

EL CÁLCULO DE VOLÚMENES

R. de Milde ⁽¹⁾

RESUMEN

Para el cálculo de volúmenes aprovechables es necesario desarrollar una metodología simple pero completa que cubre todas las actividades de un inventario desde la toma de los datos en el campo hasta la presentación de los resultados en las tablas del informe final.

Es imperativo, antes de empezar cualquier trabajo de inventario, describir esta metodología, debe tomar en cuenta los puntos siguientes:

- el principio del cálculo de los volúmenes de un árbol
- el diseño del formulario de campo
- la programación y el procesamiento electrónico de los datos

SUMMARY

The calculation of recoverable volumes requires a simple but complete methodology which covers all the activities of an inventory, from the registering of the data in the field to the presentation of the results in the tables of the final report.

It is imperative, before starting any inventory work, to describe this methodology which has to take into account the following points:

- the principle of the volume calculations of a tree.
- the design of the field form
- the programming and the electronic data processing.

I.- El principio del cálculo de los volúmenes de un árbol

11.- La codificación de las calidades por secciones del fuste

a) Las calidades

En el inventario del área piloto del proyecto se han considerado las calidades siguientes:

- Calidad 1: madera aserrada y madera para triplay
- Calidad 2: madera aserrada
- Calidad 3: madera utilizable
- Calidad 4: aletas con madera utilizable
- Calidad 5: aletas sin madera utilizable
- Calidad 6: hueco o podrido

¹ Asesor en Inventarios Forestales

b) Las secciones del fuste

Sección 1: de 0 hasta 6 m del suelo.

Esta sección se divide en 4 partes:

1A: de 0 - 1.5m del suelo

1B: de 1.5 – 3.0m del suelo

1C: de 3.0 -4.5m del suelo

1D: de 4.5 - 6.0m del suelo

Sección 2: de 6m del suelo hasta la cima del fuste.

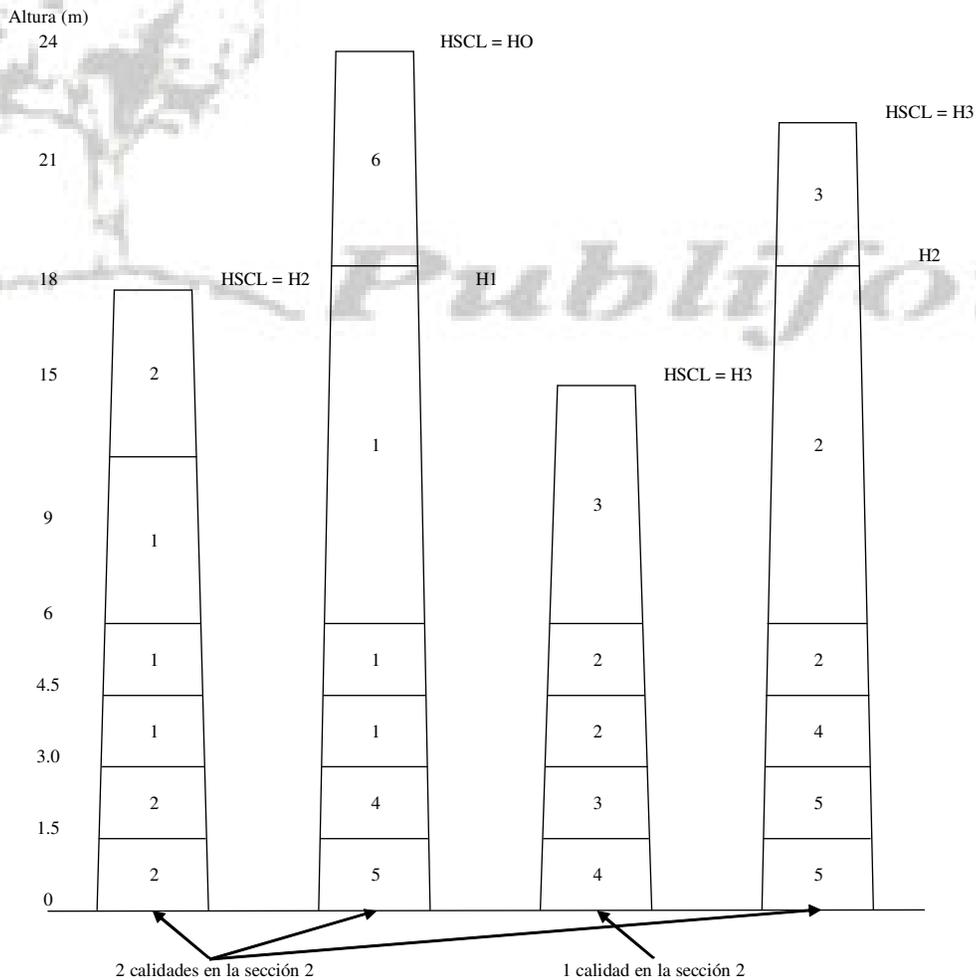
Esta sección puede componerse de 2 partes (pero no más) con diferentes calidades.

Ver algunos ejemplos objetivos como sigue:

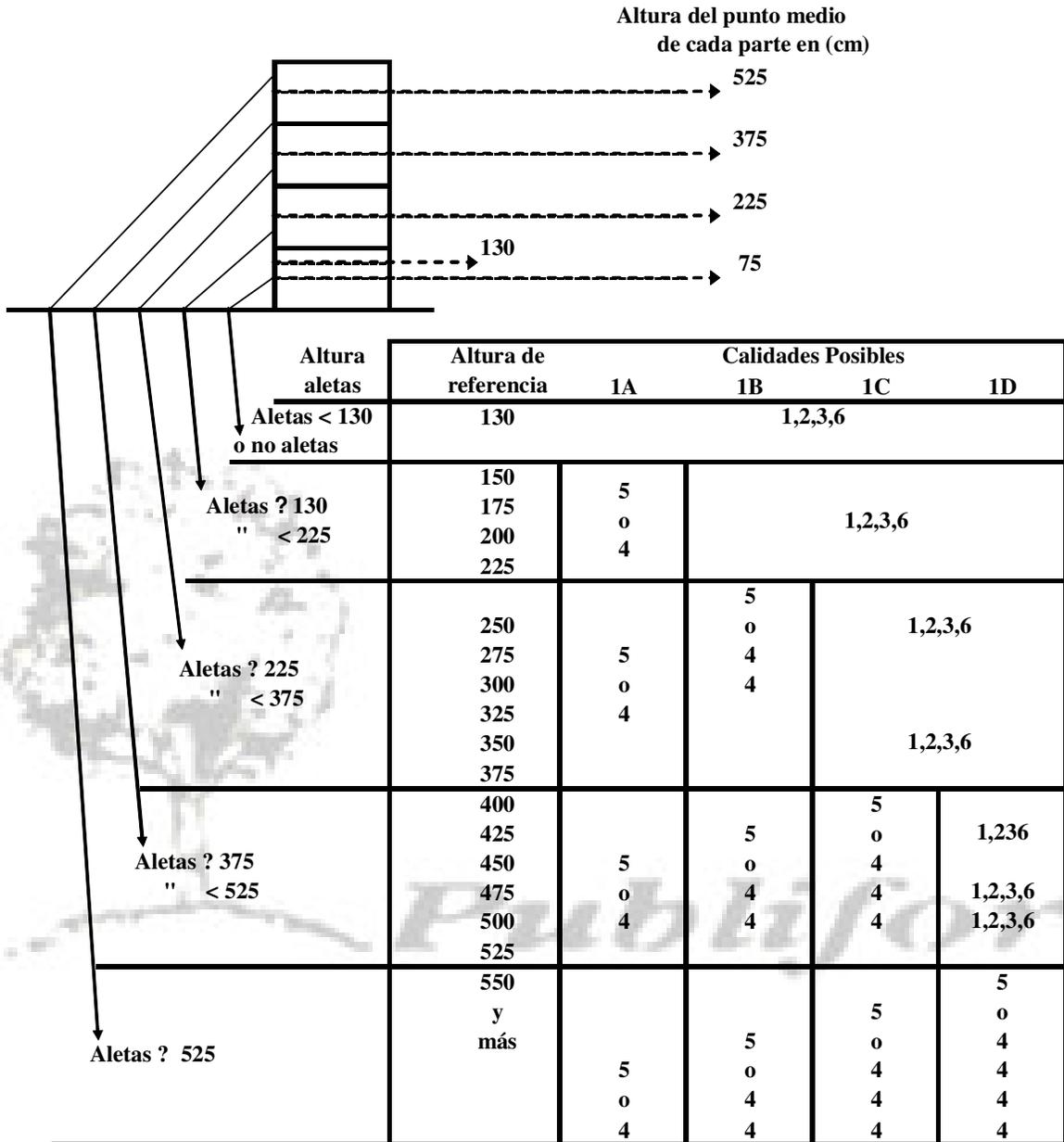
(Explicación de los símbolos: H1, H2, H3: distancia del suelo donde se termina la calidad 1, 2 o 3. HSCL: altura total del fuste. Todas las alturas son múltiplos de 3m para facilitar la programación)

c) Ejemplos de la codificación

i. La codificación del fuste completo



ii. La codificación de la sección 1 en relación con la altura del diámetro de referencia



Nota: 5, ó 4 también puede ser 6 si hay podredumbre o si la parte es hueco. (Ejemplos: 6,4,2,1 - 6,6,4,3 - 6,5,4,2 - 5,5,6,6 etc. ...).

2. Series y factores de ahusamiento

a) Serie de ahusamiento

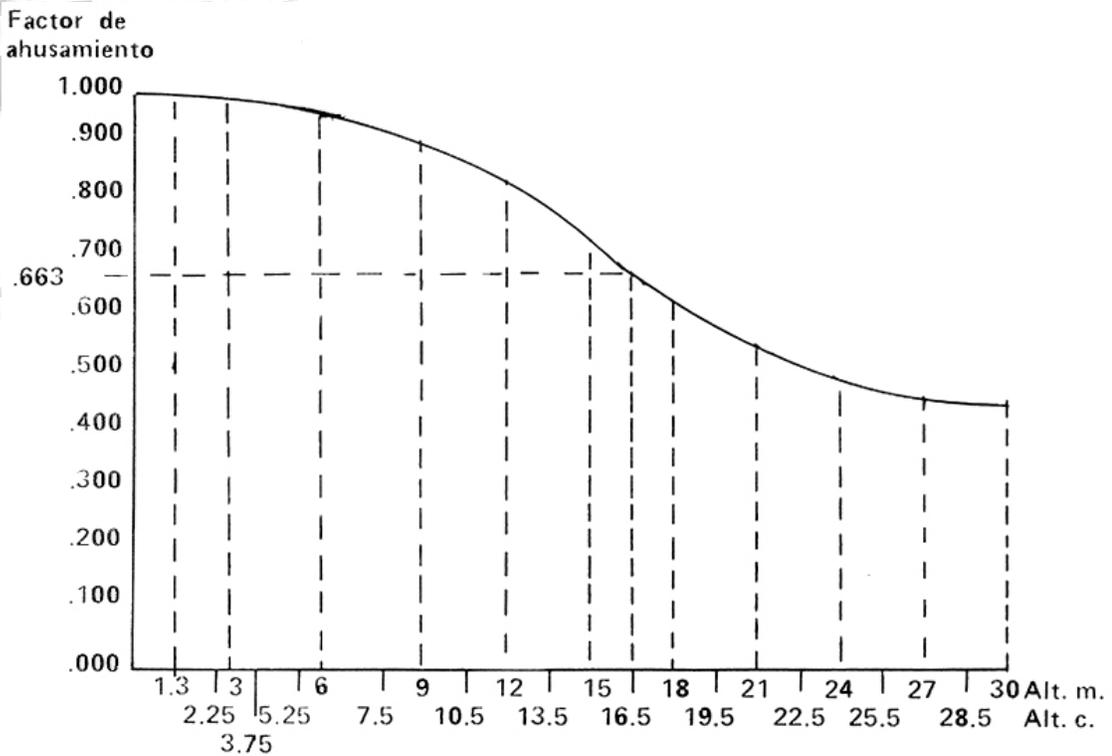
La serie de ahusamiento es una serie de números que da la relación entre los diámetros a ciertas alturas sobre el suelo (predeterminadas pero libremente escogidas) y el diámetro de referencia "Do".

Ejemplo:

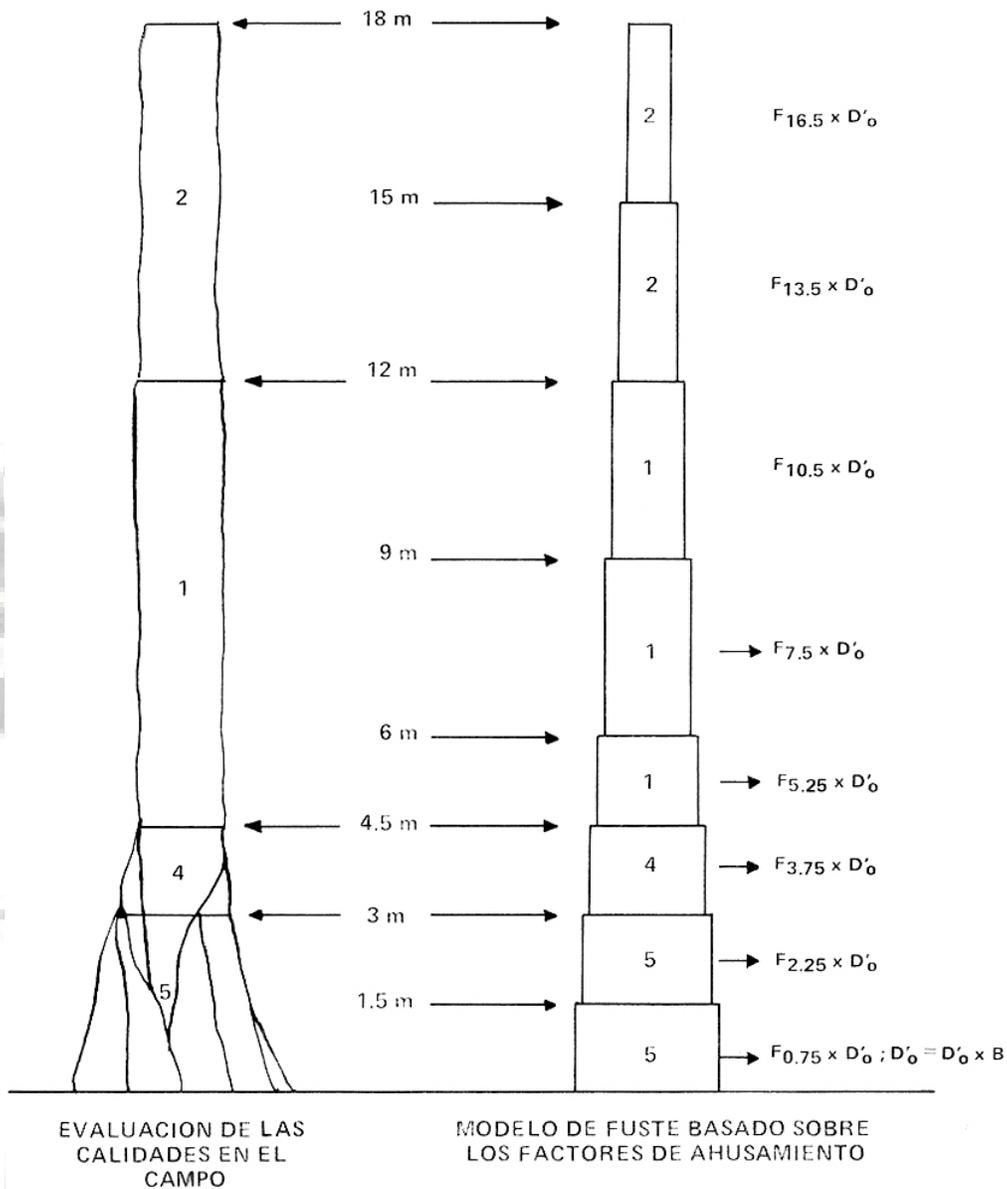
Para Lupuna blanca * y las Pungas* para la clase diamétrica 30-59 cm la serie de ahusamiento es la siguiente:

Altura (en m)											
1.30	2.25	3.75	5.25	7.50	10.50	13.50	16.50	19.50	22.50	22.50	28.50
1.000	1.000	0.900	0.905	0.833	0.766	0.701	0.636	0.571	0.519	0.484	0.458

Ejemplo : una Lupuna blanca con un diámetro de referencia de 40 cm.,
tiene un diámetro a 13,5 m de $40 \times 0,701 = 28$ cm



b) Modelo de fuste basado sobre los factores de ahusamiento



Ejemplo: $F_{10.5} \times D'_0$ = el diámetro sin corteza en la altura 10.5 m (del suelo multiplicado con B = factor por corteza (<1))

c) Cálculo de los volúmenes utilizando los factores de ahusamiento

Se consideraron 5 volúmenes por árbol:

VG = Volumen total: incluyendo calidades 1,2,3,4,5,6

VU = Volumen utilizable: incluyendo calidades 1,2,3,4

VS2 = Volumen de madera aserrada calidad 2: incluyendo calidades 1,2,4

VS1° = Volumen de madera aserrada calidad 1: incluyendo calidades 1,2

VT° = Volumen de madera calidad triplay: incluyendo calidad 1

(°: con las especificaciones siguientes: diámetro mínimo arriba de 30 cm para VSI y 35 cm para VT)

Utilizando la fórmula general:

$$V = (D_o \times B)^2 \left[\frac{\pi \times 1.5}{4} (F_{1.30}^2 + F_{2.25}^2 + F_{3.75}^2 + F_{5.25}^2) + \frac{\pi \times 3.0}{4} (F_{7.5}^2 + F_{10.5}^2 + F_{13.5}^2 + \dots) \right]$$

ó

$$V = (D_o \times B)^2 [1.1781(F_{1.30}^2 + F_{2.25}^2 + F_{3.75}^2 + F_{5.25}^2) + 3.3562(F_{7.5}^2 + F_{10.5}^2 + F_{13.5}^2 + \dots)]$$

los 5 volúmenes del árbol de la Figura 3 serían:

$$VG = (D_o \times B)^2 [1.1781(F_{1.30}^2 + F_{2.25}^2 + F_{3.75}^2 + F_{5.25}^2) + 3.3562(F_{7.5}^2 + F_{10.5}^2 + F_{13.5}^2 + F_{16.5}^2)]$$

$$VU = (D_o \times B)^2 [1.1781(F_{3.75}^2 + F_{5.25}^2) + 3.3562(F_{7.5}^2 + F_{10.5}^2 + F_{13.5}^2 + F_{16.5}^2)]$$

$$VS2 = VU$$

$$VS1 = (D_o \times B)^2 [1.1781(F_{5.25}^2) + 3.3562(F_{7.5}^2 + F_{10.5}^2 + F_{13.5}^2 + F_{16.5}^2)]$$

(con la condición que los diámetros en las alturas 5.25, 7.5, 10.5, 13.5 y 16.5 sean igual o más grandes que 30 cm)

$$VT = (D_o \times B)^2 [1.1781(F_{5.25}^2) + 3.3562(F_{7.5}^2 + F_{10.5}^2)]$$

(con la condición que los diámetros en las alturas 5.25, 7.5 y 10.5 sean igual o más grandes que 35 cm).

II. Formularios de campo

Es imperativo registrar los datos en formularios de campo, diseñados especialmente para el trabajo que se ejecutará.

Para esto es necesario determinar claramente:

- cuales son los propósitos del trabajo
- cuales son los resultados que queremos obtener.

Si la computación de los resultados se hará con la ayuda de la computadora es necesario indicar en el formulario las columnas correspondientes de las tarjetas perforadas.

Un buen formulario de campo elimina muchos errores (errores de registro y de transcripción) y es muchísimo más preferible a las libretas de campo, utilizadas anteriormente.

Ejemplo: En la página siguiente se muestra el formulario de campo utilizado por el proyecto para inventarios de producción (árboles con un diámetro de 40 cm y más).

Las cifras en las columnas o campos se refieren a los 4 árboles mostrados en la Página 38.

PER 71/551 inventario B.N.A.V.H.	perito: fecha:	deck	bosque	comp	bloque			línea	parc.	tipo			estrat.		pend.	suelo						
	inspector: fecha:				mapa	terreno	a			inf.												
clo		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21

cls	n° árbol		especies				diametro (= 40 cm)								altura fuste	altura fuste cl.	altura cal. 1	altura cal. 2	altura cal. 3	altura o cal.	calidad H0	calidad 0-6 m				Codigo de utilizac.				numero de árboles		factor para corteza								
	22	23	nombre	codigo			en cm		cl	alt. ret.		t.s.		HS	HSCL	H 1	H 2	H 3	HO	calidad H0	1A	1B	1C	1D	54	55	56	57	58	59	60	61	62							
0	1	Chimicua	4	5	0	0	0	6	3	3	1	3	0	0	7	1	9	1	8	1	2	1	8	0	0	0	0	0	2	2	1	1					0	4		
0	2	Lupuna blanca	1	1	0	0	0	9	7	6	3	0	0	0	3	2	3	2	4	11	88	0	0	0	0	2	4	6	5	4	1	1								
0	3	Huayruro	3	4	3	0	0	4	8	1	1	5	0	0		5	1	5	0	0	0	0	1	5	0	0	0	4	3	2	2									
0	4	Shiringa	2	2	9	0	1	3	1	9	4	2	5	0	8	2	0	2	1	0	0	1	8	2	1	10	0	0	5	5	4	2								
0	5																																							
0	6																																							
0	7																																							
0	8																																							
0	9																																							
1	0																																							
1	1																																							
1	2																																							
1	3																																							
1	4																																							
1	5																																							

r.d.m. lima 1975

Descripción del Formulario de campo

Columnas	Título	Descripción	Códigos utilizados en el inventario de von Humboldt*
1-2	DECK	Identificación de la tarjeta ó de la anotación en la cinta	10
3-4	BOSQ.	Número del bosque	-
5-6	COMP.	Compartimiento del bosque	No utilizado se puede usar en el futuro
7-8	BLOQUE	Parte del bosque donde se hace el inventario	01
9	"		No utilizado se puede usar en el futuro si, por alguna razón, el bloque es dividido en partes
10-11	LINEA	Línea del inventario	De 01 hasta 13
12-13	PARC.	Parcela dentro de la línea	De 01 hasta 38
14-15	TIPO MAPA	Tipo de bosque según la fotointerpretación	10 Bosque de terreno plano 20 Bosque de colina baja 30 Bosque de colina alta
16-17	TIPO TERR	Tipo de bosque según verificado en el terreno	10 Bosque de terreno plano 20 Bosque de colina baja 30 Bosque de colina alta
18	ESTRAT a	Estratificación según la accesibilidad	No utilizado - se puede usar en el futuro
19	ESTRAT inf.	Estratificación según influencia	1 = bosque sin influencia 2 = agricultura 3 = explotado, etc
20	PEND.	Pendiente	No utilizado
21	SUELO	Suelo	No utilizado

Las columnas del 1 al 21 dan la descripción general de la parcela.

* Estos códigos son dados solamente como ejemplo, para un mejor entendimiento de las cifras en formulario.

Columnas	Título	Descripción	Códigos utilizados en el inventario de von Humboldt
22-23	No ARBOL	Número del árbol en la parcela	De 01 a más... Si hay más de 15 árboles en una parcela se utiliza dos o mas formularios, cambiando 01 en 16, 02 en 17 etc...
24-27	NOMBRE CODIGO	El nombre vulgar de la especie Código de la especie	La cifra en la columna 24 es el indicador del grupo: 1 = comerciales en Perú 2 = " fuera del Perú 3 = parquet 4 = potenciales
28-30	EN CM.	Diámetro en cm	De 040 a más
31	cl	Clase diamétrica correspondiente	1 = 40 - 49 cm 2 = 50 - 59 cm 9 = 120 cm y más
32-34	ALT. REF.	Altura de referencia(en cm) donde se mide en diámetro	130 para árboles sin aletas. 150, 175, 200 etc...
35-36	fd	Serie de ahusamiento	Hasta 600 para árboles con aletas De 01 hasta 12
37-38	ALTURA FUSTE HS	Altura del fuste hasta la copa (en m)	De 06 hasta la cima del fuste
39-40	ALTURA FUSTE HSCL	Altura del fuste redondeando hasta el más próximo múltiplo de 3	06, 09, 12, 15 etc...
41-42	ALTURA CAL.. 1 HI	Altura de la calidad 1	Ver ejemplos en capítulo 1
43-44	ALTURA CAL.. 2 H2	Altura de la calidad 2	Ver ejemplos en capítulo 1
45-46	ALTURA CAL.. 3 H3	Altura de la, calidad 3	Ver ejemplos en capítulo 1
47-48	ALTURA O. CAL HO	Altura de otra calidad	Ver ejemplos en capítulo 1
49	CALIDAD O CO	Calidad que correspon-po a HO	Ver ejemplos en capítulo 1
50	1A	Calidad de la sección de 0 - 1.5 m del suelo	Ver ejemplos en capítulo 1
51	1B	Calidad de la sección de 1.5 - 3.0 m del suelo	Ver ejemplos en capítulo 1
52	1C	Calidad de la sección de 3.0 - 4.5 m del suelo	Ver ejemplos en capítulo 1
53	1D	Calidad de la sección de 4.5 - 6.0 in del suelo	Ver ejemplos en capítulo 1
54-57	CODIGO DE UTILIZACION	Código de utilización	No utilizado se puede usar en el muro
58-59	NUMERO DE ARBOLES	Número de árboles en la parcela. Se inscribe solamente en la primera tarjeta de la parcela	De 01 hasta... Si no hay árboles en la parcela se utilice el código 99 para facilitar la programación y el procesamiento de datos
60-62	CORTEZA	Factor por corteza (en %) de la especie	

Las columnas 22 hasta 53 y 60 hasta 62 dan la descripción del árbol.

Nota: Las columnas 1-4, 7-8, 24-27, - 31, 35-36, 60-62 pueden ser completadas en la oficina.

III. Programación y Procesamiento de Datos

1. INTRODUCCION

Las estimaciones de volúmenes aprovechables necesitan una planificación muy cuidadosa en las fases iniciales de un inventario. Los planes deben tener en cuenta la colección de los datos de campo y el subsecuente procesamiento de estos datos para proporcionar información para las tablas de composición y de volúmenes, para las áreas de tipos de bosque, para el cálculo del error de muestreo etc.

Un inventario forestal moderno no es concebible sin el Procesamiento Electrónico de los Datos (PED). Considerando la enorme cantidad de datos recolectados, la computadora es muy superior al cerebro humano no sólo en la rapidez para computar, la economía y la precisión, sino también porque permite cálculos y evaluaciones que, en tiempos pasados, fueron demasiado complicados para ser ejecutados por medios convencionales.

Un programa es un conjunto de instrucciones o "proposiciones" (statements) de diferentes tipos.

El lenguaje que se utilizó es el FORTRAN, término que viene del inglés: FORMULA TRANSLATION

Es un lenguaje fácil para escribir e inteligible para la computadora.

Un programa escrito en FORTRAN (el programa fuente) es traducido por la computadora (por la acción que se llama COMPILACION) en su propio "lenguaje de máquina" (el programa objeto) y ejecutado. Los programas preparados pueden clasificarse de la siguiente manera:

- programas escritos para los inventarios de regeneración (4)
- programa escritos para los inventarios de producción (5)
- programas escritos para la construcción de series de ahusamiento (2).

La unidad de inventario y de procesamiento de datos también preparó tres programas para la Dirección de Extracción y Transformación para la construcción de series de ahusamiento y de tablas de volumen para las especies comerciales del Perú, y dos programas para el Comité Nacional de Propiedad Social, para el inventario de propiedad social "Luchadores de Tierra Roja", cerca de Pucallpa. El ingeniero peruano, contraparte nacional de la Unidad de Inventario, preparó tres programas para tablas de volumen de la especie *Eucalyptus globulus* para la región del valle del Mantaro.

2. PROGRAMACION Y PROCESAMIENTO DE DATOS

No es propósito del presente texto describir la programación FORTRAN y cómo se escribe un programa en este lenguaje.

Solamente se describe los varios pasos necesarios en el procesamiento para llegar a los resultados requeridos.

Las principales funciones del procesamiento de datos son:

a) Identificación y clasificación de los datos

- definición y descripción de los resultados finales que deben obtenerse al término del procesamiento.

En el caso particular de un inventario forestal, eso quiere decir que, antes de empezar cualquier trabajo, sea la fotointerpretación y el mapeo, el diseño del inventario o el trabajo de campo, es obligatorio preparar un esquema detallado de las tablas y listas finales que van a aparecer en el informe presentando los resultados.

- diseño de los formularios de campo.

Los formularios de campo deben ser diseñados de tal manera que permitan:

- i) un registro fácil y claro de todos los datos básicos de campo
- ii) una transferencia fácil de estos datos en tarjetas o en cintas magnéticas o de papel o en discos.

- codificación de los datos

En estos tipos de trabajo prácticamente nunca se utiliza datos alfanuméricos. Entonces, es preciso desarrollar un sistema de códigos numéricos adecuados, adaptado a los datos que van a registrarse en el formulario de campo.

b) *Captura de los datos* ("DATA CAPTURE")

Esto significa la transferencia de los datos del formulario de campo a:

- tarjetas perforadas
- cintas magnéticas o de papel
- discos magnéticos

Para el procesamiento de los datos del proyecto se utilizaron tarjetas Perforadas y cintas magnéticas

c) Edición de los datos ("DATA EDITING")

Edición de los datos quiere decir: la preparación de los datos y la verificación de su validez y precisión, antes de usarlos para los cálculos.

En esta parte del trabajo se pueden distinguir las siguientes fases:

- chequeo de los datos

El chequeo de los datos es, sin duda, una de las operaciones más importantes de todo el procesamiento. Un buen programador puede escribir cualquier programa para obtener todos los resultados imaginables pero no puede obtener ningún resultado valedero y exacto si los datos no están absolutamente "limpios" es decir completamente libre de errores.

¿De donde provienen los errores?

Las fuentes de los errores pueden ser:

- i) 1. un mal registro durante la toma de datos en el campo,
- ii) 2. una mala escritura cuando se completaron los datos del formulario en el gabinete,
- iii) 3. una mala perforación durante la transferencia de los datos en tarjetas, cinta o disco.

Los errores pueden detectarse manualmente, es decir revisando todos los datos uno por uno, pero esto es una tarea enorme y aún así, pueden pasarse por alto algunos errores, lo que anula completamente la validez del chequeo.

Mucho mejor es detectar los errores con la ayuda de la misma computadora, usando un programa escrito especialmente para este propósito. La gran ventaja de utilizar la computadora para este trabajo es que todos los errores pueden detectarse y la operación puede repetirse tantas veces sea necesaria hasta el momento que los datos estén completamente limpios.

- Una vez que los datos estén "limpios" estos pueden ser utilizados para el procesamiento.

Es aconsejable preparar un segundo deck (un juego de tarjetas completo para una tarea se denomina "DECK") o también poner los datos en una cinta magnética, por ejemplo, en el caso que el original resulte dañado por una u otra razón.

- El "Sorteo" de los datos.

Puede ocurrir que no se necesiten todas las tarjetas para alguno de los pasos del procesamiento. Entonces se hace un sorteo de las tarjetas (o de los datos en la cinta), resultando en la selección de sólo aquellos datos que se necesitan para el paso.

Todas las oficinas o empresas de procesamiento de datos tiene las máquinas necesarias para este sorteo.

d) Generación de los datos ("DATA GENERATION")

Así se llama la computación y los análisis de la información y de los resultados.

Para los programas del proyecto se dispuso de las facilidades de la "Oficina de Procesamiento Electrónico de Datos - Sector Agricultura (OPEDSA)" con una computadora IBM System 3. Como lenguaje se utilizó el "FORTRAN IV".

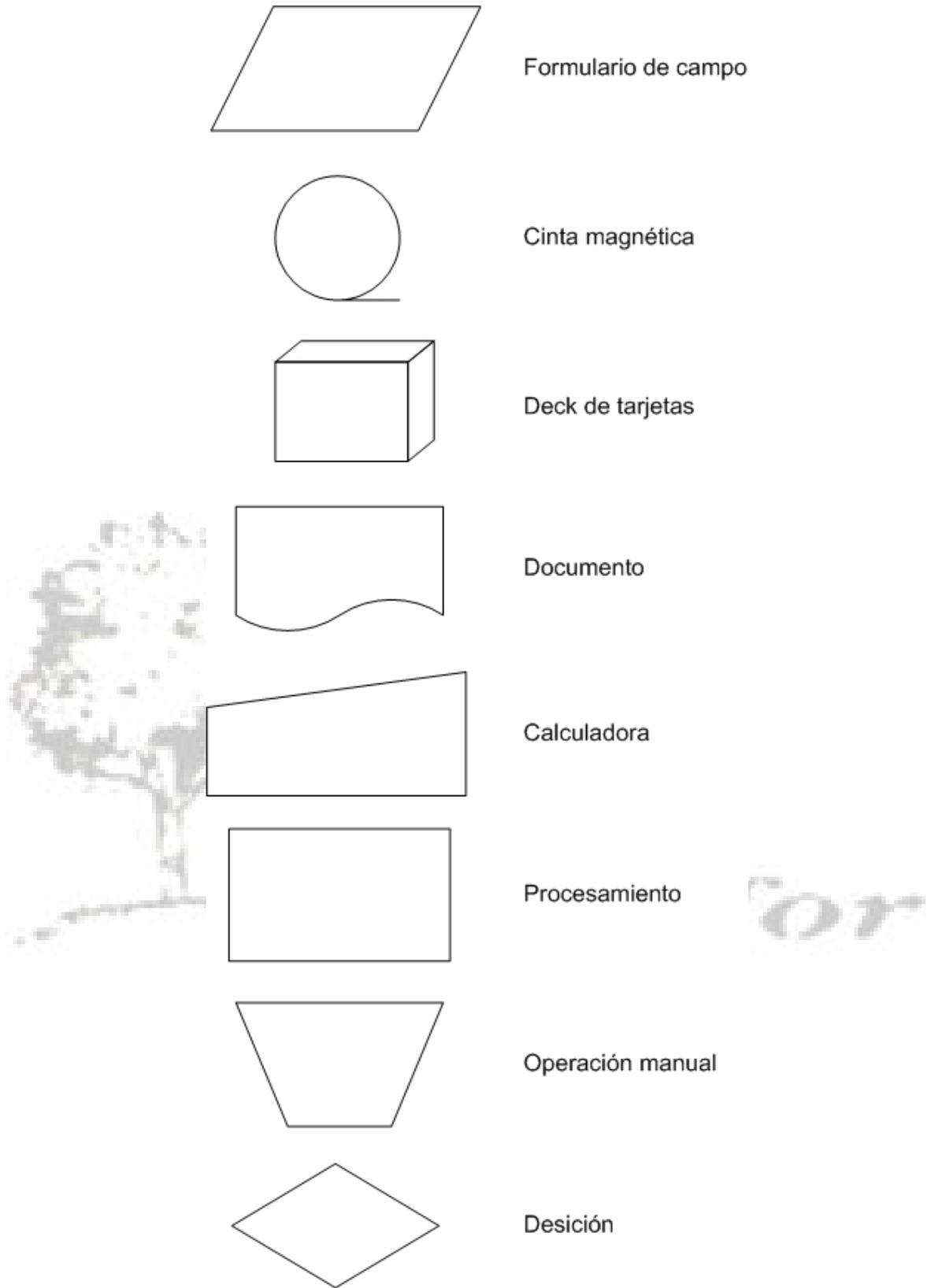


Fig.1: Diagrama de flujo del procesamiento de datos. Descripción de los símbolos utilizados en la figura 2

Fig. 2 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESAMIENTO DE DATOS

PER/71/551

Unidad de Inventario

