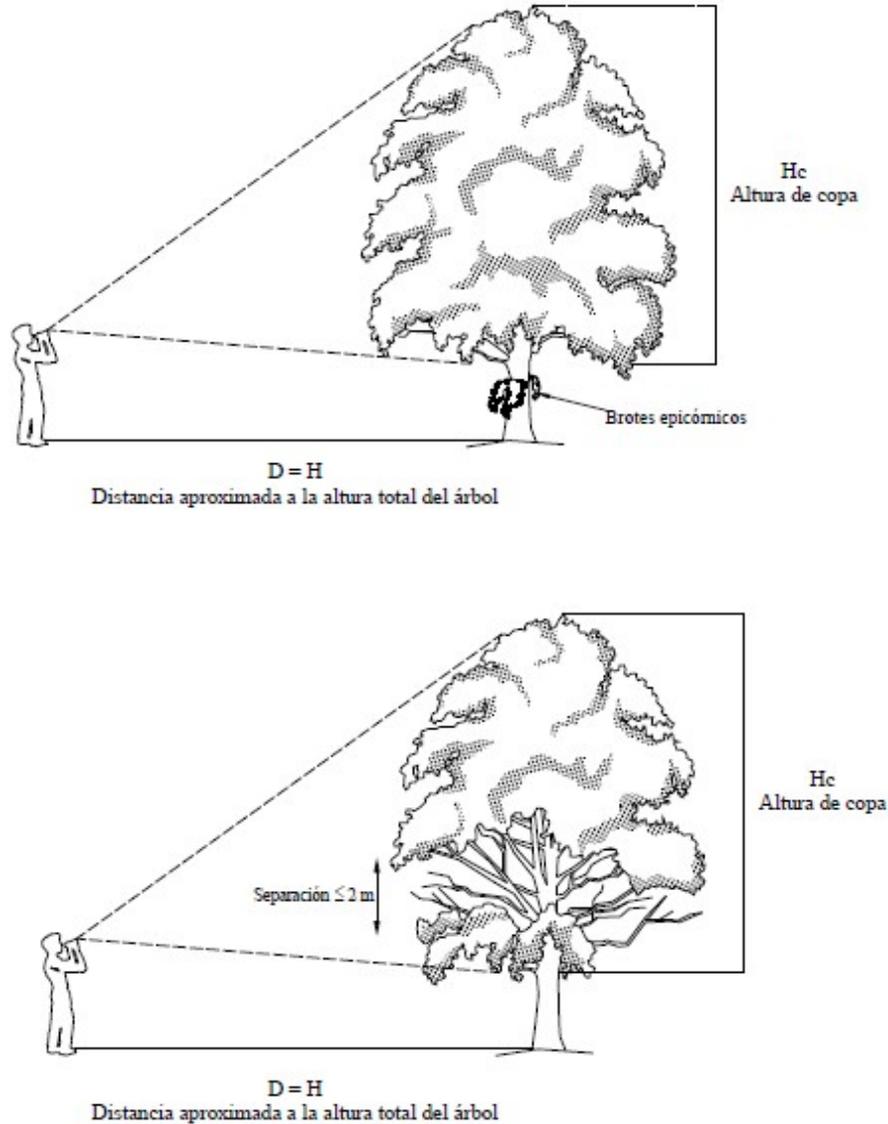


Figura 3. Medición de la altura de la copa.

Se aconseja que la medición de la altura de copa se lleve a cabo en la misma posición y al mismo tiempo que la de la altura total del árbol. Se debe asimismo asegurar que las evaluaciones consecutivas se llevan a cabo desde el mismo lugar.

En monte bajo (Fig.4), la copa de todas las cepas formadas por copas de los brotes individuales se consideran como una única copa. La altura de copa se mide por tanto para el conjunto.

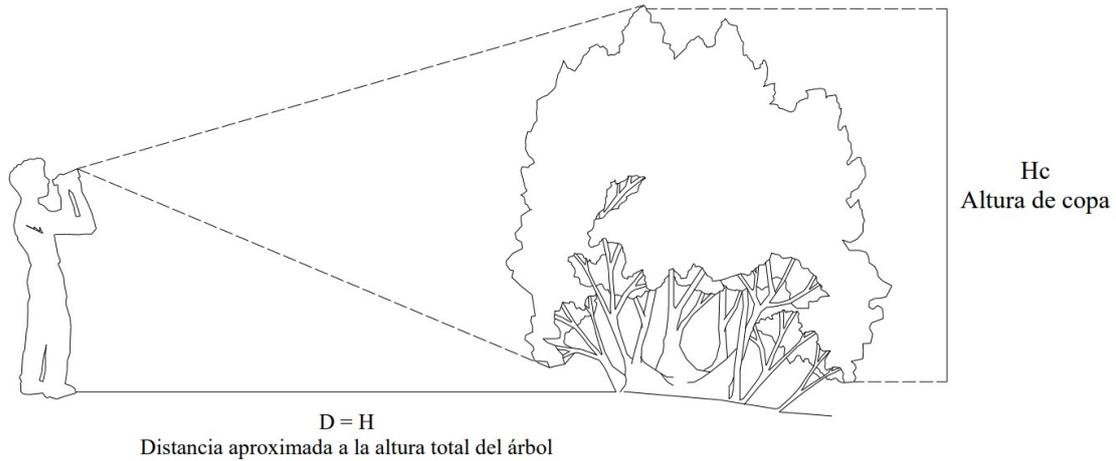


Figura 4. Medición de la altura de la copa en monte bajo.

(18) Número de observación: Se anotará el número de la observación correspondiente, que se explicará en detalle en el apartado de observaciones.

Para mayor información, se pueden consultar la Parte V del Manual de Crecimientos de ICP-Forests: <http://icp-forests.net/page/icp-forests-manual>

ANEXO III: ESTRUCTURA DE LOS ARCHIVOS, DESCRIPCIÓN DE CAMPO Y CÓDIGOS EMPLEADOS

Existen varios archivos que contienen datos generales sobre la parcela, información sobre los incrementos relativa a las mediciones periódicas en España (anuales) a nivel árbol, datos sobre crecimientos, a nivel parcela, y por último información sobre las mediciones continuas, todo siempre conforme al Manual de ICP-Forest, en el esiguiente enlace: <https://icp-forests.org/documentation/Surveys/GR/index.html>

PLI: Datos de la parcela (anual).

- **Código del país:** El código identificador de España en el 11.
- **Número de la parcela:** Ver Anexo II.
- **ID de la parcela de crecimiento:** Por lo general, la subparcela de crecimiento permanece igual durante todos los años y, en estos casos, el ID de la parcela de crecimiento debe ser "1" cada año. En caso de desplazamiento necesitará un nuevo código de identificación.
- **Fecha de revisión:** En formato DDMMAA.
- **Latitud y Longitud:** Ver Anexo II.
- **Superficie de la parcela:** El tamaño total de la parcela o subparcela en ha, con una precisión de 1m².
- **Medición del total de los pies:**(Sí/No)
- **Nº de árboles medidos en la parcela de crecimiento:** Número de todos los árboles en pie: árboles vivos y recién muertos.
- **Observaciones:** Texto.

IPM: Información sobre incrementos, mediciones periódicas a nivel árbol (anual).

- **Código de la parcela:** Idem anterior.
- **ID de la parcela de crecimiento:** Idem anterior.
- **Número del árbol:** Numero asignado al árbol en la instalación de la parcela, debe ser único y estar marcado de forma permanente.
- **Código de especie:** Código de la especie a la que pertenece el árbol, ver Parte II, Anexo II, o https://icp-forests.org/documentation/Dictionaries/d_tree_spec.html
- **Diámetro (cm):** Ver el número 11, del Anexo II del presente manual.
- **Calidad de la medición del diámetro:** Hace referencia a si se toma con aparatos, o es estimada:

Código	Descripción
0	Sin datos, por lo que no hay información en cuanto a los procedimientos de comprobación
1	Datos brutos, sin ninguna comprobación sobre su calidad después de la medición
2	Datos comprobados y correctos
3	Datos para los que se ha comprobado que están fuera del rango de credibilidad, pero no corregidos
4	Datos para los que se ha comprobado que son inconsistentes con otras medidas del mismo muestreo, pero no corregidos
5	Datos para los que se ha comprobado que son inconsistentes la misma medición de otros muestreos (incrementos negativos....), pero no corregidos
6	Datos para los que se ha comprobado que están fuera del rango de credibilidad, corregidos
7	Datos para los que se ha comprobado que son inconsistentes la misma medición de otros muestreos (incrementos negativos....), corregidos
8	Datos para los que se ha comprobado que son inconsistentes la misma medición de otros muestreos (incrementos negativos....), pero no corregidos
9	Datos no medidos, sino estimados

- **Espesor de la Corteza (cm):** Grosor de la corteza a 1,3 m (en cm). Precisión un decimal. Estos datos se rellenan solo para los árboles seleccionados (1, 10, 20...).
- **Calidad de la medición de la corteza:** Ver código de medición de calidad del diámetro.
- **Altura (m):** redondeado a un decimal.
- **Calidad de la medición de la altura:** Ver código de medición de calidad del diámetro (son los mismos códigos).
- **Volumen (m3):** Dato basado en las mediciones de diámetro y altura, se puede calcular utilizando ecuaciones basadas en factores locales, o tablas de volumen. Precisión de tres decimales.
- **Calidad de medición del volumen:** Ver código de medición de calidad del diámetro.

- **Altura hasta la base de copa (m):** Redondeada a un decimal. Ver número 17, del Anexo II del presente manual.
- **Calidad de la medición de la altura de copa:** Ver código de medición de calidad del diámetro (son los mismos códigos).
- **Anchura de copa:** Media de al menos cuatro mediciones diametrales, redondeada a un decimal. Ver número 16, del Anexo II del presente manual.
- **Calidad de la medición de la anchura de copa:** Ver código de medición de calidad del diámetro (son los mismos códigos).
- **Mortalidad y eliminaciones:** Ver Parte II, Anexo V, archivo TRC. La mortalidad se refiere a los árboles de la muestra que han muerto. Se considera que un árbol ha muerto si sus tejidos conductores en tronco y ramas lo han hecho. Los árboles pueden quedar excluidos de la muestra por múltiples motivos. Es importante registrar la información de los motivos y el momento en que un árbol de da de baja.
- **Observaciones:** Texto

INV: Datos de crecimientos a nivel parcela, y eliminaciones (anual)

- **Código de país:** El código identificador de España en el 11
- **Código de la parcela:** Idem anterior
- **ID de la parcela de crecimiento:** Idem anterior.
- **Latitud y longitud:** Idem anterior
- **Código de altitud:** Ver Parte I, Anexo I Archivo PLT
- **Fecha del muestro:** En formato DDMMAA
- **Código de especies:** Idem anterior
- **Nº de árboles que permanecen:** Se cuentan todos los árboles / brotes a partir de 5/3 cm (DAP).
- **Nº de árboles muertos:** Número de árboles muertos desde el anterior inventario.
- **Nº de árboles retirados:** Número de árboles retirado desde el anterior inventario.
- **Volumen que permanece (real) (m³/ha.):** El volumen actual por ha de la parcela se calcula como el volumen total de todos los árboles vivos de la parcela expandido a una ha, redondeando a un decimal.
- **Volumen muerto (m³/ha):** El volumen muerto por ha de la parcela desde el último inventario se calcula como el volumen total de todos los árboles muertos en la parcela desde el último inventario expandido a una ha, redondeando a un decimal

- **Volumen extraído (desde el último inventario) (m³/ha):** El volumen extraído por ha de la parcela desde el último inventario se calcula como el volumen total de todos los árboles extraídos de la parcela desde el último inventario expandido a una ha, redondeando a un decimal
- **Diámetro medio cuadrático (cm):** Se calcula a partir de la media aritmética del área basal de todos los árboles (o especies específicas) o directamente de la raíz cuadrada del diámetro cuadrático medio.
- **Altura del diámetro medio cuadrático (m):** Altura correspondiente al árbol con diámetro cuadrático medio, según curva altura diámetro $h=f(d)$ de la parcela.
- **Altura dominante (m):** Según criterio de Assman, altura correspondiente a la media de los 100 árboles más gruesos de la parcela
- **Número de árboles utilizados para el cálculo de la altura dominante**
- **Altura máxima relativa (m)**
- **Porcentaje de altura máxima relativa (%)**

IRP: Medición con dendrómetros (mensual, 15 árboles). Opcional

- **Código del país:** El código identificador de España en el 11
- **Código de la parcela:** Idem anterior
- **ID de la parcela de crecimiento:** Idem anterior
- **Número del árbol:** Numero asignado al árbol en la instalación de la parcela, debe ser único y estar marcado de forma permanente
- **Fecha del muestreo:** En formato DDMMAA
- **Diámetro (cm)**
- **Hora:** En formato HHMMSS
- **Medición o valor medio:** Especificar si se trata un medición directa individual, o un promedio

Código	Descripción
1	Medición
2	Valor promedio

- **Tipo de dendrómetro**

Código	Descripción
1.1	Dendrómetro puntual

Código	Descripción
1.2	Dendrómetro de circunferencia
2.0	Medida de la banda de circunferencia permanente

- **Cambios y ajustes en el sensor** (Sí/No)
- **Observaciones:** Texto