

**“ELABORACIÓN DE UNA TABLA DE VOLUMEN DE PINO (*Pinus radiata D. Don*), PARA EL SECTOR DE PALMIRA, CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO”**

**MARIANA JESÚS DONCÓN MOROCHO**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL  
TÍTULO DE INGENIERO FORESTAL**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**

**ESCUELA DE INGENIERIA FORESTAL**

**RIOBAMBA – ECUADOR**

**2015**

## HOJA DE CERTIFICACIÓN

El tribunal de trabajo de titulación CERTIFICA que:

El trabajo de investigación titulado “**ELABORACIÓN DE UNA TABLA DE VOLUMEN DE PINO (*Pinus radiata* D. Don), PARA EL SECTOR DE PALMIRA, CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO**”, de responsabilidad de la señorita Egresada Mariana Jesús Doncón Morocho, ha sido prolijamente revisado, quedando autorizada su presentación.

### TRIBUNAL DE TRABAJO DE TITULACIÓN

**Ing. Eduardo Cevallos.**

-----

**DIRECTOR**

**Ing. Norma Lara.**

-----

**MIEMBRO**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**

**ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL**

**2015**

## **DEDICATORIA**

*Con todo mi cariño esta investigación, y mi carrera universitaria le dedico:*

*A DIOS y a la VIRGEN SANTÍSIMA DE LA NUBE por ser mis guías de mi vida, que con su poder me han llenado mis metas, anhelos y sueños.*

*A mis padres queridos SEGUNDO APOLINARIO Y MARÍA MANUELA quienes con su sacrificio han hecho posible mis estudios y que siempre me dieron su apoyo incondicional.*

*A mis hermanas: TRANSITO que siempre fue el ejemplo y el guía a seguir; MANUELA Y SARITA que siempre me llenaron de felicidad y brindaron su apoyo, y como no;*

*A mis angelitos, que aquí en la tierra me hacen mucha falta, pero que desde el cielo me derraman muchas bendiciones, me cuidan, me protegen y sé que siempre me desean lo mejor, para ustedes MARCO ANTONIO (+) y JANNETH ALEXANDRA (+).*

*Mariana.*

## AGRADECIMIENTO

A mi Dios y a la Santísima Virgen de la Nube por brindarme la oportunidad de estar en este mundo, y hacer realidad este sueño.

A mis queridos padres Apolinario y Manuela quienes han sido el pilar fundamental en mi vida que con cariño y sacrificio supieron motivarme para salir adelante y me enseñaron que el éxito, se logra mediante la constancia.

A mis hermanas, Transito, Manuela, y Sarita quien ha sido un ejemplo, apoyo y alegrías en mi vida; y enseñarme que todo lo se propone se puede realizar. A mis angelitos, Marco Antonio (+) y Janneth Alexandra (+) que iluminan mi vida.

A la Escuela de Ingeniería Forestal, Facultad de Recursos Naturales de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por darme la oportunidad de ser profesional en tan prestigiosa carrera.

De manera especial al Ing. Eduardo Cevallos por su esfuerzo, dedicación, conocimiento, paciencia y motivación ya que él ha sido el pilar fundamental para la realización de esta investigación.

A la Ing. Norma Lara, quien participo como miembro del trabajo de titulación, orientándome acertadamente con sus conocimientos.

Al Ministerio de Ambiente Chimborazo, Unidad de Patrimonio Natural por permitirme realizar mi trabajo de titulación y por las facilidades otorgadas, a la Ing. Magaly Oviedo y al Ing. Marcelo Pino quienes con su apoyo hicieron posible culminar esta investigación.

A la persona especial en mi vida José, a todos mis amigos quienes siempre me han acompañado y con los cuales he contado desde que los conocí.

**Muchas Gracias....**

## TABLA DE CONTENIDO

I. ELABORACIÓN DE UNA TABLA DE VOLUMEN DE PINO ( <i>Pinus radiata</i> D. Don) PARA EL SECTOR DE PALMIRA, CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO .....	1
II. INTRODUCCIÓN.....	1
A. JUSTIFICACIÓN .....	2
B. OBJETIVOS .....	3
1. General .....	3
2. Específicos .....	3
C. HIPÓTESIS .....	3
1. Nula.....	3
2. Alternante.....	3
III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
A. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE PINO .....	4
1. Pino radiata.....	4
B. ÍNDICE DE SITIO .....	7
1. Factores fundamentales que determinan el crecimiento .....	7
2. Métodos para la obtención del índice de sitio.....	8
3. Métodos de evaluación directos .....	9
4. Métodos de evaluación indirectos .....	10
5. Tipos de parcelas a emplear para la obtención de los datos.....	11
6. La altura dominante, índice dendrométrico de productividad .....	12
C. MEDICIÓN Y CUBICACIÓN DE LA MADERA.....	14
1. Definición de cubicación de madera .....	14
2. Formas de medir el volumen.....	15
3. Volumen de Corteza.....	18
4. Conceptos Generales .....	20
D. HERRAMIENTAS DE MEDICIÓN FORESTAL.....	22
1. Brújula.....	22
2. Sistema de Posicionamiento Global (GPS).....	23
3. Clinómetro.....	23
4. Cinta diamétrica .....	24
5. Forcípula .....	25

6.	Cintas de distancia.....	25
7.	Hipsómetro.....	26
E.	MEDICIONES DEL DIÁMETRO.....	26
1.	Mediciones del diámetro a la altura del pecho (DAP) en diferentes tipos de terrenos .....	26
2.	Mediciones del diámetro a la altura del pecho (DAP) según las características del árbol.....	27
3.	Técnica de medición .....	28
F.	TABLAS DE VOLUMEN.....	28
1.	Definición.....	30
2.	Tipos de tablas de volumen.....	30
3.	Construcción de tablas de volúmenes .....	32
4.	Construcción de tablas de volumen de una entrada .....	34
5.	Construcción de tablas de volumen de doble entrada.....	39
6.	Tabla de volumen de doble entrada a base de $V = a * D^b * L^c$ .....	41
7.	Ecuaciones y Tablas de Volumen .....	42
8.	Aplicabilidad de las tablas volumétricas ya existentes .....	43
9.	Selección de tablas volumétricas.....	44
10.	Qué ventajas tienen las tablas de volumen.....	45
IV.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	46
A.	CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR .....	46
1.	Localización .....	46
2.	Ubicación geográfica .....	47
3.	Características climáticas .....	47
4.	Características del suelo.....	47
5.	Características ecológicas .....	48
B.	MATERIALES Y EQUIPOS .....	48
1.	Materiales de oficina.....	48
2.	Materiales de campo .....	49
C.	METODOLOGÍA.....	49
1.	Determinación de las condiciones climáticas, edáficas y topográficas en las plantaciones de Galte Jatun Loma y Chauzan San Alfonso.....	49
2.	Elaboración de la tabla de volumen de madera de pino para el sector .....	51
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	56

A. CONDICIONES CLIMÁTICAS, EDÁFICAS Y TOPOGRÁFICAS EN LAS PLANTACIONES DE GALTE JATUN LOMA Y CHAUZAN SAN ALFONSO...	56
1. Levantamiento cartográfico .....	56
2. Condiciones climáticas, edáficas y topográficas.....	58
3. Tablas de volumen de madera de pino para el sector.....	63
4. Estimación del volumen utilizando tres ecuaciones.....	72
B. Tablas de volúmenes.....	154
VI. CONCLUSIONES.....	167
VII. RECOMENDACIONES .....	168
VIII. RESUMEN .....	169
IX. ABSTRACT .....	170
X. BIBLIOGRAFIA .....	171
XI. ANEXOS .....	174

## LISTA DE GRAFICOS

Gráfico N° 1. Ubicación geográfica de los sitios de estudio. ....	46
Gráfico N° 2. Levantamiento cartográfico de la plantación del sector Galte Jatun Loma. .....	56
Gráfico N° 3. Levantamiento cartográfico de la plantación del sector Chauzan San Alfonso.....	57
Gráfico N° 4. Mapa de pendientes.....	62
Gráfico N° 5. Volumen con corteza (VCC) de pino ( <i>Pinus radiata</i> D. Don) en Galte Jatun Loma por el Método de Variable Combinada. ....	75
Gráfico N° 6. Volumen sin corteza de pino ( <i>Pinus radiata</i> D. Don) en Galte Jatun Loma por el Método de Variable Combinada.....	83
Gráfico N° 7. Volumen con corteza de pino ( <i>Pinus radiata</i> D. Don) en Chauzan San Alfonso por el Método de Variable Combinada. ....	90
Gráfico N° 8. Volumen sin corteza de pino ( <i>Pinus radiata</i> D. Don) en Chauzan San Alfonso por el Método de Variable Combinada. ....	97
Gráfico N° 9. Volumen con corteza de pino ( <i>Pinus radiata</i> D. Don) en Galte Jatun Loma por el Método de Husch. ....	129
Gráfico N° 10. Volumen sin corteza de pino ( <i>Pinus radiata</i> D. Don) en Galte Jatun Loma por el Método de Husch. ....	136
Gráfico N° 11. Volumen con corteza de pino ( <i>Pinus radiata</i> D. Don) en Chauzan San Alfonso por el Método de Husch. ....	143
Gráfico N° 12. Volumen sin corteza de pino ( <i>Pinus radiata</i> D. Don) en Chauzan San Alfonso por el Método de Husch. ....	150

## LISTA DE CUADROS

Cuadro N° 1. Localización geográfica de las zonas de estudio. ....	47
Cuadro N° 2. Calculo del número de muestras a utilizarse. ....	51
Cuadro N° 3. Superficie de las plantaciones. ....	57
Cuadro N° 4. Especificaciones climáticas de las zonas de estudio. ....	58
Cuadro N° 5. Propiedades químicas del suelo de las zonas de estudio. (Laboratorio Facultad de Recursos Naturales).....	59
Cuadro N° 6. Propiedades físicas del suelo de las zonas de estudio. ....	61
Cuadro N° 7. Porcentaje de pendientes de las zonas de estudio. ....	63
Cuadro N° 8. Número de árboles por parcela. ....	63
Cuadro N° 9. Volumen de madera de pino con corteza/parcela en Galte Jatun Loma... 65	65
Cuadro N° 10. Volumen de madera de pino sin corteza/parcela en Galte Jatun Loma.. 67	67
Cuadro N° 11. Volumen de madera de pino con corteza/parcela en Chauzan San Alfonso.....	68
Cuadro N° 12. Volumen de madera de pino sin corteza/parcela en Chauzan San Alfonso.....	70
Cuadro N° 13. Cálculo de volumen con corteza en Galte Jatun Loma, por el método de Variable Combinada (Spurr).....	72
Cuadro N° 14. Análisis de varianza y estadísticas de la regresión. ....	74
Cuadro N° 15. Cálculo de exactitud. ....	77
Cuadro N° 16. Cálculo de volumen sin corteza para Galte Jatun Loma, por el método de Variable Combinada (Spurr).....	80
Cuadro N° 17. Análisis de varianza y estadísticas de la regresión. ....	82
Cuadro N° 18. Cálculo de la exactitud. ....	84
Cuadro N° 19. Cálculo de volumen con corteza para Chauzan San Alfonso, por el método de Variable Combinada (Spurr). ....	87
Cuadro N° 20. Análisis de varianza y estadísticas de la regresión. ....	89
Cuadro N° 21. Cálculo de la exactitud. ....	91
Cuadro N° 22. Cálculo de volumen sin corteza para Chauzan San Alfonso, por el método de Variable Combinada (Spurr). ....	94
Cuadro N° 23. Análisis de varianza y estadísticas de la regresión. ....	96
Cuadro N° 24. Cálculo de la exactitud. ....	98
Cuadro N° 25. Cálculo de volumen con corteza para Galte Jatun Loma, por el método de Schumacher. ....	101
Cuadro N° 26. Análisis de varianza y estadísticas de la regresión. ....	103
Cuadro N° 27. Cálculo de la exactitud. ....	105
Cuadro N° 28. Cálculo de volumen sin corteza para Galte Jatun Loma, por método de Schumacher.....	108
Cuadro N° 29. Análisis de varianza y estadísticas de la regresión. ....	110
Cuadro N° 30. Cálculo de la exactitud. ....	111
Cuadro N° 31. Cálculo de volumen con corteza para Chauzan San Alfonso, por el método de Schumacher. ....	114
Cuadro N° 32. Análisis de varianza y estadísticas de la regresión. ....	116

Cuadro N° 33. Cálculo de la exactitud. ....	117
Cuadro N° 34. Cálculo de volumen sin corteza para Chauzan San Alfonso, por método de Schumacher. ....	120
Cuadro N° 35. Análisis de varianza y estadísticas de la regresión. ....	122
Cuadro N° 36. Cálculo de la exactitud. ....	123
Cuadro N° 37. Cálculo de volumen con corteza para Galte Jatun Loma por el método de Husch. ....	126
Cuadro N° 38. Análisis de varianza y estadísticas de la regresión. ....	128
Cuadro N° 39. Cálculo de la exactitud. ....	130
Cuadro N° 40. Cálculo de volumen sin corteza para Galte Jatun Loma, por Husch. ...	133
Cuadro N° 41. Análisis de varianza y estadísticas de la regresión. ....	135
Cuadro N° 42. Cálculo de la exactitud. ....	137
Cuadro N° 43. Cálculo de volumen con corteza para Chauzan San Alfonso por método de Husch. ....	140
Cuadro N° 44. Análisis de varianza y estadísticas de la regresión. ....	142
Cuadro N° 45. Cálculo de la exactitud. ....	144
Cuadro N° 46. Cálculo de volumen sin corteza para Chauzan San Alfonso por el método de Husch. ....	147
Cuadro N° 47. Análisis de varianza y estadísticas de la regresión. ....	149
Cuadro N° 48. Cálculo de la exactitud. ....	151
Cuadro N° 49. Resumen del volumen real y estimado de los tres modelos matemáticos. ....	154

## LISTA DE TABLAS

Tabla N° 1. Ecuaciones de una entrada. ....	38
Tabla N° 2. Ecuaciones de doble entrada. ....	42
Tabla N° 3. Condiciones ideales para el desarrollo del pino. ....	58
Tabla N° 4. Propiedades químicas ideales para el desarrollo del pino (ppm). ....	59
Tabla N° 5. Porcentaje de materia orgánica y pH ideales para el desarrollo del <i>Pinus radiata</i> . ....	60
Tabla N° 6. Propiedades físicas ideales para el desarrollo del <i>Pinus radiata</i> . ....	61
Tabla N° 7. Tabla de volumen de la plantación de pino ( <i>Pinus radiata</i> D. Don) en base a 1530 árboles comprendidos entre los rangos altitudinales de 3280 - 3580 m.s.n.m. (Galte Jatun Loma) .....	155
Tabla N° 8. Tabla de volumen de la plantación de pino ( <i>Pinus radiata</i> D. Don) en base a 1530 árboles comprendidos entre los rangos altitudinales de 3280 - 3580 m.s.n.m. (Galte Jatun Loma) .....	156
Tabla N° 9. Tabla de volumen de la plantación de pino ( <i>Pinus radiata</i> D. Don) en base a 1442 árboles comprendidos entre los rangos altitudinales de 3160 - 3520 m.s.n.m. (Chauzan San Alfonso). ....	157
Tabla N° 10. Tabla de volumen de la plantación de pino ( <i>Pinus radiata</i> D. Don) en base a 1442 árboles comprendidos entre los rangos altitudinales de 3160 - 3520 m.s.n.m. (Chauzan San Alfonso). ....	158
Tabla N° 11. Tabla de volumen de la plantación de pino ( <i>Pinus radiata</i> D. Don) en base a 1530 árboles comprendidos entre los rangos altitudinales de 3280 - 3580 m.s.n.m. (Galte Jatun Loma). ....	159
Tabla N° 12. Tabla de volumen de la plantación de pino ( <i>Pinus radiata</i> D. Don) en base a 1530 árboles comprendidos entre los rangos altitudinales de 3280 - 3580 m.s.n.m. (Galte Jatun Loma). ....	160
Tabla N° 13. Tabla de volumen de la plantación de pino ( <i>Pinus radiata</i> D. Don) en base a 1442 árboles comprendidos entre los rangos altitudinales de 3160 - 3520 m.s.n.m. (Chauzan San Alfonso). ....	161
Tabla N° 14. Tabla de volumen de la plantación de pino ( <i>Pinus radiata</i> D. Don) en base a 1442 árboles comprendidos entre los rangos altitudinales de 3160 - 3520 m.s.n.m. (Chauzan San Alfonso). ....	162
Tabla N° 15. Tabla de volumen de la plantación de pino ( <i>Pinus radiata</i> D. Don) en base a 1530 árboles comprendidos entre los rangos altitudinales de 3280- 3580 m.s.n.m. (Galte Jatun Loma). ....	163
Tabla N° 16. Tabla de volumen de la plantación de pino ( <i>Pinus radiata</i> D. Don) en base a 1530 árboles comprendidos entre los rangos altitudinales de 3280- 3580 m.s.n.m. (Galte Jatun Loma). ....	164
Tabla N° 17. Tabla de volumen de la plantación de pino ( <i>Pinus radiata</i> D. Don) en base a 1442 árboles comprendidos entre los rangos altitudinales de 3160- 3520 m.s.n.m. (Chauzan San Alfonso). ....	165

Tabla N° 18. Tabla de volumen de la plantación de pino ( <i>Pinus radiata</i> D. Don) en base a 1442 árboles comprendidos entre los rangos altitudinales de 3160- 3520 m.s.n.m. (Chauzan San Alfonso).....	166
--	-----

**LISTA DE ANEXO**

Anexo 1. Plantación Chauzan San Alfonso .....	174
Anexo 2. Plantación Galte Jatun Loma .....	174
Anexo 3. Georeferenciación: Chauzan .....	174
Anexo 4. Georeferenciación: Galte. ....	174
Anexo 5. Lotes de muestreo Chauzan .....	174
Anexo 6. Lotes de muestreo Galte .....	174
Anexo 7. Trozas Chauzan. ....	175
Anexo 8. Trozas Galte .....	175
Anexo 9. Medición de corteza: Chauzan .....	175
Anexo 10. Medición de corteza: Galte. ....	175
Anexo 11. Elaboración de Calicatas: Chauzan .....	175
Anexo 12. Elaboración de Calicatas: Galte .....	175
Anexo 13. Procesamiento de datos en programa Excel. ....	176
Anexo 14. Cálculo estadístico, Regresión. ....	176
Anexo 15. Clasificación textural. ....	177

# **I. ELABORACIÓN DE UNA TABLA DE VOLUMEN DE PINO (*Pinus radiata D. Don*) PARA EL SECTOR DE PALMIRA, CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO**

## **II. INTRODUCCIÓN**

El Ecuador es considerado un país con vocación forestal y sin embargo este sector aporta poco a la economía de la nación, bien tiene una balanza comercial negativa. En el año 2005 el sector de maderas y celulosa tuvo un índice de apertura superior a 1.1, el modelo de crecimiento del sector forestal con escasa inversión productiva ha puesto énfasis en la reducción de costos de materia prima trabajo y en la obtención de rentas extractivas, todo ello mantiene una elevada tasa de deforestación anual. (SANCHEZ, Y. 2012).

Existen alrededor de 7 millones de ha de bosques con potencial de manejo forestal menos del 10% reúnen condiciones económicas para ser sometidas a un manejo forestal sustentable. El área con potencial forestal es de 2'512.000 ha. Que representa un 9,28% de la superficie nacional. (SANCHEZ, Y. 2012).

El cálculo del volumen comercial de árboles en pie es un requisito básico de toda actividad forestal, la práctica requiere de un instrumento fácil, rápido y de exactitud suficiente para tal efecto, los parámetros a medir deben ser de fácil levantamiento como el diámetro a la altura del pecho (DAP) y la altura comercial. (SANCHEZ, Y. 2012).

El volumen es la variable que indica en unidades de metros cúbicos (m<sup>3</sup>) la cantidad de madera en un árbol. En un rodal puede considerarse como la suma de los volúmenes de madera en trozas. En consecuencia, una forma de acceder al conocimiento del volumen de madera de un rodal es a través del conocimiento del volumen de sus árboles individuales y una herramienta para determinar ese volumen son los modelos matemáticos de regresión por medio de las tablas de volumen, que se constituyen en una herramienta importante a la hora de cuantificar la producción y rendimiento de una superficie boscosa y/o rodal, en cuanto al volumen de madera existente para una o más especies, por lo tanto, es útil para valorar económicamente un área boscosa (VILLARROEL, L.1994).

La tabla de volumen es una presentación en forma tabular que muestra el volumen promedio de árboles en pie de distintas dimensiones, obtenido a partir de relaciones previamente establecidas, donde el diámetro, y la altura son la información utilizada para el cálculo. (DAUBER, E. 2001).

Hoy en día, las tablas de volumen han sido reemplazadas por las ecuaciones de volumen, es decir, por modelos matemáticos capaces de representar el volumen promedio de madera por árbol a partir de las variables independientes antes mencionadas.

Sin embargo, el término de “tabla de volumen” ha persistido como un término genérico para expresar una tabla derivada de una ecuación de volumen. Varios investigadores ajustaron y compararon diversas funciones matemáticas que expresan el volumen, para diferentes especies, sitios y régimen de manejo. En el caso de especies del género *Pinus* se tienen entre otros a Schneider (1984), quien calculó el volumen con corteza de *Pinus elliotii*; Machado *et al.* (2002), modeló el volumen de *Pinus oocarpa* en diferentes edades y régimen de raleo; y Santana y Encinas (2004), desarrollaron ecuaciones de volumen para *P. taeda*.

## A. JUSTIFICACIÓN

Uno de los aspectos importantes en el sector forestal, es desarrollar metodologías, instrumentos y herramientas que coadyuven al manejo y aprovechamiento sostenido de los recursos forestales. En este sentido, es imperativa la elaboración de tablas de volúmenes, que permitan evaluar el potencial productivo y hagan posible una mejor toma de decisiones en el manejo y aprovechamiento del bosque o plantación.

Este trabajo pretende aportar con una herramienta oportuna y necesaria, para registrar y cuantificar volúmenes de madera de rodales o bosques, que permita un aprovechamiento adecuado de la madera; para las empresas e instituciones dedicadas a este fin, esta investigación permitirá registrar y cuantificar el volumen de madera que produce las especies forestales como es el caso de *Pinus radiata*.

El Ministerio del Ambiente de Chimborazo (MAE-CH) vió la necesidad de elaborar una tabla de volumen, que será una herramienta que facilitará hacer el cálculo más real de

volumen de madera/ha en una plantación de pino en zonas de similares condiciones climáticas.

Por tanto, este documento pretende ser una guía práctica para realizar la medición y cuantificación de la madera en sus diversas formas.

## **B. OBJETIVOS**

### **1. General**

Elaborar una tabla de volumen de pino (*Pinus radiata* D. Don) para el sector de Palmira, cantón Guamote, provincia de Chimborazo.

### **2. Específicos**

- a. Determinar las condiciones climáticas, edáficas y topográficas en las plantaciones de Galte Jatun Loma y Chauzan San Alfonso.
- b. Elaborar la tabla de volumen de madera de pino para el sector.

## **C. HIPÓTESIS**

### **1. Nula**

La tabla de volumen de madera no permitirá proyectar a futuro la producción de madera en plantaciones forestales en el sector.

### **2. Alternante**

La tabla de volumen de madera permitirá proyectar a futuro la producción de madera en plantaciones forestales en el sector.

### **III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

#### **A. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE PINO**

##### **1. Pino radiata**

- Nombre científico o latino: *Pinus radiata*.
- Nombre común o vulgar: Pino de California, Pino de Monterrey, Pino insigne.
- Sinónimos: *Pinus insignis*.
- Familia: Pinaceae.

##### **a) Distribución geográfica**

Especie originaria de Monterrey, región ubicada dentro de las costas Californianas, en los Estados Unidos. Fuera de su distribución natural fueron plantados en Victoria (Canadá), Brasil, Uruguay, Argentina, Ecuador, Bolivia, Australia, Nueva Zelandia, Inglaterra y España. En Colombia se halla plantado en Ubaté (Cundinamarca) y en el embalse de Neusa.

##### **b) Descripción**

Árbol resinoso de hasta 30m de altura; tronco de 1 m de diámetro, contorto o recto; copa cónica amplia, tornándose redondeada o aplanada.

Corteza gris profundamente acanalada en V, regular, bases rojas, crestas irregularmente elongadas, las superficies aplanadas escamosas. Ramas péndulas o ascendentes; ramillas delgadas, pardo rojizas, a veces verdosas, grisáceas, rústicas. Yemas ovoides a ovoide cilíndricas, pardo rojizas, de aprox. 1,5 cm, resinosas. Hojas en un fascículo, abierto-ascendente, persistente 3-4 años, 8-20 cm por 1,3–2 mm, recto, ligeramente enroscado, amarillo verdoso fuerte, todas las superficies con líneas estomáticas, márgenes serrulados, ápice cónico-subulado; vainas 1-2 cm, bases persistentes. Conos masculinos

elipsoide cilíndricos, 10-15 mm, pardo-anaranjados. Conos femeninos que maduran al segundo año, a menudo serótinicos o de dispersión rápida de semillas.

Es una especie adecuada como cortaviento, muy sensible al frío y heladas, prefiere climas suaves litorales con abundante humedad atmosférica, resiste bien el viento, suelos arenosos, ácidos y profundos, Muy atacado por la plaga Procesionaria del pino, se multiplica por semillas.

#### **c) Características externas de la madera**

Albura de color blanco, con transición gradual a duramen de color amarillo pálido, aumentando su intensidad a marrón muy pálido. Olor característico a madera resinosa, fragante cuando está fresca. Sabor ausente o no distintivo. Brillo mediano. Grano recto. Textura fina. Veteado suave con líneas longitudinales oscuras.

#### **d) Usos**

Medicina: en medicina popular se emplean las yemas, los brotes tiernos y, en menor medida, la corteza. Se usa en forma interna en trastornos respiratorios (catarros, sinusitis, bronquitis, etc.) e infecciones urinarias; externamente, en neuralgias y reumatismo; es frecuente el uso de inhalaciones (“vahos”) de vapores de hojas y brotes de pino en casos de tos y obstrucción nasal.

Madera: fábrica de cajas, entibación de minas, pasta para papel. En algunos lugares se utiliza en construcción, carpintería, contrachapeado, papel de embalar y de periódicos. ([www.unalmed.edu.co/~lpforest/PDF/Pino%20radiata.pdf](http://www.unalmed.edu.co/~lpforest/PDF/Pino%20radiata.pdf), (Consultado marzo 2014).

#### **e) Relación plantaciones forestales – suelo**

Los distintos estudios existentes han demostrado un desarrollo heterogéneo de *Pinus radiata*, indicando diferencias pronunciadas de la calidad de sitio (ANONIMO, 1963; INSTITUTO FORESTAL, 1966 y 1969; SCHMALTZ, 1973; VALENZUELA, 1964).

Cuando la finalidad de una plantación es la producción maderera, se requiere establecerla en aquellos sitios que se aproximen a las condiciones óptimas para el desarrollo de la especie. En el caso de que la finalidad no sea la producción maderera sino que otra, como por ejemplo la protección del suelo, deberán considerarse las condiciones de sitio mínimas requeridas por la especie. Es por esto que antes de establecer una plantación deben determinarse los requerimientos de la especie respecto al sitio, incluyendo al suelo.

Requerimientos de *Pinus radiata* Sobre los requerimientos de suelo del pino, existen actualmente suficientes antecedentes, que si bien no permiten una precisión, pueden orientar la planificación de las forestaciones evitándose de este modo pérdidas cuantiosas.

Según la literatura existente, *Pinus radiata* es una especie tolerante en cuanto al material de origen, pero necesita de suelos de mediana a gran profundidad para un buen desarrollo (ANONIMO, 1963; LINDSAY, 1932; ROY, 1966; SCHLATTER, 1974). El crecimiento óptimo se presenta principalmente en suelos de una textura franco arenosa a franco limosa de una profundidad de 1.0-1.3 m o más. Se ve significativamente restringido, en aquellos suelos con menos de 60-70 cm de profundidad, sea por causa de material compacto subyacente o por presencia de napa freática. Junto a esto el pino tendrá un mal crecimiento en suelos muy pedregosos, o de mal drenaje, y/ o muy arcillosos sin adecuada aireación. En este último caso se estima que más de 50% de arcilla en el suelo superior, con más de 70% en horizontes inferiores, o aún porcentajes menores de esta fracción, puede causar pérdidas significativas en suelos que presentan estructura y densidad desfavorable. Igualmente aquellos pantanosos o continuamente inundables no son sitios apropiados para esta especie.

Las características químicas de un suelo también deben considerarse. Suelos salinos, turbosos, muy ácidos, fuertemente podsolizados o muy pobres en reservas nutritivas, causarán pérdidas o bien restricciones del crecimiento de los árboles (SCHLATTER, 1974). Un ejemplo para la región de Chile Centro es la deficiencia del elemento boro (TOLLENAAR, 1969), que probablemente derive de la composición química del material formador del suelo (SCHEFFER et al., 1970). En suelos arenosos la falta de sustancia fina en el suelo, es decir minerales de arcilla o sustancias húmicas limitará la cantidad de elementos nutritivos disponibles y la capacidad de retención de agua, que en

los meses secos de verano puede originar una restricción del crecimiento. Este es el caso de los arenales en la zona del río Laja, donde las plantaciones de pino presentan un menor crecimiento promedio (GARCIA, 1970).

Aun así, en estos suelos y en dunas, donde las precipitaciones lo permiten, el pino ha podido sobrevivir y desarrollarse (KING et al., 1969). Junto con las características del suelo, debe considerarse el efecto que pudo haber tenido el uso anterior del suelo, ya que puede ser que en el caso de usos inadecuados anteriores, ciertos terrenos ya no cumplan con los requisitos de la especie.

## **B. ÍNDICE DE SITIO**

El índice de sitio se considera como la capacidad de producir de un bosque u otro tipo de vegetación, como producto de la interacción de los factores edáficos, bióticos y climáticos (JADAN, S. 1972).

El índice de sitio indica la capacidad de producción de un área forestal para una especie o combinación de especies y está determinada por la acción e interacción de los factores climatológicos, edáficos topográficos y bióticos.

La primera fase de un estudio de crecimiento y rendimiento es la elaboración de un sistema para la clasificación de la productividad de los sitios forestales los cuales constituyen el conjunto de factores edáficos y bióticos que determinan la permanencia y la productividad de biomasa de determinada comunidad forestal, sea esta natural o creada por el hombre (ÁLVAREZ Y VARONA, 1988).

La productividad es un concepto biológico y no puede expresarse matemáticamente. Por ello, se ha optado por representar la calidad de sitio a través de un índice denominado índice de sitio e índice de productividad, ambos muy populares porque son una expresión cuantitativa de la calidad de sitio (PRODAN ET AL., 1997).

### **1. Factores fundamentales que determinan el crecimiento**

- a. Factores climáticos: La temperatura del aire, la humedad, la energía radiante, precipitación, viento, etc.

- b. Factores Edáficos: la profundidad efectiva, las propiedades físico químicas, la humedad el PH, los microorganismos etc.
- c. Factores topográficos: pendiente y forma de relieve altitud y exposición.
- d. Factores de competencia: Otros árboles, vegetación menor, animales etc.

Los factores anteriores pueden ser descritos en términos de ciertas características numéricas específicas. Por ejemplo oferta de agua disponible bajo el suelo, profundidad efectiva de la raíz, acumulación de humus en el horizonte A, nivel del fosforo disponible en el suelo y así sucesivamente para cada factor, en realidad todos los factores intervienen por si solos en una gran interacción dando como resultado un crecimiento potencial específico (LAVERY, 1986).

Si se intenta hacer la descripción de un área a través de un muestreo, se observara que probablemente no exista ningún punto igual a otro. La naturaleza se constituye a partir de cambios a veces graduales o a veces abruptos pero que con el correr del tiempo y los procesos de dinámica ambiental se suavizan espacialmente.

El patrón de variación espacial puede ser modelado como una gran tendencia de variaciones direccionales graduales y pequeñas perturbaciones de orden local, más bien aleatorias, las grandes tendencias surgen como respuesta al conjunto de interacciones más relevantes para explicar el fenómeno, en cambio los ruidos locales, obedecen a la presencia de otros factores, que se apartan de la gran tendencia y que gravitan en la respuesta específica en ese punto.

En general los factores de sitio pueden tener una variación espacial con un patrón característico que hace que existan interdependencias entre ellos, Cuando existen discontinuidades espaciales en uno o en varios de los factores de sitio , la dinámica natural se encarga de suavizar esos espacios creando zonas de transición entre un sitio y otro. (CORLOVAN, P., GOUET, R. Y REYES, C. 1998).

## **2. Métodos para la obtención del índice de sitio**

La construcción de modelos de curvas de índices de sitio puede obtenerse de forma gráfica o mediante un análisis de regresión (ALDER, 1980).

Dentro de los Métodos de Regresión Estadísticos se encuentran:

- a. Método de la curva guía.
- b. Método de la regresión anidada.
- c. Método de la ecuación de diferencia.
- d. Métodos de construcción de curvas polimórficas.

Desde el punto de vista de la modelación matemática forestal se distinguen dos tipos de familias de curvas de índices de sitios, las anamórficas (de formas iguales o análogas, también isomórficas o proporcionales) y las polimórficas. Las anamórficas se construyen suponiendo que la relación altura-edad para los diferentes sitios tienen una tendencia constante, lo que se expresa también en una proporcionalidad constante. Vale decir que, la altura de un rodal en una cierta clase de sitio sería una proporción constante de la altura correspondiente a otra clase de sitio o independientemente de la edad. Las polimórficas por su parte, parten de que no existe tal proporcionalidad y que la forma de las curvas depende de las particulares relaciones altura-edad observada en las diferentes clases de sitio (PRODAN *ET AL.*, 1997).

Los indicadores de sitio son: Altura dominante y edad de la curva convencional de índice de sitio en rodales uniformes.

Factores ambientales como: altitud, tipo de suelo, precipitaciones o indicadores ambientales y directos como indicadores de especie o agrupamiento geográfico.

Una primera división que podría realizarse entre métodos de evaluación de la calidad de sitio es entre métodos de evaluación directos e indirectos.

### **3. Métodos de evaluación directos**

Los criterios de evaluación directos encontrados en la literatura y específicamente por Prodan *et al.*, (1997) quienes hacen un resumen detallado del tema se encuentran:

- a. Determinación de volumen o altura del rodal. Es difícil de interpretar, salvo que el rodal se encuentre cercano a una edad clave o de rotación usada como comparación.

Registro histórico de desarrollo y rendimiento. Cada vez es más frecuente que las empresas conserven toda la información de inventarios sucesivos y también de las cosechas de los rodales. Estos datos están desprovistos de todo supuesto y su error es reducido

Interpretación, basada en la medición de longitudes internodales de un cierto número de años de crecimiento después de que el árbol haya alcanzado 1.30 m. Algunos autores recomiendan alturas mayores que 2m y 3 m.

Análisis fitosociológico y/o fisionómico de la vegetación presente en el área. Coincidiendo con estos criterios se encuentran Ortega y Montero (1988) quienes agregan que la capacidad productiva de un sitio poblado por una especie maderable dada y tratada a un turno conocido podría ser determinada directamente a través de mediciones repetidas a lo largo de todo el ciclo productivo fijado, contabilizando el volumen existente y los extraídos en las intervenciones silvícolas, así como la mortalidad natural que se produzca.

Es evidente que el procedimiento anterior es lento y costoso por lo que en la práctica no es utilizado.

#### **4. Métodos de evaluación indirectos**

Estos métodos conducen a la obtención de índices de sitios o productividad a través de análisis de regresión en tres formas diferentes. (PRODAN et al., 1997).

- a. Medición de uno o más factores del medio que se consideren íntimamente relacionados con el crecimiento de los árboles.
- b. Determinación de características propias de los árboles o de los rodales considerados sensibles a la calidad de sitio.
- c. Una combinación de las anteriores.

Por su parte Ortega y Montero (1988) explican más detalladamente estos tipos de métodos debido a la inoperatividad de los métodos directos, sobre todo en especies de turnos medios y largos, clasificándolos en función de la naturaleza de los estimadores indirectos en:

**a) Métodos basados en factores extrínsecos**

Los estimadores indirectos utilizados se corresponden con factores ecológicos abióticos (climáticos, edáficos, fisiográficos) o se basan en la vegetación existente en el lugar.

**b) Métodos basados en factores intrínsecos o Métodos dendrométricos**

Son aquellos que se basan en la medición de una serie de parámetros dendrométricos característicos de la masa forestal presente.

Cuando se utilizan los factores intrínsecos, la evaluación de la calidad de sitio se realiza normalmente a través del valor que adquiere un índice, que es el valor que toma el atributo o parámetro medido a una determinada edad de la masa, denominada edad típica. Los parámetros que se pueden utilizar para la evaluación dendrométrica son la altura, el área basimétrica o el índice de área foliar.

En este método, el empleo de la edad del arbolado y la altura es muy utilizado, sin embargo, a menudo se da las debilidades de la altura, consistentes en su poco valor biológico y principalmente a su sensibilidad a las intervenciones silviculturales como es el caso del raleo, el cual influye en el cambio de la densidad del rodal, actualmente lo que más se utiliza es la altura dominante, producto a que esta es casi insensible a diferencia de la densidad de los rodales. (ALDER, 1980).

Como se ha indicado, estos métodos requieren la medición de una serie de parámetros sobre la masa principal establecida que reflejen la incidencia de los factores ecológicos, por lo que no permiten su utilización en aquellas localidades en las que falta la masa forestal o esta se encuentre muy deteriorada.

**5. Tipos de parcelas a emplear para la obtención de los datos**

El desarrollo de una masa se puede considerar como una sucesión de períodos de crecimiento natural separados por intermitentes modificaciones de densidad y estructura de la misma debida fundamentalmente a las claras. En consecuencia será necesario disponer de dos tipos distintos de datos empíricos para el desarrollo de un modelo: los

que describen los cambios en las principales variables de la masa durante los períodos de claras y por otro, las modificaciones de esas variables respecto a las claras.

Esta información se consigue a partir de parcelas de ensayo cuyas características varían según el objetivo de la investigación. Se pueden diferenciar tres tipos de parcelas: las parcelas permanentes, temporales y las de inventario.

Las primeras se mantienen durante largos intervalos de tiempo durante las cuales se realizan mediciones periódicas, hasta el momento la información derivada representa la base más importante para obtener resultados, sobre el crecimiento y la producción de las masas forestales.

Las parcelas temporales se miden una única vez y reducen el tiempo empleado en la toma de datos aunque a costa de limitar la información obtenida.

Las parcelas de inventario se miden dos veces con una etapa de crecimiento entre ambas mediciones y tratan de anular las ventajas de otro tipo de parcelas evitando sus inconvenientes. El empleo de unas u otras depende de la finalidad de la investigación. (GADOW *ET AL.* Y HUFE, 2001).

## **6. La altura dominante, índice dendrométrico de productividad**

La altura de un rodal uniforme a una edad dada, es un buen indicador del potencial productivo de ese tipo de bosque en ese sitio particular. Por eso, la construcción de curvas altura/edad para diferentes clases de sitio, es el primer paso en la construcción de modelos de crecimiento y rendimiento (ALDER, 1980).

Según Halaj (1978), la altura es la magnitud que más se utiliza para referirse a la calidad del sitio en bosques homogéneos, según las siguientes razones:

- a. El crecimiento en la altura del rodal es prácticamente independiente del tipo de intervención a que sea sometida. Se puede decir que las diferencias de alturas son insignificantes para iguales edad y sitio, para rodales sometidos a distintas intervenciones de aclareo, a menos que sean extremadamente fuertes. Aún en los casos que esto sea un punto en discusión, puede asegurarse que es la magnitud que menos resulta influida por las intervenciones.

- b. La altura del rodal se relaciona muy estrechamente con la calidad de los sitios. Las curvas de crecimiento en altura de los rodales para los mejores (o peores) sitios, son sistemas de coordenadas con la edad, en los que la altura para determinada edad será la más alta o la más baja.
- c. La altura del rodal depende sólo de forma insignificante del estado de espesura, en comparación con otras magnitudes del rodal como el diámetro medio, el volumen y área basal por hectárea.
- d. La estrecha correlación de dependencia entre la altura y la producción total en volumen hacen de la altura el indicador más exacto de la calidad del sitio. Esta correlación es tan significativa que mediante la altura se puede hacer el cálculo indirecto de la producción en volumen, lo que no es posible con otros indicadores.
- e. La altura del rodal es una magnitud que se puede medir fácilmente.

Todos esos beneficios trae acarreado a la altura como indicador del índice de sitio, sin embargo, la altura promedio de un rodal es usualmente sensitiva no solo a la edad y a la clase de sitio, sino también a la densidad del rodal, por consiguiente, se usa normalmente la altura dominante en la definición de la altura del rodal.

La altura del rodal es un caso insensible a las diferencias de densidad de los rodales (ALDER, 1980).

La altura dominante llamada también altura tope puede definirse de varias maneras, pero la definición más ampliamente aceptada, es la de altura promedio de los 100 árboles más gruesos en una hectárea (HALMINTONT, 1975; ALDER, 1980; PARDE Y BOUCHON, 1988).

La altura dominante fue usada por primera vez como magnitud de la calidad de sitio por Baur (1879), con vistas a la construcción de tablas de producción, es desde ese entonces que se usa como un requisito indispensable en la modelación del crecimiento y rendimiento.

Algunos autores como (Alder, 1980) han reportado que bajo algunas circunstancias en bosques uniformes de los trópicos la altura dominante deja de ser un buen indicador de

la clase de sitio, esto ocurre en rodales jóvenes de especies de muy rápido crecimiento, y también con cierta especie que varía notablemente en su crecimiento de altura.

Por su parte Prodan *et al.*, (1997) da como una de las desventajas del uso de la altura dominante, la existencia de desarrollos en área basal muy diferentes para iguales índices de sitio, por ello, ha recomendado frente a esto, conveniente zonificar primeramente por algún índice de productividad de área basal y, dentro de cada zona, utilizar el índice de sitio como indicador fino de productividad.

En rodales multietáneos, el concepto tradicional de índice de sitio no es aplicable, ya que la relación altura-edad no es estrecha.

### **C. MEDICIÓN Y CUBICACIÓN DE LA MADERA**

Medir correctamente la madera es fundamental en todo proceso de elaboración y de comercialización, un técnico maderero calificado debe dominar estos conceptos, ya que los encontrará en todas las etapas productivas, desde la recepción de las materias primas hasta el despacho del producto terminado, pasando por todos los procesos intermedios de elaboración.

En las empresas, la medición y cubicación de madera se la realiza para: verificar el volumen recibido e indicado en la factura o guía de despacho, programar la producción, medir la producción (ya sea de una máquina o de una línea de producción), elaborar un producto, controlar la calidad, despachar productos, entre otros. (PINEDA, 1994).

#### **1. Definición de cubicación de madera**

La cubicación de madera en rollo o transportada no es más que la medición de la misma, dentro de los lugares de procesamiento, en vehículos de transporte, o en lugares de venta por parte de personas relacionadas con actividades forestales, se determinan varios métodos para la cubicación de madera en sus distintas presentaciones (madera en rollo, madera procesada, leña, etc.), de una forma sencilla y rápida para aquellos casos en los cuales se necesita obtener una aproximación del lote de madera que se está midiendo.

Los procedimientos que se sugieren, se basan en criterios técnicos sencillos, sin discriminar la especie de la cual procede la madera. Además se ha incorporado información base sobre unidades de medida como de factores de conversión para realizar los cálculos necesarios para estimar el volumen de la madera.

El propósito de la estandarización de unidades de medida y cálculo de volúmenes de madera está relacionado al adecuado uso y manejo de las guías de transporte de madera en rollo y específicamente en el detalle del inventario físico de la madera transportada. (PINEDA, 1994).

## 2. Formas de medir el volumen

### a) **Madera en trozas:**

Es cuando el árbol ya ha sido tumbado y se encuentra en forma rolliza. Para esto puedes utilizar dos formas:

**Fórmula de Smalian:** Es una fórmula elaborada por el señor Smalian y utiliza los centímetros y el metro, por lo tanto el resultado será en m<sup>3</sup>.

Según Muñoz. (1999); Bermúdez y Tapia (2004); la cubicación de los árboles apeados de diferente longitud se recomienda hacerla con la fórmula de Smalian con una confiabilidad del 95% para una población infinita.

- 1) Medición del volumen: para medir el volumen se usa la siguiente fórmula:

$$V = \frac{3,1416(Dx)^2 * L}{4}$$

Donde:

V = Volumen en m<sup>3</sup>.

L = Largo de la troza en metros.

Dx = Diámetro promedio de la troza en metros.

Primero calculando los diámetros en cada lado (d1 y d2) luego se calcula el diámetro promedio de la troza con la siguiente fórmula:

$$Dx = \frac{(d_1 + d_2)}{2}$$

Donde:

$d_1$  = Diámetro mayor de la troza.

$d_2$  = Diámetro menor de la troza.

- 2) Medición de diámetros (mayor y menor) y longitud de la troza: los diámetros de la troza. (mayor y menor) deben ser medidos en centímetros y sin corteza (se resta al diámetro total el espesor de la corteza).

**Fórmula de Huber:** la fórmula de Huber es la más sencilla y rápida. Los errores serán más grandes cuando haya más diferencia entre la forma geométrica de la troza y la fórmula aplicada, lo que sucede generalmente, al aumentar el largo de la troza.

$$V = L * A'$$

En la que:

V= volumen de la troza.

L = largo de la troza.

A'= área en la mitad del largo de la troza.

**Fórmula de Newton:** Esta es la fórmula del neiloide truncado. Sobre estas fórmulas se puede decir que dan un resultado muy aproximado del volumen real de la troza. Son fáciles de calcular y requieren pocas mediciones.

$$V = L \frac{A_1 + 4A^1 + A_2}{6}$$

Según DONALD y SCHUMACHER (1965), para la cubicación existen dos fórmulas con mayor precisión, la de Smalian y Huber. La fórmula de Smalian expresa el volumen de ese sólido en relación con su longitud y con las superficies de sus dos extremos, y es la siguiente.

$$V = \frac{A+a}{2} L$$

En donde:

V= volumen.

A= superficie del extremo mayor.

a = superficie del extremo menor.

L= longitud.

2 = divisor de la suma de superficies.

**Fórmula de Doyle:** esta tabla de cubicación es la más usada y fue confeccionada por el Señor Doyle, utiliza el sistema métrico ingles con las unidades en pie y pulgadas, por lo tanto el resultado de esta fórmula es en pies tablares. La fórmula es la siguiente:

$$V = \frac{(\mathbf{D\ menor} - 4)^2 * L}{16}$$

Donde:

V = Volumen en pies tablares.

D menor = Diámetro menor en pulgadas.

L = Largo de la troza en pies.

- 1) La medición del diámetro menor de la troza debe de tener el descuento respectivo del espesor de la corteza.
- 2) La medición del largo de la troza deberá de tener el descuento por despunte respectivo.

**b) Madera aserrada:**

Para calcular el volumen de madera cuando esta tumbada y aserrada se utiliza el siguiente procedimiento:

$$\mathbf{1\ pt} = \frac{\mathbf{e * a'' * L'}}{12}$$

Donde:

e'' = espesor de la madera en pulgadas.

a'' = ancho de la madera en pulgadas.

L' = largo de la madera en pies.

Redondeo de pies y pulgadas:

El redondeo de pies y pulgadas siempre se realiza aproximando al valor menor:

13.1'' es igual a 13''                      10.5' es igual a 10'

13.9'' es igual a 13''                      10.9' es igual a 10'

- a. **Árbol en pie:** Este caso se da cuando el árbol aún se encuentra en pie. Entonces se utiliza la siguiente fórmula:

$$V = \frac{3,1416 * (DAP)^2 * h * f}{4}$$

Donde:

V = Volumen de la madera en metros cúbicos.

Dap = Diámetro del árbol a la altura del pecho en metros.

Hc = Altura comercial del árbol en metros.

f = Factor de forma = 0.75 (MELÉNDEZ, G. 2009.).

### 3. Volumen de Corteza

Según BURNEO (1975) la determinación del volumen de corteza es importante, cuando ésta tiene algún valor comercial, o también cuando se necesita saber el volumen neto del tronco sin corteza. La relación del diámetro con corteza (D) y el diámetro sin corteza (d), es lineal; esta relación sirve para estimar el porcentaje del volumen de corteza.

Se expresa por la siguiente fórmula:  $d = K * D$ .

En donde:

$K$  = coeficiente de regresión.

$d$  = diámetro sin corteza.

$D$  = diámetro con corteza.

El valor de  $K$  para varios árboles agrupados se calcula con la siguiente fórmula.

$$K = \frac{Sd}{SD} = \frac{SD - S2Gc}{SD}$$

En donde:

$Sd$  = suma de todos los diámetros sin corteza.

$SD$  = suma de todos los diámetros con corteza.

$S2Gc$  = suma total del doble de cada grosor de corteza.

Los volúmenes del tronco sin corteza y con corteza se los calcula con la fórmula de Smalian, para luego calcular el volumen de corteza ( $V_c$ ) en forma directa de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$V_c = VF - V_mF$$

En donde:

$V_c$  = volumen de corteza.

$VF$  = volumen del tronco con corteza.

$V_mF$  = volumen del tronco sin corteza.

El volumen de corteza en porcentaje se calcula con la fórmula:

$$V_c VF (1 - K^2)$$

Para abreviar el tiempo que se requiere para calcular directamente el volumen de corteza con las fórmulas anteriores, éste se puede estimar con la fórmula siguiente:

$$V_c = VF (1 - K^2)$$

El volumen de corteza en porcentaje está dado por la siguiente fórmula:

$$V_c(\%) = VF (1 - K^2) * 100.$$

En donde:

$V_c(\%)$ = volumen de corteza en porcentaje.

$K$ = coeficiente o constante según el DAP y la especie.

$VF$ = volumen de madera y corteza.

#### **4. Conceptos Generales**

##### **a) Diámetro**

El diámetro del árbol se mide a 1.30 m sobre el nivel del suelo, a este se le conoce como Diámetro a la Altura del Pecho (DAP). Para la obtención de esta medida se utiliza la forcípula o la cinta diamétrica. La forcípula es más cómoda para medir los árboles. La cinta diamétrica, comparada con la forcípula proporciona una lectura más exacta. En muchos casos se utiliza la cinta métrica para medir los DAP, en este caso medimos la circunferencia del árbol, para obtener el diámetro dividimos el resultado entre 3,1416. (INAB, 1999).

##### **b) Altura**

La altura de un árbol se define como la distancia del suelo a la punta o ápice del Árbol, a lo largo del fuste se mide en metro, los instrumentos utilizados para medir las alturas en los árboles son: Hipsómetros, Silva, Blumeleiss, Haga etc. ([www.fao.org/forestry/foris](http://www.fao.org/forestry/foris)).

La altura se puede expresar como altura total, común en los pinares, o altura comercial común en latifoliada.

## 1) **Altura total**

La altura total del árbol es la distancia medida a partir de la base del árbol a la punta o ápice del árbol, en metros.

## 2) **Altura comercial**

La altura comercial, se toma del DAP hasta donde inicia la ramificación principal de los árboles, esta situación es más común en latifoliada.

El volumen del fuste comercial de un árbol está determinado por sus dimensiones (DAP y altura comercial) y, además, por su forma individual, si el fuste tuviera la forma de un cilindro su volumen comercial correspondería simplemente al producto del área basal (a la 17 altura del pecho) y la altura comercial; Como normalmente los fustes tienen cierta conicidad, difiriendo más o menos de la forma del cilindro, es necesario considerar la forma como un tercer parámetro de estimación.

Para definir la forma del fuste comercial normalmente se refiere al factor de forma, o sea, al cociente del volumen real y el volumen del cilindro de referencia (producto del área basal y la altura comercial). ([www.seeforestales.org](http://www.seeforestales.org)).

El factor individual de forma varía con las dimensiones del fuste, con la especie y también difiere de árbol a árbol, para contrarrestar esta variabilidad hay que basarse en un número suficiente de árboles por especie de interés para poder calcular promedios del factor de forma estadísticamente confiables; una vez realizados los cálculos hay que analizar una posible agrupación de especies para reducir el número de factores a aplicarse en la práctica.

La misma base de datos utilizada para el cálculo de factores de forma también puede ser utilizada para la elaboración de tablas volumétricas. Estas normalmente se basan en funciones volumétricas con una variable dependiente (volumen comercial) y dos variables independientes (DAP y altura comercial).

Anteriormente se había dicho que la forma del fuste comercial varía con las dimensiones del mismo, con la especie y también difiere de árbol a árbol. La variación que se debe a las dimensiones del fuste en el caso de tablas volumétricas está explicada

por las variables independientes (DAP y altura comercial) y sólo la variación de árbol a árbol queda como varianza residual, las funciones volumétricas deben ser derivadas para cada especie en forma individual y la posible agrupación de especies debe ser analizada en un paso posterior del estudio.

Basándose en las funciones volumétricas anteriormente mencionadas se puede calcular las correspondientes tablas volumétricas de dos entradas. Estas tablas también se llaman tablas estándar o tablas generales por su aplicación general; si se necesita un instrumento muy sencillo para calcular el volumen de cierto bosque puede basarse en funciones de solamente una entrada (normalmente el DAP). Las tablas así calculadas se llaman tarifas o tablas locales y son como dice su nombre de aplicación netamente local. (ALDANA ET AL, 1994).

## **D. HERRAMIENTAS DE MEDICIÓN FORESTAL**

### **1. Brújula**

La brújula es un instrumento de precisión que sirve para indicar la orientación o rumbo desde un objeto (el usuario) a otro objeto o para trazar un rumbo determinado según las indicaciones de un mapa. La brújula tiene las siguientes características:

- El plato magnético graduado en 360 grados que se orienta hacia el Norte magnético. El punto 0/360 sobre este plato siempre señala el norte magnético.
- Un cuerpo con la cápsula transparente que contiene el plato y una apertura pequeña para la mira.

#### **a) Declinación**

Existen dos polos norte en la tierra: el Polo Norte geográfico (verdadero norte) y el punto de convergencia de las líneas de fuerza magnética (norte magnético). La flecha marcada en el Norte del plato de la brújula siempre indica el norte magnético. El ángulo entre el norte magnético y el verdadero norte se llama la declinación magnética y ésta varía de acuerdo a la posición del usuario sobre la superficie del globo.

Dado que usualmente los mapas y los planos se basan en el norte verdadero, es necesario ajustar el ángulo de declinación en todas las brújulas de manera que éstas indiquen los rumbos en relación al verdadero norte.

Con ciertas brújulas, no se puede realizar la corrección, entonces se debe ajustar el ángulo en gabinete cuando se busca en el mapa antes de salir al campo. ([www.secforestales.org](http://www.secforestales.org)).

## b) **Grados y cuadrantes**

La orientación o rumbo se mide en grados que también se conoce como el acimut o en cuadrantes. El acimut es el ángulo medido desde el norte verdadero en el sentido de un reloj en la esfera de 360°. Por consiguiente el Norte se ubica a 0° o a los 360°, el Este a los 90°, el Sur a los 180° y el Oeste a los 270° (siempre considerando la declinación).

## 2. **Sistema de Posicionamiento Global (GPS)**

El GPS es un equipo de navegación satelital de uso reciente en trabajos forestales. Será utilizado para la fijación de los puntos de partida de línea base y transectas además de ser muy útil para la navegación terrestre.

El GPS es un pequeño aparato receptor que capta la señal de hasta un máximo de 12 satélites. Comparando el momento en que recibe una señal con el momento en que se emitió puede determinar a qué distancia se encuentra del satélite. Si recibe señal de tres satélites, mediante un cálculo de triangulación, puede determinar las coordenadas sobre la superficie (longitud y latitud o UTM) del punto. Si recibe señal de cuatro satélites puede calcular, además, la altitud.

## 3. **Clinómetro**

El clinómetro es un instrumento que se ha diseñado para medir ángulos verticales por debajo o por encima del plano horizontal. Los ángulos sobre el plano horizontal (0°) son positivos (+) mientras que los ángulos medidos por debajo del plano horizontal son negativos (-). El clinómetro se puede usar para medir el ángulo de pendiente del terreno

que a su vez se aplica al cálculo de la distancia horizontal. También se utiliza para determinar el ángulo total entre la parte superior y la parte inferior de un objeto y con éste se calcula la altura del mismo.

El Clinómetro Suunto es probablemente, debido a su simplicidad y precisión, el que se usa con más frecuencia en el campo forestal. El Suunto utiliza una rueda graduada que, al inclinar el instrumento para observar el objeto, mide el ángulo entre el objeto y el plano horizontal. La escala giratoria se ilumina por medio de una ventanilla y la escala se mira a través de una apertura en un extremo del instrumento.

La rueda graduada posee dos escalas diferentes para medir ángulos. La escala del lado izquierdo de la rueda mide los ángulos en grados: de 0 a +90 y de 0 a -90 y cada graduación en la escala equivale a un grado. La escala del lado derecho mide los ángulos en porcentajes de 0 a +150% y de 0 a -150%.

Para medir un ángulo, alce verticalmente el clinómetro sujetándolo por el lado opuesto a la ventanilla y, manteniendo los dos ojos abiertos, coloque la apertura de mira a su ojo de observación. Luego incline su cabeza junto con el clinómetro hasta que la raya de la mira esté alineada con el objeto y finalmente registre el ángulo indicado por la raya en la escala apropiada.

Aunque la brújula y el clinómetro están hechos para soportar las condiciones normales del trabajo de campo, siempre deben evitarse temperaturas extremas y golpes fuertes para asegurar el funcionamiento correcto de la rueda giratoria. Se debe cuidar que las dos ventanillas estén limpias para tener una buena lectura.

#### **4. Cinta diamétrica**

La cinta diamétrica está diseñada para medir el diámetro del fuste de los árboles en forma directa. La escala métrica de la cinta convierte directamente la circunferencia del fuste al diámetro del mismo, medido en centímetros y milímetros. Normalmente estas cintas están protegidas por un estuche dentro del cual se puede enrollar por medio de una manija adjunta al estuche. La cinta está provista de un gancho que permite enganchar la cinta al tronco, especialmente cuando se trata de medir árboles con

mayores diámetros. En el lado reverso de la cinta se encuentra una escala métrica lineal estándar. Estas cintas pueden ser de metal o de tela reforzada.

Cuando se mide el diámetro de un árbol es importante asegurar que la cinta esté bien nivelada y ajustada alrededor del fuste. Se lee el diámetro en centímetros al décimo más próximo al punto donde la cinta vuelve a cruzar la marca del cero. Al volver a enrollar la cinta se debe tener cuidado de reintroducirla en el estuche guiándola con el dedo pulgar y el dedo índice evitando los retorcimientos que, en el caso de las cintas de metal, tienden a quebrarla. Mantenga la cinta limpia y seca y, si es de metal, debe aplicarle lubricante de vez en cuando. (ALCIDES, D. 1991).

## **5. Forcípula**

La forcípula tiene una barra con dos puntas que se abren para medir los diámetros. La misma está dividida en centímetros y milímetros. Es importante para mejorar la precisión la toma de 2 mediciones en forma perpendicular una de otra para luego computar y registrar el promedio de ambas.

## **6. Cintas de distancia**

Existen varios tipos de cintas diseñadas para medir distancias lineales en metros y los estilos varían según los requerimientos del usuario. Para este tipo de inventario, se utilizará la cinta de nylon.

La cinta de nylon es la más recomendada para medir distancias continuas y largas tal como son las líneas base y las transectas de inventario.

Dado que la cinta de nylon se caracteriza por su resistencia y durabilidad y además no tiende a estirarse, se presta idealmente al trabajo diario de campo dónde es arrastrada a través del monte.

## 7. Hipsómetro

Es el nombre de un instrumento de medida utilizado para calcular la altitud sobre el nivel del mar de un lugar, con base en el punto de ebullición del agua.

El hipsómetro utiliza la dependencia existente entre el punto de ebullición de los líquidos y la presión atmosférica. A medida que aumenta la altitud, disminuye la temperatura necesaria para que el agua alcance el punto de ebullición. ([www.adimau.com.uy/articulos/04ESTANDARIZACION\\_DE\\_UNIDADES\\_DE\\_MEDIDA.pdf](http://www.adimau.com.uy/articulos/04ESTANDARIZACION_DE_UNIDADES_DE_MEDIDA.pdf), Consultado diciembre, 2014).

## E. MEDICIONES DEL DIÁMETRO

### 1. Mediciones del diámetro a la altura del pecho (DAP) en diferentes tipos de terrenos

#### a) En terreno llano

- En un lado del eje principal presenta una escala graduada en centímetros de diámetro.
- En el otro lado, presenta clases de diámetros (forcípula compensada). Este lado se utiliza sobre todo en selvicultura para realizar inventarios. Se utilizará el lado en cm.

#### b) Terreno inclinado

##### 1) Árbol horquillado

Árbol con división del fuste .Existen varios casos, dependiendo del punto en que la horquilla divide el tronco. Si la horquilla (punto en que se divide el duramen) comienza por debajo de 1,3 m. de altura teniendo cada tronco el diámetro requerido ( $\geq 10$  cm. DAP) será considerado como un árbol y se medirá.

La medición del diámetro de cada tronco se tomará a 1,3 m. de altura. Si la horquilla comienza entre 30 cm. y 1,3 m., se considerará cada tronco como un árbol independiente y se medirán en consecuencia.

La medición del diámetro se tomará a 1 metro por encima del origen de la horquilla. Si la horquilla comienza a 1,3 m. o un poco más arriba, el árbol se contará como uno solo.

La medición del diámetro se realiza por tanto por debajo del punto de intersección de la horquilla, justo debajo de la protuberancia que podría influir en el DAP. (SANCHEZ, Y. 2012).

## **2. Mediciones del diámetro a la altura del pecho (DAP) según las características del árbol**

### **a) Posición para la medición del DAP de un árbol con contrafuertes**

Árboles con raíces aéreas: la medición del diámetro se realiza a 1,3 m. a partir del límite entre el tronco y las raíces.

### **b) Posición para la medición del DAP de un árbol con raíces aéreas**

Árboles con tronco irregular situados a 1,3 m.: los árboles con protuberancias heridas, huecos y ramas, etc. a la altura del pecho, deben medirse justo por encima del punto irregular, allí donde la forma irregular no afecte al tronco.

Posición para la medición del Dap de un árbol con ensanche de ramas a 1,3 m Árboles inclinados: la medición del diámetro se realiza a 1,3 m. La altura del tronco se mide donde se encuentran la base del tronco y el terreno formando un ángulo. (SANCHEZ, Y. 2012).

### **c) Posición para la medición del DAP de un árbol inclinado**

Árbol caído: la medición del diámetro se realiza a 1,3 m. desde el punto de transición entre el tronco y la raíz.

### 3. Técnica de medición

Según el nivel en que está el punto elegido para medir los ángulos con respecto a la base y la copa del árbol pueden presentarse los siguientes casos: El punto de medición se encuentra al mismo nivel de la base del árbol. En este caso la fórmula de medición es la siguiente:

$H=D*\text{pendiente (en \%)}$ ; con H altura y D distancia horizontal.

El punto de medición está al mismo nivel de la copa del árbol. En este caso la fórmula se mantiene igual  $H=D*\text{pendiente (en \%)}$  El punto de medición se encuentra a un nivel más alto que la copa. Se mantiene la fórmula, pero el ángulo considerado corresponde a la diferencia del ángulo b menos ángulo a. Es decir que, medido el ángulo, se le resta el ángulo horizontal con la copa del árbol. La fórmula entonces queda:

$H=D* \text{ pendiente (b-a)}$ .

El punto de medición queda situado a un nivel más bajo que la base del árbol. En este caso la fórmula es la siguiente:

$H=D* \text{ pendiente (a-b)}$ , siendo a el ángulo que forma la horizontal con la copa del árbol y b el que forma la horizontal con la base del árbol.

El punto de medición se ubica a un nivel intermedio entre la base y la copa del árbol. En este caso la fórmula a usar es la que sigue:

$H=D*\text{pendiente (a+b)}$  (INAB, 1999).

### F. **TABLAS DE VOLUMEN**

La mayoría de las cubicaciones, se realizan en la práctica mediante el auxilio de tablas apropiadas, que una vez construidas, partiendo de las fórmulas correspondientes, facilitan notablemente los cálculos obtenidos a partir de relaciones previamente establecidas, y para diferentes especies. Diámetro 1, altura y la forma son las características del árbol utilizadas para la predicción del volumen. Según sean las variables independientes utilizadas, las Tablas de Volumen se clasifican en Tablas Locales, Tablas Estándar y Tablas de Forma (FUCARACCIO y STAFFIERI, 1999).

Para poder aplicar dichas tablas, es preciso clasificar los datos de estos problemas (diámetros, circunferencias o secciones y alturas), de modo que la diferencia entre cada dos de sus valores consecutivos, se halle conforme con el grado de aproximación deseada. Son muy numerosos los modelos de tablas adaptadas para las cubicaciones, existiendo cuantiosos métodos de determinación de volúmenes, pudiendo combinarse los elementos de sus fórmulas de varios modos. Las más usuales y sencillas son aquellas que calculan los volúmenes de piezas cilíndricas o asemejadas a tales en función de sus diámetros o circunferencias y alturas. Para facilitar el cálculo del rendimiento de bosques coetáneos en distintas calidades de sitio, se han establecido tablas. Estas indican el rendimiento en madera de los bosques, en base a edad y una serie de variables, como son, el número de variables por hectárea, la altura media y otros. (MORA y CEVALLOS, 1988).

La tabla de volumen se construye con el fin de cubicar rápidamente los árboles, en base a las medidas que se toman en el terreno, las que pueden ser: el diámetro solamente, diámetro y altura, o diámetro, altura y un factor de forma, etc. El uso que se da a las tablas de volumen es muy variado: cubicación de bosques, de árboles de madera aprovechable, etc. Al respecto es interesante percatarse de que el objeto de toda tabla volumétrica es calcular las series de volúmenes de las trozas de un árbol, más que su producto aserrado en tablas.

Así pues, su exactitud se aprecia por alguna regla escogida de troncos. Las reglas de troncos no hacen ninguna distinción entre especies.

En las tablas de volumen se expresa sistemáticamente el volumen de un árbol en función de alguna de las dimensiones especificadas, diámetro a la altura del pecho, altura, forma de todas ellas. Los volúmenes pueden expresarse en metros cúbicos, pies cúbicos, pie de tabla, etc. Para la elaboración de tablas de volumen se debe contar con 50 a 100 árboles talados y medidos, dependiendo este número de la forma y variabilidad de los mismos. Estos árboles, deben ser representativos del área total para la cual ha de emplearse la tabla. También se debe tener en cuenta de contar con un porcentaje más alto en las clases de mayor diámetro y altura. (BURNEO, 1975).

## 1. Definición

Para obtener el volumen de los árboles medidos en una parcela de muestreo, es necesario establecer una relación entre las características del DAP y la altura que se ha medido en los árboles de la parcela y el volumen de los árboles, esta relación entre el volumen con el DAP y altura puede ser una ecuación o fórmula, o bien una relación obtenida por métodos gráficos, de las cuales se derivan las tablas de volumen (FERREIRA, 1994).

La tabla de volumen es una tabulación del volumen promedio de árboles de diferentes tamaños, expresados por su DAP y altura y diferentes clases de formas, su idea es desarrollar para una especie una relación entre el volumen y algunas variables de fácil determinación como DAP y la altura.

## 2. Tipos de tablas de volumen

Las tablas de volumen se pueden clasificar en: tablas locales normales y de clases de formas.

### a) **Tablas de volumen "local"**

HUTCHINSON y MUSÁLEN (1989) menciona que las tablas normales o standard las tablas de volumen local llamadas también tablas de "una sola entrada" o "tarifas" expresan los volúmenes en función de una de las diferentes dimensiones arbóreas: el diámetro a la altura de pecho. Al utilizarse no se emplea la medida de la altura del árbol, que se ha tenido en cuenta al principio de la construcción, pero que se elimina en forma definitiva. El término "local" se utiliza porque este tipo de tabla sólo se aplica en zonas limitadas donde existe una relación adecuada entre la altura y el diámetro del árbol. Permiten conocer el volumen leyendo el diámetro, pero su empleo en extensiones grandes resulta arriesgado.

**b) Tablas de volumen "normales o standard"**

Según MORA y CEVALLOS (1988), las tablas de volumen normal o standard llamadas también de "doble entrada", el volumen se expresa en función de la altura del árbol o la de su longitud comercial. Pueden prepararse para especies o grupos de especies y para diversas regiones geográficas.

**c) Tablas de volumen por clases de formas**

Estas tablas suelen llamarse "tabla de triple entrada", considera tres variables independientes: el diámetro, la altura y un factor de forma, para estimar el volumen. En este tipo de tabla hay que leer primero la clase de forma, luego el diámetro y finalmente la altura para encontrar el volumen buscado; se entiende que al calcular el volumen, la forma del árbol tiene un significado además del diámetro a la altura del pecho y de la altura. (MORA y CEVALLOS, 1988).

**d) Tablas de volumen regionales**

En contraste con las tablas de volumen locales la expresión "tablas volumétricas regionales", se emplean para las tablas basadas en datos recogidos en una amplia extensión territorial y en las que el volumen guarda relación tanto con la altura como con el diámetro. Por lo general estas tablas se preparan para una sola especie, aunque alguna que otra vez se las aplique a otras especies cuya forma sea similar. Están libres de errores por cambios de condiciones que afecten la relación entre la altura y el diámetro, pero exigen que se midan, o que al menos se calculen a simple vista las alturas de los árboles correspondientes. Omitir la forma del árbol como variable para la construcción de tablas regionales de volumen, puede producir un error similar al que aparece cuando en las tablas volumétricas locales se prescinde de la altura (MORA y CEVALLOS, 1988).

### e) **Tablas volumétricas basadas en clases de sitio**

El sitio se identifica, por lo general, midiendo la altura de los árboles maduros o el crecimiento en altura de árboles inmaduros, y son las alturas más altas las que indican mejores sitios. En algunas regiones, este hecho ha llevado a la preparación de tablas muy parecidas a las tablas volumétricas locales, aunque cada una de ellas se basa en las clases de un sitio dado más que en las de una localidad determinada. Es decir, estas tablas se basan solamente en el diámetro y prescinden de la altura, aunque con la diferencia de que la relación entre el diámetro y la altura está regulada por el sitio. Con el empleo de estas tablas se ha logrado buenos cálculos de madera, pero las mismas presentan dos inconvenientes:

- La relación entre la altura y el diámetro está solamente en parte definida por el sitio.
- El sitio no es fácil de determinar con exactitud.

Existen otros tipos de tablas según la clase de volumen que traten de estimar, así tenemos: tablas de volumen total, aprovechable, sin corteza, comercial, etc. (BURNEO, 1975).

### 3. **Construcción de tablas de volúmenes**

Según MORA y CEVALLOS (1988), cuando no se dispone de tablas volumétricas cabe la posibilidad de construirlas. Se conocen numerosos métodos de construcción, pero se recomienda el empleo de técnicas de regresión con una ecuación ordenada, ya que es una técnica directa sumamente sencilla que elimina relativamente la subjetividad de muchos otros métodos y permite expresar el error de relación. La preparación de tablas volumétricas es costosa, porque requiere reunir datos básicos como son las medidas de las dimensiones de una serie de árboles muestra, el cálculo de su volumen y el establecimiento de una ecuación o relación gráfica entre las dimensiones arbóreas y el volumen.

Al considerar el empleo de las tablas volumétricas es importante tener presente las especificaciones utilizadas en su construcción. Esto implica un análisis cuidadoso de característica, tales como las unidades de volumen, el diámetro mínimo a la altura de

pecho, la altura del tronco, el tipo de medición de altura utilizada (total o comercial) y el diámetro superior mínimo al cual se mide el volumen. Es evidente que las especificaciones de las tablas ya existentes ejercerán gran influencia en las especificaciones volumétricas que se indicarán en cualquier inventario.

Cuando en un inventario se deseen especificaciones volumétricas diferentes de las que pueden obtenerse en las tablas existentes, cabe la posibilidad de convertir estas últimas mediante las correlaciones apropiadas, pero si tal operación se revela imposible o práctica, habrá que construir nuevas tablas o bien utilizar relaciones volumétricas diferentes de las proporcionadas por las tablas. Con los datos obtenidos de las medidas de los árboles se pueden construir tablas de volumen por los métodos gráficos y matemáticos.

#### **a) Tablas construidas por métodos gráficos**

En estos métodos se utiliza la representación gráfica de la relación existente entre las variables. Previamente se requiere disponer de datos reales de cubicación de árboles volteados o datos de las variables que se van a representar (muestra). Estos datos se dibujan en un sistema de coordenadas con escala aritmética, semi-logarítmica o logarítmica según los casos, poniendo en el eje de las abscisas (x) la variable independiente; y en el eje de las ordenadas (y) la variable dependiente. Estas representaciones dan una serie de puntos a través de los cuales se dibuja la línea de tendencia. Después los valores de las variables se leen a lo largo de dicha línea.

Por este método es fácil construir las tablas de volumen por cuanto no se requiere de muchos conocimientos matemáticos. (HUTCHINSON y MUSÁLEN 1989).

Según BRUCE y SCHUMACHER, citado por BURNEO (1975), indican que el método gráfico tiene muchas desventajas por cuanto hay mayor oportunidad de cometer errores como la localización de las curvas y la lectura de los valores de las variables en las curvas. Por lo tanto, este método se emplea muy poco actualmente y se lo ha sustituido por el método matemático.

**b) Tablas construidas por métodos matemáticos**

En estos métodos se calculan los valores numéricos de la ecuación que define la línea de tendencia de la relación entre las variables. En las fórmulas respectivas, lo que se busca son los valores más probables de las constantes (expresados con letras minúsculas).

Dichos valores se buscan por el procedimiento matemático llamado "Cuadrados mínimos", para lo cual se parte de datos de las variables tomadas en el campo (muestra).

En otras palabras, siempre se debe cubicar cierto número de árboles y tomar otros datos de las variables en el campo. Una vez encontrados los valores buscados, se reconstruye la ecuación con los valores numéricos de las constantes y se elabora la tabla dando distintos valores a las variables independientes. (BURNEO, 1975).

**c) Diferencia entre métodos gráficos y matemáticos**

Ambos métodos dan estimaciones del volumen, pero el método matemático lo hace con más precisión.

El método matemático requiere cálculos que a veces sólo se pueden hacer con una máquina calculadora, por el tiempo y cuidado que requieren, pero por otro lado tienen la ventaja de que se pueden utilizar pocos árboles como base para los cálculos.

El método gráfico no requiere muchos conocimientos matemáticos y es relativamente fácil cuando se sabe manejar un sistema de coordenadas.

**4. Construcción de tablas de volumen de una entrada****a) Métodos gráficos**

Una vez medidos los árboles muestra; en diversas localidades de la región forestal para la cual se va a aplicar la tabla, se detallan los siguientes pasos en la elaboración de la tabla de volumen local al utilizar el método gráfico. A continuación se describen dos procedimientos:

### 1) **Procedimiento directo 1**

Paso 1. Consiste en voltear y cubicar un número adecuado de árboles (unos 300) que incluyan todas las clases diamétricas. También se debe medir el DAP de cada árbol.

Paso 2. Se dibujan los puntos en coordenadas, sea en escala ordinaria o en escala logarítmica, haciendo  $X = \text{DAP}$  y  $Y = \text{volumen}$ .

Paso 3. Se traza la tendencia a base de los puntos dibujados.

Paso 4. Se lee a lo largo de la tendencia trazada los volúmenes que corresponden a cada diámetro del eje de las abscisas.

### 2) **Procedimiento directo 2**

Como en el caso anterior se requiere cubicar un buen número de árboles. Este trabajo es algo costoso y requiere tiempo, por esta razón existe otro procedimiento que permite ahorrar tiempo y dinero. Este procedimiento consiste en cubicar pocos árboles (3 a 5 en cada clase diamétrica) y medir el DAP y la altura de unos 1.000 o más árboles en pie, con el fin de encontrar un promedio de altura para cada clase diamétrica. Los pasos que se siguen son:

Paso 1. Cubicar de 3 a 5 árboles por clase diamétrica.

Paso 2. Medir el DAP y la altura no menos de 320 árboles.

Paso 3. Calcular el promedio de la altura de cada clase de DAP de los árboles medidos.

Paso 4. Dibujar estos promedios en coordenadas con escala  $X = \text{DAP}$  en centímetros y  $Y = \text{altura en metros}$ .

Paso 5. Trazar la tendencia de esta relación y leer las alturas a lo largo de esta curva, para cada clase de DAP.

Paso 6. A continuación se corrigen los volúmenes de cada uno de los árboles volteados que se cubicaron en el Paso 1, con la siguiente fórmula:

Volumen corregido = (volumen real del árbol).

### Altura leída en el paso 5 altura del árbol cubicado

Paso 7. Finalmente se dibuja en coordenadas (escalas ordinarias o logarítmicas) la relación  $X = \text{DAP}$ ;  $y, Y = \text{volumen corregido}$ . El volumen para la tabla se lee a lo largo de la tendencia dibujada con los datos de la relación indicada, como en el procedimiento directo (BURNEO, 1975).

#### **b) Métodos matemáticos**

Cuando  $V = f(D)$ , la tendencia es una curva cuya ecuación toma la forma de:

- $V = a \cdot D^b$ .
- $\log V = \log a + b \log D$ .

En la que:

$V = \text{volumen (variable dependiente)}$ .

$D = \text{DAP (variable independiente)}$ .

$a, b = \text{constantes que definen la tendencia de la función}$ .

Los valores más probables de las constantes  $a$  y  $b$ , se calculan por medio de cuadrados mínimos. Una vez encontrados los valores numéricos de dichas constantes se elaboran las tablas, calculando  $V$ , a base de distintos valores de  $D$ .

Para encontrar los valores de las constantes  $a$  y  $b$ , es necesario obtener datos de campo del diámetro y volumen de 3 a 5 árboles por cada clase diamétrica. El procedimiento de cálculo de las constantes mediante el método de cuadrados mínimos en forma rápida se puede hacer siguiendo los pasos que a continuación se indican:

Paso 1. Poner en columnas el DAP y el volumen encontrado.

Paso 2. A continuación poner en otras dos columnas el logaritmo del DAP y el logaritmo del volumen.

Paso 3. Una quinta columna con el cuadrado del logaritmo del DAP.

Paso 4. Una sexta columna con los productos de cada logaritmo del DAP por el correspondiente logaritmo del volumen.

Paso 5. Se suman las cuatro últimas columnas y se ponen sus totales al pie de cada una, en esta forma se tendrá:

$S \log D$  = suma de logaritmos de diámetros = suma de la tercera columna.

$S \log V$  = suma de logaritmos de volúmenes suma de la cuarta columna.

$S (\log D)^2$  = suma de logaritmos de diámetros al cuadrado = suma de la quinta columna.

$S (\log D * \log V)$  = suma de los productos de los logaritmos del diámetro por el logaritmo del volumen = suma de la sexta columna.

Paso 6. A continuación se calculan los términos de corrección:

- $TC \text{ para } S (\log D) = \frac{(S \log D)^2}{n} = \frac{(\text{suma de la 3a columna})^2}{n}$

$n$  = número de árboles medidos.

- $TC \text{ para } S (\log D * \log V) = \frac{S \log D * S \log V}{n} = \frac{(\text{suma de la 3a columna})(\text{suma de la 4a Columna})}{n}$

Paso 7. A continuación se calcula:

- ✓ Promedio de los logaritmos de los diámetros =  $\frac{S \log D}{n}$

- ✓ Promedio de los logaritmos de los volúmenes =  $\frac{S \log V}{n}$

- ✓ Suma de los cuadrados corregidos del diámetro.

$$SCCD - S (\log D)^2 = \frac{(S \log D)^2}{n}$$

- ✓ Suma de los productos corregidos del diámetro por el volumen.

$$SPC.V = S (\log D. \log V) - \frac{S \log D.S \log V}{n}$$

- ✓ Luego se calcula la constante b.

$$b = \frac{\text{SPC}}{\text{SPCD}} = \frac{\text{Suma de productos corregidos}}{\text{Suma de cuadrados corregidos del diámetro}}$$

- ✓ Cálculo de la constante a. (log a).

$$\text{Log a} = \frac{\text{Slog V}}{n} = \frac{b (\text{Slog d})}{n}$$

La ecuación original:  $V = a D$ , origina en forma gráfica una línea curva. En papel logarítmico esta curva se transforma en recta.  $\text{Log V} = \log a + b \log D$ .

Si hacemos:  $\log V = y$ ,  $\log a = a$ ,  $\log D = x$ .

Se tiene:

$y = a + b x$ , que es la ecuación de una línea recta, en la cual:

$a$  = constante que indica el origen de la recta en el eje y

$b$  = Coeficiente de regresión (o sea la pendiente de la recta).

$x$  = variable independiente.

$y$  = variable de pendiente.

Para construir las tablas de volumen de una entrada, se pueden aplicar las siguientes fórmulas:

Tabla N° 1. Ecuaciones de una entrada.

Variable independiente.	Designación (Autor)	Fórmulas
Diámetro (d)	Kopezky – Gehrhardt	$V = b_0 + b_1 * d^2$
Diámetro (d)	Dissescu – Meyer	$V = b_1 * d + b_2 * d^2$
Diámetro (d)	Hohenand – K renn	$V = b_0 + b_1 * d + b_2 * d^2$
Diámetro (d)	Berkhout	$V = b_0 + d_1 * b_1$
Diámetro (d)	Busch	$\text{Log V} = b_0 + d_1 * \text{Log d}$
Diámetro (d)	Brenac	$\text{Log V} = b_0 + d_1 * \text{Log d} + b_2 \frac{1}{d}$

Fuente: Burneo N, 1975.

En las que:  $V$  = volumen.

$d$  = diámetro.

$h$  = altura.

$b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5$  = constantes.

## 5. Construcción de tablas de volumen de doble entrada.

### a) **Tabla de volumen de doble entrada a base de $V = a + b*(D^2 * h)$ .**

Según BURNEO (1975), la fórmula  $V = a + b*(D^2*h)$  tiene el nombre de "variables combinadas", porque la variable independiente se reemplaza por la combinación de dos variables independientes el DAP y la altura.

Se tiene:

$$V = a + b*(D^2 * h).$$

Para el cálculo de las constantes  $a$  y  $b$  se necesitan los datos de DAP, altura y volumen de varios árboles apeados. Luego, se calcula o traza la regresión entre el volumen ( $Y$ ) y el diámetro al cuadrado por altura ( $X$ ) para poder determinar los valores de las constantes  $a$  y  $b$ .

$b$  = coeficiente de regresión.

$a$  = origen de la línea de regresión.

### 1) **Método gráfico.**

Se siguen los siguientes pasos:

1. Cubicar unos 200 o más árboles que contengan todas las clases diamétricas.
2. Calcular  $D^2 * h$  (DAP al cuadrado por la altura) para cada árbol cubicado en el paso 1.

3. Se agrupan los árboles en clases de  $D^2 * h$  con distinto intervalo de clase. Para ello, se ordenan en forma creciente los valores de  $D^2 * h$  hallados. Los límites de clase se ponen en donde se altera la continuidad de manera que cada clase un número de árboles adecuado.
4. Se calcula el promedio de  $D^2 * h$  y el promedio del volumen de los árboles que cayeron en la clase.
5. Se presentan en coordenadas los promedios encontrados:  
 $V = f(D^2 * L)$ , haciendo  $Y = \text{volumen}$  y  $X = D^2 * L$  (Por comodidad es mejor usar  $D^2L / 100$ ).
6. Se traza la tendencia de esta representación.  

Los puntos quedan casi formando una línea, por lo que es fácil trazar la recta de tendencia.
7. Se busca la ecuación de la línea dibujada y con ella se elabora la tabla. Para reducir cifras se divide  $D^2 * L * 100$ ; lo que al hacer los cálculos debe tornarse en cuenta.
8. La tabla se somete a las respectivas pruebas de precisión.

## 2) Método matemático

Para el cálculo de las constantes por el método matemático, se puede seguir el siguiente procedimiento:

Paso 1. Calcular los totales de las columnas: D, L (altura), V (volumen),  $D^2$ ,  $D^2 * L / 100$ ,

$$(D^2 L)^2 = \frac{D^2 * L}{100} V$$

Paso 2. Calcular los términos de corrección.

Paso 3. Cálculo de las sumas de cuadrados corregidos.

Paso 4. Cálculo del coeficiente de regresión b. y la constante(a).

Paso 5. Luego se reemplazan los valores encontrados para las constantes a y b de la ecuación, y se elabora la tabla de doble entrada a base de variables combinadas.

Paso 6. Finalmente se somete la tabla a las respectivas pruebas de precisión.

## 6. Tabla de volumen de doble entrada a base de $V = a * D^b * L^c$

### a) Método matemático

La fórmula  $V = a * D^b * L^c$ .

Equivale a:  $\log V = \log a + b \log D + c \log L$ .

Para el cálculo de las constantes a, b, y c, se requiere medir el DAP (D), la altura (L) y el volumen (V) de un buen número de árboles que incluyan todas las clases diamétricas. Con los datos listos, se siguen los siguientes pasos:

1. Se prepara un cuadro con las siguientes columnas.  
DAP (cm.), altura (m), volumen (m),  $\log D$ ,  $\log L$ ,  $(\log V + 2)$ ,  $(\log D)^2$ ,  $(\log L)^2$ ,  $(\log D * \log L)$ ,  $(\log D * \log V + 2)$ ,  $(\log L * \log V + 2)$ .
2. Se calculan los términos de corrección.
3. Se calculan las sumas de cuadrados y los productos corregidos.
4. Se calcula el promedio de las variables.
5. Se calculan los valores de las constantes.
6. Se reemplazan los valores numéricos de las constantes en la ecuación.
7. Se realizan las respectivas pruebas de precisión.
8. Se elabora la tabla de volumen dando distintos valores a D y L.

BURNEO (1975), expresa que para la construcción de tablas de volumen de dos entradas, se pueden aplicar las siguientes fórmulas:

Tabla N° 2. Ecuaciones de doble entrada.

Variable Independ.	Designación (Autor)	Fórmulas
	Suprr. (Variab. Combinada)	$V = b_0 + b_1 * d^2 * h$
	Ogaya (Forma aritmética)	$V = d^2 (b_0 + b_1 * h)$
	Stoate (Austria)	$V = b_0 + b_1 * d^2 + b_2 * d^2 * h + b_3 * h$
	Naslund	$V = b_1 * d^2 + b_2 * d^2 * h + b_3 * d * h^2 + b_4 * h^2$
d (diámetro) h (altura)	Meyer	$V = b_0 + b_1 * d + b_2 * d^2 + b_3 * d * h + b_4 * d^2 * h + b_5 * h$
	Meyer (modif.)	$V = b_0 + b_1 * d + b_2 * d^2 + b_3 * d * h + b_4 * d^2 * h$
	Takata	$V = \frac{d^2 \cdot h}{b_0 + b_1 \cdot d}$
	Schumacher-Hall	$\log V = b_0 + b_1 * \log d + b_2 * \log d + b_2 * \log h$
	Spurr. (Variab. combinada) (Forma logarítmica)	$V = b_0 + b_1 * \log (d^2 * h).$
	Baden-Wurtemberg	$\log V = b_0 + b_1 * \log d + b_2 * \log d^2 + b_3 * \log h + b_4 * \log h^2$
	Spurr (Factor de forma)	$V = b_1 * d^2 * h$

Fuente: Burneo N, 1975.

En las que: V = volumen.

d = diámetro.

h = altura.

$b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5 =$  constante.

## 7. Ecuaciones y Tablas de Volumen

Una ecuación de volumen es una fórmula matemática que predice el volumen de un árbol a partir de ciertas características observables en ese árbol. Cuando los valores que predice la ecuación se disponen en forma de tabla, hablamos de tabla de volumen.

Las características observables del árbol que históricamente se han usado son el DAP, la altura y la forma; el DAP y la altura pueden medirse, pero no la forma. Según cuáles de estas características se emplean, se reconocen tres tipos de tablas de volumen:

Locales o de simple entrada: predicen el volumen a partir del DAP.

Estándar o de doble entrada: predicen el volumen a partir del DAP y la altura.

De Forma: predicen el volumen a partir del diámetro, la altura y algún indicador de forma.

Las tablas de uso más frecuente son las Locales y las Estándar. En teoría, cualquier fórmula matemática podría usarse para expresar una ecuación de volumen, aunque hay modelos que se han difundido y son aceptados a nivel internacional.

El más simple corresponde a una ecuación de volumen local, y es el siguiente:

$$\text{Volumen} = a + b D^2$$

Siendo D el diámetro a la altura del pecho y V el volumen, en tanto que a y b son constantes del modelo. Un ejemplo numérico es:  $V \text{ (m}^3\text{)} = - 0,037 + 9,12. D^2$ ; con D en metros. (BURNEO, 1975).

## **8. Aplicabilidad de las tablas volumétricas ya existentes**

Las tablas volumétricas ya existentes deben comprobarse, observando si los volúmenes en ella, indicados, coinciden con los volúmenes verdaderos que se obtienen de los árboles, con la finalidad de saber si sirven para la madera que ha de ser objeto de inventario.

La aceptación de una tabla volumétrica preparada para una localidad o especies diferentes, simplemente porque ya está construida ofrece graves riesgos, ya que así pueden producirse errores en el cálculo del volumen que invalidarán todos los demás trabajos, por muy cuidadosamente que se ejecuten.

Una tabla volumétrica puede aplicarse a cualquier especie o localidad donde los árboles tengan la misma relación de forma; pero como estas formas difieren según la especie y localidad, pueden prepararse las tablas que reconocen estas diferencias de dos maneras:

tablas volumétricas normales diferentes por especies y por localidad, cuando los cambios de formas justifiquen la existencia de tablas diferentes; o a su vez, tablas volumétricas donde la forma se utilice como una de las variables mensurables independientes. Las tablas volumétricas por clase de forma son aplicables siempre que la forma del árbol que se tome en consideración esté representada adecuadamente por las características morfológicas que se tiene en cuenta al elaborar la tabla, cualquiera que sea la especie o localidad. (MORA y CEVALLOS, 1988).

## **9. Selección de tablas volumétricas.**

En todos los casos, el primer paso es la selección de la tabla o tablas volumétricas que habrán de usarse. Se han editado muchas de estas tablas para todas las especies comerciales importantes y en todo caso no es difícil conseguir las. El apreciador experimentado puede saber por su labor anterior, cuáles serán las que mejor sirvan a sus necesidades. Si se tiene alguna duda, se debe encontrar alguna explotación forestal cercana en la que halla árboles cortados que crecieron en condiciones semejantes a las de la extensión que se necesite estimar, y poder comprobar por medio de ellos la exactitud de la tabla que se piense utilizar. El volumen total bruto de un número considerable de tales árboles debe aproximarse mucho a los volúmenes correspondientes tomados de dicha tabla volumétrica. Si la diferencia es más del 2 ó 3 %, se debe medir más árboles y repetir la comparación. Si persiste la diferencia tiene que elegir otra tabla que arroja una comparación más ajustada.

Si no la hay, el apreciador puede decidir servirse de la tabla, a pesar de su imperfección, pero debe rectificar su apreciación total por medio del porcentaje de error que haya aparecido indicado. Mientras esté comprobando las tablas volumétricas, el apreciador tendrá también oportunidad de notar los defectos característicos y los indicios exteriores de los mismos. Esto le ayudará a hacer las rebajas oportunas.

Si se ha de emplear una tabla volumétrica por clases de formas el apreciador suficientemente experimentado sabrá escoger la clase o clases adecuadas para cada especie mediante la inspección de los árboles que han de apreciarse. En caso de incertidumbre, la clase de forma debe determinarse por medio de medidas tomadas de árboles cortados en las inmediaciones. Las únicas medidas reales que se necesitan son el

diámetro a la altura de pecho y el diámetro determinante de la escala de medición que presente la primera troza de unos 25 árboles de cada especie; pero no debe olvidarse la observación de defectos de la parte alta de los árboles. En una labor de magnitud considerable, el Jefe apreciador puede tener a sus órdenes varios ayudantes menos experimentados. En estos casos, quizá sea preferible que emplee una tabla volumétrica local basada solamente en diámetro. (MORA y CEVALLOS, 1988).

#### **10. Qué ventajas tienen las tablas de volumen**

En primer lugar, son sistemas simples de aplicar y relativamente precisos. En segundo lugar, una vez que se desarrolló una tabla de volumen estándar para una región y especie, teóricamente sirve para siempre; Contar con una tabla local tiene la ventaja de eliminar la necesidad de medir alturas, procedimiento lento, fastidioso y muchas veces poco exacto. (MORA y CEVALLOS, 1988).

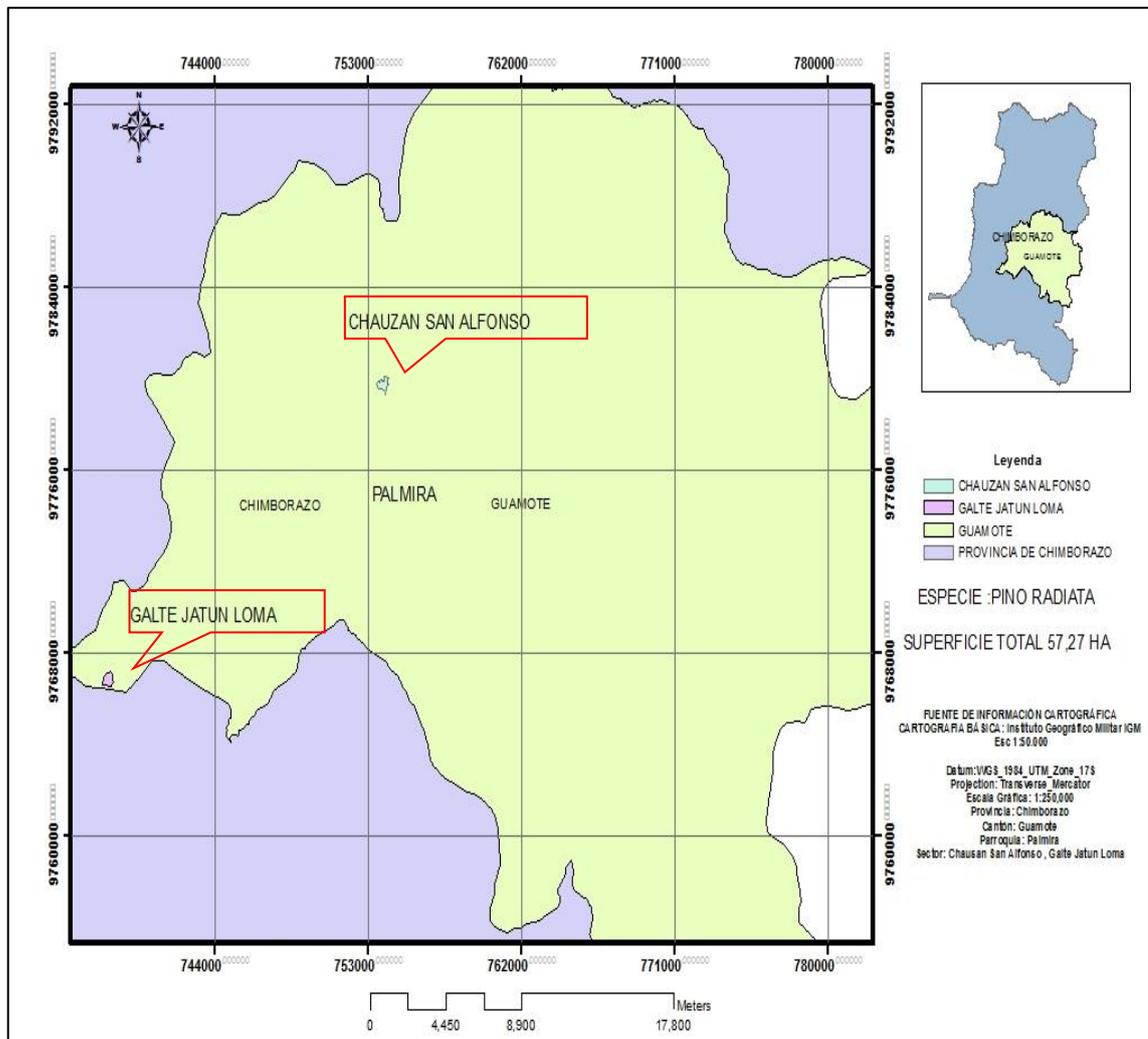
#### IV. MATERIALES Y MÉTODOS

##### A. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR

###### 1. Localización

La presente investigación se realizó en plantaciones de pino (*Pinus radiata* D. Don), en las comunidades de Chauzan San Alfonso y Galte Jatun Loma en convenio con el Ministerio del Ambiente, localizadas en la parroquia Palmira, cantón Guamote, provincia de Chimborazo.

Gráfico N° 1. Ubicación geográfica de los sitios de estudio.



Fuente: Cartografía base.  
Elaborado por: Doncón M, 2015.

## 2. Ubicación geográfica

El presente estudio presenta las siguientes coordenadas UTM de la zona 17S, Datum WGS 84.

Cuadro N° 1. Localización geográfica de las zonas de estudio.

<b>Comunidad</b>	<b>Altitud (m.s.n.m)</b>	<b>UTM</b>	<b>(WGS 84)</b>
Galte Jatun Loma	3450	743254 E	9773455 N
Chauzan San Alfonso	3240	753300 E	9772200 N

Fuente: Datos registrados de campo.  
Elaborado por: Doncón M, 2015.

## 3. Características climáticas

Según el PDOT (Plan de Ordenamiento Territorial) 2011 de la parroquia Palmira, estas zonas de estudio presentan las siguientes condiciones climáticas:

Temperatura: 9 °C.

Humedad relativa: 82,5 %.

Precipitación: 400 - 700 mm/año.

Nubosidad hora/día: 2,5.

## 4. Características del suelo

Chauzan San Alfonso presenta un suelo franco arenoso de origen volcánico, sin pedregosidad, su pH es ligeramente ácido, suelo profundo (> 30cm), permeable, con un porcentaje de 1,5 % de materia orgánica en su horizonte, en cuanto a los nutrientes son pobres en NH<sub>4</sub> pero poseen cantidades medias a altas de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, Ca y Mg. (MERINO R, 2010).

Según PDOT de la parroquia Palmira (2011), la zona de Galte Jatun Loma presenta 4 clases de suelos, las mismas que se detallan a continuación.

1. HAPLUSTOLLS. Son suelos negros profundos franco arenosos derivados de materiales piroclásticos no menos de 30% de arcilla en el primer metro.
2. USTIOPSAMENTS. Son suelos arenosos poco meteorizado y con baja retención de humedad.
3. DYSTRANDEPTS. Estos son suelos franco arenosos muy negro con gran capacidad de retención de agua.
4. DUROSTROLLS. suelo pocos profundos erosionados sobre cangahua con menos de un metro de profundidad.

Estas comunidades están influenciadas por la cordillera de los Andes, razón por la cual estos territorios son muy irregulares y tienen pendientes superiores al 10%, siendo uno de los causantes de la erosión hídrica y eólica.

## 5. Características ecológicas

Según CESA (Centro de Ecuatoriana de Servicios Agrícolas) (2011), las zonas de estudio presentan las siguientes zonas de vegetación: Bosque siempre verde Montano Alto, Matorral húmedo Montano y Páramo herbáceo.

Las zonas de vegetación mencionadas corresponden a los remanentes existentes que ocupan el espacio territorial de la parroquia.

## B. MATERIALES Y EQUIPOS

### 1. Materiales de oficina

Computador, impresora, hojas de papel bond, calculadora, material bibliográfico, Programas Word, Excel y Arcgis 9,3, estufa.

## **2. Materiales de campo**

GPS (Geoposicionador), clinómetro, pintura (spray), cuerda de 10 metros, cámara fotográfica, vehículo, trozas de pino, medidor de corteza, cinta métrica, forcípula, metro, libreta para campo, esfero, lápiz, hojas de registro, pico, pala, barreta, fundas plásticas, estacas, piola, machete.

## **C. METODOLOGÍA**

### **1. Determinación de las condiciones climáticas, edáficas y topográficas en las plantaciones de Galte Jatun Loma y Chauzan San Alfonso.**

#### **a) Reconocimiento de la plantación**

Para cumplir con esta actividad se planificó y se procedió a realizar el recorrido y reconocimiento de las plantaciones de pino en los sectores Galte Jatun Loma y Chauzan San Alfonso, con el acompañamiento de un técnico delegado del área forestal del MAE (Ministerio de Ambiente) Chimborazo; a la vez, en este recorrido se procedió a georeferenciar con la ayuda de un GPS para a realizar la respectiva cartografía de las dos zonas de plantaciones.

#### **b) Levantamiento cartográfico**

Con la ayuda del GPS, se tomaron las coordenadas geográficas UTM (latitud y longitud) de los perímetros de cada zona de la plantación, posteriormente, utilizando el programa Arcgis 9.3, se procesaron los datos y se elaboraron los mapas con su respectiva ubicación. El área de cada plantación permitió definir el número de parcelas y la distribución de las parcelas de muestreo en cada plantación.

### c) **Determinación de las condiciones climáticas, edáficas y topográficas**

Para cumplir con esta actividad se determinó las características climáticas, edáficas y topográficas de los sitios de estudio.

#### 1) **Características climáticas**

Para determinar las condiciones climáticas de las zonas de estudio que influyen directamente en el proceso de desarrollo de las plantaciones, se procedió a recopilar los datos necesarios de la estación meteorológica Totorillas.

#### 2) **Características edáficas**

Para determinar las características edáficas de las respectivas zonas de estudio, se subdividió la superficie total de cada plantación en cuatro partes y en cada una de las subdivisiones se tomaron tres muestras del suelo las mismas que al final se mezclaron para obtener una muestra de cada subdivisión, es decir, de cada zona de estudio (plantación) se obtuvo 4 muestras, las calicatas en donde se tomaron las muestras tuvieron las siguientes dimensiones: 40cm x 40 cm x 50 cm en profundidad como lo sugiere Arcos, F. 2008, para terrenos con plantaciones forestales.

Las muestras se extrajeron a partir de 50 cm de profundidad (zona radical) y se colocaron en una funda plástica una cierta cantidad, luego estas muestras se colocaron en un recipiente (balde) y se mezcló para finalmente extraer 1 kg de muestra en una funda plástica con su respectiva identificación, la misma que se envió al laboratorio de suelos de la Facultad de Recursos Naturales de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) para realizar su respectivo análisis químico del suelo, en total se envió 4 muestras de cada zona de estudio.

Con el fin de observar el porcentaje de pedregosidad, profundidad de raíces, textura y estructura del suelo, se construyeron calicatas fueron de 1m x 1 m x 1 m. (SOSA, A. 2002).

### 3) Características topográficas

Para determinar el grado y porcentaje de pendiente que presenta las dos plantaciones, procedimos a realizar un mapa de las mismas con la ayuda del programa Arcgis 9.3, la que permite representar detalladamente las pendientes que presentan las zonas, a la vez detallar los respectivos rangos y que son de fácil manejo y mejor apreciación.

## 2. Elaboración de la tabla de volumen de madera de pino para el sector

### a) Determinación del tamaño de la muestra a utilizarse

Se definió una intensidad de muestreo del 5%, aplicando las fórmulas que se detallan a continuación (FERREIRA, O. 1994).

Cuadro N° 2. Calculo del número de muestras a utilizarse.

<b>Plantación Galte Jatun Loma.</b>	<b>Plantación Chauzan San Alfonso</b>
Superficie Total : 28,81 ha	Superficie Total : 28,46 ha
Radio: 8,92 m	Radio: 8,92 m
$T_p = \Pi(r^2)$	$T_p = \Pi(r^2)$
$T_p = 3,1416(8,92)^2$	$T_p = 3,1416(8,92)^2$
$T_p = 250 \text{ m}^2$	$T_p = 250 \text{ m}^2$
<b><math>A_m = AT * f</math></b>	<b><math>A_m = AT * f</math></b>
$A_m = 288100 \text{ m}^2 (0,05)$	$A_m = 284600 \text{ m}^2 (0,05)$
$A_m = 14450 \text{ m}^2$	$A_m = 14230 \text{ m}^2$
<b><math>N = A_m / T_p</math></b>	<b><math>N = A_m / T_p</math></b>
$N = 14450 \text{ m}^2 / 250 \text{ m}^2$	$N = 14230 \text{ m}^2 / 250 \text{ m}^2$
N= 58 parcelas.	N= 57 parcelas.

<b><math>A_m = AT * f</math></b>	<b><math>N = A_m / T_p</math></b>
Donde:	Donde:
$A_m$ = área de muestreo	$N$ = número de parcelas
$AT$ = area total	$A_m$ = área a muestrear
$f$ = intensidad	$T_p$ = tamaño de la parcela

Fuente: Datos registrados de campo.

Elaborado por: Doncón M, 2015.

Una vez estimada la intensidad de muestreo del 5 %, para las plantaciones Galte Jatun Loma (28,81 ha) y Chauzan San Alfonso (28,46 ha) , se procedió a calcular la superficie total de la muestra dando como resultado 14450 m<sup>2</sup> y 14230 m<sup>2</sup> respectivamente; para determinar la superficie de las unidades de muestreo se utilizó un la fórmula de  $T_p = \Pi r^2$  ( $r = 8,92$  m), que nos da los 250 m<sup>2</sup>, finalmente se determinó el número de parcelas utilizando la superficie total de muestreo dividido para la superficie de unidades de muestreo, dando como resultado las 58 y 57 parcelas y finalmente se procedió a distribuir y localizar en toda la superficie de la plantación de manera secuencial y ordenada.

#### **b) Determinación del tipo de parcelas a utilizarse**

Se utilizó parcelas circulares con una radio de 8,92 m, lo que equivale a un área de 250 m<sup>2</sup>, este tipo de parcela se la utilizó debido a que tenemos menos error que en otros tipo de parcela además por las facilidades que presta realizarla en el campo. (FERREIRA, O. 1994).

Para marcar y cuantificar los árboles dentro de las parcelas de muestra se utilizó un spray color blanco y una cuerda de 10 metros, donde se número los árboles que quedaban dentro del radio de 8,92 m, a una altura determinada y visible.

### c) **Registro de datos dasométricos**

Para la medición del DAP y el diámetro de las trozas del pino usamos la forcípula, está la ubicamos a la altura del pecho, es decir, 1.30 m en todos aquellos árboles que estaban dentro del sitio de muestreo y que tenían un diámetro igual o superior a 10 cm, por ser considerados como árboles aprovechables; mientras que para los árboles apeados y/o troceados se tomó dos medidas, diámetro mayor ( $d_1$ ) y el diámetro menor ( $d_2$ ) respectivamente.

En cuanto a la altura, para que los datos sean más fiables se procedió solamente a sumar las longitudes de las trozas obtenidas de cada árbol apeado, la longitud de las trozas que para el sector Galte Jatun Loma fue de 2,5 m y para Chauzan San Alfonso fue de 1,10 m. esto debido a los subproductos que se van a obtener de las mismas según los requerimientos de la empresa Aglomerados Cotopaxi S.A. (ACOSA).

Las variables dasométricas de cada troza, se anotaron en una tabla de registro elaborado previamente, donde se detalla la ubicación, número de muestra, el número de árbol, fecha, responsable, diámetros y número de las trozas.

### d) **Cálculo del volumen comercial real**

Con la información registrada de las variables dasométricas se procedió a realizar el cálculo de volumen real, aplicando la fórmula de Smalian.

$$V = \frac{3,1416(Dx)^2 * L}{4}$$

Donde:

V = Volumen ( $m^3$ ).

L = Largo de la troza (m).

Dx = Diámetro promedio de la troza (m).

Con los dos diámetros ( $d_1$  y  $d_2$ ) de cada troza se calculó el diámetro promedio de la troza con la siguiente fórmula, la misma que se utiliza para el cálculo de volumen.

$$D_x = \frac{(d_1 + d_2)}{2}$$

Donde:

$d_1$  = Diámetro mayor de la troza.

$d_2$  = Diámetro menor de la troza.

#### e) **Tabulación de datos**

Los datos de las variables dasométricas registrados en campo fueron procesados en el programa Excel, para posteriormente realizar las operaciones estadísticas y las regresiones respectivas utilizando las tres ecuaciones descritas a continuación.

#### f) **Estimación del volumen utilizando tres ecuaciones**

Para la estimación del volumen de las plantaciones de los dos sitios de estudio, se utilizó las siguientes ecuaciones:

- 1) B. HUSCH  $\text{Log } V = a + b (\text{log DAP})$ .
- 2) VARIABLE COMBINADA  $V = a + b (D^2 * H)$ .
- 3) SCHUMACHER  $\text{Log } V = a + b \text{ log (DAP)} + c (\text{log H})$ .

Donde:

V = Volumen real.

a, b ,c = constantes de la regresión.

DAP = Diámetro al altura de pecho.

Log = Logaritmo natural.

H = altura comercial.

**g) Elaboración de la tabla de volumen**

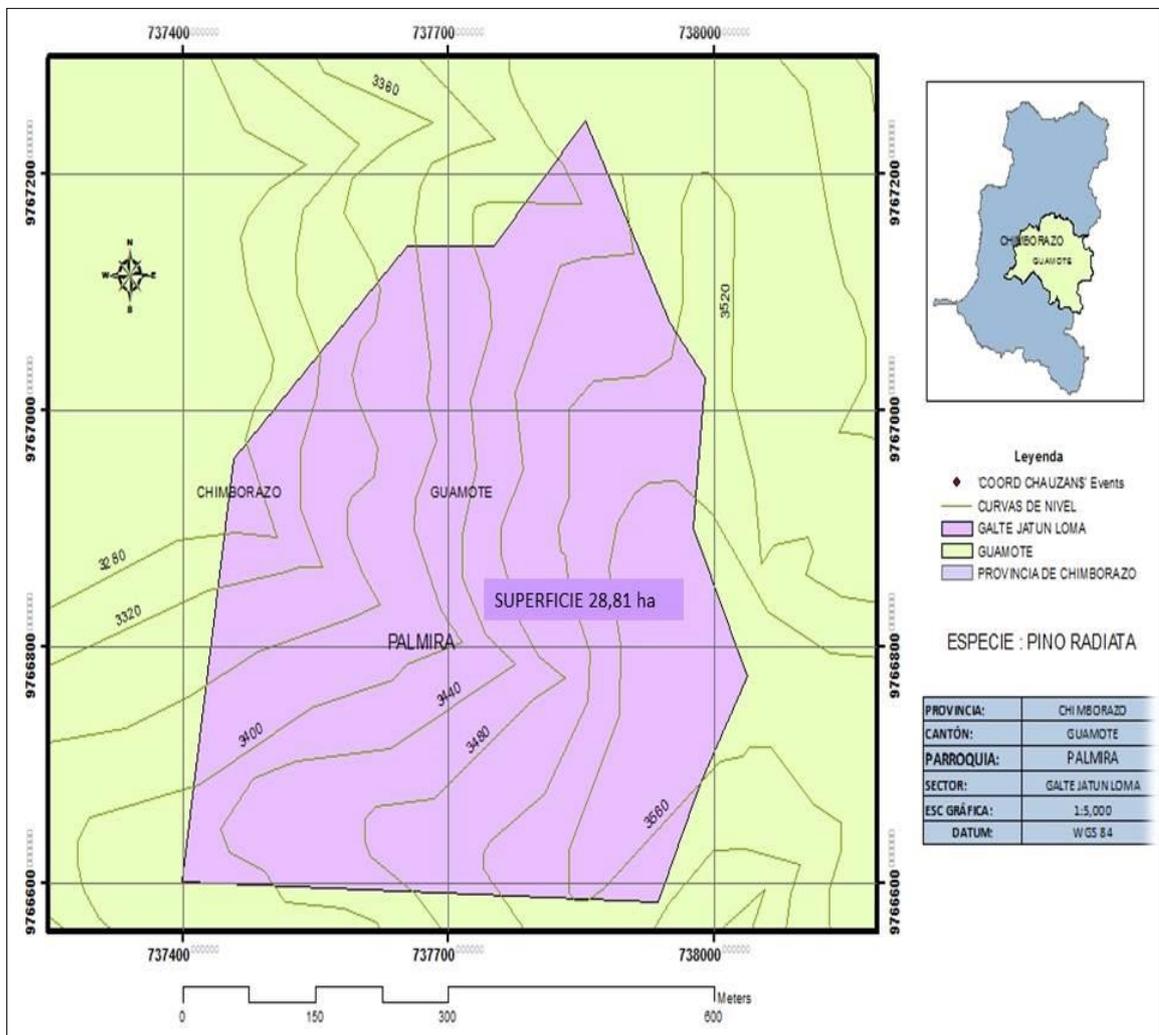
En base a los resultados obtenidos de las ecuaciones de volumen, se construyó las tablas de volumen con corteza y sin corteza, utilizando para cada variable rangos de clase altura y diámetro aprovechable de 10 cm.

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### A. CONDICIONES CLIMÁTICAS, EDÁFICAS Y TOPOGRÁFICAS EN LAS PLANTACIONES DE GALTE JATUN LOMA Y CHAUZAN SAN ALFONSO.

#### 1. Levantamiento cartográfico

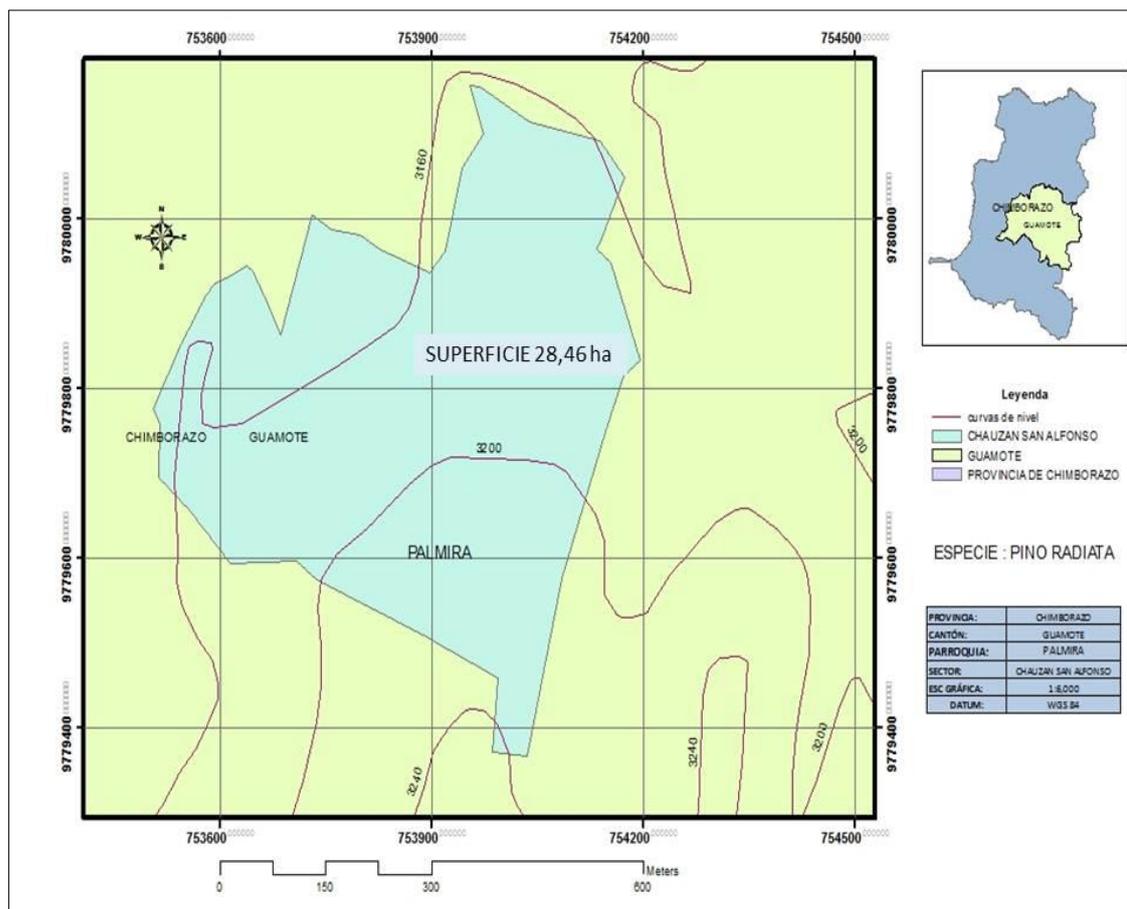
Gráfico N° 2. Levantamiento cartográfico de la plantación del sector Galte Jatun Loma.



Fuente: Cartografía base.

Elaborado por: Doncón M, 2015.

Gráfico N° 3. Levantamiento cartográfico de la plantación del sector Chauzan San Alfonso.



Fuente: Cartografía base.  
Elaborado por: Doncón M, 2015.

Cuadro N° 3. Superficie de las plantaciones.

Sector	Superficie (ha)
Galte Jatun Loma	28,81
Chauzan San Alfonso	28,46

Fuente: Datos registrados de campo.  
Elaborado por: Doncón M, 2015.

La diferencia en superficie de las dos plantaciones es mínima ( $35 \text{ m}^2$ ) no así su edad como es en el caso de Galte Jatun Loma que tiene 22 años y Chauzan San Alfonso que tiene 14 años.

## 2. Condiciones climáticas, edáficas y topográficas

### a) Características climáticas

Cuadro N° 4. Especificaciones climáticas de las zonas de estudio.

Comunidades	Precipitación (mm)	Humedad relativa (%)	Evaporación (mm)	Heliofanía (horas)	Temperatura (° C)
Galte Jatun Loma y Chauzan San Alfonso	546	80,9	742	1374,2	10,9

Fuente: Datos registrados de campo.

Elaborado por: Doncón M, 2015.

Tabla N° 3. Condiciones ideales para el desarrollo del pino.

Parámetro	Valor	Fuente
Precipitación anual	380-2500 mm	Scott, 1961; Schlatter, 1977. Quintanar, 1992.
Temperatura media anual	10 - 18°C	Arteaga <i>et al.</i> , 1988; cit. por Quintanar, 1992.
Humedad relativa anual	Igual o superior a 40%	Arteaga y Etchevers, 1988; cit. por Quintanar, 1992
Altitud	1000 - 3.000 msnm	Webb <i>et al.</i> , 1984.

Fuente: Peralta, 1976. Citado por Paganquiza F, 2012.

De acuerdo a los datos recopilados, en la estación meteorológica Totorillas (2014), el cuadro 4, presenta los siguientes parámetros climáticos, precipitación de 546 mm anuales, una evaporación de 742 mm anuales, y una temperatura media anual de 10,92 ° C.

Estos valores se consideran óptimos para el crecimiento y desarrollo de *Pinus radiata* en estos sectores, según lo indicado en la tabla 3 de los requerimientos ecológicos para la especie.

#### b) Características edáficas

De acuerdo al análisis de suelo que se realizó en el laboratorio de suelos de la Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH y de las diferentes actividades que se realizaron en el campo, como: determinar la pedregosidad, profundidad de la raíz, textura y estructura del suelo de los dos sitios de estudio, arrojaron los siguientes resultados que se indican el siguiente cuadro.

Cuadro N° 5. Propiedades químicas del suelo de las zonas de estudio. (Laboratorio Facultad de Recursos Naturales).

Sector	pH	% M.O	Mg/L		Meq/100g		
			N	P	K	Ca	Mg
Chauzan San Alfonso	7.35 N	0.45 B	2.85 B	27.6 M	0.13 B	3.4 B	1.6 B
Galte Jatun Loma	6 L Ac.	2.7 B	5.6 B	30.35 A	0.13 B	7.05 B	2.47 B

Fuente: Laboratorio de suelos ESPOCH.

Elaborado por: Doncón M, 2015.

Tabla N° 4. Propiedades químicas ideales para el desarrollo del pino (ppm).

Nivel	Nitrógeno (N)	Fosforo (P)	Potasio (K)	Calcio (Ca)
Bajo	0-30	0-15	0-75	0-40
Medio	30.1-60	15.1-30	75.1-150	40.1-80
Alto	60.1-100	30.1-60	150.1-200	80.1-120
Rico	> 100.1	>60.1	> 200.1	> 120.1

Fuente: Fuentes, 1989. Citado por Paganquiza F, 2012.

Tabla N° 5. Porcentaje de materia orgánica y pH ideales para el desarrollo del *Pinus radiata*.

<b>Porcentaje</b>	<b>Denominación</b>	<b>pH suelo</b>
Menor al 1%	Muy pobre	Igual o superior a 7,4
1% - 2%	Medianamente pobre	
3% - 6%	Pobre	
6% - 10%	Medianamente rico	
10% - 15%	Rico	
Mayor a 15%	Suelo rico	

Fuente: Suquilanda, 1998, Webb et al, 1984. Citado por Paganquiza F, 2012.

De acuerdo al análisis químico del suelo; el Cuadro N° 5, indica que los suelos de la plantación de Chauzan San Alfonso y Galte Jatun Loma, tienen un pH de 7,35 (Neutro) y 6 (Ligeramente Acido) respectivamente. Lo que indica los suelos de Galte y Chauzan presentan una variación no muy significativa del pH en cuanto al rango requerido que es de 7,4. Según Webb et al, 1984.

En general el contenido de nitrógeno, potasio, calcio y magnesio presentan valores bajos en los dos sitios de plantación, mientras que la presencia del fósforo, está entre los rango medio y alto, en comparación a los valores de la tabla 5 (Rango de fertilidad).

En lo que corresponde a la presencia de MO, la plantación de Galte Jatun Loma presenta un valor de 2,7 % mientras que Chauzan San Alfonso presenta un valor de 0,45 %, considerándose medianamente pobre y muy pobre respectivamente según Suquilanda 1998.

De las dos plantaciones, la falta de MO tuvo mayor notoriedad en la plantación de Chauzan San Alfonso, la plantación presento un menor desarrollo.

Cuadro N° 6. Propiedades físicas del suelo de las zonas de estudio.

Sector	Textura	Estructura	Profundidad de raíz	Pedregosidad %
Chauzan San Alfonso	Arenosa	Suelta	20 - 80	2
Galte Jatun Loma	Limoso	Pegajosa	20 - 80	4

Fuente: Datos registrados de campo.

Elaborado por: Doncón M, 2015.

Tabla N° 6. Propiedades físicas ideales para el desarrollo del *Pinus radiata*.

Textura del suelo	Muy Liviana a Pesada  Ver Anexo 14	Webb <i>et al.</i> , 1984.  Arteaga y Etchevers, 1988; cit. por Quintanar, 1992.
Drenaje del suelo	Bueno a Moderado	Gandullo <i>et al.</i> , 1974.  Webb <i>et al.</i> (1984)
Profundidad del suelo	Igual o superior a 25 cm	Gandullo <i>et al.</i> , 1974.

Fuente: Peralta, 1976. Citado por Paganquiza F, 2012.

Según Peralta 1976, (tabla 7) y Schlatter, 1974, manifiestan que el pino siendo una especie rústica; para su óptimo desarrollo necesita de suelos de mediana a gran profundidad, de una textura franco arenosa a franco limosa de una profundidad de 1.0 - 1.3 m o más. Se ve significativamente restringido, en aquellos suelos con menos de 60-70 cm de profundidad, debido al material compacto subyacente o a la presencia de napa freática.

El pino tendrá un mal crecimiento en suelos muy pedregosos, o de mal drenaje, y/ o muy arcillosos sin adecuada aireación. En este último caso se estima que más de 50% de arcilla en el suelo superior, con más de 70% en horizontes inferiores, o aún porcentajes menores de esta fracción, puede causar pérdidas significativas en suelos que presentan

estructura y densidad desfavorable. Igualmente aquellos pantanosos o continuamente inundables no son sitios apropiados para esta especie.

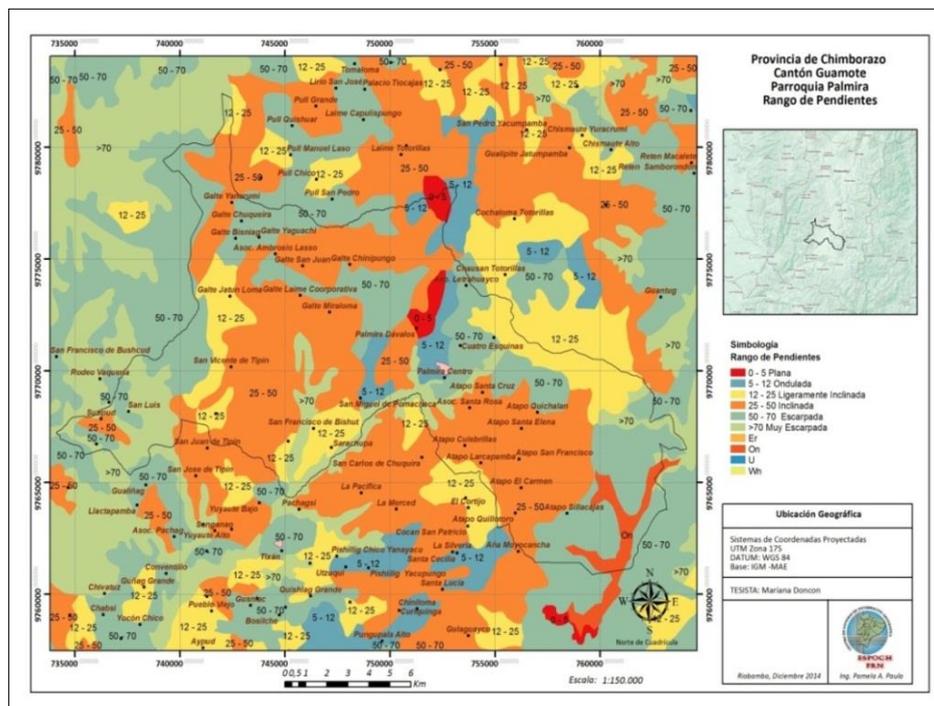
El cuadro N° 6, nos indica que la profundidad de las raíces del pino está entre los 20 - 80 cm, en los dos sitios de estudio, según la prueba de campo el sector de Chauzan San Alfonso tiene una textura arenosa con una estructura suelta, mientras que el suelo de Galte Jatun Loma presenta una textura limosa de estructura pegajosa. En cuanto a la pedregosidad los dos sectores poseen un porcentaje menor al 10 %.

Los valores presentados en el cuadro 6, de los suelos de Galte Jatun Loma y Chauzan San Alfonso están bajo los parámetros edáficos requeridos para el desarrollo óptimo del pino.

### c) Características topográficas

Palmira se encuentra en la región interandina del Ecuador por tanto su topografía es muy irregular, presentando pendientes que van desde 0% hasta >70%. La misma que se muestra con mayor detalle en el gráfico N° 4.

Gráfico N° 4. Mapa de pendientes.



Fuente: Cartografía base.

Elaborado por: Doncón M, 2015.

Cuadro N° 7. Porcentaje de pendientes de las zonas de estudio.

<b>Sector</b>	<b>Rango (%)</b>	<b>Denominación</b>
Galte Jatun Loma	5 - 70	Escarpada
Chauzan San Alfonso	5 – 50	Inclinada

Fuente: Datos registrados de campo.

Elaborado por: Doncón M, 2015.

De acuerdo al gráfico N° 4 y los datos tomados en campo (Cuadro N°7), nos indican que Galte Jatun Loma y Chauzan San Alfonso, presentan una pendiente de 5% - 70% y 5% - 50% considerándose escarpada e inclinada respectivamente.

Estos valores están dentro de los rangos permitidos para la plantación y que favorecen en el desarrollo adecuado del pino (FONAM, 2007).

### 3. Tablas de volumen de madera de pino para el sector

#### a) **Número de parcelas y árboles por sector**

Para elaborar la tabla se estableció 58 parcelas en la comunidad de Galte Jatun Loma y 57 en la comunidad de Chauzan San Alfonso.

Cuadro N° 8. Número de árboles por parcela.

<b>Plantación Galte Jatun Loma</b>		<b>Plantación Chauzan San Alfonso</b>	
<b>N° Parcelas</b>	<b>N° Árboles</b>	<b>N° Parcelas</b>	<b>N° Árboles</b>
1	26	1	24
2	24	2	24
3	30	3	23
4	28	4	23
5	25	5	24
6	28	6	24
7	29	7	26
8	30	8	27
9	26	9	25
10	24	10	29
11	29	11	26

12	27	12	26
13	26	13	25
14	26	14	24
15	24	15	26
16	27	16	28
17	26	17	26
18	28	18	24
19	28	19	25
20	30	20	26
21	26	21	24
22	26	22	23
23	26	23	26
24	26	24	23
25	27	25	26
26	28	26	21
27	22	27	26
28	26	28	25
29	30	29	27
30	26	30	28
31	25	31	24
32	27	32	28
33	28	33	26
34	20	34	25
35	25	35	25
36	28	36	23
37	26	37	26
38	28	38	27
39	24	39	24
40	26	40	26
41	29	41	23
42	23	42	27
43	28	43	27
44	26	44	26
45	25	45	24
46	24	46	25
47	23	47	25
48	27	48	25
49	25	49	24
50	27	50	26
51	27	51	26
52	26	52	26
53	23	53	22
54	26	54	26
55	29	55	27
56	27	56	28

57	27	57	27
58	27		
$\Sigma$	<b>1530</b>		<b>1442</b>
$\bar{X}$	<b>26</b>		<b>25</b>

Fuente: Datos registrados de campo.

Elaborado por: Doncón M, 2015.

El cuadro 8, indica que para realizar la tabla de volumen se utilizó una muestra representativa del 5%, es decir 1530 árboles en la plantación de Galte Jatun Loma, mientras que para Chauzan San Alfonso se utilizó 1442 árboles.

### b) Cubicación de volumen comercial real

Luego de obtener los datos en campo, se procedió a realizar los cálculos respectivos, para determinar el volumen de acuerdo a la fórmula de Smalian.

Cuadro N° 9. Volumen de madera de pino con corteza/parcela en Galte Jatun Loma.

N° Par	N° Árb	N° Trozas	D $\bar{X}$ > (m)	D $\bar{X}$ < (m)	Hc $\bar{X}$ (m)	D $\bar{X}$ (m)	VCC Real Promedio/árbol (m <sup>3</sup> )	VCC Real Total (m <sup>3</sup> )
1	26	148	0,24	0,20	14,14	0,22	0,54	13,95
2	24	122	0,24	0,20	12,67	0,22	0,49	11,77
3	30	145	0,23	0,19	12,02	0,21	0,43	12,85
4	28	168	0,23	0,20	14,84	0,22	0,55	15,37
5	25	154	0,29	0,25	15,27	0,27	0,89	22,31
6	28	144	0,26	0,22	12,80	0,24	0,58	16,22
7	29	134	0,22	0,18	11,48	0,20	0,36	10,55
8	30	161	0,24	0,20	13,33	0,22	0,50	14,91
9	26	152	0,22	0,19	14,40	0,20	0,47	12,15
10	24	150	0,28	0,24	15,55	0,26	0,82	19,67
11	29	163	0,28	0,24	13,98	0,26	0,75	21,71
12	27	138	0,25	0,21	12,75	0,23	0,51	13,77
13	26	128	0,24	0,20	12,22	0,22	0,48	12,38
14	26	121	0,22	0,18	11,52	0,20	0,36	9,45
15	24	145	0,24	0,20	14,91	0,22	0,56	13,36
16	27	140	0,23	0,19	12,88	0,21	0,45	12,15
17	26	135	0,24	0,20	12,93	0,22	0,48	12,45
18	28	151	0,22	0,18	13,33	0,20	0,42	11,66
19	28	177	0,29	0,25	15,70	0,27	0,90	25,12
20	30	157	0,26	0,22	13,02	0,24	0,60	17,90
21	26	135	0,24	0,20	12,92	0,22	0,48	12,48

22	26	142	0,22	0,18	13,35	0,20	0,42	11,03
23	26	158	0,29	0,25	15,04	0,27	0,85	22,13
24	26	142	0,26	0,22	13,54	0,24	0,61	15,83
25	27	134	0,22	0,18	12,26	0,20	0,38	10,28
26	28	177	0,28	0,24	15,69	0,26	0,86	24,17
27	22	136	0,26	0,22	15,14	0,24	0,68	14,86
28	26	152	0,27	0,23	14,46	0,25	0,72	18,81
29	30	161	0,26	0,23	13,34	0,24	0,62	18,73
30	26	135	0,24	0,20	12,87	0,22	0,50	13,05
31	25	136	0,24	0,21	13,51	0,22	0,54	13,42
32	27	139	0,23	0,19	12,78	0,21	0,45	12,15
33	28	142	0,23	0,19	12,56	0,21	0,44	12,31
34	20	114	0,24	0,20	14,10	0,22	0,55	11,09
35	25	127	0,23	0,19	12,61	0,21	0,42	10,58
36	28	143	0,22	0,18	12,53	0,20	0,40	11,18
37	26	162	0,26	0,22	15,51	0,24	0,72	18,72
38	28	152	0,27	0,23	13,47	0,25	0,65	18,22
39	24	130	0,27	0,23	13,45	0,25	0,66	15,91
40	26	155	0,29	0,25	14,84	0,27	0,85	22,05
41	29	145	0,24	0,20	12,49	0,22	0,49	14,32
42	23	104	0,22	0,18	11,21	0,20	0,35	7,98
43	28	140	0,25	0,21	12,49	0,23	0,50	13,99
44	26	138	0,22	0,19	12,92	0,20	0,42	10,84
45	25	145	0,24	0,20	14,29	0,22	0,54	13,54
46	24	121	0,25	0,21	12,58	0,23	0,51	12,21
47	23	118	0,22	0,19	12,60	0,21	0,43	9,78
48	27	171	0,26	0,22	15,50	0,24	0,70	18,93
49	25	134	0,26	0,23	13,24	0,25	0,63	15,63
50	27	134	0,24	0,20	12,40	0,22	0,49	13,19
51	27	125	0,22	0,18	11,43	0,20	0,37	10,02
52	26	155	0,24	0,20	14,77	0,22	0,58	14,97
53	23	131	0,25	0,21	13,86	0,23	0,57	13,03
54	26	148	0,29	0,25	14,17	0,27	0,78	20,35
55	29	148	0,24	0,20	12,70	0,22	0,50	14,56
56	27	134	0,22	0,18	12,26	0,20	0,40	10,76
57	27	171	0,26	0,22	15,62	0,24	0,72	19,57
58	27	147	0,26	0,22	13,52	0,24	0,63	17,09
<b>Σ</b>	<b>1530</b>	<b>8314</b>						<b>857,45</b>
<b>X̄</b>	<b>26</b>	<b>143,34</b>						<b>14,7836</b>

Fuente: Datos registrados de campo.

Elaborado por: Doncón M, 2015.

Cuadro N° 10. Volumen de madera de pino sin corteza/parcela en Galte Jatun Loma.

N° Par	N° Árb	N° Troz	D $\dot{X}$ > (m)	D $\dot{X}$ < (m)	Cor t $\dot{X}$ (m)	D $\dot{X}$ > (m)	D $\dot{X}$ < (m)	Hc $\dot{X}$ (m)	D $\dot{X}$ (m)	VSC Real $\dot{X}$ /árbol (m <sup>3</sup> )	VSC Real Total (m <sup>3</sup> )
1	26	148	0,24	0,20	0,03	0,21	0,18	14,14	0,19	0,42	10,93
2	24	122	0,24	0,20	0,03	0,22	0,18	12,67	0,20	0,38	9,24
3	30	145	0,23	0,19	0,02	0,21	0,17	12,02	0,19	0,33	10,03
4	28	168	0,23	0,20	0,02	0,21	0,18	14,84	0,19	0,43	12,04
5	25	154	0,29	0,25	0,03	0,26	0,22	15,27	0,24	0,70	17,45
6	28	144	0,26	0,22	0,03	0,23	0,19	12,80	0,21	0,45	12,72
7	29	134	0,22	0,18	0,02	0,20	0,16	11,48	0,18	0,29	8,34
8	30	161	0,24	0,20	0,03	0,21	0,17	13,33	0,19	0,39	11,66
9	26	152	0,22	0,19	0,02	0,20	0,16	14,40	0,18	0,37	9,50
10	24	150	0,28	0,24	0,03	0,25	0,21	15,55	0,23	0,64	15,33
11	29	163	0,28	0,24	0,03	0,25	0,21	13,98	0,23	0,58	16,82
12	27	138	0,25	0,21	0,03	0,22	0,18	12,75	0,20	0,39	10,64
13	26	128	0,24	0,20	0,03	0,22	0,18	12,22	0,20	0,37	9,75
14	26	121	0,22	0,18	0,02	0,20	0,16	11,52	0,18	0,29	7,46
15	24	145	0,24	0,20	0,02	0,21	0,18	14,91	0,19	0,45	10,69
16	27	140	0,23	0,19	0,03	0,20	0,17	12,88	0,18	0,35	9,32
17	26	135	0,24	0,20	0,02	0,21	0,17	12,93	0,19	0,38	9,84
18	28	151	0,22	0,18	0,02	0,20	0,16	13,33	0,18	0,33	9,30
19	28	177	0,29	0,25	0,03	0,26	0,22	15,70	0,24	0,72	20,11
20	30	157	0,26	0,22	0,03	0,24	0,20	13,02	0,22	0,48	14,29
21	26	135	0,24	0,20	0,02	0,21	0,18	12,92	0,20	0,39	10,03
22	26	142	0,22	0,18	0,02	0,20	0,16	13,35	0,18	0,34	8,90
23	26	158	0,29	0,25	0,03	0,26	0,22	15,04	0,24	0,69	18,07
24	26	142	0,26	0,22	0,02	0,23	0,20	13,54	0,21	0,49	12,76
25	27	134	0,22	0,18	0,02	0,19	0,16	12,26	0,18	0,30	8,11
26	28	177	0,28	0,24	0,03	0,25	0,21	15,69	0,23	0,68	18,90
27	22	136	0,26	0,22	0,03	0,23	0,19	15,14	0,21	0,53	11,65
28	26	152	0,27	0,23	0,03	0,24	0,20	14,46	0,22	0,57	14,75
29	30	161	0,26	0,23	0,03	0,24	0,20	13,34	0,22	0,49	14,74
30	26	135	0,24	0,20	0,03	0,22	0,18	12,87	0,20	0,39	10,26
31	25	136	0,24	0,21	0,03	0,22	0,18	13,51	0,20	0,42	10,44
32	27	139	0,23	0,19	0,03	0,20	0,17	12,78	0,19	0,35	9,41
33	28	142	0,23	0,19	0,02	0,20	0,17	12,56	0,19	0,34	9,60
34	20	114	0,24	0,20	0,03	0,22	0,18	14,10	0,20	0,43	8,60
35	25	127	0,23	0,19	0,02	0,20	0,16	12,61	0,18	0,33	8,18
36	28	143	0,22	0,18	0,02	0,20	0,16	12,53	0,18	0,31	8,79
37	26	162	0,26	0,22	0,03	0,23	0,20	15,51	0,22	0,57	14,69

38	28	152	0,27	0,23	0,03	0,24	0,20	13,47	0,22	0,50	14,09
39	24	130	0,27	0,23	0,03	0,24	0,20	13,45	0,22	0,52	12,45
40	26	155	0,29	0,25	0,03	0,26	0,22	14,84	0,24	0,67	17,30
41	29	145	0,24	0,20	0,03	0,22	0,18	12,49	0,20	0,39	11,25
42	23	104	0,22	0,18	0,02	0,20	0,16	11,21	0,18	0,28	6,35
43	28	140	0,25	0,21	0,03	0,22	0,18	12,49	0,20	0,39	10,84
44	26	138	0,22	0,19	0,02	0,20	0,16	12,92	0,18	0,32	8,43
45	25	145	0,24	0,20	0,03	0,21	0,18	14,29	0,19	0,42	10,53
46	24	121	0,25	0,21	0,03	0,22	0,18	12,58	0,20	0,40	9,54
47	23	118	0,22	0,19	0,02	0,20	0,17	12,60	0,18	0,33	7,62
48	27	171	0,26	0,22	0,03	0,23	0,19	15,50	0,21	0,55	14,78
49	25	134	0,26	0,23	0,03	0,24	0,20	13,24	0,22	0,49	12,33
50	27	134	0,24	0,20	0,02	0,22	0,18	12,40	0,20	0,39	10,45
51	27	125	0,22	0,18	0,02	0,20	0,16	11,43	0,18	0,30	8,00
52	26	155	0,24	0,20	0,02	0,22	0,18	14,77	0,20	0,46	11,90
53	23	131	0,25	0,21	0,02	0,22	0,18	13,86	0,20	0,45	10,33
54	26	148	0,29	0,25	0,03	0,26	0,22	14,17	0,24	0,62	16,18
55	29	148	0,24	0,20	0,02	0,22	0,18	12,70	0,20	0,40	11,60
56	27	134	0,22	0,18	0,02	0,20	0,16	12,26	0,18	0,32	8,56
57	27	171	0,26	0,22	0,03	0,23	0,19	15,62	0,21	0,56	15,02
58	27	147	0,26	0,22	0,03	0,24	0,20	13,52	0,22	0,50	13,60
<b>Σ</b>	<b>1530</b>	<b>8314</b>									<b>674,51</b>
<b>X̄</b>	<b>26</b>	<b>143,34</b>									<b>11,6294</b>

Fuente: Datos registrados de campo.

Elaborado por: Doncón M, 2015.

Haciendo una comparación entre el volumen de madera con corteza y sin ella de la plantación de Galte Jatun Loma, podemos ver que existe una diferencia de 182,94 m<sup>3</sup> lo cual ayudaría a tener el volumen de madera neta en las plantaciones, que será importante al momento de realizar cálculos sobre costos.

Cuadro N° 11. Volumen de madera de pino con corteza/parcela en Chauzan San Alfonso.

N° Par	N° Árb	N° Trozas	D $\dot{X}$ > (m)	D $\dot{X}$ < (m)	Hc $\dot{X}$ (m)	D $\dot{X}$ (m)	VCC Real Promedio/árbol (m <sup>3</sup> )	VCC Real Total (m <sup>3</sup> )
1	24	111	0,16	0,14	5,04	0,15	0,09	2,19
2	24	126	0,16	0,15	5,73	0,15	0,11	2,59
3	23	108	0,16	0,14	5,14	0,15	0,10	2,20
4	23	106	0,16	0,14	5,02	0,15	0,09	2,01
5	24	116	0,16	0,14	5,31	0,15	0,10	2,32

6	24	99	0,17	0,15	4,52	0,16	0,09	2,22
7	26	130	0,18	0,16	5,47	0,17	0,12	3,23
8	27	137	0,18	0,16	5,56	0,17	0,13	3,38
9	25	128	0,16	0,14	5,57	0,15	0,10	2,54
10	29	127	0,17	0,15	4,79	0,16	0,10	2,88
11	26	101	0,15	0,13	4,25	0,14	0,07	1,82
12	26	105	0,17	0,15	4,43	0,16	0,09	2,35
13	25	126	0,18	0,16	5,53	0,17	0,12	3,12
14	24	91	0,16	0,13	4,15	0,15	0,07	1,65
15	26	107	0,17	0,14	4,51	0,15	0,09	2,21
16	28	131	0,18	0,16	5,12	0,17	0,11	3,19
17	26	102	0,17	0,14	4,29	0,15	0,08	2,07
18	24	129	0,16	0,14	5,87	0,15	0,11	2,56
19	25	124	0,17	0,15	5,42	0,16	0,10	2,61
20	26	131	0,16	0,14	5,52	0,15	0,10	2,59
21	24	116	0,16	0,14	5,28	0,15	0,09	2,25
22	23	97	0,17	0,15	4,63	0,16	0,10	2,19
23	26	106	0,17	0,15	4,45	0,16	0,09	2,40
24	23	117	0,18	0,16	5,56	0,17	0,13	2,98
25	26	146	0,17	0,15	6,14	0,16	0,12	3,23
26	21	103	0,17	0,15	5,39	0,16	0,11	2,21
27	26	102	0,17	0,15	4,27	0,16	0,08	2,17
28	25	105	0,16	0,14	4,61	0,15	0,08	2,03
29	27	102	0,17	0,14	4,14	0,15	0,08	2,09
30	28	146	0,18	0,16	5,71	0,17	0,13	3,57
31	24	116	0,16	0,14	5,28	0,15	0,09	2,24
32	28	133	0,16	0,14	5,21	0,15	0,09	2,63
33	26	103	0,17	0,15	4,34	0,16	0,09	2,27
34	25	126	0,18	0,16	5,52	0,17	0,13	3,18
35	25	123	0,18	0,16	5,39	0,17	0,12	3,06
36	23	127	0,16	0,15	6,04	0,15	0,11	2,61
37	26	106	0,17	0,15	4,47	0,16	0,09	2,23
38	27	115	0,16	0,14	4,65	0,15	0,09	2,33
39	24	101	0,17	0,15	4,63	0,16	0,09	2,14
40	26	105	0,17	0,15	4,41	0,16	0,09	2,32
41	23	104	0,17	0,15	4,92	0,16	0,10	2,22
42	27	115	0,16	0,14	4,65	0,15	0,08	2,22
43	27	107	0,17	0,15	4,33	0,16	0,09	2,46
44	26	124	0,17	0,15	5,21	0,16	0,10	2,73
45	24	112	0,16	0,14	5,08	0,15	0,09	2,16
46	25	127	0,17	0,15	5,52	0,16	0,11	2,65
47	25	127	0,16	0,14	5,56	0,15	0,10	2,58
48	25	114	0,16	0,14	4,97	0,15	0,09	2,18

49	24	116	0,17	0,15	5,31	0,16		0,10	2,51
50	26	99	0,17	0,14	4,15	0,15		0,08	2,00
51	26	130	0,18	0,16	5,48	0,17		0,12	3,24
52	26	147	0,18	0,16	6,16	0,17		0,14	3,56
53	22	112	0,17	0,15	5,56	0,16		0,11	2,44
54	26	108	0,17	0,15	4,51	0,16		0,09	2,39
55	27	108	0,15	0,14	4,35	0,15		0,07	1,95
56	28	109	0,17	0,14	4,26	0,16		0,08	2,29
57	27	112	0,18	0,15	4,54	0,16		0,10	2,62
<b>Σ</b>	<b>1442</b>	<b>6601</b>							<b>142,08</b>
<b>Ā</b>	<b>25,30</b>	<b>115,81</b>							<b>2,4926</b>

Fuente: Datos registrados de campo.

Elaborado por: Doncón M, 2015.

Cuadro N° 12. Volumen de madera de pino sin corteza/parcela en Chauzan San

Alfonso.

N° Par	N° Árb	N° Troz	DĀ> (m)	DĀ< (m)	Cort Ā (m)	DĀ> (m)	DĀ< (m)	Hc Ā (m)	DĀ (m)	VSC Real Ā/árbol (m³)	VSC real total (m³)
1	24	111	0,16	0,14	0,02	0,15	0,13	5,04	0,14	0,07	1,75
2	24	126	0,16	0,15	0,02	0,15	0,13	5,73	0,14	0,09	2,09
3	23	108	0,16	0,14	0,02	0,15	0,13	5,14	0,14	0,08	1,77
4	23	106	0,16	0,14	0,02	0,14	0,12	5,02	0,13	0,07	1,62
5	24	116	0,16	0,14	0,02	0,15	0,13	5,31	0,14	0,08	1,88
6	24	99	0,17	0,15	0,02	0,16	0,13	4,52	0,14	0,07	1,78
7	26	130	0,18	0,16	0,02	0,16	0,14	5,47	0,15	0,10	2,57
8	27	137	0,18	0,16	0,02	0,16	0,14	5,56	0,15	0,10	2,72
9	25	128	0,16	0,14	0,02	0,15	0,13	5,57	0,14	0,08	2,07
10	29	127	0,17	0,15	0,02	0,16	0,14	4,79	0,15	0,08	2,33
11	26	101	0,15	0,13	0,01	0,14	0,12	4,25	0,13	0,06	1,48
12	26	105	0,17	0,15	0,02	0,16	0,13	4,43	0,14	0,07	1,88
13	25	126	0,18	0,16	0,02	0,16	0,14	5,53	0,15	0,10	2,40
14	24	91	0,16	0,13	0,02	0,14	0,12	4,15	0,13	0,05	1,29
15	26	107	0,17	0,14	0,02	0,15	0,13	4,51	0,14	0,07	1,71
16	28	131	0,18	0,16	0,02	0,16	0,14	5,12	0,15	0,09	2,47
17	26	102	0,17	0,14	0,02	0,15	0,12	4,29	0,14	0,06	1,63
18	24	129	0,16	0,14	0,02	0,14	0,13	5,87	0,13	0,08	1,98
19	25	124	0,17	0,15	0,02	0,15	0,13	5,42	0,14	0,08	2,03
20	26	131	0,16	0,14	0,02	0,14	0,12	5,52	0,13	0,08	2,00
21	24	116	0,16	0,14	0,02	0,14	0,12	5,28	0,13	0,07	1,74
22	23	97	0,17	0,15	0,02	0,15	0,13	4,63	0,14	0,07	1,70

23	26	106	0,17	0,15	0,02	0,15	0,13	4,45	0,14	0,07	1,87
24	23	117	0,18	0,16	0,02	0,16	0,14	5,56	0,15	0,10	2,33
25	26	146	0,17	0,15	0,02	0,15	0,13	6,14	0,14	0,10	2,50
26	21	103	0,17	0,15	0,02	0,15	0,13	5,39	0,14	0,08	1,70
27	26	102	0,17	0,15	0,02	0,15	0,13	4,27	0,14	0,06	1,68
28	25	105	0,16	0,14	0,02	0,14	0,12	4,61	0,13	0,06	1,58
29	27	102	0,17	0,14	0,02	0,15	0,12	4,14	0,14	0,06	1,62
30	28	146	0,18	0,16	0,02	0,16	0,14	5,71	0,15	0,10	2,77
31	24	116	0,16	0,14	0,02	0,14	0,12	5,28	0,13	0,07	1,75
32	28	133	0,16	0,14	0,02	0,14	0,12	5,21	0,13	0,07	2,04
33	26	103	0,17	0,15	0,02	0,15	0,13	4,34	0,14	0,07	1,77
34	25	126	0,18	0,16	0,02	0,16	0,14	5,52	0,15	0,10	2,47
35	25	123	0,18	0,16	0,02	0,16	0,14	5,39	0,15	0,09	2,37
36	23	127	0,16	0,15	0,02	0,14	0,13	6,04	0,13	0,09	1,99
37	26	106	0,17	0,15	0,02	0,15	0,13	4,47	0,14	0,07	1,72
38	27	115	0,16	0,14	0,02	0,15	0,12	4,65	0,14	0,07	1,80
39	24	101	0,17	0,15	0,02	0,15	0,13	4,63	0,14	0,07	1,65
40	26	105	0,17	0,15	0,02	0,15	0,13	4,41	0,14	0,07	1,80
41	23	104	0,17	0,15	0,02	0,15	0,13	4,92	0,14	0,07	1,71
42	27	115	0,16	0,14	0,02	0,14	0,12	4,65	0,13	0,06	1,73
43	27	107	0,17	0,15	0,02	0,15	0,13	4,33	0,14	0,07	1,78
44	26	124	0,17	0,15	0,02	0,15	0,13	5,21	0,14	0,08	2,09
45	24	112	0,16	0,14	0,02	0,14	0,12	5,08	0,13	0,07	1,65
46	25	127	0,17	0,15	0,02	0,15	0,13	5,52	0,14	0,08	2,04
47	25	127	0,16	0,14	0,02	0,14	0,13	5,56	0,13	0,08	1,99
48	25	114	0,16	0,14	0,02	0,14	0,12	4,97	0,13	0,07	1,68
49	24	116	0,17	0,15	0,02	0,15	0,13	5,31	0,14	0,08	1,95
50	26	99	0,17	0,14	0,02	0,15	0,12	4,15	0,14	0,06	1,56
51	26	130	0,18	0,16	0,02	0,16	0,14	5,48	0,15	0,10	2,51
52	26	147	0,18	0,16	0,02	0,16	0,14	6,16	0,15	0,11	2,75
53	22	112	0,17	0,15	0,02	0,15	0,13	5,56	0,14	0,09	1,89
54	26	108	0,17	0,15	0,02	0,15	0,13	4,51	0,14	0,07	1,86
55	27	108	0,15	0,14	0,02	0,14	0,12	4,35	0,13	0,06	1,54
56	28	109	0,17	0,14	0,02	0,15	0,13	4,26	0,14	0,06	1,80
57	27	112	0,18	0,15	0,02	0,16	0,14	4,54	0,15	0,08	2,07
<b>Σ</b>	<b>1442</b>	<b>6601</b>									<b>110,91</b>
<b>Ā</b>	<b>25</b>	<b>115,81</b>									<b>1,9458</b>

Fuente: Datos registrados de campo.

Elaborado por: Doncón M, 2015.

Haciendo una comparación entre el volumen de madera con corteza y sin ella de la plantación de Chauzan San Alfonso, podemos ver que existe una diferencia de 31,17 m<sup>3</sup>

lo cual ayudaría a tener el volumen de madera neta en las plantaciones, que será importante al momento de realizar cálculos sobre costos.

De esta manera se calculó el volumen real de cada parcela, cuantificando el volumen total real con corteza y sin corteza respectivamente; para Galte Jatun Loma de 857,45 m<sup>3</sup> y 674,51 m<sup>3</sup> de madera, en una superficie de 14450 m<sup>2</sup>, y para Chauzan San Alfonso de 142,08 m<sup>3</sup> y 110,91 m<sup>3</sup> de madera en una superficie de 14230 m<sup>2</sup>.

#### 4. Estimación del volumen utilizando tres ecuaciones

##### a) **Método: Variable combinada (Spurr)**

Cuadro N° 13. Cálculo de volumen con corteza en Galte Jatun Loma, por el método de Variable Combinada (Spurr).

N° Parc.	N° Árb.	DAP $\bar{X}$ (cm)	Hc $\bar{X}$ (m)	D $\bar{A}P\bar{X}^2$	D $\bar{A}P\bar{X}^2 * Hc$ (X)	V $\bar{X}$ /ar (m <sup>3</sup> )	Volumen real total (m <sup>3</sup> ) (Y)	Volumen estimado total (m <sup>3</sup> )
1	26	32,05	14,14	1026,96	14518,79	0,5365	13,9498	15,9308
2	24	30,99	12,67	960,23	12162,45	0,4906	11,7746	13,5836
3	30	28,08	12,02	788,49	9473,93	0,4283	12,8479	10,9054
4	28	31,66	14,86	1002,17	14891,60	0,5490	15,3719	16,3022
5	25	36,46	15,31	1329,04	20348,13	0,8924	22,3102	21,7377
6	28	31,99	12,80	1023,09	13099,88	0,5793	16,2214	14,5174
7	29	26,37	11,48	695,14	7978,06	0,3638	10,5504	9,4153
8	30	30,33	13,33	919,83	12265,60	0,4969	14,9070	13,6863
9	26	29,07	14,39	844,80	12153,05	0,4673	12,1505	13,5742
10	24	36,42	15,55	1326,48	20627,82	0,8195	19,6678	22,0163
11	29	33,50	13,89	1122,25	15591,15	0,7485	21,7061	16,9990
12	27	30,61	12,65	937,04	11857,03	0,5101	13,7733	13,2793
13	26	29,28	12,22	857,14	10469,94	0,4761	12,3794	11,8976
14	26	26,42	11,52	698,18	8045,98	0,3635	9,4498	9,4829
15	24	31,07	14,92	965,40	14406,53	0,5568	13,3627	15,8190
16	27	29,64	12,88	878,79	11319,18	0,4501	12,1526	12,7435
17	26	29,20	12,93	852,64	11028,57	0,4788	12,4491	12,4540
18	28	27,97	13,24	782,40	10357,03	0,4164	11,6605	11,7851
19	28	37,50	15,70	1406,52	22082,83	0,8970	25,1170	23,4657
20	30	31,71	13,03	1005,52	13100,64	0,5965	17,8961	14,5181

21	26	29,30	13,01	858,49	11171,93	0,4801	12,4834	12,5968
22	26	28,09	13,35	788,96	10536,28	0,4242	11,0304	11,9636
23	26	36,80	14,18	1354,52	19203,49	0,8513	22,1337	20,5975
24	26	31,42	13,54	986,93	13360,33	0,6088	15,8276	14,7768
25	27	27,32	12,26	746,54	9149,04	0,3806	10,2765	10,5817
26	28	36,57	15,69	1337,21	20977,45	0,8634	24,1746	22,3646
27	22	33,99	15,14	1155,38	17488,28	0,6754	14,8585	18,8889
28	26	35,24	14,46	1242,02	17962,48	0,7234	18,8078	19,3612
29	30	31,17	13,34	971,57	12957,49	0,6244	18,7314	14,3755
30	26	30,73	12,87	944,14	12152,22	0,5018	13,0475	13,5734
31	25	30,79	13,51	947,90	12809,18	0,5369	13,4236	14,2278
32	27	29,93	12,78	896,00	11452,93	0,4501	12,1518	12,8768
33	28	28,90	12,56	835,13	10485,92	0,4397	12,3122	11,9135
34	20	31,47	14,10	990,05	13960,15	0,5547	11,0931	15,3743
35	25	27,46	12,61	754,27	9508,95	0,4230	10,5760	10,9403
36	28	27,90	12,53	778,61	9753,75	0,3994	11,1838	11,1841
37	26	33,73	15,51	1137,76	17644,54	0,7200	18,7211	19,0445
38	28	33,41	13,47	1116,28	15035,44	0,6506	18,2154	16,4455
39	24	33,17	13,45	1100,30	14802,30	0,6627	15,9060	16,2132
40	26	35,59	14,84	1266,54	18791,05	0,8480	22,0468	20,1866
41	29	30,64	12,49	939,11	11728,46	0,4939	14,3226	13,1512
42	23	25,73	11,21	662,28	7425,88	0,3469	7,9793	8,8652
43	28	30,76	12,49	946,00	11813,87	0,4997	13,9907	13,2363
44	26	28,10	12,92	789,39	10199,58	0,4168	10,8357	11,6282
45	25	31,48	14,29	990,74	14157,26	0,5418	13,5446	15,5707
46	24	30,96	12,58	958,68	12064,14	0,5087	12,2097	13,4856
47	23	28,71	12,60	824,19	10386,93	0,4250	9,7760	11,8149
48	27	34,98	15,50	1223,70	18964,69	0,7012	18,9331	20,3596
49	25	31,06	13,24	964,97	12778,93	0,6252	15,6297	14,1977
50	27	30,23	12,40	914,05	11333,26	0,4884	13,1879	12,7576
51	27	27,07	11,43	732,60	8373,13	0,3710	10,0160	9,8088
52	26	31,85	14,75	1014,42	14960,00	0,5756	14,9669	16,3703
53	23	32,26	13,86	1040,48	14421,10	0,5663	13,0252	15,8335
54	26	34,35	14,17	1179,66	16709,86	0,7826	20,3482	18,1135
55	29	30,34	12,70	920,60	11693,52	0,5022	14,5624	13,1164
56	27	27,52	12,26	757,27	9285,80	0,3986	10,7609	10,7180
57	27	35,67	15,62	1272,38	19875,92	0,7248	19,5694	21,2673
58	27	32,34	13,52	1045,68	14142,29	0,6331	17,0933	15,5558
<b>Σ</b>	<b>1530</b>						<b>857,4507</b>	<b>857,451</b>
<b>Ā</b>							<b>14,7836</b>	<b>14,7836</b>

Elaborado por: Doncón M, 2015.

Para calcular el volumen estimado del cuadro 13, se procedió a determinar las constantes a y b (cuadro 14) por el método de los mínimos cuadrados, con estos valores, mediante la regresión lineal se aplicó la fórmula de Spurr (variable combinada).

Como se observa los resultados del cuadro 13, el tamaño de la muestra de Galte; es de 58 parcelas (14450 m<sup>2</sup>), de donde se obtienen los mismos valores de volumen real y volumen estimado de 857,45 m<sup>3</sup> de madera, esto indica que no existe variación volumétrica en los dos cálculos.

Así se estima que la plantación de Galte Jatun Loma, en una superficie de 28,81 ha produce un volumen de 17095,59 m<sup>3</sup> de madera, es decir que en 1 ha hay 593,39 m<sup>3</sup>.

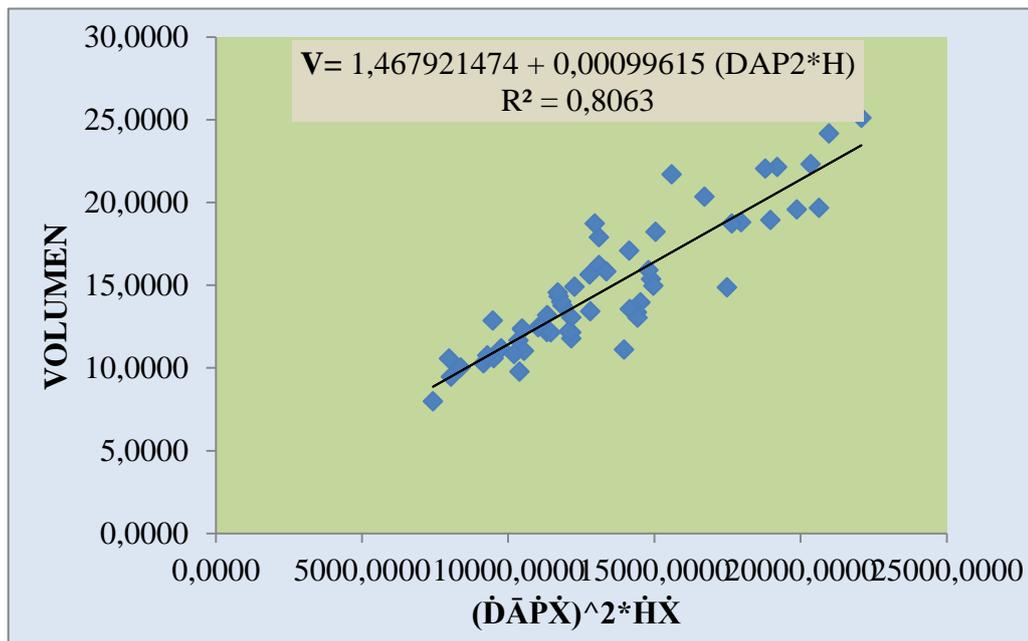
Cuadro N° 14. Análisis de varianza y estadísticas de la regresión.

<b>V= a + b (DAP<sup>2</sup> * H)</b>				
<b>V= 1,467921474 + 0,00099615 (DAP<sup>2</sup>*H)</b>				
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F
Regresión	1	742,646812	742,646812	233,108301
Residuos	56	178,407296	3,18584456	
Total	57	921,054108		
Coefficiente de correlación múltiple	0,897942627			
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0,806300961			
R <sup>2</sup> ajustado	0,80284205			
Error típico	1,784893432			
Observaciones	58			

Elaborado por: Doncón M, 2015.

La ecuación, según el método de variable combinada anotada en el Cuadro N° 14, arrojó como resultado un coeficiente de determinación de R<sup>2</sup>= 0,81 lo que indica que el 81 % de la variación del volumen depende del producto del DAP<sup>2</sup>\*H.

Gráfico N° 5. Volumen con corteza (VCC) de pino (*Pinus radiata* D. Don) en Galte Jatun Loma por el Método de Variable Combinada.



Elaborado por: Doncón M, 2015.

El gráfico 5, indica que los residuos del volumen comercial con corteza, calculados por el modelo propuesto por Spurr (variable combinada), no presentan variación en sus valores del volumen real en comparación a los valores del volumen estimado y presentan la misma línea de tendencia.

Se observa que la línea de tendencia proyectada no parte desde el eje 0 debido a que, para realizar el cálculo respectivo se utilizaron los valores de volumen por parcela.

### 1) Cálculo de exactitud.

Este cálculo se realiza para comparar el volumen estimado (VE) con el volumen real (VR) y saber la diferencia o el error entre ambos volúmenes.

Las ecuaciones que se utilizan para realizar este cálculo son las siguientes:

Diferencia agregada (DA).

$$DA = \frac{(\sum VR - \sum VE)}{VE} (100)$$

Desviación media (DM)

$$DM = \frac{(\sum(VR - VE)/VE)}{n} (100)$$

Desviación estándar (S x y)

$$S x y = \frac{\sqrt{\sum(VR - VE)^2}}{n - 1}$$

Desviación estándar como porcentaje del volumen medio. (S x y %)

$$S x y (\%) = \frac{(S x y)}{\bar{v}} (100)$$

Cálculo:

$$DA = \frac{(857,45 - 857,45)}{857,45} (100) = 0,00\%$$

$$DM = \frac{(799,45)}{58} (100) = 1378,36$$

$$S x y = \frac{\sqrt{178,41}}{57} = 1,77$$

$$S x y (\%) = \frac{(1,77)}{14,78} (100) = 11,97\%$$

Cuadro N° 15. Cálculo de exactitud.

N° Parcelas	N° Árboles	DAP promedio (cm)	Altura comercial promedio (m)	$\bar{DAP}^2$	$\bar{DAP}^2 * Hc$ (X)	Volumen promedio (m <sup>3</sup> )	Volumen real total (m <sup>3</sup> ) (Y)	Volumen estimado total (m <sup>3</sup> )	$(VR-VE)^2$	$(VR- VE)/VE$
1	26	32,05	14,14	1026,96	14518,79	0,5365	13,9498	15,9308	3,9245	12,9498
2	24	30,99	12,67	960,23	12162,45	0,4906	11,7746	13,5836	3,2724	10,7746
3	30	28,08	12,02	788,49	9473,93	0,4283	12,8479	10,9054	3,7736	11,8479
4	28	31,66	14,86	1002,17	14891,60	0,5490	15,3719	16,3022	0,8654	14,3719
5	25	36,46	15,31	1329,04	20348,13	0,8924	22,3102	21,7377	0,3278	21,3102
6	28	31,99	12,80	1023,09	13099,88	0,5793	16,2214	14,5174	2,9039	15,2214
7	29	26,37	11,48	695,14	7978,06	0,3638	10,5504	9,4153	1,2886	9,5504
8	30	30,33	13,33	919,83	12265,60	0,4969	14,9070	13,6863	1,4900	13,9070
9	26	29,07	14,39	844,80	12153,05	0,4673	12,1505	13,5742	2,0268	11,1505
10	24	36,42	15,55	1326,48	20627,82	0,8195	19,6678	22,0163	5,5156	18,6678
11	29	33,50	13,89	1122,25	15591,15	0,7485	21,7061	16,9990	22,1563	20,7061
12	27	30,61	12,65	937,04	11857,03	0,5101	13,7733	13,2793	0,2441	12,7733
13	26	29,28	12,22	857,14	10469,94	0,4761	12,3794	11,8976	0,2322	11,3794
14	26	26,42	11,52	698,18	8045,98	0,3635	9,4498	9,4829	0,0011	8,4498
15	24	31,07	14,92	965,40	14406,53	0,5568	13,3627	15,8190	6,0333	12,3627
16	27	29,64	12,88	878,79	11319,18	0,4501	12,1526	12,7435	0,3492	11,1526
17	26	29,20	12,93	852,64	11028,57	0,4788	12,4491	12,4540	0,0000	11,4491
18	28	27,97	13,24	782,40	10357,03	0,4164	11,6605	11,7851	0,0155	10,6605
19	28	37,50	15,70	1406,52	22082,83	0,8970	25,1170	23,4657	2,7266	24,1170

20	30	31,71	13,03	1005,52	13100,64	0,5965	17,8961	14,5181	11,4107	16,8961
21	26	29,30	13,01	858,49	11171,93	0,4801	12,4834	12,5968	0,0129	11,4834
22	26	28,09	13,35	788,96	10536,28	0,4242	11,0304	11,9636	0,8710	10,0304
23	26	36,80	14,18	1354,52	19203,49	0,8513	22,1337	20,5975	2,3598	21,1337
24	26	31,42	13,54	986,93	13360,33	0,6088	15,8276	14,7768	1,1042	14,8276
25	27	27,32	12,26	746,54	9149,04	0,3806	10,2765	10,5817	0,0932	9,2765
26	28	36,57	15,69	1337,21	20977,45	0,8634	24,1746	22,3646	3,2759	23,1746
27	22	33,99	15,14	1155,38	17488,28	0,6754	14,8585	18,8889	16,2436	13,8585
28	26	35,24	14,46	1242,02	17962,48	0,7234	18,8078	19,3612	0,3063	17,8078
29	30	31,17	13,34	971,57	12957,49	0,6244	18,7314	14,3755	18,9734	17,7314
30	26	30,73	12,87	944,14	12152,22	0,5018	13,0475	13,5734	0,2766	12,0475
31	25	30,79	13,51	947,90	12809,18	0,5369	13,4236	14,2278	0,6466	12,4236
32	27	29,93	12,78	896,00	11452,93	0,4501	12,1518	12,8768	0,5255	11,1518
33	28	28,90	12,56	835,13	10485,92	0,4397	12,3122	11,9135	0,1589	11,3122
34	20	31,47	14,10	990,05	13960,15	0,5547	11,0931	15,3743	18,3291	10,0931
35	25	27,46	12,61	754,27	9508,95	0,4230	10,5760	10,9403	0,1327	9,5760
36	28	27,90	12,53	778,61	9753,75	0,3994	11,1838	11,1841	0,0000	10,1838
37	26	33,73	15,51	1137,76	17644,54	0,7200	18,7211	19,0445	0,1046	17,7211
38	28	33,41	13,47	1116,28	15035,44	0,6506	18,2154	16,4455	3,1327	17,2154
39	24	33,17	13,45	1100,30	14802,30	0,6627	15,9060	16,2132	0,0944	14,9060
40	26	35,59	14,84	1266,54	18791,05	0,8480	22,0468	20,1866	3,4603	21,0468
41	29	30,64	12,49	939,11	11728,46	0,4939	14,3226	13,1512	1,3721	13,3226
42	23	25,73	11,21	662,28	7425,88	0,3469	7,9793	8,8652	0,7849	6,9793
43	28	30,76	12,49	946,00	11813,87	0,4997	13,9907	13,2363	0,5691	12,9907
44	26	28,10	12,92	789,39	10199,58	0,4168	10,8357	11,6282	0,6282	9,8357

45	25	31,48	14,29	990,74	14157,26	0,5418	13,5446	15,5707	4,1051	12,5446
46	24	30,96	12,58	958,68	12064,14	0,5087	12,2097	13,4856	1,6281	11,2097
47	23	28,71	12,60	824,19	10386,93	0,4250	9,7760	11,8149	4,1569	8,7760
48	27	34,98	15,50	1223,70	18964,69	0,7012	18,9331	20,3596	2,0351	17,9331
49	25	31,06	13,24	964,97	12778,93	0,6252	15,6297	14,1977	2,0508	14,6297
50	27	30,23	12,40	914,05	11333,26	0,4884	13,1879	12,7576	0,1852	12,1879
51	27	27,07	11,43	732,60	8373,13	0,3710	10,0160	9,8088	0,0429	9,0160
52	26	31,85	14,75	1014,42	14960,00	0,5756	14,9669	16,3703	1,9696	13,9669
53	23	32,26	13,86	1040,48	14421,10	0,5663	13,0252	15,8335	7,8863	12,0252
54	26	34,35	14,17	1179,66	16709,86	0,7826	20,3482	18,1135	4,9939	19,3482
55	29	30,34	12,70	920,60	11693,52	0,5022	14,5624	13,1164	2,0909	13,5624
56	27	27,52	12,26	757,27	9285,80	0,3986	10,7609	10,7180	0,0018	9,7609
57	27	35,67	15,62	1272,38	19875,92	0,7248	19,5694	21,2673	2,8829	18,5694
58	27	32,33	13,52	1045,68	14142,29	0,6331	17,0933	15,5558	2,3640	16,0933
<b>Σ</b>	<b>1530</b>						<b>857,4507</b>	<b>857,451</b>	<b>178,4073</b>	<b>799,4507</b>
<b>Ā</b>							<b>14,7836</b>	<b>14,7836</b>		

Fuente: Datos registrados de campo.

Elaborado por: Doncón M, 2015.

El cálculo de exactitud del cuadro 15, presentó los siguientes valores: Diferencia agregada (DA) = 0.00 %, es decir que no existe diferencia entre el volumen real y el volumen estimado, por ende la desviación media (DM) nos da un valor de 1378,36 %, en tanto que la desviación estándar es de (S x y) = 1,77 y la desviación estándar como porcentaje del volumen medio nos da un valor de (S x y %) = 11,97%.

Cuadro N° 16. Cálculo de volumen sin corteza para Galte Jatun Loma, por el método de Variable Combinada (Spurr).

N° Parc.	N° Árb.	DAP $\bar{X}$ (cm)	Hc $\bar{X}$ (m)	D $\bar{A}P\bar{X}^2$	D $\bar{A}P\bar{X}^2 * Hc$ (X)	V $\bar{X}$ (m <sup>3</sup> )	Volumen real total (m <sup>3</sup> ) (Y)	Volumen estimado total (m <sup>3</sup> )
1	26	32,05	14,14	1026,96	14518,79	0,4203	10,9277	12,5311
2	24	30,99	12,67	960,23	12162,45	0,3848	9,2351	10,6861
3	30	28,08	12,02	788,49	9473,93	0,3342	10,0265	8,5811
4	28	31,66	14,86	1002,17	14891,60	0,4302	12,0448	12,8230
5	25	36,46	15,31	1329,04	20348,13	0,6978	17,4451	17,0953
6	28	31,99	12,80	1023,09	13099,88	0,4544	12,7237	11,4201
7	29	26,37	11,48	695,14	7978,06	0,2877	8,3426	7,4099
8	30	30,33	13,33	919,83	12265,60	0,3888	11,6636	10,7669
9	26	29,07	14,39	844,80	12153,05	0,3655	9,5038	10,6788
10	24	36,42	15,55	1326,48	20627,82	0,6387	15,3297	17,3143
11	29	33,50	13,89	1122,25	15591,15	0,5800	16,8199	13,3707
12	27	30,61	12,65	937,04	11857,03	0,3941	10,6414	10,4470
13	26	29,28	12,22	857,14	10469,94	0,3750	9,7487	9,3610
14	26	26,42	11,52	698,18	8045,98	0,2869	7,4606	7,4631
15	24	31,07	14,92	965,40	14406,53	0,4453	10,6862	12,4432
16	27	29,64	12,88	878,79	11319,18	0,3451	9,3176	10,0259
17	26	29,20	12,93	852,64	11028,57	0,3786	9,8442	9,7983
18	28	27,97	13,24	782,40	10357,03	0,3320	9,2965	9,2725
19	28	37,50	15,70	1406,52	22082,83	0,7183	20,1133	18,4535
20	30	31,71	13,03	1005,52	13100,64	0,4762	14,2868	11,4207
21	26	29,30	13,01	858,49	11171,93	0,3858	10,0305	9,9106
22	26	28,09	13,35	788,96	10536,28	0,3422	8,8964	9,4129
23	26	36,80	14,18	1354,52	19203,49	0,6949	18,0664	16,1991
24	26	31,42	13,54	986,93	13360,33	0,4908	12,7602	11,6240
25	27	27,32	12,26	746,54	9149,04	0,3004	8,1121	8,3267
26	28	36,57	15,69	1337,21	20977,45	0,6750	18,9002	17,5880
27	22	33,99	15,14	1155,38	17488,28	0,5295	11,6492	14,8561
28	26	35,24	14,46	1242,02	17962,48	0,5671	14,7455	15,2274

29	30	31,17	13,34	971,57	12957,49	0,4913	14,7389	11,3086
30	26	30,73	12,87	944,14	12152,22	0,3945	10,2578	10,6781
31	25	30,79	13,51	947,90	12809,18	0,4176	10,4408	11,1925
32	27	29,93	12,78	896,00	11452,93	0,3487	9,4149	10,1306
33	28	28,90	12,56	835,13	10485,92	0,3429	9,6019	9,3735
34	20	31,47	14,10	990,05	13960,15	0,4300	8,6008	12,0937
35	25	27,46	12,61	754,27	9508,95	0,3273	8,1832	8,6085
36	28	27,90	12,53	778,61	9753,75	0,3139	8,7883	8,8002
37	26	33,73	15,51	1137,76	17644,54	0,5651	14,6913	14,9785
38	28	33,41	13,47	1116,28	15035,44	0,5032	14,0905	12,9356
39	24	33,17	13,45	1100,30	14802,30	0,5189	12,4538	12,7531
40	26	35,59	14,84	1266,54	18791,05	0,6655	17,3034	15,8762
41	29	30,64	12,49	939,11	11728,46	0,3880	11,2517	10,3463
42	23	25,73	11,21	662,28	7425,88	0,2760	6,3483	6,9775
43	28	30,76	12,49	946,00	11813,87	0,3873	10,8440	10,4132
44	26	28,10	12,92	789,39	10199,58	0,3243	8,4314	9,1493
45	25	31,48	14,29	990,74	14157,26	0,4212	10,5291	12,2480
46	24	30,96	12,58	958,68	12064,14	0,3977	9,5447	10,6092
47	23	28,71	12,60	824,19	10386,93	0,3314	7,6229	9,2960
48	27	34,98	15,50	1223,70	18964,69	0,5472	14,7755	16,0121
49	25	31,06	13,24	964,97	12778,93	0,4934	12,3347	11,1688
50	27	30,23	12,40	914,05	11333,26	0,3872	10,4534	10,0369
51	27	27,07	11,43	732,60	8373,13	0,2963	7,9988	7,7192
52	26	31,85	14,75	1014,42	14960,00	0,4576	11,8969	12,8765
53	23	32,26	13,86	1040,48	14421,10	0,4491	10,3291	12,4546
54	26	34,35	14,17	1179,66	16709,86	0,6223	16,1787	14,2466
55	29	30,34	12,70	920,60	11693,52	0,4001	11,6024	10,3190
56	27	27,52	12,26	757,27	9285,80	0,3171	8,5604	8,4338
57	27	35,67	15,62	1272,38	19875,92	0,5564	15,0235	16,7256
58	27	32,33	13,52	1045,68	14142,29	0,5036	13,5960	12,2363
$\Sigma$	<b>1530</b>						<b>674,5057</b>	<b>674,5057</b>
$\bar{X}$							<b>11,6294</b>	<b>11,6294</b>

Fuente: Datos registrados de campo.

Elaborado por: Doncón M, 2015.

Para calcular el volumen estimado del cuadro 16, se procedió a determinar las constantes a y b (cuadro 17) por el método de los mínimos cuadrados, con estos valores, mediante la regresión lineal se aplicó la fórmula de Spurr (variable combinada).

En los resultados del cuadro 16, el tamaño de la muestra de Galte, es de 58 parcelas (14450 m<sup>2</sup>), de donde se obtiene un volumen real sin corteza igual al volumen estimado de 674,51 m<sup>3</sup> de madera, esto indica que no existe variación volumétrica.

Así se estima que la plantación de Galte Jatun Loma produce un volumen de 13448,10 m<sup>3</sup> de madera; es decir se tiene 466,79 m<sup>3</sup>/ha.

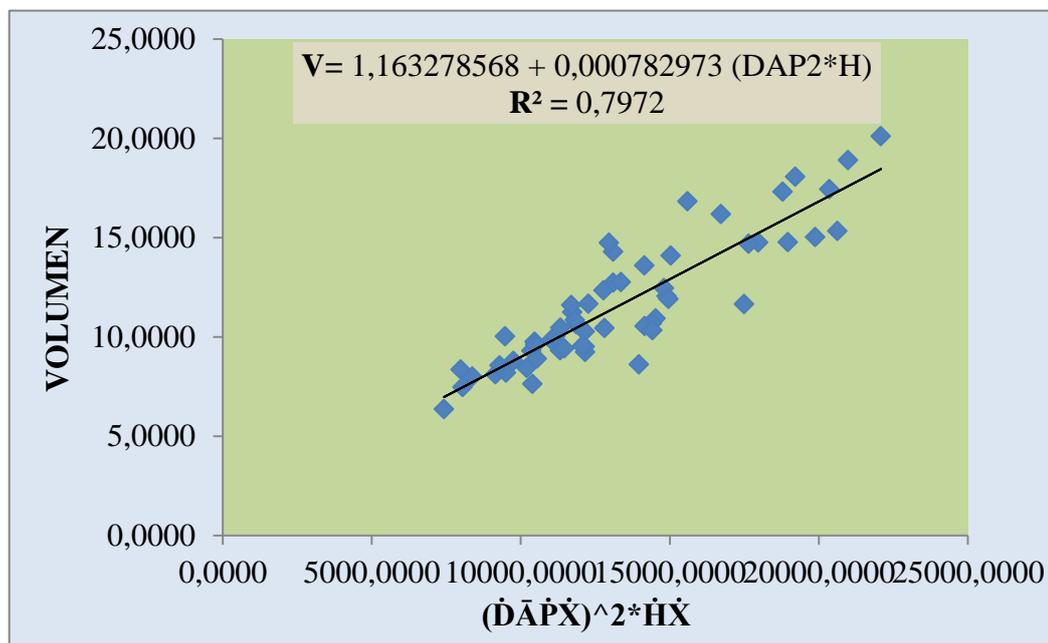
Cuadro N° 17. Análisis de varianza y estadísticas de la regresión.

<b>V = a + b (DAP<sup>2</sup> * H)</b>				
<b>V = 1,163278568 + 0,000782973 (DAP<sup>2</sup>*H)</b>				
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F
Regresión	1	458,802489	458,802489	220,098135
Residuos	56	116,734017	2,08453602	
Total	57	575,536506		
Coefficiente de correlación múltiple	0,892845769			
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0,797173566			
R <sup>2</sup> ajustado	0,793551666			
Error típico	1,443792235			
Observaciones	58			

Elaborado por: Doncón M, 2015.

La ecuación según el método de variable combinada anotada en el Cuadro N° 17, arroja como resultado un coeficiente de determinación de R<sup>2</sup>= 0,80 lo que indica que el 80 % de la variación del volumen depende del producto del DAP<sup>2</sup>\*H.

Gráfico N° 6. Volumen sin corteza de pino (*Pinus radiata* D. Don) en Galte Jatun Loma por el Método de Variable Combinada.



Elaborado por: Doncón M, 2015.

El gráfico 6, indica que los residuos del volumen comercial con corteza, calculados por el modelo propuesto por Spurr (variable combinada), no presentan variación en sus valores del volumen real en comparación a los valores del volumen estimado y presentan la misma línea de tendencia.

## 2) Cálculo de exactitud

Este cálculo se realiza para comparar el volumen estimado (VE) con el volumen real (VR) y saber la diferencia o el error entre ambos volúmenes. Las ecuaciones que se utiliza para realizar este cálculo son las mismas que se utilizaron en el literal (d) para el cálculo de exactitud del cuadro N° 15.

Cuadro N° 18. Cálculo de la exactitud.

N° Parcelas	N° Árboles	DAP promedio (cm)	Altura comercial promedio (m)	$\bar{D}^2$	$\bar{D}^2 \cdot \bar{H}_c$ (X)	Volumen promedio (m <sup>3</sup> )	Volumen real total (m <sup>3</sup> ) (Y)	Volumen estimado total (m <sup>3</sup> )	$(VR-VE)^2$	$(VR-VE)/VE$
1	26	32,05	14,14	1026,96	14518,79	0,4203	10,9277	12,5311	2,5710	9,9277
2	24	30,99	12,67	960,23	12162,45	0,3848	9,2351	10,6861	2,1054	8,2351
3	30	28,08	12,02	788,49	9473,93	0,3342	10,0265	8,5811	2,0891	9,0265
4	28	31,66	14,86	1002,17	14891,60	0,4302	12,0448	12,8230	0,6056	11,0448
5	25	36,46	15,31	1329,04	20348,13	0,6978	17,4451	17,0953	0,1224	16,4451
6	28	31,99	12,80	1023,09	13099,88	0,4544	12,7237	11,4201	1,6993	11,7237
7	29	26,37	11,48	695,14	7978,06	0,2877	8,3426	7,4099	0,8699	7,3426
8	30	30,33	13,33	919,83	12265,60	0,3888	11,6636	10,7669	0,8041	10,6636
9	26	29,07	14,39	844,80	12153,05	0,3655	9,5038	10,6788	1,3806	8,5038
10	24	36,42	15,55	1326,48	20627,82	0,6387	15,3297	17,3143	3,9387	14,3297
11	29	33,50	13,89	1122,25	15591,15	0,5800	16,8199	13,3707	11,8967	15,8199
12	27	30,61	12,65	937,04	11857,03	0,3941	10,6414	10,4470	0,0378	9,6414
13	26	29,28	12,22	857,14	10469,94	0,3750	9,7487	9,3610	0,1504	8,7487
14	26	26,42	11,52	698,18	8045,98	0,2869	7,4606	7,4631	0,0000	6,4606
15	24	31,07	14,92	965,40	14406,53	0,4453	10,6862	12,4432	3,0869	9,6862
16	27	29,64	12,88	878,79	11319,18	0,3451	9,3176	10,0259	0,5016	8,3176
17	26	29,20	12,93	852,64	11028,57	0,3786	9,8442	9,7983	0,0021	8,8442
18	28	27,97	13,24	782,40	10357,03	0,3320	9,2965	9,2725	0,0006	8,2965
19	28	37,50	15,70	1406,52	22082,83	0,7183	20,1133	18,4535	2,7549	19,1133

20	30	31,71	13,03	1005,52	13100,64	0,4762	14,2868	11,4207	8,2147	13,2868
21	26	29,30	13,01	858,49	11171,93	0,3858	10,0305	9,9106	0,0144	9,0305
22	26	28,09	13,35	788,96	10536,28	0,3422	8,8964	9,4129	0,2668	7,8964
23	26	36,80	14,18	1354,52	19203,49	0,6949	18,0664	16,1991	3,4867	17,0664
24	26	31,42	13,54	986,93	13360,33	0,4908	12,7602	11,6240	1,2908	11,7602
25	27	27,32	12,26	746,54	9149,04	0,3004	8,1121	8,3267	0,0461	7,1121
26	28	36,57	15,69	1337,21	20977,45	0,6750	18,9002	17,5880	1,7217	17,9002
27	22	33,99	15,14	1155,38	17488,28	0,5295	11,6492	14,8561	10,2841	10,6492
28	26	35,24	14,46	1242,02	17962,48	0,5671	14,7455	15,2274	0,2322	13,7455
29	30	31,17	13,34	971,57	12957,49	0,4913	14,7389	11,3086	11,7664	13,7389
30	26	30,73	12,87	944,14	12152,22	0,3945	10,2578	10,6781	0,1767	9,2578
31	25	30,79	13,51	947,90	12809,18	0,4176	10,4408	11,1925	0,5650	9,4408
32	27	29,93	12,78	896,00	11452,93	0,3487	9,4149	10,1306	0,5123	8,4149
33	28	28,90	12,56	835,13	10485,92	0,3429	9,6019	9,3735	0,0522	8,6019
34	20	31,47	14,10	990,05	13960,15	0,4300	8,6008	12,0937	12,2002	7,6008
35	25	27,46	12,61	754,27	9508,95	0,3273	8,1832	8,6085	0,1809	7,1832
36	28	27,90	12,53	778,61	9753,75	0,3139	8,7883	8,8002	0,0001	7,7883
37	26	33,73	15,51	1137,76	17644,54	0,5651	14,6913	14,9785	0,0824	13,6913
38	28	33,41	13,47	1116,28	15035,44	0,5032	14,0905	12,9356	1,3337	13,0905
39	24	33,17	13,45	1100,30	14802,30	0,5189	12,4538	12,7531	0,0896	11,4538
40	26	35,59	14,84	1266,54	18791,05	0,6655	17,3034	15,8762	2,0370	16,3034
41	29	30,64	12,49	939,11	11728,46	0,3880	11,2517	10,3463	0,8196	10,2517
42	23	25,73	11,21	662,28	7425,88	0,2760	6,3483	6,9775	0,3960	5,3483
43	28	30,76	12,49	946,00	11813,87	0,3873	10,8440	10,4132	0,1856	9,8440

44	26	28,10	12,92	789,39	10199,58	0,3243	8,4314	9,1493	0,5153	7,4314
45	25	31,48	14,29	990,74	14157,26	0,4212	10,5291	12,2480	2,9546	9,5291
46	24	30,96	12,58	958,68	12064,14	0,3977	9,5447	10,6092	1,1330	8,5447
47	23	28,71	12,60	824,19	10386,93	0,3314	7,6229	9,2960	2,7992	6,6229
48	27	34,98	15,50	1223,70	18964,69	0,5472	14,7755	16,0121	1,5292	13,7755
49	25	31,06	13,24	964,97	12778,93	0,4934	12,3347	11,1688	1,3592	11,3347
50	27	30,23	12,40	914,05	11333,26	0,3872	10,4534	10,0369	0,1735	9,4534
51	27	27,07	11,43	732,60	8373,13	0,2963	7,9988	7,7192	0,0782	6,9988
52	26	31,85	14,75	1014,42	14960,00	0,4576	11,8969	12,8765	0,9596	10,8969
53	23	32,26	13,86	1040,48	14421,10	0,4491	10,3291	12,4546	4,5177	9,3291
54	26	34,35	14,17	1179,66	16709,86	0,6223	16,1787	14,2466	3,7329	15,1787
55	29	30,34	12,70	920,60	11693,52	0,4001	11,6024	10,3190	1,6472	10,6024
56	27	27,52	12,26	757,27	9285,80	0,3171	8,5604	8,4338	0,0160	7,5604
57	27	35,67	15,62	1272,38	19875,92	0,5564	15,0235	16,7256	2,8972	14,0235
58	27	32,34	13,52	1045,68	14142,29	0,5036	13,5960	12,2363	1,8489	12,5960
$\Sigma$	<b>1530</b>						<b>674,5057</b>	<b>674,5057</b>	<b>116,7340</b>	<b>616,5057</b>
$\bar{X}$							<b>11,6294</b>	<b>11,6294</b>		

Fuente: Datos registrados de campo.

Elaborado por: Doncón M, 2015.

El cálculo de exactitud del cuadro 18, presentó los siguientes valores: Diferencia agregada (DA) = 0.00 %, es decir que no existe diferencia entre el volumen real y el volumen estimado, por ende la desviación media (DM) = 1062,94 %, en tanto que la desviación estándar es de (S x y) = 1,43 y la desviación estándar como porcentaje del volumen medio nos da un valor de (S x y %) = 12,31 %.

Cuadro N° 19. Cálculo de volumen con corteza para Chauzan San Alfonso, por el método de Variable Combinada (Spurr).

N° Parc.	N° Árb.	DAP $\bar{X}$ (cm)	Hc $\bar{X}$ (m)	$\bar{D}AP\bar{X}^2$	$\bar{D}AP\bar{X}^2 * Hc$ (X)	V $\bar{X}$ (m <sup>3</sup> )	Volumen real total (m <sup>3</sup> ) (Y)	Volumen estimado total (m <sup>3</sup> )
1	24	17,33	5,05	300,30	1515,01	0,0912	2,1879	2,4193
2	24	18,31	5,73	335,35	1922,52	0,1079	2,5886	2,9441
3	23	17,33	5,14	300,19	1543,52	0,0956	2,1996	2,4560
4	23	16,92	5,02	286,20	1435,84	0,0874	2,0097	2,3174
5	24	17,55	5,31	308,00	1634,98	0,0968	2,3241	2,5738
6	24	17,71	4,51	313,73	1414,80	0,0925	2,2191	2,2903
7	26	18,47	5,47	341,11	1867,33	0,1242	3,2284	2,8730
8	27	18,56	5,56	344,58	1914,74	0,1252	3,3813	2,9341
9	25	17,63	5,57	310,89	1732,51	0,1016	2,5410	2,6994
10	29	18,19	4,79	330,99	1585,44	0,0993	2,8787	2,5100
11	26	16,31	4,25	265,94	1129,74	0,0699	1,8185	1,9231
12	26	17,84	4,43	318,21	1409,06	0,0906	2,3547	2,2829
13	25	18,53	5,53	343,44	1900,29	0,1246	3,1154	2,9155
14	24	16,20	4,15	262,31	1087,69	0,0689	1,6531	1,8690
15	26	17,20	4,52	295,84	1335,72	0,0851	2,2116	2,1884
16	28	18,00	5,12	324,13	1659,19	0,1140	3,1909	2,6050
17	26	17,14	4,29	293,73	1260,43	0,0798	2,0738	2,0915
18	24	17,03	5,73	289,85	1661,57	0,1066	2,5576	2,6080
19	25	18,01	5,42	324,43	1759,46	0,1043	2,6083	2,7341
20	26	17,42	5,52	303,56	1675,90	0,0996	2,5895	2,6265
21	24	17,54	5,28	307,71	1625,61	0,0936	2,2466	2,5617
22	23	18,05	4,59	325,72	1493,66	0,0953	2,1919	2,3918
23	26	16,98	4,45	288,22	1281,90	0,0924	2,4026	2,1191
24	23	18,65	5,56	347,74	1933,90	0,1298	2,9843	2,9588
25	26	18,61	6,14	346,25	2125,95	0,1242	3,2292	3,2061
26	21	18,31	5,39	335,24	1805,98	0,1053	2,2105	2,7940
27	26	17,11	4,23	292,80	1237,55	0,0834	2,1671	2,0620
28	25	16,81	4,61	282,51	1302,93	0,0813	2,0336	2,1462
29	27	16,80	4,14	282,36	1168,05	0,0775	2,0926	1,9725

30	28	18,82	5,67	354,11	2006,80	0,1277	3,5744	3,0526
31	24	16,73	5,28	279,73	1478,23	0,0935	2,2444	2,3719
32	28	17,41	5,21	303,26	1581,27	0,0940	2,6316	2,5046
33	26	17,43	4,34	303,83	1317,69	0,0872	2,2675	2,1652
34	25	18,73	5,52	350,74	1935,23	0,1274	3,1845	2,9605
35	25	18,40	5,39	338,71	1825,36	0,1225	3,0637	2,8190
36	23	18,30	6,04	335,05	2023,70	0,1134	2,6083	3,0744
37	26	17,23	4,47	296,90	1326,34	0,0858	2,2297	2,1763
38	27	17,07	4,65	291,40	1354,14	0,0863	2,3300	2,2121
39	24	17,53	4,63	307,42	1422,32	0,0890	2,1360	2,2999
40	26	17,02	4,41	289,52	1275,80	0,0891	2,3176	2,1112
41	23	17,40	4,92	302,91	1490,59	0,0963	2,2156	2,3879
42	27	17,09	4,65	292,16	1358,64	0,0824	2,2245	2,2179
43	27	17,45	4,33	304,57	1318,89	0,0910	2,4575	2,1667
44	26	18,06	5,21	326,08	1698,00	0,1049	2,7269	2,6550
45	24	16,75	5,08	280,56	1424,21	0,0900	2,1600	2,3024
46	25	17,92	5,52	321,27	1773,15	0,1060	2,6489	2,7517
47	25	17,90	5,56	320,55	1782,79	0,1034	2,5847	2,7642
48	25	17,20	4,97	295,84	1471,51	0,0870	2,1755	2,3633
49	24	18,31	5,31	335,35	1780,84	0,1048	2,5150	2,7616
50	26	17,08	4,13	291,88	1206,15	0,0771	2,0042	2,0216
51	26	18,60	5,48	345,96	1896,26	0,1245	3,2367	2,9103
52	26	19,18	6,16	367,75	2267,06	0,1368	3,5558	3,3878
53	22	18,60	5,56	346,13	1924,01	0,1110	2,4417	2,9460
54	26	17,98	4,51	323,17	1458,61	0,0920	2,3926	2,3467
55	27	16,13	4,31	260,16	1121,02	0,0722	1,9481	1,9119
56	28	17,20	4,26	295,72	1260,60	0,0818	2,2905	2,0917
57	27	17,54	4,54	307,81	1398,59	0,0971	2,6214	2,2694
<b>Σ</b>	<b>1442</b>						<b>142,0774</b>	<b>142,0774</b>
<b>Ā</b>							<b>2,4926</b>	<b>2,4926</b>

Fuente: Datos registrados de campo.

Elaborado por: Doncón M, 2015.

Para calcular el volumen estimado del cuadro 19, se procedió a determinar las constantes a y b (cuadro 20) por el método de los mínimos cuadrados, con estos valores, mediante la regresión lineal se aplicó la fórmula de Spurr (variable combinada).

Según los resultados del cuadro 19, se determina que el tamaño de la muestra para Chauzan, es de 57 parcelas (14230 m<sup>2</sup>), de donde se obtiene un volumen real y un volumen estimado de 142,08 m<sup>3</sup> de madera, esto indica que no existe variación volumétrica.

Se estima que la plantación de Chauzan san Alfonso produce un volumen de 2841,55 m<sup>3</sup> de madera., es decir se tiene 99,84 m<sup>3</sup>/ha.

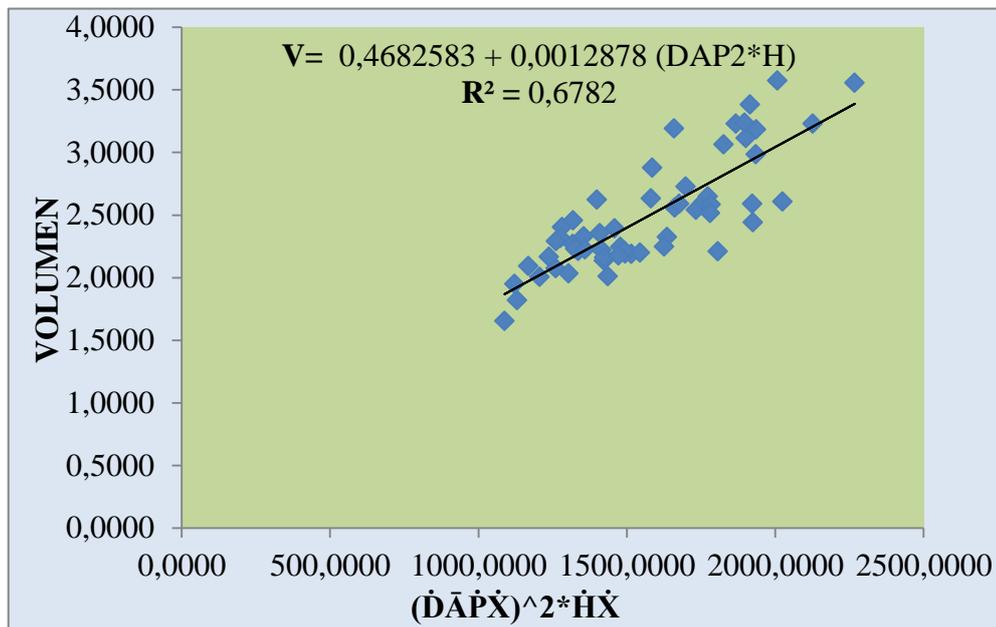
Cuadro N° 20. Análisis de varianza y estadísticas de la regresión.

<b>V= a + b (DAP<sup>2</sup> * H)</b>				
<b>V= 0,4682583 + 0,0012878 (DAP<sup>2</sup>*H)</b>				
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F
Regresión	1	7,428968251	7,42896825	115,921635
Residuos	55	3,524736822	0,06408612	
Total	56	10,95370507		
Coeficiente de correlación múltiple	0,823538163			
Coeficiente de determinación R <sup>2</sup>	0,678215106			
R <sup>2</sup> ajustado	0,672364472			
Error típico	0,253152373			
Observaciones	57			

Elaborado por: Doncón M, 2015.

La ecuación según el método de variable combinada anotada en el Cuadro N° 20, arrojó como resultado un coeficiente de determinación de R<sup>2</sup>= 0,68, lo que indica que el 68 % de la variación del volumen depende del producto del DAP<sup>2</sup>\*H.

Gráfico N° 7. Volumen con corteza de pino (*Pinus radiata* D. Don) en Chauzan San Alfonso por el Método de Variable Combinada.



Elaborado por: Doncón M, 2015.

El gráfico 7, indica que los residuos del volumen comercial con corteza, calculados por el modelo propuesto por Spurr (variable combinada), presentan una dispersión en sus valores reales de volumen en comparación a los valores del volumen estimado y pero presenta la misma línea de tendencia.

### 3) Cálculo de la exactitud.

Este cálculo se realiza para comparar el volumen estimado (VE) con el volumen real (VR) y saber la diferencia o el error entre ambos volúmenes.

Las ecuaciones que se utiliza para realizar este cálculo son las mismas que se utilizaron en el literal (d) para el cálculo de exactitud del cuadro N° 15.

Cuadro N° 21. Cálculo de la exactitud.

N° Parcelas	N° Árboles	DAP promedio (cm)	Altura comercial promedio (m)	$\bar{D}^2$	$\bar{D}^2 * H_c$ (X)	Volumen promedio (m <sup>3</sup> )	Volumen real total (m <sup>3</sup> ) (Y)	Volumen estimado total (m <sup>3</sup> )	$(VR-VE)^2$	$(VR-VE)/VE$
1	24	17,33	5,05	300,30	1515,01	0,0912	2,1879	2,4193	0,0536	-0,0957
2	24	18,31	5,73	335,35	1922,52	0,1079	2,5886	2,9441	0,1263	-0,1207
3	23	17,33	5,14	300,19	1543,52	0,0956	2,1996	2,4560	0,0657	-0,1044
4	23	16,92	5,02	286,20	1435,84	0,0874	2,0097	2,3174	0,0946	-0,1328
5	24	17,55	5,31	308,00	1634,98	0,0968	2,3241	2,5738	0,0623	-0,0970
6	24	17,71	4,51	313,73	1414,80	0,0925	2,2191	2,2903	0,0051	-0,0311
7	26	18,47	5,47	341,11	1867,33	0,1242	3,2284	2,8730	0,1263	0,1237
8	27	18,56	5,56	344,58	1914,74	0,1252	3,3813	2,9341	0,2000	0,1524
9	25	17,63	5,57	310,89	1732,51	0,1016	2,5410	2,6994	0,0251	-0,0587
10	29	18,19	4,79	330,99	1585,44	0,0993	2,8787	2,5100	0,1359	0,1469
11	26	16,31	4,25	265,94	1129,74	0,0699	1,8185	1,9231	0,0109	-0,0544
12	26	17,84	4,43	318,21	1409,06	0,0906	2,3547	2,2829	0,0052	0,0315
13	25	18,53	5,53	343,44	1900,29	0,1246	3,1154	2,9155	0,0400	0,0686
14	24	16,20	4,15	262,31	1087,69	0,0689	1,6531	1,8690	0,0466	-0,1155
15	26	17,20	4,52	295,84	1335,72	0,0851	2,2116	2,1884	0,0005	0,0106
16	28	18,00	5,12	324,13	1659,19	0,1140	3,1909	2,6050	0,3434	0,2249
17	26	17,14	4,29	293,73	1260,43	0,0798	2,0738	2,0915	0,0003	-0,0084
18	24	17,03	5,73	289,85	1661,57	0,1066	2,5576	2,6080	0,0025	-0,0194
19	25	18,01	5,42	324,43	1759,46	0,1043	2,6083	2,7341	0,0158	-0,0460
20	26	17,42	5,52	303,56	1675,90	0,0996	2,5895	2,6265	0,0014	-0,0141

21	24	17,54	5,28	307,71	1625,61	0,0936	2,2466	2,5617	0,0993	-0,1230
22	23	18,05	4,59	325,72	1493,66	0,0953	2,1919	2,3918	0,0400	-0,0836
23	26	16,98	4,45	288,22	1281,90	0,0924	2,4026	2,1191	0,0804	0,1338
24	23	18,65	5,56	347,74	1933,90	0,1298	2,9843	2,9588	0,0007	0,0086
25	26	18,61	6,14	346,25	2125,95	0,1242	3,2292	3,2061	0,0005	0,0072
26	21	18,31	5,39	335,24	1805,98	0,1053	2,2105	2,7940	0,3405	-0,2089
27	26	17,11	4,23	292,80	1237,55	0,0834	2,1671	2,0620	0,0111	0,0510
28	25	16,81	4,61	282,51	1302,93	0,0813	2,0336	2,1462	0,0127	-0,0524
29	27	16,80	4,14	282,36	1168,05	0,0775	2,0926	1,9725	0,0144	0,0609
30	28	18,82	5,67	354,11	2006,80	0,1277	3,5744	3,0526	0,2723	0,1709
31	24	16,73	5,28	279,73	1478,23	0,0935	2,2444	2,3719	0,0163	-0,0538
32	28	17,41	5,21	303,26	1581,27	0,0940	2,6316	2,5046	0,0161	0,0507
33	26	17,43	4,34	303,83	1317,69	0,0872	2,2675	2,1652	0,0105	0,0472
34	25	18,73	5,52	350,74	1935,23	0,1274	3,1845	2,9605	0,0502	0,0757
35	25	18,40	5,39	338,71	1825,36	0,1225	3,0637	2,8190	0,0599	0,0868
36	23	18,30	6,04	335,05	2023,70	0,1134	2,6083	3,0744	0,2173	-0,1516
37	26	17,23	4,47	296,90	1326,34	0,0858	2,2297	2,1763	0,0028	0,0245
38	27	17,07	4,65	291,40	1354,14	0,0863	2,3300	2,2121	0,0139	0,0533
39	24	17,53	4,63	307,42	1422,32	0,0890	2,1360	2,2999	0,0269	-0,0713
40	26	17,02	4,41	289,52	1275,80	0,0891	2,3176	2,1112	0,0426	0,0977
41	23	17,40	4,92	302,91	1490,59	0,0963	2,2156	2,3879	0,0297	-0,0721
42	27	17,09	4,65	292,16	1358,64	0,0824	2,2245	2,2179	0,0000	0,0030
43	27	17,45	4,33	304,57	1318,89	0,0910	2,4575	2,1667	0,0845	0,1342
44	26	18,06	5,21	326,08	1698,00	0,1049	2,7269	2,6550	0,0052	0,0271
45	24	16,75	5,08	280,56	1424,21	0,0900	2,1600	2,3024	0,0203	-0,0618
46	25	17,92	5,52	321,27	1773,15	0,1060	2,6489	2,7517	0,0106	-0,0374

47	25	17,90	5,56	320,55	1782,79	0,1034	2,5847	2,7642	0,0322	-0,0649
48	25	17,20	4,97	295,84	1471,51	0,0870	2,1755	2,3633	0,0353	-0,0794
49	24	18,31	5,31	335,35	1780,84	0,1048	2,5150	2,7616	0,0608	-0,0893
50	26	17,08	4,13	291,88	1206,15	0,0771	2,0042	2,0216	0,0003	-0,0086
51	26	18,60	5,48	345,96	1896,26	0,1245	3,2367	2,9103	0,1066	0,1122
52	26	19,18	6,16	367,75	2267,06	0,1368	3,5558	3,3878	0,0282	0,0496
53	22	18,60	5,56	346,13	1924,01	0,1110	2,4417	2,9460	0,2544	-0,1712
54	26	17,98	4,51	323,17	1458,61	0,0920	2,3926	2,3467	0,0021	0,0196
55	27	16,13	4,31	260,16	1121,02	0,0722	1,9481	1,9119	0,0013	0,0189
56	28	17,20	4,26	295,72	1260,60	0,0818	2,2905	2,0917	0,0395	0,0951
57	27	17,54	4,54	307,81	1398,59	0,0971	2,6214	2,2694	0,1239	0,1551
$\Sigma$	<b>1442</b>						<b>142,0774</b>	<b>142,0774</b>	<b>3,5247</b>	<b>0,0141</b>
$\bar{X}$							<b>2,4926</b>	<b>2,4926</b>		

Fuente: Datos registrados de campo.

Elaborado por: Doncón M, 2015.

Como resultado del cálculo de exactitud del cuadro 21, se obtuvo los siguientes valores:

Diferencia agregada (DA) = 0.00 %, es decir que no existe diferencia entre el volumen real y el volumen estimado, por ende la desviación media nos da un valor de (DM) = 0,02 %, en tanto que la desviación estándar es de (S x y) = 0,25 y la desviación estándar da como porcentaje del volumen medio un (S x y %) = 10,07%.

Cuadro N° 22. Cálculo de volumen sin corteza para Chauzan San Alfonso, por el método de Variable Combinada (Spurr).

N° Parc.	N° Árb.	DAP $\bar{X}$ (cm)	Hc $\bar{X}$ (m)	DAP $\bar{X}$ <sup>2</sup>	DAP $\bar{X}$ <sup>2</sup> *Hc $\bar{X}$ (X)	V $\bar{X}$ /arb (m <sup>3</sup> )	Volumen real total (m <sup>3</sup> ) (Y)	Volumen estimado total (m <sup>3</sup> )
1	24	17,33	5,05	300,30	1515,01	0,0730	1,7525	1,8890
2	24	18,31	5,73	335,35	1922,52	0,0869	2,0858	2,2953
3	23	17,33	5,14	300,19	1543,52	0,0772	1,7746	1,9175
4	23	16,92	5,02	286,20	1435,84	0,0705	1,6206	1,8101
5	24	17,55	5,31	308,00	1634,98	0,0784	1,8814	2,0087
6	24	17,71	4,51	313,73	1414,80	0,0743	1,7841	1,7891
7	26	18,47	5,47	341,11	1867,33	0,0989	2,5723	2,2403
8	27	18,56	5,56	344,58	1914,74	0,1008	2,7227	2,2876
9	25	17,63	5,57	310,89	1732,51	0,0826	2,0653	2,1059
10	29	18,19	4,79	330,99	1585,44	0,0804	2,3319	1,9593
11	26	16,31	4,25	265,94	1129,74	0,0568	1,4763	1,5049
12	26	17,84	4,43	318,21	1409,06	0,0723	1,8801	1,7834
13	25	18,53	5,53	343,44	1900,29	0,0960	2,3995	2,2732
14	24	16,20	4,15	262,31	1087,69	0,0539	1,2943	1,4630
15	26	17,20	4,52	295,84	1335,72	0,0657	1,7084	1,7103
16	28	18,00	5,12	324,13	1659,19	0,0881	2,4672	2,0328
17	26	17,14	4,29	293,73	1260,43	0,0626	1,6281	1,6352
18	24	17,03	5,73	289,85	1661,57	0,0825	1,9809	2,0352
19	25	18,01	5,42	324,43	1759,46	0,0812	2,0312	2,1328
20	26	17,42	5,52	303,56	1675,90	0,0768	1,9972	2,0495
21	24	17,54	5,28	307,71	1625,61	0,0723	1,7358	1,9993
22	23	18,05	4,59	325,72	1493,66	0,0740	1,7021	1,8678
23	26	16,98	4,45	288,22	1281,90	0,0720	1,8721	1,6566
24	23	18,65	5,56	347,74	1933,90	0,1011	2,3261	2,3067
25	26	18,61	6,14	346,25	2125,95	0,0962	2,5013	2,4982
26	21	18,31	5,39	335,24	1805,98	0,0812	1,7042	2,1791
27	26	17,11	4,23	292,80	1237,55	0,0646	1,6793	1,6124
28	25	16,81	4,61	282,51	1302,93	0,0633	1,5826	1,6776
29	27	16,80	4,14	282,36	1168,05	0,0600	1,6195	1,5431

30	28	18,82	5,67	354,11	2006,80	0,0990	2,7707	2,3794
31	24	16,73	5,28	279,73	1478,23	0,0728	1,7465	1,8524
32	28	17,41	5,21	303,26	1581,27	0,0729	2,0402	1,9551
33	26	17,43	4,34	303,83	1317,69	0,0680	1,7686	1,6923
34	25	18,73	5,52	350,74	1935,23	0,0988	2,4691	2,3080
35	25	18,40	5,39	338,71	1825,36	0,0950	2,3743	2,1985
36	23	18,30	6,04	335,05	2023,70	0,0863	1,9854	2,3962
37	26	17,23	4,47	296,90	1326,34	0,0663	1,7236	1,7009
38	27	17,07	4,65	291,40	1354,14	0,0668	1,8040	1,7286
39	24	17,53	4,63	307,42	1422,32	0,0688	1,6522	1,7966
40	26	17,02	4,41	289,52	1275,80	0,0692	1,7997	1,6505
41	23	17,40	4,92	302,91	1490,59	0,0743	1,7095	1,8647
42	27	17,09	4,65	292,16	1358,64	0,0640	1,7284	1,7331
43	27	17,45	4,33	304,57	1318,89	0,0659	1,7802	1,6935
44	26	18,06	5,21	326,08	1698,00	0,0805	2,0934	2,0715
45	24	16,75	5,08	280,56	1424,21	0,0686	1,6458	1,7985
46	25	17,92	5,52	321,27	1773,15	0,0815	2,0382	2,1464
47	25	17,90	5,56	320,55	1782,79	0,0795	1,9880	2,1560
48	25	17,20	4,97	295,84	1471,51	0,0674	1,6846	1,8457
49	24	18,31	5,31	335,35	1780,84	0,0812	1,9480	2,1541
50	26	17,08	4,13	291,88	1206,15	0,0601	1,5635	1,5811
51	26	18,60	5,48	345,96	1896,26	0,0964	2,5068	2,2692
52	26	19,18	6,16	367,75	2267,06	0,1057	2,7480	2,6389
53	22	18,60	5,56	346,13	1924,01	0,0860	1,8931	2,2968
54	26	17,98	4,51	323,17	1458,61	0,0716	1,8615	1,8328
55	27	16,13	4,31	260,16	1121,02	0,0569	1,5362	1,4962
56	28	17,20	4,26	295,72	1260,60	0,0644	1,8033	1,6354
57	27	17,54	4,54	307,81	1398,59	0,0766	2,0687	1,7730
$\Sigma$	<b>1442</b>						<b>110,9091</b>	<b>110,9091</b>
$\bar{X}$							<b>1,9458</b>	<b>1,9458</b>

Fuente: Datos registrados de campo.

Elaborado por: Doncón M, 2015.

Para calcular el volumen estimado del cuadro 22, se procedió a determinar las constantes a y b (cuadro 23) por el método de los mínimos cuadrados, con estos valores, mediante la regresión lineal se aplicó la fórmula de Spurr (variable combinada).

Como se observa los resultados del cuadro 22, el tamaño de la muestra para Chauzan, es de 57 parcelas (14230 m<sup>2</sup>), de donde se obtiene un volumen real igual al volumen estimado de 110,91 m<sup>3</sup> de madera, esto indica que no existe variación volumétrica.

Así se estima que la plantación de Chauzan san Alfonso produce un volumen de 2218,182 m<sup>3</sup> de madera., es decir se tiene 77,94 m<sup>3</sup>/ha.

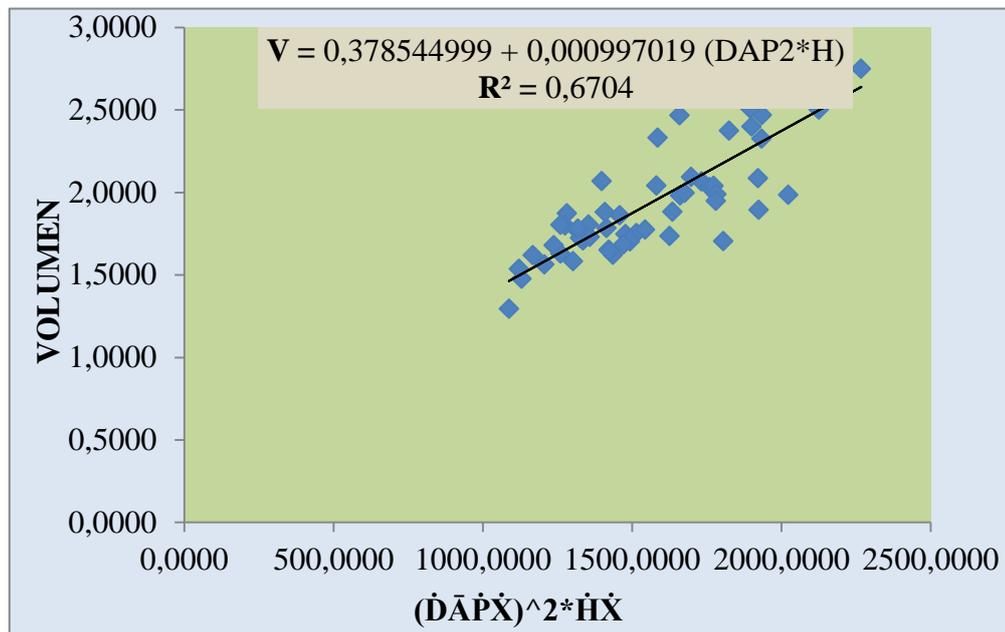
Cuadro N° 23. Análisis de varianza y estadísticas de la regresión.

<b>V= a + b (DAP<sup>2</sup> * H)</b>				
<b>V= 0,378544999 + 0,000997019 (DAP2*H)</b>				
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F
Regresión	1	4,452783057	4,45278306	111,880686
Residuos	55	2,188966452	0,03979939	
Total	56	6,641749509		
Coefficiente de correlación múltiple	0,818793756			
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0,670423215			
R <sup>2</sup> ajustado	0,66443091			
Error típico	0,199497845			
Observaciones	57			

Elaborado por: Doncón M, 2015.

La ecuación según el método de variable combinada anotada en el Cuadro N° 23, arrojó como resultado un coeficiente de determinación de R<sup>2</sup>= 0,67 lo que indica que el 67 % de la variación del volumen depende del producto del DAP<sup>2</sup>\*H.

Gráfico N° 8. Volumen sin corteza de pino (*Pinus radiata* D. Don) en Chauzan San Alfonso por el Método de Variable Combinada.



Elaborado por: Doncón M, 2015.

El gráfico 8, indica que los residuos del volumen comercial sin corteza, calculados por el modelo propuesto por Spurr (variable combinada), presentan una dispersión en sus valores reales de volumen en comparación a los valores del volumen proyectado y pero presenta la misma línea de tendencia.

#### 4) Cálculo de la exactitud

Este cálculo se realiza para comparar el volumen estimado (VE) con el volumen real (VR) y saber la diferencia o el error entre ambos volúmenes.

Las ecuaciones que se utiliza para realizar este cálculo son las mismas que se utilizaron en el literal (d) para el cálculo de exactitud del cuadro N° 15.

Cuadro N° 24. Cálculo de la exactitud.

N° Parcelas	N° Árboles	DAP promedio (cm)	Altura comercial promedio (m)	$\bar{D}^2$	$\bar{D}^2 \cdot \bar{H}_c$ (X)	Volumen promedio / árb (m <sup>3</sup> )	Volumen real total (m <sup>3</sup> ) (Y)	Volumen estimado total (m <sup>3</sup> )	$(VR-VE)^2$	$(VR- VE)/VE$
1	24	17,33	5,05	300,30	1515,01	0,0730	1,7525	1,8890	0,0186	-0,0723
2	24	18,31	5,73	335,35	1922,52	0,0869	2,0858	2,2953	0,0439	-0,0913
3	23	17,33	5,14	300,19	1543,52	0,0772	1,7746	1,9175	0,0204	-0,0745
4	23	16,92	5,02	286,20	1435,84	0,0705	1,6206	1,8101	0,0359	-0,1047
5	24	17,55	5,31	308,00	1634,98	0,0784	1,8814	2,0087	0,0162	-0,0634
6	24	17,71	4,51	313,73	1414,80	0,0743	1,7841	1,7891	0,0000	-0,0028
7	26	18,47	5,47	341,11	1867,33	0,0989	2,5723	2,2403	0,1102	0,1482
8	27	18,56	5,56	344,58	1914,74	0,1008	2,7227	2,2876	0,1893	0,1902
9	25	17,63	5,57	310,89	1732,51	0,0826	2,0653	2,1059	0,0016	-0,0193
10	29	18,19	4,79	330,99	1585,44	0,0804	2,3319	1,9593	0,1388	0,1902
11	26	16,31	4,25	265,94	1129,74	0,0568	1,4763	1,5049	0,0008	-0,0190
12	26	17,84	4,43	318,21	1409,06	0,0723	1,8801	1,7834	0,0094	0,0542
13	25	18,53	5,53	343,44	1900,29	0,0960	2,3995	2,2732	0,0160	0,0556
14	24	16,20	4,15	262,31	1087,69	0,0539	1,2943	1,4630	0,0285	-0,1153
15	26	17,20	4,52	295,84	1335,72	0,0657	1,7084	1,7103	0,0000	-0,0011
16	28	18,00	5,12	324,13	1659,19	0,0881	2,4672	2,0328	0,1887	0,2137
17	26	17,14	4,29	293,73	1260,43	0,0626	1,6281	1,6352	0,0001	-0,0044
18	24	17,03	5,73	289,85	1661,57	0,0825	1,9809	2,0352	0,0029	-0,0267
19	25	18,01	5,42	324,43	1759,46	0,0812	2,0312	2,1328	0,0103	-0,0476
20	26	17,42	5,52	303,56	1675,90	0,0768	1,9972	2,0495	0,0027	-0,0255

21	24	17,54	5,28	307,71	1625,61	0,0723	1,7358	1,9993	0,0694	-0,1318
22	23	18,05	4,59	325,72	1493,66	0,0740	1,7021	1,8678	0,0274	-0,0887
23	26	16,98	4,45	288,22	1281,90	0,0720	1,8721	1,6566	0,0465	0,1301
24	23	18,65	5,56	347,74	1933,90	0,1011	2,3261	2,3067	0,0004	0,0084
25	26	18,61	6,14	346,25	2125,95	0,0962	2,5013	2,4982	0,0000	0,0012
26	21	18,31	5,39	335,24	1805,98	0,0812	1,7042	2,1791	0,2255	-0,2179
27	26	17,11	4,23	292,80	1237,55	0,0646	1,6793	1,6124	0,0045	0,0415
28	25	16,81	4,61	282,51	1302,93	0,0633	1,5826	1,6776	0,0090	-0,0566
29	27	16,80	4,14	282,36	1168,05	0,0600	1,6195	1,5431	0,0058	0,0495
30	28	18,82	5,67	354,11	2006,80	0,0990	2,7707	2,3794	0,1531	0,1645
31	24	16,73	5,28	279,73	1478,23	0,0728	1,7465	1,8524	0,0112	-0,0572
32	28	17,41	5,21	303,26	1581,27	0,0729	2,0402	1,9551	0,0072	0,0435
33	26	17,43	4,34	303,83	1317,69	0,0680	1,7686	1,6923	0,0058	0,0451
34	25	18,73	5,52	350,74	1935,23	0,0988	2,4691	2,3080	0,0260	0,0698
35	25	18,40	5,39	338,71	1825,36	0,0950	2,3743	2,1985	0,0309	0,0800
36	23	18,30	6,04	335,05	2023,70	0,0863	1,9854	2,3962	0,1688	-0,1715
37	26	17,23	4,47	296,90	1326,34	0,0663	1,7236	1,7009	0,0005	0,0133
38	27	17,07	4,65	291,40	1354,14	0,0668	1,8040	1,7286	0,0057	0,0436
39	24	17,53	4,63	307,42	1422,32	0,0688	1,6522	1,7966	0,0209	-0,0804
40	26	17,02	4,41	289,52	1275,80	0,0692	1,7997	1,6505	0,0223	0,0904
41	23	17,40	4,92	302,91	1490,59	0,0743	1,7095	1,8647	0,0241	-0,0832
42	27	17,09	4,65	292,16	1358,64	0,0640	1,7284	1,7331	0,0000	-0,0027
43	27	17,45	4,33	304,57	1318,89	0,0659	1,7802	1,6935	0,0075	0,0512
44	26	18,06	5,21	326,08	1698,00	0,0805	2,0934	2,0715	0,0005	0,0106
45	24	16,75	5,08	280,56	1424,21	0,0686	1,6458	1,7985	0,0233	-0,0849
46	25	17,92	5,52	321,27	1773,15	0,0815	2,0382	2,1464	0,0117	-0,0504

47	25	17,90	5,56	320,55	1782,79	0,0795	1,9880	2,1560	0,0282	-0,0779
48	25	17,20	4,97	295,84	1471,51	0,0674	1,6846	1,8457	0,0259	-0,0872
49	24	18,31	5,31	335,35	1780,84	0,0812	1,9480	2,1541	0,0425	-0,0957
50	26	17,08	4,13	291,88	1206,15	0,0601	1,5635	1,5811	0,0003	-0,0111
51	26	18,60	5,48	345,96	1896,26	0,0964	2,5068	2,2692	0,0565	0,1047
52	26	19,18	6,16	367,75	2267,06	0,1057	2,7480	2,6389	0,0119	0,0414
53	22	18,60	5,56	346,13	1924,01	0,0860	1,8931	2,2968	0,1630	-0,1758
54	26	17,98	4,51	323,17	1458,61	0,0716	1,8615	1,8328	0,0008	0,0157
55	27	16,13	4,31	260,16	1121,02	0,0569	1,5362	1,4962	0,0016	0,0267
56	28	17,20	4,26	295,72	1260,60	0,0644	1,8033	1,6354	0,0282	0,1027
57	27	17,54	4,54	307,81	1398,59	0,0766	2,0687	1,7730	0,0875	0,1668
$\Sigma$	<b>1442</b>						<b>110,9091</b>	<b>110,9091</b>	<b>2,1890</b>	<b>0,0119</b>
$\bar{X}$							<b>1,9458</b>	<b>1,9458</b>		

Fuente: Datos registrados de campo.

Elaborado por: Doncón M, 2015.

Como resultado del cálculo de exactitud del cuadro 24, se obtuvo los siguientes valores:

Diferencia agregada (DA) = 0.00 %, es decir que no existe diferencia entre el volumen real y el volumen estimado, por ende la desviación media nos da un valor (DM) = 0,02 %, en tanto que la desviación estándar es de  $(S \times y) = 0,20$  y la desviación estándar da como porcentaje del volumen medio un  $(S \times y \%) = 10,16 \%$ .

**b) Método: Schumacher**

Cuadro N° 25. Cálculo de volumen con corteza para Galte Jatun Loma, por el método de Schumacher.

N° Par.	N° Árb.	DAP $\bar{X}$ (cm)	H $\bar{c}\bar{X}$ (m)	V $\bar{X}$ (m <sup>3</sup> )	V. Real total (m <sup>3</sup> )	V. Real Tot (dm <sup>3</sup> )	Ln DAP (X)	Ln Hc (X)	Ln V (Y)	V. Estim Tot (m <sup>3</sup> )
1	26	32,05	14,14	0,54	13,95	13949,79	3,47	2,65	9,54	15,41
2	24	30,99	12,67	0,49	11,77	11774,56	3,43	2,54	9,37	14,47
3	30	28,08	12,02	0,43	12,85	12847,95	3,34	2,49	9,46	11,13
4	28	31,66	14,86	0,55	15,37	15371,90	3,45	2,70	9,64	14,68
5	25	36,46	15,31	0,89	22,31	22310,22	3,60	2,73	10,01	21,66
6	28	31,99	12,80	0,58	16,22	16221,45	3,47	2,55	9,69	15,77
7	29	26,37	11,48	0,36	10,55	10550,43	3,27	2,44	9,26	9,44
8	30	30,33	13,33	0,50	14,91	14906,97	3,41	2,59	9,61	13,42
9	26	29,07	14,39	0,47	12,15	12150,52	3,37	2,67	9,41	11,65
10	24	36,42	15,55	0,82	19,67	19667,81	3,60	2,74	9,89	21,50
11	29	33,50	13,89	0,75	21,71	21706,10	3,51	2,63	9,99	17,55
12	27	30,61	12,65	0,51	13,77	13773,34	3,42	2,54	9,53	13,98
13	26	29,28	12,22	0,48	12,38	12379,40	3,38	2,50	9,42	12,46
14	26	26,42	11,52	0,36	9,45	9449,78	3,27	2,44	9,15	9,49
15	24	31,07	14,92	0,56	13,36	13362,72	3,44	2,70	9,50	13,91
16	27	29,64	12,88	0,45	12,15	12152,58	3,39	2,56	9,41	12,71
17	26	29,20	12,93	0,48	12,45	12449,08	3,37	2,56	9,43	12,17
18	28	27,97	13,24	0,42	11,66	11660,47	3,33	2,58	9,36	10,71
19	28	37,50	15,70	0,90	25,12	25116,99	3,62	2,75	10,13	23,29
20	30	31,71	13,03	0,60	17,90	17896,10	3,46	2,57	9,79	15,31
21	26	29,30	13,01	0,48	12,48	12483,38	3,38	2,57	9,43	12,26
22	26	28,09	13,35	0,42	11,03	11030,36	3,34	2,59	9,31	10,81
23	26	36,80	14,18	0,85	22,13	22133,66	3,61	2,65	10,00	22,74
24	26	31,42	13,54	0,61	15,83	15827,62	3,45	2,61	9,67	14,75
25	27	27,32	12,26	0,38	10,28	10276,50	3,31	2,51	9,24	10,25

26	28	36,57	15,69	0,86	24,17	24174,57	3,60	2,75	10,09	21,69
27	22	33,99	15,14	0,68	14,86	14858,54	3,53	2,72	9,61	17,84
28	26	35,24	14,46	0,72	18,81	18807,80	3,56	2,67	9,84	20,01
29	30	31,17	13,34	0,62	18,73	18731,37	3,44	2,59	9,84	14,49
30	26	30,73	12,87	0,50	13,05	13047,48	3,43	2,55	9,48	14,06
31	25	30,79	13,51	0,54	13,42	13423,64	3,43	2,60	9,50	13,95
32	27	29,93	12,78	0,45	12,15	12151,82	3,40	2,55	9,41	13,09
33	28	28,90	12,56	0,44	12,31	12312,16	3,36	2,53	9,42	11,92
34	20	31,47	14,10	0,55	11,09	11093,07	3,45	2,65	9,31	14,65
35	25	27,46	12,61	0,42	10,58	10575,97	3,31	2,53	9,27	10,31
36	28	27,90	12,53	0,40	11,18	11183,84	3,33	2,53	9,32	10,80
37	26	33,73	15,51	0,72	18,72	18721,09	3,52	2,74	9,84	17,34
38	28	33,41	13,47	0,65	18,22	18215,42	3,51	2,60	9,81	17,57
39	24	33,17	13,45	0,66	15,91	15905,99	3,50	2,60	9,67	17,22
40	26	35,59	14,84	0,85	22,05	22046,81	3,57	2,70	10,00	20,42
41	29	30,64	12,49	0,49	14,32	14322,57	3,42	2,52	9,57	14,08
42	23	25,73	11,21	0,35	7,98	7979,25	3,25	2,42	8,98	8,88
43	28	30,76	12,49	0,50	13,99	13990,71	3,43	2,52	9,55	14,22
44	26	28,10	12,92	0,42	10,84	10835,65	3,34	2,56	9,29	10,92
45	25	31,48	14,29	0,54	13,54	13544,58	3,45	2,66	9,51	14,61
46	24	30,96	12,58	0,51	12,21	12209,67	3,43	2,53	9,41	14,46
47	23	28,71	12,60	0,43	9,78	9776,01	3,36	2,53	9,19	11,68
48	27	34,98	15,50	0,70	18,93	18933,05	3,55	2,74	9,85	19,21
49	25	31,06	13,24	0,63	15,63	15629,72	3,44	2,58	9,66	14,38
50	27	30,23	12,40	0,49	13,19	13187,86	3,41	2,52	9,49	13,58
51	27	27,07	11,43	0,37	10,02	10016,04	3,30	2,44	9,21	10,18
52	26	31,85	14,75	0,58	14,97	14966,89	3,46	2,69	9,61	14,97
53	23	32,26	13,86	0,57	13,03	13025,25	3,47	2,63	9,47	15,79
54	26	34,35	14,17	0,78	20,35	20348,16	3,54	2,65	9,92	18,72
55	29	30,34	12,70	0,50	14,56	14562,43	3,41	2,54	9,59	13,62
56	27	27,52	12,26	0,40	10,76	10760,94	3,31	2,51	9,28	10,45
57	27	35,67	15,62	0,72	19,57	19569,41	3,57	2,75	9,88	20,25
58	27	32,34	13,52	0,63	17,09	17093,30	3,48	2,60	9,75	16,01
<b>Σ</b>	<b>1530</b>				<b>857,4507</b>					<b>852,8765</b>
<b>Ā</b>					<b>14,7836</b>					<b>14,7048</b>

Fuente: Datos registrados de campo.

Elaborado por: Doncón M, 2015.

Para calcular el volumen estimado del cuadro 25, el volumen real se transforma en  $\text{dm}^3$  evitando el problema de valores negativos para los volúmenes menores a  $1 \text{ m}^3$ , y se aplica logaritmo natural a las variables independiente y dependiente, para luego

determinar las constantes a y b del cuadro 26 por el método de los mínimos cuadrados, con estos valores, mediante la regresión múltiple se aplicó la fórmula de Schumacher.

La ecuación normal de Schumacher se expresa en forma exponencial y se divide para 1000 que indica que el volumen obtenido es en m<sup>3</sup>.

En los resultados del cuadro 25, se determina el tamaño de la muestra de Galte, es de 58 parcelas (14450 m<sup>2</sup>), se obtiene un volumen real con corteza de 857,45 m<sup>3</sup> y un volumen estimado de 852,88 m<sup>3</sup> de madera, esto indica que existe variación volumétrica.

Se estima que la plantación de Galte Jatun Loma produce un volumen de 17004,41 m<sup>3</sup> de madera, es decir se tiene 590,23 m<sup>3</sup>/ha.

Cuadro N° 26. Análisis de varianza y estadísticas de la regresión.

<b>Log V = a + b*Log (DAP) + c * Log (H)</b>				
<b>Log V= 0,636765152+2,814939846*Log(Dap)-0,284584236*Log(H)</b>				
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F
Regresión	2	3,33264918	1,66632459	160,424618
Residuos	55	0,57128297	0,01038696	
Total	57	3,90393215		
Coefficiente de correlación múltiple	0,923939786			
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0,853664728			
R <sup>2</sup> ajustado	0,848343446			
Error típico	0,101916452			
Observaciones	58			

Elaborado por: Doncón M, 2015.

La ecuación según el método de Schumacher anotada en el Cuadro N° 26, mostró como resultado un coeficiente de determinación de R<sup>2</sup>= 0,85 lo que indica que el 85 % de la variación del volumen depende de las variables independientes (DAP y H).

**1) Cálculo de la exactitud**

Este cálculo se realiza para comparar el volumen estimado (VE) con el volumen real (VR) y saber la diferencia o el error entre ambos volúmenes.

Las ecuaciones que se utiliza para realizar este cálculo son las mismas que se utilizaron en el literal (d) para el cálculo de exactitud del cuadro N° 15.

Cuadro N° 27. Cálculo de la exactitud.

N° Parc.	N° Árb.	DAP $\bar{X}$ (cm)	Hc $\bar{X}$ (m)	V $\bar{X}$ /ár (m <sup>3</sup> )	Volumen real total (m <sup>3</sup> )	Volumen real total (dm <sup>3</sup> )	Ln DAP (X)	Ln Hc (X)	Ln V (Y)	Volumen estimado total (m <sup>3</sup> )	(VR-VE) <sup>2</sup>	(VR- VE)/VE
1	26	32,05	14,14	0,54	13,95	13949,79	3,47	2,65	9,54	15,41	2,14	-0,09
2	24	30,99	12,67	0,49	11,77	11774,56	3,43	2,54	9,37	14,47	7,24	-0,19
3	30	28,08	12,02	0,43	12,85	12847,95	3,34	2,49	9,46	11,13	2,96	0,15
4	28	31,66	14,86	0,55	15,37	15371,90	3,45	2,70	9,64	14,68	0,48	0,05
5	25	36,46	15,31	0,89	22,31	22310,22	3,60	2,73	10,01	21,66	0,43	0,03
6	28	31,99	12,80	0,58	16,22	16221,45	3,47	2,55	9,69	15,77	0,21	0,03
7	29	26,37	11,48	0,36	10,55	10550,43	3,27	2,44	9,26	9,44	1,23	0,12
8	30	30,33	13,33	0,50	14,91	14906,97	3,41	2,59	9,61	13,42	2,21	0,11
9	26	29,07	14,39	0,47	12,15	12150,52	3,37	2,67	9,41	11,65	0,25	0,04
10	24	36,42	15,55	0,82	19,67	19667,81	3,60	2,74	9,89	21,50	3,37	-0,09
11	29	33,50	13,89	0,75	21,71	21706,10	3,51	2,63	9,99	17,55	17,29	0,24
12	27	30,61	12,65	0,51	13,77	13773,34	3,42	2,54	9,53	13,98	0,04	-0,01
13	26	29,28	12,22	0,48	12,38	12379,40	3,38	2,50	9,42	12,46	0,01	-0,01
14	26	26,42	11,52	0,36	9,45	9449,78	3,27	2,44	9,15	9,49	0,00	0,00
15	24	31,07	14,92	0,56	13,36	13362,72	3,44	2,70	9,50	13,91	0,30	-0,04
16	27	29,64	12,88	0,45	12,15	12152,58	3,39	2,56	9,41	12,71	0,31	-0,04
17	26	29,20	12,93	0,48	12,45	12449,08	3,37	2,56	9,43	12,17	0,08	0,02
18	28	27,97	13,24	0,42	11,66	11660,47	3,33	2,58	9,36	10,71	0,91	0,09
19	28	37,50	15,70	0,90	25,12	25116,99	3,62	2,75	10,13	23,29	3,35	0,08
20	30	31,71	13,03	0,60	17,90	17896,10	3,46	2,57	9,79	15,31	6,68	0,17
21	26	29,30	13,01	0,48	12,48	12483,38	3,38	2,57	9,43	12,26	0,05	0,02

22	26	28,09	13,35	0,42	11,03	11030,36	3,34	2,59	9,31	10,81	0,05	0,02
23	26	36,80	14,18	0,85	22,13	22133,66	3,61	2,65	10,00	22,74	0,36	-0,03
24	26	31,42	13,54	0,61	15,83	15827,62	3,45	2,61	9,67	14,75	1,15	0,07
25	27	27,32	12,26	0,38	10,28	10276,50	3,31	2,51	9,24	10,25	0,00	0,00
26	28	36,57	15,69	0,86	24,17	24174,57	3,60	2,75	10,09	21,69	6,15	0,11
27	22	33,99	15,14	0,68	14,86	14858,54	3,53	2,72	9,61	17,84	8,90	-0,17
28	26	35,24	14,46	0,72	18,81	18807,80	3,56	2,67	9,84	20,01	1,45	-0,06
29	30	31,17	13,34	0,62	18,73	18731,37	3,44	2,59	9,84	14,49	17,97	0,29
30	26	30,73	12,87	0,50	13,05	13047,48	3,43	2,55	9,48	14,06	1,03	-0,07
31	25	30,79	13,51	0,54	13,42	13423,64	3,43	2,60	9,50	13,95	0,27	-0,04
32	27	29,93	12,78	0,45	12,15	12151,82	3,40	2,55	9,41	13,09	0,88	-0,07
33	28	28,90	12,56	0,44	12,31	12312,16	3,36	2,53	9,42	11,92	0,16	0,03
34	20	31,47	14,10	0,55	11,09	11093,07	3,45	2,65	9,31	14,65	12,64	-0,24
35	25	27,46	12,61	0,42	10,58	10575,97	3,31	2,53	9,27	10,31	0,07	0,03
36	28	27,90	12,53	0,40	11,18	11183,84	3,33	2,53	9,32	10,80	0,14	0,04
37	26	33,73	15,51	0,72	18,72	18721,09	3,52	2,74	9,84	17,34	1,91	0,08
38	28	33,41	13,47	0,65	18,22	18215,42	3,51	2,60	9,81	17,57	0,42	0,04
39	24	33,17	13,45	0,66	15,91	15905,99	3,50	2,60	9,67	17,22	1,74	-0,08
40	26	35,59	14,84	0,85	22,05	22046,81	3,57	2,70	10,00	20,42	2,65	0,08
41	29	30,64	12,49	0,49	14,32	14322,57	3,42	2,52	9,57	14,08	0,06	0,02
42	23	25,73	11,21	0,35	7,98	7979,25	3,25	2,42	8,98	8,88	0,81	-0,10
43	28	30,76	12,49	0,50	13,99	13990,71	3,43	2,52	9,55	14,22	0,05	-0,02
44	26	28,10	12,92	0,42	10,84	10835,65	3,34	2,56	9,29	10,92	0,01	-0,01
45	25	31,48	14,29	0,54	13,54	13544,58	3,45	2,66	9,51	14,61	1,13	-0,07
46	24	30,96	12,58	0,51	12,21	12209,67	3,43	2,53	9,41	14,46	5,06	-0,16
47	23	28,71	12,60	0,43	9,78	9776,01	3,36	2,53	9,19	11,68	3,64	-0,16

48	27	34,98	15,50	0,70	18,93	18933,05	3,55	2,74	9,85	19,21	0,08	-0,01
49	25	31,06	13,24	0,63	15,63	15629,72	3,44	2,58	9,66	14,38	1,55	0,09
50	27	30,23	12,40	0,49	13,19	13187,86	3,41	2,52	9,49	13,58	0,15	-0,03
51	27	27,07	11,43	0,37	10,02	10016,04	3,30	2,44	9,21	10,18	0,03	-0,02
52	26	31,85	14,75	0,58	14,97	14966,89	3,46	2,69	9,61	14,97	0,00	0,00
53	23	32,26	13,86	0,57	13,03	13025,25	3,47	2,63	9,47	15,79	7,62	-0,17
54	26	34,35	14,17	0,78	20,35	20348,16	3,54	2,65	9,92	18,72	2,65	0,09
55	29	30,34	12,70	0,50	14,56	14562,43	3,41	2,54	9,59	13,62	0,88	0,07
56	27	27,52	12,26	0,40	10,76	10760,94	3,31	2,51	9,28	10,45	0,10	0,03
57	27	35,67	15,62	0,72	19,57	19569,41	3,57	2,75	9,88	20,25	0,47	-0,03
58	27	32,34	13,52	0,63	17,09	17093,30	3,48	2,60	9,75	16,01	1,18	0,07
<b>Σ</b>	<b>1530</b>				<b>857,4507</b>					<b>852,8765</b>	<b>132,9138</b>	<b>0,2836</b>
<b>X̄</b>					<b>14,7836</b>					<b>14,7048</b>		

Fuente: Datos registrados de campo.

Elaborado por: Doncón M, 2015.

Como resultado del cálculo de exactitud del cuadro 27, se obtuvo los siguientes valores: Diferencia agregada (DA) = 0,54 %, es decir no existe una diferencia significativa entre el volumen real y el volumen estimado, por ende la desviación media nos da un valor de (DM) = 0,49 %, en tanto que la desviación estándar es de (S x y) = 1,53 y la desviación estándar da como porcentaje del volumen medio un (S x y %) = 10,33 %.

Cuadro N° 28. Cálculo de volumen sin corteza para Galte Jatun Loma, por método de Schumacher.

N° Par.	N° Árb.	DAP $\bar{X}$ (cm)	Hc $\bar{X}$ (m)	V $\bar{X}$ (m <sup>3</sup> )	V. Real total (m <sup>3</sup> )	V. Real Tot (dm <sup>3</sup> )	Ln DAP (X)	Ln Hc (X)	Ln V (Y)	V. Estim Tot (m <sup>3</sup> )
1	26	32,05	14,14	0,42	10,93	10927,65	3,47	2,65	9,30	12,11
2	24	30,99	12,67	0,38	9,24	9235,13	3,43	2,54	9,13	11,38
3	30	28,08	12,02	0,33	10,03	10026,48	3,34	2,49	9,21	8,76
4	28	31,66	14,86	0,43	12,04	12044,82	3,45	2,70	9,40	11,53
5	25	36,46	15,31	0,70	17,45	17445,13	3,60	2,73	9,77	17,00
6	28	31,99	12,80	0,45	12,72	12723,70	3,47	2,55	9,45	12,41
7	29	26,37	11,48	0,29	8,34	8342,56	3,27	2,44	9,03	7,44
8	30	30,33	13,33	0,39	11,66	11663,61	3,41	2,59	9,36	10,56
9	26	29,07	14,39	0,37	9,50	9503,80	3,37	2,67	9,16	9,16
10	24	36,42	15,55	0,64	15,33	15329,67	3,60	2,74	9,64	16,88
11	29	33,50	13,89	0,58	16,82	16819,89	3,51	2,63	9,73	13,79
12	27	30,61	12,65	0,39	10,64	10641,40	3,42	2,54	9,27	11,00
13	26	29,28	12,22	0,37	9,75	9748,74	3,38	2,50	9,18	9,81
14	26	26,42	11,52	0,29	7,46	7460,64	3,27	2,44	8,92	7,48
15	24	31,07	14,92	0,45	10,69	10686,23	3,44	2,70	9,28	10,93
16	27	29,64	12,88	0,35	9,32	9317,63	3,39	2,56	9,14	10,00
17	26	29,20	12,93	0,38	9,84	9844,15	3,37	2,56	9,19	9,57
18	28	27,97	13,24	0,33	9,30	9296,54	3,33	2,58	9,14	8,43
19	28	37,50	15,70	0,72	20,11	20113,32	3,62	2,75	9,91	18,28
20	30	31,71	13,03	0,48	14,29	14286,84	3,46	2,57	9,57	12,05
21	26	29,30	13,01	0,39	10,03	10030,55	3,38	2,57	9,21	9,65
22	26	28,09	13,35	0,34	8,90	8896,40	3,34	2,59	9,09	8,50
23	26	36,80	14,18	0,69	18,07	18066,35	3,61	2,65	9,80	17,86
24	26	31,42	13,54	0,49	12,76	12760,20	3,45	2,61	9,45	11,60
25	27	27,32	12,26	0,30	8,11	8112,11	3,31	2,51	9,00	8,07
26	28	36,57	15,69	0,68	18,90	18900,20	3,60	2,75	9,85	17,03
27	22	33,99	15,14	0,53	11,65	11649,23	3,53	2,72	9,36	14,01
28	26	35,24	14,46	0,57	14,75	14745,52	3,56	2,67	9,60	15,72
29	30	31,17	13,34	0,49	14,74	14738,86	3,44	2,59	9,60	11,40

30	26	30,73	12,87	0,39	10,26	10257,80	3,43	2,55	9,24	11,06
31	25	30,79	13,51	0,42	10,44	10440,82	3,43	2,60	9,25	10,97
32	27	29,93	12,78	0,35	9,41	9414,88	3,40	2,55	9,15	10,30
33	28	28,90	12,56	0,34	9,60	9601,86	3,36	2,53	9,17	9,38
34	20	31,47	14,10	0,43	8,60	8600,81	3,45	2,65	9,06	11,51
35	25	27,46	12,61	0,33	8,18	8183,19	3,31	2,53	9,01	8,12
36	28	27,90	12,53	0,31	8,79	8788,28	3,33	2,53	9,08	8,51
37	26	33,73	15,51	0,57	14,69	14691,34	3,52	2,74	9,60	13,61
38	28	33,41	13,47	0,50	14,09	14090,46	3,51	2,60	9,55	13,82
39	24	33,17	13,45	0,52	12,45	12453,81	3,50	2,60	9,43	13,54
40	26	35,59	14,84	0,67	17,30	17303,39	3,57	2,70	9,76	16,04
41	29	30,64	12,49	0,39	11,25	11251,68	3,42	2,52	9,33	11,08
42	23	25,73	11,21	0,28	6,35	6348,26	3,25	2,42	8,76	7,00
43	28	30,76	12,49	0,39	10,84	10844,04	3,43	2,52	9,29	11,19
44	26	28,10	12,92	0,32	8,43	8431,41	3,34	2,56	9,04	8,59
45	25	31,48	14,29	0,42	10,53	10529,11	3,45	2,66	9,26	11,48
46	24	30,96	12,58	0,40	9,54	9544,74	3,43	2,53	9,16	11,38
47	23	28,71	12,60	0,33	7,62	7622,89	3,36	2,53	8,94	9,20
48	27	34,98	15,50	0,55	14,78	14775,52	3,55	2,74	9,60	15,09
49	25	31,06	13,24	0,49	12,33	12334,67	3,44	2,58	9,42	11,31
50	27	30,23	12,40	0,39	10,45	10453,39	3,41	2,52	9,25	10,69
51	27	27,07	11,43	0,30	8,00	7998,85	3,30	2,44	8,99	8,02
52	26	31,85	14,75	0,46	11,90	11896,95	3,46	2,69	9,38	11,76
53	23	32,26	13,86	0,45	10,33	10329,12	3,47	2,63	9,24	12,41
54	26	34,35	14,17	0,62	16,18	16178,72	3,54	2,65	9,69	14,71
55	29	30,34	12,70	0,40	11,60	11602,40	3,41	2,54	9,36	10,72
56	27	27,52	12,26	0,32	8,56	8560,42	3,31	2,51	9,05	8,23
57	27	35,67	15,62	0,56	15,02	15023,45	3,57	2,75	9,62	15,90
58	27	32,34	13,52	0,50	13,60	13596,04	3,48	2,60	9,52	12,59
<b>Σ</b>	<b>1530</b>				<b>674,51</b>					<b>670,64</b>
<b>X̄</b>					<b>11,63</b>					<b>11,56</b>

Fuente: Datos registrados de campo.

Elaborado por: Doncón M, 2015.

Como se observa los resultados del cuadro 28, se determina que el tamaño de muestreo de Galte, es de 58 parcelas (14450 m<sup>2</sup>), se obtiene un volumen real sin corteza de 674,51 m<sup>3</sup> y un volumen estimado de 670,64 m<sup>3</sup> de madera, esto indica que existe variación volumétrica mínima.

Se estima que la plantación de Galte Jatun Loma produce un volumen sin corteza de 13371,03 m<sup>3</sup> de madera., es decir que en 1 ha hay 464,11 m<sup>3</sup>.

Cuadro N° 29. Análisis de varianza y estadísticas de la regresión.

<b>Log V = a + b*Log (DAP)+ c * Log (H)</b>				
Log V= 0,431956332+2,81249215*Log(Dap)-0,294957974*Log(H)				
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F
Regresión	2	3,30599473	1,65299736	149,77903
Residuos	55	0,60699321	0,01103624	
Total	57	3,91298794		
Coefficiente de correlación múltiple	0,919172079			
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0,84487731			
R <sup>2</sup> ajustado	0,839236485			
Error típico	0,105053511			
Observaciones	58			

Elaborado por: Doncón M, 2015.

La ecuación según el método de Schumacher anotada en el Cuadro N° 29, mostró como resultado un coeficiente de determinación de  $R^2 = 0,84$ , lo que indica que el 84 % de la variación del volumen depende de las variables independientes (DAP y H).

## 2) Cálculo de la exactitud

Este cálculo se realiza para comparar el volumen estimado (VE) con el volumen real (VR) y saber la diferencia o el error entre ambos volúmenes.

Las ecuaciones que se utiliza para realizar este cálculo son las mismas que se utilizaron en el literal (d) para el cálculo de exactitud del cuadro N° 15.

Cuadro N° 30. Cálculo de la exactitud.

N° Parc.	N° Árb.	DAP $\bar{X}$ (cm)	Hc $\bar{X}$ (m)	V $\bar{X}$ /ár (m <sup>3</sup> )	Volumen real total (m <sup>3</sup> )	Volumen real total (dm <sup>3</sup> )	Ln DAP (X)	Ln Hc (X)	Ln V (Y)	Volumen estimado total (m <sup>3</sup> )	(VR-VE) <sup>2</sup>	(VR- VE)/VE
1	26	32,05	14,14	0,42	10,93	10927,65	3,47	2,65	9,30	12,11	1,41	-0,10
2	24	30,99	12,67	0,38	9,24	9235,13	3,43	2,54	9,13	11,38	4,62	-0,19
3	30	28,08	12,02	0,33	10,03	10026,48	3,34	2,49	9,21	8,76	1,59	0,14
4	28	31,66	14,86	0,43	12,04	12044,82	3,45	2,70	9,40	11,53	0,26	0,04
5	25	36,46	15,31	0,70	17,45	17445,13	3,60	2,73	9,77	17,00	0,20	0,03
6	28	31,99	12,80	0,45	12,72	12723,70	3,47	2,55	9,45	12,41	0,10	0,03
7	29	26,37	11,48	0,29	8,34	8342,56	3,27	2,44	9,03	7,44	0,81	0,12
8	30	30,33	13,33	0,39	11,66	11663,61	3,41	2,59	9,36	10,56	1,23	0,10
9	26	29,07	14,39	0,37	9,50	9503,80	3,37	2,67	9,16	9,16	0,12	0,04
10	24	36,42	15,55	0,64	15,33	15329,67	3,60	2,74	9,64	16,88	2,40	-0,09
11	29	33,50	13,89	0,58	16,82	16819,89	3,51	2,63	9,73	13,79	9,15	0,22
12	27	30,61	12,65	0,39	10,64	10641,40	3,42	2,54	9,27	11,00	0,13	-0,03
13	26	29,28	12,22	0,37	9,75	9748,74	3,38	2,50	9,18	9,81	0,00	-0,01
14	26	26,42	11,52	0,29	7,46	7460,64	3,27	2,44	8,92	7,48	0,00	0,00
15	24	31,07	14,92	0,45	10,69	10686,23	3,44	2,70	9,28	10,93	0,06	-0,02
16	27	29,64	12,88	0,35	9,32	9317,63	3,39	2,56	9,14	10,00	0,47	-0,07
17	26	29,20	12,93	0,38	9,84	9844,15	3,37	2,56	9,19	9,57	0,07	0,03
18	28	27,97	13,24	0,33	9,30	9296,54	3,33	2,58	9,14	8,43	0,76	0,10
19	28	37,50	15,70	0,72	20,11	20113,32	3,62	2,75	9,91	18,28	3,37	0,10
20	30	31,71	13,03	0,48	14,29	14286,84	3,46	2,57	9,57	12,05	5,02	0,19
21	26	29,30	13,01	0,39	10,03	10030,55	3,38	2,57	9,21	9,65	0,15	0,04

22	26	28,09	13,35	0,34	8,90	8896,40	3,34	2,59	9,09	8,50	0,16	0,05
23	26	36,80	14,18	0,69	18,07	18066,35	3,61	2,65	9,80	17,86	0,04	0,01
24	26	31,42	13,54	0,49	12,76	12760,20	3,45	2,61	9,45	11,60	1,34	0,10
25	27	27,32	12,26	0,30	8,11	8112,11	3,31	2,51	9,00	8,07	0,00	0,01
26	28	36,57	15,69	0,68	18,90	18900,20	3,60	2,75	9,85	17,03	3,51	0,11
27	22	33,99	15,14	0,53	11,65	11649,23	3,53	2,72	9,36	14,01	5,58	-0,17
28	26	35,24	14,46	0,57	14,75	14745,52	3,56	2,67	9,60	15,72	0,95	-0,06
29	30	31,17	13,34	0,49	14,74	14738,86	3,44	2,59	9,60	11,40	11,15	0,29
30	26	30,73	12,87	0,39	10,26	10257,80	3,43	2,55	9,24	11,06	0,65	-0,07
31	25	30,79	13,51	0,42	10,44	10440,82	3,43	2,60	9,25	10,97	0,28	-0,05
32	27	29,93	12,78	0,35	9,41	9414,88	3,40	2,55	9,15	10,30	0,78	-0,09
33	28	28,90	12,56	0,34	9,60	9601,86	3,36	2,53	9,17	9,38	0,05	0,02
34	20	31,47	14,10	0,43	8,60	8600,81	3,45	2,65	9,06	11,51	8,49	-0,25
35	25	27,46	12,61	0,33	8,18	8183,19	3,31	2,53	9,01	8,12	0,00	0,01
36	28	27,90	12,53	0,31	8,79	8788,28	3,33	2,53	9,08	8,51	0,08	0,03
37	26	33,73	15,51	0,57	14,69	14691,34	3,52	2,74	9,60	13,61	1,16	0,08
38	28	33,41	13,47	0,50	14,09	14090,46	3,51	2,60	9,55	13,82	0,07	0,02
39	24	33,17	13,45	0,52	12,45	12453,81	3,50	2,60	9,43	13,54	1,19	-0,08
40	26	35,59	14,84	0,67	17,30	17303,39	3,57	2,70	9,76	16,04	1,60	0,08
41	29	30,64	12,49	0,39	11,25	11251,68	3,42	2,52	9,33	11,08	0,03	0,02
42	23	25,73	11,21	0,28	6,35	6348,26	3,25	2,42	8,76	7,00	0,42	-0,09
43	28	30,76	12,49	0,39	10,84	10844,04	3,43	2,52	9,29	11,19	0,12	-0,03
44	26	28,10	12,92	0,32	8,43	8431,41	3,34	2,56	9,04	8,59	0,03	-0,02
45	25	31,48	14,29	0,42	10,53	10529,11	3,45	2,66	9,26	11,48	0,91	-0,08
46	24	30,96	12,58	0,40	9,54	9544,74	3,43	2,53	9,16	11,38	3,37	-0,16
47	23	28,71	12,60	0,33	7,62	7622,89	3,36	2,53	8,94	9,20	2,48	-0,17

48	27	34,98	15,50	0,55	14,78	14775,52	3,55	2,74	9,60	15,09	0,10	-0,02
49	25	31,06	13,24	0,49	12,33	12334,67	3,44	2,58	9,42	11,31	1,04	0,09
50	27	30,23	12,40	0,39	10,45	10453,39	3,41	2,52	9,25	10,69	0,06	-0,02
51	27	27,07	11,43	0,30	8,00	7998,85	3,30	2,44	8,99	8,02	0,00	0,00
52	26	31,85	14,75	0,46	11,90	11896,95	3,46	2,69	9,38	11,76	0,02	0,01
53	23	32,26	13,86	0,45	10,33	10329,12	3,47	2,63	9,24	12,41	4,33	-0,17
54	26	34,35	14,17	0,62	16,18	16178,72	3,54	2,65	9,69	14,71	2,15	0,10
55	29	30,34	12,70	0,40	11,60	11602,40	3,41	2,54	9,36	10,72	0,78	0,08
56	27	27,52	12,26	0,32	8,56	8560,42	3,31	2,51	9,05	8,23	0,11	0,04
57	27	35,67	15,62	0,56	15,02	15023,45	3,57	2,75	9,62	15,90	0,77	-0,06
58	27	32,34	13,52	0,50	13,60	13596,04	3,48	2,60	9,52	12,59	85,72	0,22
$\Sigma$	<b>1530</b>				<b>674,51</b>					<b>670,64</b>	<b>85,72</b>	<b>0,22</b>
$\bar{X}$					<b>11,63</b>					<b>11,56</b>		

Fuente: Datos registrados de campo.

Elaborado por: Doncón M, 2015.

Como resultado del cálculo de exactitud del cuadro 30, se obtuvo los siguientes valores: Diferencia agregada (DA) = 0,58 %, es decir que no existe una diferencia significativa entre el volumen real y el volumen estimado, por ende la desviación media (DM) nos da un valor de 0,38 %, en tanto que la desviación estándar es de  $(S \times y) = 1,23$  y la desviación estándar da como porcentaje del volumen medio un  $(S \times y \%) = 10,54$  %.

Cuadro N° 31. Cálculo de volumen con corteza para Chauzan San Alfonso, por el método de Schumacher.

N° Par.	N° Árb.	DAP $\bar{X}$ (cm)	H $\bar{c}\bar{X}$ (m)	V $\bar{X}$ (m <sup>3</sup> )	V. Real total (m <sup>3</sup> )	V. Real Tot (dm <sup>3</sup> )	Ln DAP (X)	Ln Hc (X)	Ln V (Y)	Volumen estimado total (m3)
1	24	17,33	5,05	0,09	2,19	2187,87	2,85	1,62	7,69	2,35
2	24	18,31	5,73	0,11	2,59	2588,65	2,91	1,75	7,86	2,88
3	23	17,33	5,14	0,10	2,20	2199,60	2,85	1,64	7,70	2,36
4	23	16,92	5,02	0,09	2,01	2009,72	2,83	1,61	7,61	2,19
5	24	17,55	5,31	0,10	2,32	2324,13	2,87	1,67	7,75	2,48
6	24	17,71	4,51	0,09	2,22	2219,07	2,87	1,51	7,70	2,41
7	26	18,47	5,47	0,12	3,23	3228,42	2,92	1,70	8,08	2,91
8	27	18,56	5,56	0,13	3,38	3381,31	2,92	1,71	8,13	2,96
9	25	17,63	5,57	0,10	2,54	2540,96	2,87	1,72	7,84	2,55
10	29	18,19	4,79	0,10	2,88	2878,69	2,90	1,57	7,97	2,66
11	26	16,31	4,25	0,07	1,82	1818,51	2,79	1,45	7,51	1,86
12	26	17,84	4,43	0,09	2,35	2354,68	2,88	1,49	7,76	2,44
13	25	18,53	5,53	0,12	3,12	3115,39	2,92	1,71	8,04	2,95
14	24	16,20	4,15	0,07	1,65	1653,11	2,78	1,42	7,41	1,80
15	26	17,20	4,52	0,09	2,21	2211,59	2,84	1,51	7,70	2,21
16	28	18,00	5,12	0,11	3,19	3190,94	2,89	1,63	8,07	2,64
17	26	17,14	4,29	0,08	2,07	2073,80	2,84	1,46	7,64	2,15
18	24	17,03	5,73	0,11	2,56	2557,57	2,83	1,75	7,85	2,33
19	25	18,01	5,42	0,10	2,61	2608,31	2,89	1,69	7,87	2,69
20	26	17,42	5,52	0,10	2,59	2589,51	2,86	1,71	7,86	2,46
21	24	17,54	5,28	0,09	2,25	2246,63	2,86	1,66	7,72	2,47
22	23	18,05	4,59	0,10	2,19	2191,87	2,89	1,52	7,69	2,56
23	26	16,98	4,45	0,09	2,40	2402,63	2,83	1,49	7,78	2,12
24	23	18,65	5,56	0,13	2,98	2984,29	2,93	1,72	8,00	3,00
25	26	18,61	6,14	0,12	3,23	3229,16	2,92	1,81	8,08	3,09
26	21	18,31	5,39	0,11	2,21	2210,48	2,91	1,68	7,70	2,82
27	26	17,11	4,23	0,08	2,17	2167,11	2,84	1,44	7,68	2,13
28	25	16,81	4,61	0,08	2,03	2033,64	2,82	1,53	7,62	2,08
29	27	16,80	4,14	0,08	2,09	2092,60	2,82	1,42	7,65	2,01

30	28	18,82	5,67	0,13	3,57	3574,43	2,93	1,73	8,18	3,10
31	24	16,73	5,28	0,09	2,24	2244,37	2,82	1,66	7,72	2,15
32	28	17,41	5,21	0,09	2,63	2631,64	2,86	1,65	7,88	2,41
33	26	17,43	4,34	0,09	2,27	2267,45	2,86	1,47	7,73	2,27
34	25	18,73	5,52	0,13	3,18	3184,55	2,93	1,71	8,07	3,03
35	25	18,40	5,39	0,12	3,06	3063,67	2,91	1,68	8,03	2,86
36	23	18,30	6,04	0,11	2,61	2608,28	2,91	1,80	7,87	2,93
37	26	17,23	4,47	0,09	2,23	2229,71	2,85	1,50	7,71	2,21
38	27	17,07	4,65	0,09	2,33	2329,95	2,84	1,54	7,75	2,18
39	24	17,53	4,63	0,09	2,14	2135,99	2,86	1,53	7,67	2,36
40	26	17,02	4,41	0,09	2,32	2317,58	2,83	1,48	7,75	2,13
41	23	17,40	4,92	0,10	2,22	2215,58	2,86	1,59	7,70	2,36
42	27	17,09	4,65	0,08	2,22	2224,50	2,84	1,54	7,71	2,19
43	27	17,45	4,33	0,09	2,46	2457,46	2,86	1,47	7,81	2,27
44	26	18,06	5,21	0,10	2,73	2726,85	2,89	1,65	7,91	2,68
45	24	16,75	5,08	0,09	2,16	2159,97	2,82	1,62	7,68	2,13
46	25	17,92	5,52	0,11	2,65	2648,87	2,89	1,71	7,88	2,67
47	25	17,90	5,56	0,10	2,58	2584,67	2,89	1,72	7,86	2,67
48	25	17,20	4,97	0,09	2,18	2175,53	2,84	1,60	7,69	2,29
49	24	18,31	5,31	0,10	2,51	2514,99	2,91	1,67	7,83	2,81
50	26	17,08	4,13	0,08	2,00	2004,21	2,84	1,42	7,60	2,10
51	26	18,60	5,48	0,12	3,24	3236,75	2,92	1,70	8,08	2,97
52	26	19,18	6,16	0,14	3,56	3555,83	2,95	1,82	8,18	3,38
53	22	18,60	5,56	0,11	2,44	2441,67	2,92	1,72	7,80	2,98
54	26	17,98	4,51	0,09	2,39	2392,63	2,89	1,51	7,78	2,51
55	27	16,13	4,31	0,07	1,95	1948,09	2,78	1,46	7,57	1,81
56	28	17,20	4,26	0,08	2,29	2290,52	2,84	1,45	7,74	2,17
57	27	17,54	4,54	0,10	2,62	2621,36	2,86	1,51	7,87	2,35
<b>Σ</b>	<b>1442</b>				<b>142,08</b>					<b>141,50</b>
<b>Ā</b>					<b>2,49</b>					<b>2,48</b>

Fuente: Datos registrados de campo.

Elaborado por: Doncón M, 2015.

Como se observa los resultados del cuadro 31, se determina que en la superficie de muestreo de Chauzan, es decir de las 57 parcelas muestreadas (14230 m<sup>2</sup>), se obtiene un volumen real sin corteza de 142,08 m<sup>3</sup> y un volumen estimado de 141,50 m<sup>3</sup> de madera, esto indica que existe variación volumétrica mínima.

Así, se estima que la plantación de Chauzan San Alfonso produce un volumen con corteza de 2830 m<sup>3</sup> de madera., es decir que en 1 ha hay 99,44 m<sup>3</sup>.

Cuadro N° 32. Análisis de varianza y estadísticas de la regresión.

<b>Log V = a + b*Log (DAP)+ c * Log (H)</b>				
Log V= -1,083562045+2,906539782*Log(Dap)+ 0,342412695*Log(H)				
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F
Regresión	2	1,21080238	0,60540119	77,3449801
Residuos	54	0,42267338	0,00782728	
Total	56	1,63347576		
Coefficiente de correlación múltiple	0,860954669			
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0,741242943			
R <sup>2</sup> ajustado	0,731659348			
Error típico	0,088471944			
Observaciones	57			

Elaborado por: Doncón M, 2015.

La ecuación según el método de Schumacher anotada en el Cuadro N° 32, mostró como resultado un coeficiente de determinación de  $R^2 = 0,74$  lo que indica que el 74 % de la variación del volumen depende de las variables independientes (DAP y H).

### 3) Cálculo de la exactitud

Este cálculo se realiza para comparar el volumen estimado (VE) con el volumen real (VR) y saber la diferencia o el error entre ambos volúmenes.

Las ecuaciones que se utiliza para realizar este cálculo son las mismas que se utilizaron en el literal (d) para el cálculo de exactitud del cuadro N° 15.

Cuadro N° 33. Cálculo de la exactitud.

N° Parc.	N° Árb.	DAP $\dot{X}$ (cm)	Hc $\dot{X}$ (m)	V $\dot{X}$ /ár (m <sup>3</sup> )	Volumen real total (m <sup>3</sup> )	Volumen real total (dm <sup>3</sup> )	Ln DAP (X)	Ln Hc (X)	Ln V (Y)	Volumen estimado total (m <sup>3</sup> )	(VR-VE) <sup>2</sup>	(VR- VE)/VE
1	24	17,33	5,05	0,09	2,19	2187,87	2,85	1,62	7,69	2,35	0,0255	-0,0681
2	24	18,31	5,73	0,11	2,59	2588,65	2,91	1,75	7,86	2,88	0,0846	-0,1010
3	23	17,33	5,14	0,10	2,20	2199,60	2,85	1,64	7,70	2,36	0,0263	-0,0687
4	23	16,92	5,02	0,09	2,01	2009,72	2,83	1,61	7,61	2,19	0,0307	-0,0802
5	24	17,55	5,31	0,10	2,32	2324,13	2,87	1,67	7,75	2,48	0,0238	-0,0623
6	24	17,71	4,51	0,09	2,22	2219,07	2,87	1,51	7,70	2,41	0,0355	-0,0783
7	26	18,47	5,47	0,12	3,23	3228,42	2,92	1,70	8,08	2,91	0,1043	0,1112
8	27	18,56	5,56	0,13	3,38	3381,31	2,92	1,71	8,13	2,96	0,1745	0,1409
9	25	17,63	5,57	0,10	2,54	2540,96	2,87	1,72	7,84	2,55	0,0002	-0,0053
10	29	18,19	4,79	0,10	2,88	2878,69	2,90	1,57	7,97	2,66	0,0493	0,0836
11	26	16,31	4,25	0,07	1,82	1818,51	2,79	1,45	7,51	1,86	0,0013	-0,0198
12	26	17,84	4,43	0,09	2,35	2354,68	2,88	1,49	7,76	2,44	0,0077	-0,0359
13	25	18,53	5,53	0,12	3,12	3115,39	2,92	1,71	8,04	2,95	0,0290	0,0579
14	24	16,20	4,15	0,07	1,65	1653,11	2,78	1,42	7,41	1,80	0,0226	-0,0834
15	26	17,20	4,52	0,09	2,21	2211,59	2,84	1,51	7,70	2,21	0,0000	0,0000
16	28	18,00	5,12	0,11	3,19	3190,94	2,89	1,63	8,07	2,64	0,3076	0,2104
17	26	17,14	4,29	0,08	2,07	2073,80	2,84	1,46	7,64	2,15	0,0059	-0,0358
18	24	17,03	5,73	0,11	2,56	2557,57	2,83	1,75	7,85	2,33	0,0520	0,0978
19	25	18,01	5,42	0,10	2,61	2608,31	2,89	1,69	7,87	2,69	0,0071	-0,0313
20	26	17,42	5,52	0,10	2,59	2589,51	2,86	1,71	7,86	2,46	0,0169	0,0528
21	24	17,54	5,28	0,09	2,25	2246,63	2,86	1,66	7,72	2,47	0,0504	-0,0908

22	23	18,05	4,59	0,10	2,19	2191,87	2,89	1,52	7,69	2,56	0,1333	-0,1428
23	26	16,98	4,45	0,09	2,40	2402,63	2,83	1,49	7,78	2,12	0,0809	0,1342
24	23	18,65	5,56	0,13	2,98	2984,29	2,93	1,72	8,00	3,00	0,0004	-0,0066
25	26	18,61	6,14	0,12	3,23	3229,16	2,92	1,81	8,08	3,09	0,0199	0,0456
26	21	18,31	5,39	0,11	2,21	2210,48	2,91	1,68	7,70	2,82	0,3685	-0,2154
27	26	17,11	4,23	0,08	2,17	2167,11	2,84	1,44	7,68	2,13	0,0014	0,0175
28	25	16,81	4,61	0,08	2,03	2033,64	2,82	1,53	7,62	2,08	0,0025	-0,0238
29	27	16,80	4,14	0,08	2,09	2092,60	2,82	1,42	7,65	2,01	0,0076	0,0434
30	28	18,82	5,67	0,13	3,57	3574,43	2,93	1,73	8,18	3,10	0,2210	0,1514
31	24	16,73	5,28	0,09	2,24	2244,37	2,82	1,66	7,72	2,15	0,0086	0,0432
32	28	17,41	5,21	0,09	2,63	2631,64	2,86	1,65	7,88	2,41	0,0498	0,0927
33	26	17,43	4,34	0,09	2,27	2267,45	2,86	1,47	7,73	2,27	0,0000	0,0000
34	25	18,73	5,52	0,13	3,18	3184,55	2,93	1,71	8,07	3,03	0,0228	0,0498
35	25	18,40	5,39	0,12	3,06	3063,67	2,91	1,68	8,03	2,86	0,0413	0,0711
36	23	18,30	6,04	0,11	2,61	2608,28	2,91	1,80	7,87	2,93	0,1020	-0,1091
37	26	17,23	4,47	0,09	2,23	2229,71	2,85	1,50	7,71	2,21	0,0002	0,0067
38	27	17,07	4,65	0,09	2,33	2329,95	2,84	1,54	7,75	2,18	0,0210	0,0664
39	24	17,53	4,63	0,09	2,14	2135,99	2,86	1,53	7,67	2,36	0,0493	-0,0942
40	26	17,02	4,41	0,09	2,32	2317,58	2,83	1,48	7,75	2,13	0,0369	0,0904
41	23	17,40	4,92	0,10	2,22	2215,58	2,86	1,59	7,70	2,36	0,0201	-0,0601
42	27	17,09	4,65	0,08	2,22	2224,50	2,84	1,54	7,71	2,19	0,0009	0,0140
43	27	17,45	4,33	0,09	2,46	2457,46	2,86	1,47	7,81	2,27	0,0336	0,0806
44	26	18,06	5,21	0,10	2,73	2726,85	2,89	1,65	7,91	2,68	0,0027	0,0194
45	24	16,75	5,08	0,09	2,16	2159,97	2,82	1,62	7,68	2,13	0,0008	0,0134
46	25	17,92	5,52	0,11	2,65	2648,87	2,89	1,71	7,88	2,67	0,0005	-0,0081
47	25	17,90	5,56	0,10	2,58	2584,67	2,89	1,72	7,86	2,67	0,0071	-0,0316

48	25	17,20	4,97	0,09	2,18	2175,53	2,84	1,60	7,69	2,29	0,0122	-0,0484
49	24	18,31	5,31	0,10	2,51	2514,99	2,91	1,67	7,83	2,81	0,0841	-0,1034
50	26	17,08	4,13	0,08	2,00	2004,21	2,84	1,42	7,60	2,10	0,0099	-0,0474
51	26	18,60	5,48	0,12	3,24	3236,75	2,92	1,70	8,08	2,97	0,0728	0,0910
52	26	19,18	6,16	0,14	3,56	3555,83	2,95	1,82	8,18	3,38	0,0325	0,0534
53	22	18,60	5,56	0,11	2,44	2441,67	2,92	1,72	7,80	2,98	0,2934	-0,1816
54	26	17,98	4,51	0,09	2,39	2392,63	2,89	1,51	7,78	2,51	0,0148	-0,0484
55	27	16,13	4,31	0,07	1,95	1948,09	2,78	1,46	7,57	1,81	0,0203	0,0789
56	28	17,20	4,26	0,08	2,29	2290,52	2,84	1,45	7,74	2,17	0,0152	0,0569
57	27	17,54	4,54	0,10	2,62	2621,36	2,86	1,51	7,87	2,35	0,0748	0,1165
<b>Σ</b>	<b>1442</b>				<b>142,08</b>					<b>141,50</b>	<b>2,9185</b>	<b>0,2096</b>
<b>Ā</b>					<b>2,49</b>					<b>2,48</b>		

Fuente: Datos registrados de campo.

Elaborado por: Doncón M, 2015.

Como resultado del cálculo de exactitud del cuadro 33, se obtuvo los siguientes valores: Diferencia agregada (DA) = 0,40 % es decir que no existe diferencia significativa entre el volumen real y el volumen estimado, por ende la desviación media (DM), nos da un valor de 0,37 %, en tanto que la desviación estándar es de  $(S \times y) = 0,23$  y la desviación estándar da como porcentaje del volumen medio un  $(S \times y \%) = 9,16$ . %

Cuadro N° 34. Cálculo de volumen sin corteza para Chauzan San Alfonso, por método de Schumacher.

N° Par.	N° Árb.	DAP $\bar{X}$ (cm)	Hc $\bar{X}$ (m)	V $\bar{X}$ (m <sup>3</sup> )	V. Real total (m <sup>3</sup> )	V. Real Tot (dm <sup>3</sup> )	Ln DAP (X)	Ln Hc (X)	Ln V (Y)	V. Estim Tot (m <sup>3</sup> )
1	24	17,33	5,05	0,07	1,75	1752,53	2,85	1,62	7,47	1,83
2	24	18,31	5,73	0,09	2,09	2085,76	2,91	1,75	7,64	2,25
3	23	17,33	5,14	0,08	1,77	1774,62	2,85	1,64	7,48	1,85
4	23	16,92	5,02	0,07	1,62	1620,58	2,83	1,61	7,39	1,71
5	24	17,55	5,31	0,08	1,88	1881,35	2,87	1,67	7,54	1,94
6	24	17,71	4,51	0,07	1,78	1784,05	2,87	1,51	7,49	1,88
7	26	18,47	5,47	0,10	2,57	2572,29	2,92	1,70	7,85	2,26
8	27	18,56	5,56	0,10	2,72	2722,68	2,92	1,71	7,91	2,31
9	25	17,63	5,57	0,08	2,07	2065,29	2,87	1,72	7,63	2,00
10	29	18,19	4,79	0,08	2,33	2331,85	2,90	1,57	7,75	2,07
11	26	16,31	4,25	0,06	1,48	1476,25	2,79	1,45	7,30	1,45
12	26	17,84	4,43	0,07	1,88	1880,13	2,88	1,49	7,54	1,90
13	25	18,53	5,53	0,10	2,40	2399,54	2,92	1,71	7,78	2,29
14	24	16,20	4,15	0,05	1,29	1294,29	2,78	1,42	7,17	1,41
15	26	17,20	4,52	0,07	1,71	1708,44	2,84	1,51	7,44	1,73
16	28	18,00	5,12	0,09	2,47	2467,18	2,89	1,63	7,81	2,06
17	26	17,14	4,29	0,06	1,63	1628,08	2,84	1,46	7,40	1,68
18	24	17,03	5,73	0,08	1,98	1980,91	2,83	1,75	7,59	1,82
19	25	18,01	5,42	0,08	2,03	2031,23	2,89	1,69	7,62	2,10
20	26	17,42	5,52	0,08	2,00	1997,15	2,86	1,71	7,60	1,92
21	24	17,54	5,28	0,07	1,74	1735,84	2,86	1,66	7,46	1,93
22	23	18,05	4,59	0,07	1,70	1702,13	2,89	1,52	7,44	1,99
23	26	16,98	4,45	0,07	1,87	1872,15	2,83	1,49	7,53	1,66
24	23	18,65	5,56	0,10	2,33	2326,08	2,93	1,72	7,75	2,34
25	26	18,61	6,14	0,10	2,50	2501,25	2,92	1,81	7,82	2,41
26	21	18,31	5,39	0,08	1,70	1704,22	2,91	1,68	7,44	2,20
27	26	17,11	4,23	0,06	1,68	1679,30	2,84	1,44	7,43	1,66
28	25	16,81	4,61	0,06	1,58	1582,60	2,82	1,53	7,37	1,63
29	27	16,80	4,14	0,06	1,62	1619,49	2,82	1,42	7,39	1,57

30	28	18,82	5,67	0,10	2,77	2770,71	2,93	1,73	7,93	2,42
31	24	16,73	5,28	0,07	1,75	1746,47	2,82	1,66	7,47	1,69
32	28	17,41	5,21	0,07	2,04	2040,22	2,86	1,65	7,62	1,88
33	26	17,43	4,34	0,07	1,77	1768,63	2,86	1,47	7,48	1,77
34	25	18,73	5,52	0,10	2,47	2469,14	2,93	1,71	7,81	2,36
35	25	18,40	5,39	0,09	2,37	2374,32	2,91	1,68	7,77	2,23
36	23	18,30	6,04	0,09	1,99	1985,37	2,91	1,80	7,59	2,28
37	26	17,23	4,47	0,07	1,72	1723,64	2,85	1,50	7,45	1,73
38	27	17,07	4,65	0,07	1,80	1803,97	2,84	1,54	7,50	1,71
39	24	17,53	4,63	0,07	1,65	1652,16	2,86	1,53	7,41	1,84
40	26	17,02	4,41	0,07	1,80	1799,72	2,83	1,48	7,50	1,66
41	23	17,40	4,92	0,07	1,71	1709,54	2,86	1,59	7,44	1,84
42	27	17,09	4,65	0,06	1,73	1728,41	2,84	1,54	7,45	1,71
43	27	17,45	4,33	0,07	1,78	1780,19	2,86	1,47	7,48	1,77
44	26	18,06	5,21	0,08	2,09	2093,37	2,89	1,65	7,65	2,09
45	24	16,75	5,08	0,07	1,65	1645,82	2,82	1,62	7,41	1,67
46	25	17,92	5,52	0,08	2,04	2038,22	2,89	1,71	7,62	2,08
47	25	17,90	5,56	0,08	1,99	1988,04	2,89	1,72	7,59	2,08
48	25	17,20	4,97	0,07	1,68	1684,64	2,84	1,60	7,43	1,79
49	24	18,31	5,31	0,08	1,95	1948,02	2,91	1,67	7,57	2,19
50	26	17,08	4,13	0,06	1,56	1563,54	2,84	1,42	7,35	1,64
51	26	18,60	5,48	0,10	2,51	2506,82	2,92	1,70	7,83	2,31
52	26	19,18	6,16	0,11	2,75	2747,98	2,95	1,82	7,92	2,63
53	22	18,60	5,56	0,09	1,89	1893,07	2,92	1,72	7,55	2,32
54	26	17,98	4,51	0,07	1,86	1861,52	2,89	1,51	7,53	1,96
55	27	16,13	4,31	0,06	1,54	1536,20	2,78	1,46	7,34	1,42
56	28	17,20	4,26	0,06	1,80	1803,32	2,84	1,45	7,50	1,69
57	27	17,54	4,54	0,08	2,07	2068,71	2,86	1,51	7,63	1,83
<b>Σ</b>	<b>1442</b>				<b>110,91</b>					<b>110,45</b>
<b>Ā</b>					<b>1,95</b>					<b>1,94</b>

Fuente: Datos registrados de campo.

Elaborado por: Doncón M, 2015.

Según los resultados del cuadro 34, se determina que en la superficie de muestreo de Chauzan, es decir de las 57 parcelas muestreadas (14230 m<sup>2</sup>), se obtiene un volumen real sin corteza de 110,91 m<sup>3</sup> y un volumen estimado de 110,45 m<sup>3</sup> de madera, esto indica que existe variación volumétrica mínima.

De esta manera se estima que la plantación de Chauzan San Alfonso produce un volumen con corteza de 2209 m<sup>3</sup> de madera., es decir que en 1 ha hay 77,62 m<sup>3</sup>.

Cuadro N° 35. Análisis de varianza y estadísticas de la regresión.

$V = a + b \cdot \text{Log}(\text{DAP}) + c \cdot \text{Log}(H)$				
$\text{Log } V = -1,182164522 + 2,850478548 \cdot \text{Log}(\text{Dap}) + 0,349860186 \cdot \text{Log}(H)$				
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F
Regresión	2	1,18592795	0,59296397	75,0300008
Residuos	54	0,42676335	0,00790303	
Total	56	1,6126913		
Coefficiente de correlación múltiple	0,857538309			
Coefficiente de determinación $R^2$	0,735371952			
$R^2$ ajustado	0,725570913			
Error típico	0,08889896			
Observaciones	57			

Elaborado por: Doncón M, 2015.

La ecuación según el método de Schumacher anotada en el Cuadro N° 35, mostró como resultado un coeficiente de determinación de  $R^2 = 0,73$ , lo que indica que el 73 % de la variación del volumen depende de las variables independientes (DAP y H).

#### 4) Cálculo de la exactitud

Este cálculo se realiza para comparar el volumen estimado (VE) con el volumen real (VR) y saber la diferencia o el error entre ambos volúmenes.

Las ecuaciones que se utiliza para realizar este cálculo son las mismas que se utilizaron en el literal (d) para el cálculo de exactitud del cuadro N° 15.

Cuadro N° 36. Cálculo de la exactitud.

N° Parc.	N° Árb.	DAP $\bar{X}$ (cm)	Hc $\bar{X}$ (m)	V $\bar{X}$ (m <sup>3</sup> )	Volumen real total (m <sup>3</sup> )	Volumen real total (dm <sup>3</sup> )	Ln DAP (X)	Ln Hc (X)	Ln V (Y)	Volumen estimado total (m <sup>3</sup> )	(VR-VE) <sup>2</sup>	(VR- VE)/VE
1	24	17,33	5,05	0,07	1,75	1752,53	2,85	1,62	7,47	1,83	0,0068	-0,0449
2	24	18,31	5,73	0,09	2,09	2085,76	2,91	1,75	7,64	2,25	0,0256	-0,0712
3	23	17,33	5,14	0,08	1,77	1774,62	2,85	1,64	7,48	1,85	0,0051	-0,0388
4	23	16,92	5,02	0,07	1,62	1620,58	2,83	1,61	7,39	1,71	0,0080	-0,0523
5	24	17,55	5,31	0,08	1,88	1881,35	2,87	1,67	7,54	1,94	0,0030	-0,0285
6	24	17,71	4,51	0,07	1,78	1784,05	2,87	1,51	7,49	1,88	0,0088	-0,0499
7	26	18,47	5,47	0,10	2,57	2572,29	2,92	1,70	7,85	2,26	0,0950	0,1361
8	27	18,56	5,56	0,10	2,72	2722,68	2,92	1,71	7,91	2,31	0,1711	0,1792
9	25	17,63	5,57	0,08	2,07	2065,29	2,87	1,72	7,63	2,00	0,0048	0,0347
10	29	18,19	4,79	0,08	2,33	2331,85	2,90	1,57	7,75	2,07	0,0686	0,1265
11	26	16,31	4,25	0,06	1,48	1476,25	2,79	1,45	7,30	1,45	0,0005	0,0160
12	26	17,84	4,43	0,07	1,88	1880,13	2,88	1,49	7,54	1,90	0,0006	-0,0125
13	25	18,53	5,53	0,10	2,40	2399,54	2,92	1,71	7,78	2,29	0,0110	0,0457
14	24	16,20	4,15	0,05	1,29	1294,29	2,78	1,42	7,17	1,41	0,0140	-0,0839
15	26	17,20	4,52	0,07	1,71	1708,44	2,84	1,51	7,44	1,73	0,0004	-0,0112
16	28	18,00	5,12	0,09	2,47	2467,18	2,89	1,63	7,81	2,06	0,1689	0,1998
17	26	17,14	4,29	0,06	1,63	1628,08	2,84	1,46	7,40	1,68	0,0027	-0,0309
18	24	17,03	5,73	0,08	1,98	1980,91	2,83	1,75	7,59	1,82	0,0245	0,0859
19	25	18,01	5,42	0,08	2,03	2031,23	2,89	1,69	7,62	2,10	0,0049	-0,0332
20	26	17,42	5,52	0,08	2,00	1997,15	2,86	1,71	7,60	1,92	0,0055	0,0385
21	24	17,54	5,28	0,07	1,74	1735,84	2,86	1,66	7,46	1,93	0,0379	-0,1009

22	23	18,05	4,59	0,07	1,70	1702,13	2,89	1,52	7,44	1,99	0,0843	-0,1457
23	26	16,98	4,45	0,07	1,87	1872,15	2,83	1,49	7,53	1,66	0,0468	0,1306
24	23	18,65	5,56	0,10	2,33	2326,08	2,93	1,72	7,75	2,34	0,0002	-0,0059
25	26	18,61	6,14	0,10	2,50	2501,25	2,92	1,81	7,82	2,41	0,0088	0,0389
26	21	18,31	5,39	0,08	1,70	1704,22	2,91	1,68	7,44	2,20	0,2422	-0,2241
27	26	17,11	4,23	0,06	1,68	1679,30	2,84	1,44	7,43	1,66	0,0002	0,0094
28	25	16,81	4,61	0,06	1,58	1582,60	2,82	1,53	7,37	1,63	0,0022	-0,0290
29	27	16,80	4,14	0,06	1,62	1619,49	2,82	1,42	7,39	1,57	0,0027	0,0329
30	28	18,82	5,67	0,10	2,77	2770,71	2,93	1,73	7,93	2,42	0,1250	0,1463
31	24	16,73	5,28	0,07	1,75	1746,47	2,82	1,66	7,47	1,69	0,0037	0,0362
32	28	17,41	5,21	0,07	2,04	2040,22	2,86	1,65	7,62	1,88	0,0249	0,0839
33	26	17,43	4,34	0,07	1,77	1768,63	2,86	1,47	7,48	1,77	0,0000	-0,0005
34	25	18,73	5,52	0,10	2,47	2469,14	2,93	1,71	7,81	2,36	0,0114	0,0453
35	25	18,40	5,39	0,09	2,37	2374,32	2,91	1,68	7,77	2,23	0,0211	0,0651
36	23	18,30	6,04	0,09	1,99	1985,37	2,91	1,80	7,59	2,28	0,0893	-0,1308
37	26	17,23	4,47	0,07	1,72	1723,64	2,85	1,50	7,45	1,73	0,0000	-0,0037
38	27	17,07	4,65	0,07	1,80	1803,97	2,84	1,54	7,50	1,71	0,0092	0,0562
39	24	17,53	4,63	0,07	1,65	1652,16	2,86	1,53	7,41	1,84	0,0355	-0,1024
40	26	17,02	4,41	0,07	1,80	1799,72	2,83	1,48	7,50	1,66	0,0192	0,0834
41	23	17,40	4,92	0,07	1,71	1709,54	2,86	1,59	7,44	1,84	0,0174	-0,0717
42	27	17,09	4,65	0,06	1,73	1728,41	2,84	1,54	7,45	1,71	0,0002	0,0079
43	27	17,45	4,33	0,07	1,78	1780,19	2,86	1,47	7,48	1,77	0,0000	0,0031
44	26	18,06	5,21	0,08	2,09	2093,37	2,89	1,65	7,65	2,09	0,0000	0,0033
45	24	16,75	5,08	0,07	1,65	1645,82	2,82	1,62	7,41	1,67	0,0005	-0,0139
46	25	17,92	5,52	0,08	2,04	2038,22	2,89	1,71	7,62	2,08	0,0022	-0,0223
47	25	17,90	5,56	0,08	1,99	1988,04	2,89	1,72	7,59	2,08	0,0091	-0,0459

48	25	17,20	4,97	0,07	1,68	1684,64	2,84	1,60	7,43	1,79	0,0105	-0,0574
49	24	18,31	5,31	0,08	1,95	1948,02	2,91	1,67	7,57	2,19	0,0568	-0,1090
50	26	17,08	4,13	0,06	1,56	1563,54	2,84	1,42	7,35	1,64	0,0063	-0,0485
51	26	18,60	5,48	0,10	2,51	2506,82	2,92	1,70	7,83	2,31	0,0383	0,0847
52	26	19,18	6,16	0,11	2,75	2747,98	2,95	1,82	7,92	2,63	0,0146	0,0460
53	22	18,60	5,56	0,09	1,89	1893,07	2,92	1,72	7,55	2,32	0,1858	-0,1855
54	26	17,98	4,51	0,07	1,86	1861,52	2,89	1,51	7,53	1,96	0,0096	-0,0499
55	27	16,13	4,31	0,06	1,54	1536,20	2,78	1,46	7,34	1,42	0,0146	0,0855
56	28	17,20	4,26	0,06	1,80	1803,32	2,84	1,45	7,50	1,69	0,0123	0,0656
57	27	17,54	4,54	0,08	2,07	2068,71	2,86	1,51	7,63	1,83	0,0559	0,1290
<b>Σ</b>	<b>1442</b>				<b>110,91</b>					<b>110,45</b>	<b>1,8289</b>	<b>0,2115</b>
<b>Ā</b>					<b>1,95</b>					<b>1,94</b>		

Fuente: Datos registrados de campo.

Elaborado por: Doncón M, 2015.

Como resultado del cálculo de exactitud del cuadro 36, se obtuvo los siguientes valores: Diferencia agregada (DA) = 0,41 %, es decir existe muy poca diferencia entre el volumen real y el volumen estimado, por ende la desviación media nos da un valor de (DM) = 0,37 %, en tanto que la desviación estándar es de  $(S \times y) = 0,18$  y la desviación estándar da como porcentaje del volumen medio un  $(S \times y \%) = 9,29 \%$

**c) Método: Husch**

Cuadro N° 37. Cálculo de volumen con corteza para Galte Jatun Loma por el método de Husch.

N° Par.	N° Árb.	DAP $\bar{X}$ (cm)	V $\bar{X}$ /árb (m <sup>3</sup> )	V. Real total (m <sup>3</sup> )	V. Real Tot (dm <sup>3</sup> )	Log DAP (X)	Log V (Y)	Volumen estimado total (m <sup>3</sup> )
1	26	32,05	0,5365	13,9498	13949,7867	1,5058	4,1446	0,6223
2	24	30,99	0,4906	11,7746	11774,5611	1,4912	4,0709	0,6184
3	30	28,08	0,4283	12,8479	12847,9467	1,4484	4,1088	0,6067
4	28	31,66	0,5490	15,3719	15371,8978	1,5005	4,1867	0,6209
5	25	36,46	0,8924	22,3102	22310,2218	1,5618	4,3485	0,6371
6	28	31,99	0,5793	16,2214	16221,4472	1,5050	4,2101	0,6221
7	29	26,37	0,3638	10,5504	10550,4263	1,4210	4,0233	0,5990
8	30	30,33	0,4969	14,9070	14906,9683	1,4819	4,1734	0,6159
9	26	29,07	0,4673	12,1505	12150,5151	1,4634	4,0846	0,6108
10	24	36,42	0,8195	19,6678	19667,8069	1,5613	4,2938	0,6370
11	29	33,50	0,7485	21,7061	21706,0977	1,5250	4,3366	0,6275
12	27	30,61	0,5101	13,7733	13773,3353	1,4859	4,1390	0,6170
13	26	29,28	0,4761	12,3794	12379,4046	1,4665	4,0927	0,6117
14	26	26,42	0,3635	9,4498	9449,7752	1,4220	3,9754	0,5993
15	24	31,07	0,5568	13,3627	13362,7223	1,4924	4,1259	0,6187
16	27	29,64	0,4501	12,1526	12152,5815	1,4719	4,0847	0,6132
17	26	29,20	0,4788	12,4491	12449,0844	1,4654	4,0951	0,6114
18	28	27,97	0,4164	11,6605	11660,4675	1,4467	4,0667	0,6062
19	28	37,50	0,8970	25,1170	25116,9939	1,5741	4,4000	0,6403
20	30	31,71	0,5965	17,8961	17896,1032	1,5012	4,2528	0,6211
21	26	29,30	0,4801	12,4834	12483,3815	1,4669	4,0963	0,6118
22	26	28,09	0,4242	11,0304	11030,3610	1,4485	4,0426	0,6067
23	26	36,80	0,8513	22,1337	22133,6556	1,5659	4,3451	0,6382
24	26	31,42	0,6088	15,8276	15827,6151	1,4971	4,1994	0,6200
25	27	27,32	0,3806	10,2765	10276,5015	1,4365	4,0118	0,6034
26	28	36,57	0,8634	24,1746	24174,5696	1,5631	4,3834	0,6374

27	22	33,99	0,6754	14,8585	14858,5408	1,5314	4,1720	0,6291
28	26	35,24	0,7234	18,8078	18807,7957	1,5471	4,2743	0,6333
29	30	31,17	0,6244	18,7314	18731,3721	1,4937	4,2726	0,6191
30	26	30,73	0,5018	13,0475	13047,4769	1,4875	4,1155	0,6174
31	25	30,79	0,5369	13,4236	13423,6385	1,4884	4,1279	0,6176
32	27	29,93	0,4501	12,1518	12151,8237	1,4762	4,0846	0,6143
33	28	28,90	0,4397	12,3122	12312,1564	1,4609	4,0903	0,6101
34	20	31,47	0,5547	11,0931	11093,0696	1,4978	4,0451	0,6202
35	25	27,46	0,4230	10,5760	10575,9656	1,4388	4,0243	0,6040
36	28	27,90	0,3994	11,1838	11183,8355	1,4457	4,0486	0,6059
37	26	33,73	0,7200	18,7211	18721,0864	1,5280	4,2723	0,6283
38	28	33,41	0,6506	18,2154	18215,4225	1,5239	4,2604	0,6272
39	24	33,17	0,6627	15,9060	15905,9884	1,5208	4,2016	0,6263
40	26	35,59	0,8480	22,0468	22046,8073	1,5513	4,3433	0,6344
41	29	30,64	0,4939	14,3226	14322,5723	1,4864	4,1560	0,6171
42	23	25,73	0,3469	7,9793	7979,2536	1,4105	3,9020	0,5960
43	28	30,76	0,4997	13,9907	13990,7139	1,4879	4,1458	0,6175
44	26	28,10	0,4168	10,8357	10835,6545	1,4486	4,0349	0,6067
45	25	31,48	0,5418	13,5446	13544,5824	1,4980	4,1318	0,6202
46	24	30,96	0,5087	12,2097	12209,6676	1,4908	4,0867	0,6183
47	23	28,71	0,4250	9,7760	9776,0115	1,4580	3,9902	0,6093
48	27	34,98	0,7012	18,9331	18933,0528	1,5438	4,2772	0,6324
49	25	31,06	0,6252	15,6297	15629,7199	1,4923	4,1940	0,6187
50	27	30,23	0,4884	13,1879	13187,8590	1,4805	4,1202	0,6155
51	27	27,07	0,3710	10,0160	10016,0442	1,4324	4,0007	0,6022
52	26	31,85	0,5756	14,9669	14966,8942	1,5031	4,1751	0,6216
53	23	32,26	0,5663	13,0252	13025,2487	1,5086	4,1148	0,6231
54	26	34,35	0,7826	20,3482	20348,1640	1,5359	4,3085	0,6303
55	29	30,34	0,5022	14,5624	14562,4290	1,4820	4,1632	0,6159
56	27	27,52	0,3986	10,7609	10760,9352	1,4396	4,0319	0,6042
57	27	35,67	0,7248	19,5694	19569,4080	1,5523	4,2916	0,6346
58	27	32,337	0,6331	17,0933	17093,2969	1,5097	4,2328	0,6234
<b>Σ</b>	<b>1530</b>			<b>857,4507</b>				<b>35,8685</b>
<b>X̄</b>				<b>4,7836</b>				<b>0,6184</b>

Fuente: Datos registrados de campo.

Elaborado por: Doncón M, 2015.

Para calcular del volumen estimado del cuadro 37, se procedió a realizar la regresión simple utilizando logaritmo de una sola variable independiente (DAP), donde se obtiene las constantes a y b (cuadro 38), con estos valores, finalmente se aplicó la fórmula de Husch.

En los resultados del cuadro 37, con un tamaño de muestra de 58 parcelas (14450 m<sup>2</sup>) en Galte, se obtiene un volumen real con corteza de 857,45 m<sup>3</sup> y un volumen estimado de 35,87 m<sup>3</sup> de madera, esto indica que existe una variación volumétrica muy alta. Ya que los volúmenes estimados son muy bajos en comparación con los volúmenes reales.

Se estimó que la plantación de Galte Jatun Loma produce un volumen con corteza de 715,14 m<sup>3</sup> de madera., es decir que en 1 ha hay 24,82 m<sup>3</sup>.

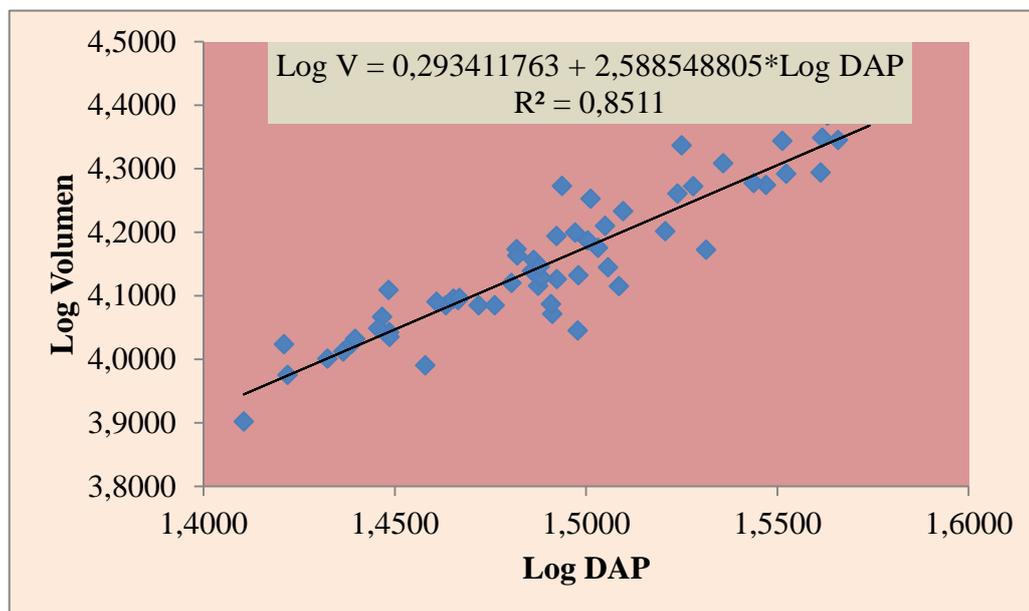
Cuadro N° 38. Análisis de varianza y estadísticas de la regresión.

<b>Log V = a + b * Log (DAP)</b>				
<b>Log V= 0,293411763 + 2,588548805*Log DAP</b>				
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F
Regresión	1	0,62665437	0,62665437	319,975554
Residuos	56	0,10967289	0,00195844	
Total	57	0,73632727		
Coefficiente de correlación múltiple	0,922525959			
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0,851054146			
R <sup>2</sup> ajustado	0,848394398			
Error típico	0,044254317			
Observaciones	58			

Elaborado por: Doncón M, 2015.

La ecuación según el método de Husch anotada en el Cuadro N° 38, mostró como resultado un coeficiente de determinación de R<sup>2</sup>= 0,85 lo que indica que el 85 %, de la variación del volumen depende del DAP.

Gráfico N° 9. Volumen con corteza de pino (*Pinus radiata* D. Don) en Galte Jatun Loma por el Método de Husch.



Elaborado por: Doncón M, 2015.

En el gráfico N°9, se observa que la línea de tendencia proyectada no parte desde el eje 0 por depender de una sola variable independiente (DAP), además indica que los residuos del volumen comercial calculados por el modelo propuesto por Husch presentan una dispersión en sus valores reales de volumen en comparación a los valores del volumen estimado y sigue la misma línea de tendencia.

### 1) Cálculo de la exactitud

Este cálculo se realiza para comparar el volumen estimado (VE) con el volumen real (VR) y saber la diferencia o el error entre ambos volúmenes.

Las ecuaciones que se utiliza para realizar este cálculo son las mismas que se utilizaron en el literal (d) para el cálculo de exactitud del cuadro N° 15.

Cuadro N° 39. Cálculo de la exactitud.

N° Parcelas	N° Árboles	DAP promedio (cm)	Volumen promedio /árb (m <sup>3</sup> )	Volumen real total (m <sup>3</sup> )	Volumen real total (dm <sup>3</sup> )	Log DAP (X)	Log V (Y)	Volumen estimado total (m <sup>3</sup> )	(VR-VE) <sup>2</sup>	(VR- VE)/VE
1	26	32,05	0,5365	13,9498	13949,7867	1,5058	4,1446	0,6223	177,6209	21,4152
2	24	30,99	0,4906	11,7746	11774,5611	1,4912	4,0709	0,6184	124,4598	18,0402
3	30	28,08	0,4283	12,8479	12847,9467	1,4484	4,1088	0,6067	149,8489	20,1779
4	28	31,66	0,5490	15,3719	15371,8978	1,5005	4,1867	0,6209	217,5916	23,7570
5	25	36,46	0,8924	22,3102	22310,2218	1,5618	4,3485	0,6371	469,7241	34,0183
6	28	31,99	0,5793	16,2214	16221,4472	1,5050	4,2101	0,6221	243,3391	25,0746
7	29	26,37	0,3638	10,5504	10550,4263	1,4210	4,0233	0,5990	99,0311	16,6137
8	30	30,33	0,4969	14,9070	14906,9683	1,4819	4,1734	0,6159	204,2354	23,2046
9	26	29,07	0,4673	12,1505	12150,5151	1,4634	4,0846	0,6108	133,1647	18,8924
10	24	36,42	0,8195	19,6678	19667,8069	1,5613	4,2938	0,6370	362,1719	29,8760
11	29	33,50	0,7485	21,7061	21706,0977	1,5250	4,3366	0,6275	444,3083	33,5928
12	27	30,61	0,5101	13,7733	13773,3353	1,4859	4,1390	0,6170	173,0900	21,3243
13	26	29,28	0,4761	12,3794	12379,4046	1,4665	4,0927	0,6117	138,4794	19,2384
14	26	26,42	0,3635	9,4498	9449,7752	1,4220	3,9754	0,5993	78,3316	14,7691
15	24	31,07	0,5568	13,3627	13362,7223	1,4924	4,1259	0,6187	162,4096	20,5973
16	27	29,64	0,4501	12,1526	12152,5815	1,4719	4,0847	0,6132	133,1581	18,8194
17	26	29,20	0,4788	12,4491	12449,0844	1,4654	4,0951	0,6114	140,1316	19,3628
18	28	27,97	0,4164	11,6605	11660,4675	1,4467	4,0667	0,6062	122,1969	18,2354
19	28	37,50	0,8970	25,1170	25116,9939	1,5741	4,4000	0,6403	599,1095	38,2281
20	30	31,71	0,5965	17,8961	17896,1032	1,5012	4,2528	0,6211	298,4255	27,8132
21	26	29,30	0,4801	12,4834	12483,3815	1,4669	4,0963	0,6118	140,9351	19,4052

22	26	28,09	0,4242	11,0304	11030,3610	1,4485	4,0426	0,6067	108,6526	17,1808
23	26	36,80	0,8513	22,1337	22133,6556	1,5659	4,3451	0,6382	462,0559	33,6830
24	26	31,42	0,6088	15,8276	15827,6151	1,4971	4,1994	0,6200	231,2711	24,5278
25	27	27,32	0,3806	10,2765	10276,5015	1,4365	4,0118	0,6034	93,5698	16,0323
26	28	36,57	0,8634	24,1746	24174,5696	1,5631	4,3834	0,6374	553,9961	36,9241
27	22	33,99	0,6754	14,8585	14858,5408	1,5314	4,1720	0,6291	202,4757	22,6170
28	26	35,24	0,7234	18,8078	18807,7957	1,5471	4,2743	0,6333	330,3133	28,6994
29	30	31,17	0,6244	18,7314	18731,3721	1,4937	4,2726	0,6191	328,0546	29,2560
30	26	30,73	0,5018	13,0475	13047,4769	1,4875	4,1155	0,6174	154,5065	20,1325
31	25	30,79	0,5369	13,4236	13423,6385	1,4884	4,1279	0,6176	163,9934	20,7335
32	27	29,93	0,4501	12,1518	12151,8237	1,4762	4,0846	0,6143	133,1140	18,7810
33	28	28,90	0,4397	12,3122	12312,1564	1,4609	4,0903	0,6101	136,9376	19,1798
34	20	31,47	0,5547	11,0931	11093,0696	1,4978	4,0451	0,6202	109,6810	16,8863
35	25	27,46	0,4230	10,5760	10575,9656	1,4388	4,0243	0,6040	99,4405	16,5105
36	28	27,90	0,3994	11,1838	11183,8355	1,4457	4,0486	0,6059	111,8926	17,4581
37	26	33,73	0,7200	18,7211	18721,0864	1,5280	4,2723	0,6283	327,3502	28,7981
38	28	33,41	0,6506	18,2154	18215,4225	1,5239	4,2604	0,6272	309,3467	28,0439
39	24	33,17	0,6627	15,9060	15905,9884	1,5208	4,2016	0,6263	233,4678	24,3953
40	26	35,59	0,8480	22,0468	22046,8073	1,5513	4,3433	0,6344	458,4920	33,7532
41	29	30,64	0,4939	14,3226	14322,5723	1,4864	4,1560	0,6171	187,8401	22,2096
42	23	25,73	0,3469	7,9793	7979,2536	1,4105	3,9020	0,5960	54,5124	12,3879
43	28	30,76	0,4997	13,9907	13990,7139	1,4879	4,1458	0,6175	178,8421	21,6560
44	26	28,10	0,4168	10,8357	10835,6545	1,4486	4,0349	0,6067	104,6308	16,8589
45	25	31,48	0,5418	13,5446	13544,5824	1,4980	4,1318	0,6202	167,0386	20,8376
46	24	30,96	0,5087	12,2097	12209,6676	1,4908	4,0867	0,6183	134,3595	18,7468
47	23	28,71	0,4250	9,7760	9776,0115	1,4580	3,9902	0,6093	84,0280	15,0438

48	27	34,98	0,7012	18,9331	18933,0528	1,5438	4,2772	0,6324	334,9129	28,9371
49	25	31,06	0,6252	15,6297	15629,7199	1,4923	4,1940	0,6187	225,3308	24,2624
50	27	30,23	0,4884	13,1879	13187,8590	1,4805	4,1202	0,6155	158,0642	20,4263
51	27	27,07	0,3710	10,0160	10016,0442	1,4324	4,0007	0,6022	88,6204	15,6323
52	26	31,85	0,5756	14,9669	14966,8942	1,5031	4,1751	0,6216	205,7869	23,0772
53	23	32,26	0,5663	13,0252	13025,2487	1,5086	4,1148	0,6231	153,8133	19,9040
54	26	34,35	0,7826	20,3482	20348,1640	1,5359	4,3085	0,6303	388,7927	31,2814
55	29	30,34	0,5022	14,5624	14562,4290	1,4820	4,1632	0,6159	194,5051	22,6433
56	27	27,52	0,3986	10,7609	10760,9352	1,4396	4,0319	0,6042	103,1588	16,8096
57	27	35,67	0,7248	19,5694	19569,4080	1,5523	4,2916	0,6346	358,5254	29,8353
58	27	32,337	0,6331	17,0933	17093,2969	1,5097	4,2328	0,6234	271,2579	26,4200
$\Sigma$	<b>1530</b>			<b>857,4507</b>				<b>35,8685</b>	<b>12554,3943</b>	<b>1323,0178</b>
$\bar{X}$				<b>14,7836</b>				<b>0,6184</b>		

Fuente: Datos registrados de campo.

Elaborado por: Doncón M, 2015.

Como resultado del cálculo de exactitud del cuadro 39, se obtuvo los siguientes valores: Diferencia agregada (DA) = 2290,54 %, es decir que existe una diferencia altamente significativa entre el volumen real y el volumen estimado, por ende la desviación (DM) nos da un valor de 2281,07 %, en tanto que la desviación estándar es de  $(S \times y) = 14,84$  y la desviación estándar da como porcentaje del volumen medio un  $(S \times y \%) = 100,39$  %

Cuadro N° 40. Cálculo de volumen sin corteza para Galte Jatun Loma, por Husch.

N° Par.	N° Árb.	DAP $\bar{X}$ (cm)	V $\bar{X}$ /árb (m <sup>3</sup> )	V. Real total (m <sup>3</sup> )	V. Real Tot (dm <sup>3</sup> )	Log DAP (X)	Log V (Y)	Volumen estimado total (m <sup>3</sup> )
1	26	32,05	0,4203	10,9277	10927,6546	1,5058	4,0385	0,6114
2	24	30,99	0,3848	9,2351	9235,1315	1,4912	3,9654	0,6074
3	30	28,08	0,3342	10,0265	10026,4774	1,4484	4,0011	0,5954
4	28	31,66	0,4302	12,0448	12044,8212	1,5005	4,0808	0,6099
5	25	36,46	0,6978	17,4451	17445,1326	1,5618	4,2417	0,6265
6	28	31,99	0,4544	12,7237	12723,6976	1,5050	4,1046	0,6112
7	29	26,37	0,2877	8,3426	8342,5551	1,4210	3,9213	0,5875
8	30	30,33	0,3888	11,6636	11663,6068	1,4819	4,0668	0,6048
9	26	29,07	0,3655	9,5038	9503,8020	1,4634	3,9779	0,5996
10	24	36,42	0,6387	15,3297	15329,6746	1,5613	4,1855	0,6263
11	29	33,50	0,5800	16,8199	16819,8856	1,5250	4,2258	0,6166
12	27	30,61	0,3941	10,6414	10641,3981	1,4859	4,0270	0,6059
13	26	29,28	0,3750	9,7487	9748,7380	1,4665	3,9889	0,6005
14	26	26,42	0,2869	7,4606	7460,6363	1,4220	3,8728	0,5878
15	24	31,07	0,4453	10,6862	10686,2314	1,4924	4,0288	0,6077
16	27	29,64	0,3451	9,3176	9317,6283	1,4719	3,9693	0,6020
17	26	29,20	0,3786	9,8442	9844,1534	1,4654	3,9932	0,6002
18	28	27,97	0,3320	9,2965	9296,5447	1,4467	3,9683	0,5949
19	28	37,50	0,7183	20,1133	20113,3202	1,5741	4,3035	0,6297
20	30	31,71	0,4762	14,2868	14286,8446	1,5012	4,1549	0,6101
21	26	29,30	0,3858	10,0305	10030,5468	1,4669	4,0013	0,6006
22	26	28,09	0,3422	8,8964	8896,4028	1,4485	3,9492	0,5954
23	26	36,80	0,6949	18,0664	18066,3504	1,5659	4,2569	0,6275
24	26	31,42	0,4908	12,7602	12760,2029	1,4971	4,1059	0,6090
25	27	27,32	0,3004	8,1121	8112,1115	1,4365	3,9091	0,5920
26	28	36,57	0,6750	18,9002	18900,1954	1,5631	4,2765	0,6268
27	22	33,99	0,5295	11,6492	11649,2340	1,5314	4,0663	0,6183
28	26	35,24	0,5671	14,7455	14745,5169	1,5471	4,1687	0,6225
29	30	31,17	0,4913	14,7389	14738,8556	1,4937	4,1685	0,6081

30	26	30,73	0,3945	10,2578	10257,8031	1,4875	4,0111	0,6063
31	25	30,79	0,4176	10,4408	10440,8212	1,4884	4,0187	0,6066
32	27	29,93	0,3487	9,4149	9414,8783	1,4762	3,9738	0,6032
33	28	28,90	0,3429	9,6019	9601,8611	1,4609	3,9824	0,5989
34	20	31,47	0,4300	8,6008	8600,8073	1,4978	3,9345	0,6092
35	25	27,46	0,3273	8,1832	8183,1938	1,4388	3,9129	0,5926
36	28	27,90	0,3139	8,7883	8788,2823	1,4457	3,9439	0,5946
37	26	33,73	0,5651	14,6913	14691,3368	1,5280	4,1671	0,6174
38	28	33,41	0,5032	14,0905	14090,4629	1,5239	4,1489	0,6163
39	24	33,17	0,5189	12,4538	12453,8067	1,5208	4,0953	0,6155
40	26	35,59	0,6655	17,3034	17303,3902	1,5513	4,2381	0,6237
41	29	30,64	0,3880	11,2517	11251,6823	1,4864	4,0512	0,6060
42	23	25,73	0,2760	6,3483	6348,2642	1,4105	3,8027	0,5845
43	28	30,76	0,3873	10,8440	10844,0426	1,4879	4,0352	0,6065
44	26	28,10	0,3243	8,4314	8431,4127	1,4486	3,9259	0,5954
45	25	31,48	0,4212	10,5291	10529,1147	1,4980	4,0224	0,6092
46	24	30,96	0,3977	9,5447	9544,7405	1,4908	3,9798	0,6073
47	23	28,71	0,3314	7,6229	7622,8859	1,4580	3,8821	0,5981
48	27	34,98	0,5472	14,7755	14775,5247	1,5438	4,1695	0,6217
49	25	31,06	0,4934	12,3347	12334,6738	1,4923	4,0911	0,6077
50	27	30,23	0,3872	10,4534	10453,3906	1,4805	4,0193	0,6044
51	27	27,07	0,2963	7,9988	7998,8457	1,4324	3,9030	0,5908
52	26	31,85	0,4576	11,8969	11896,9458	1,5031	4,0754	0,6106
53	23	32,26	0,4491	10,3291	10329,1167	1,5086	4,0141	0,6122
54	26	34,35	0,6223	16,1787	16178,7180	1,5359	4,2089	0,6195
55	29	30,34	0,4001	11,6024	11602,3959	1,4820	4,0645	0,6048
56	27	27,52	0,3171	8,5604	8560,4170	1,4396	3,9325	0,5929
57	27	35,67	0,5564	15,0235	15023,4548	1,5523	4,1768	0,6239
58	27	32,337	0,5036	13,5960	13596,0433	1,5097	4,1334	0,6125
<b>Σ</b>	<b>1530</b>			<b>674,5057</b>				<b>35,2277</b>
<b>X̄</b>				<b>11,6294</b>				<b>0,6074</b>

Fuente: Datos registrados de campo.

Elaborado por: Doncón M, 2015.

Según los resultados del cuadro 40, el tamaño de la muestra de Galte es de 58 parcelas muestreadas (14450 m<sup>2</sup>), donde se obtiene un volumen real sin corteza de 674,51 m<sup>3</sup> y un volumen estimado de 35,23 m<sup>3</sup> de madera, esto indica que existe variación volumétrica.

Así, se estima que la plantación de Galte Jatun Loma produce un volumen sin corteza de 702,36 m<sup>3</sup> de madera., es decir que en 1 ha hay 24,37 m<sup>3</sup>.

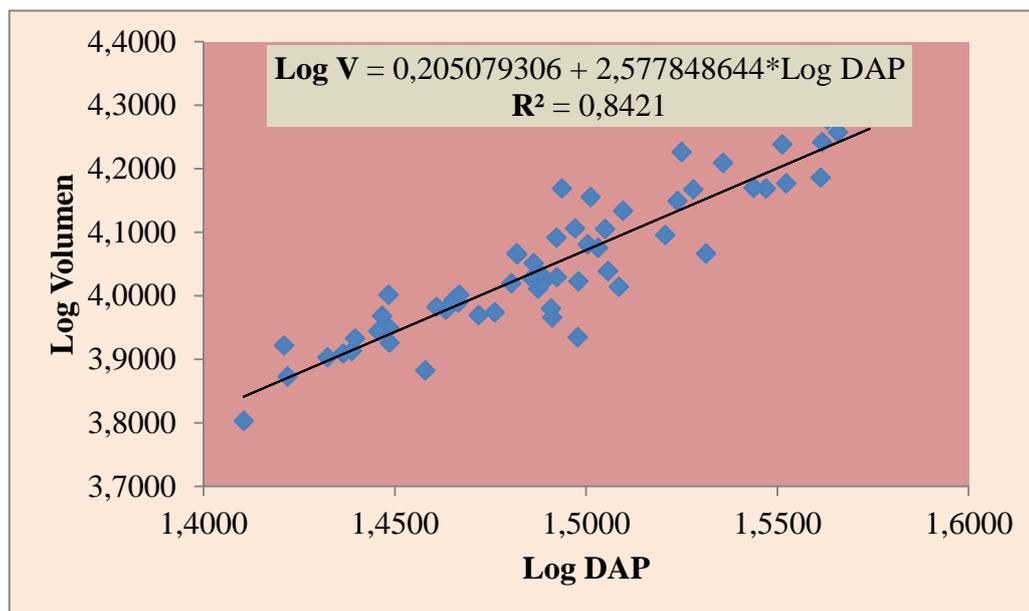
Cuadro N° 41. Análisis de varianza y estadísticas de la regresión.

<b>Log V = a + b * Log (DAP)</b>				
<b>Log V = 0,205079306 + 2,577848644*Log DAP</b>				
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F
Regresión	1	0,62148434	0,62148434	298,608639
Residuos	56	0,11655096	0,00208127	
Total	57	0,7380353		
Coefficiente de correlación múltiple	0,917648857			
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0,842079426			
R <sup>2</sup> ajustado	0,839259415			
Error típico	0,045620906			
Observaciones	58			

Elaborado por: Doncón M, 2015.

La ecuación según el método de Husch anotada en el Cuadro N° 41, mostró como resultado un coeficiente de determinación de  $R^2 = 0,84$ , lo que indica que el 84 % de la variación del volumen depende del DAP.

Gráfico N° 10. Volumen sin corteza de pino (*Pinus radiata* D. Don) en Galte Jatun Loma por el Método de Husch.



Elaborado por: Doncón M, 2015.

En el gráfico N°10, se observa que la línea de tendencia proyectada no parte desde el eje 0 por depender de una sola variable independiente (DAP), además indica que los residuos del volumen comercial calculados por el modelo propuesto por Husch presentan una dispersión en sus valores reales de volumen en comparación a los valores del volumen estimado y sigue la misma línea de tendencia.

## 2) Cálculo de la exactitud

Este cálculo se realiza para comparar el volumen estimado (VE) con el volumen real (VR) y saber la diferencia o el error entre ambos volúmenes.

Las ecuaciones que se utiliza para realizar este cálculo son las mismas que se utilizaron en el literal (d) para el cálculo de exactitud del cuadro N° 15.

Cuadro N° 42. Cálculo de la exactitud.

N° Parcelas	N° Árboles	DAP promedio (cm)	Volumen promedio (m3)	Volumen real total (m3)	Volumen real total (dm3)	Log DAP (X)	Log V (Y)	Volumen estimado total (m3)	$(VR-VE)^2$	$(VR- VE)/VE$
1	26	32,05	0,4203	10,9277	10927,6546	1,5058	4,0385	0,6114	106,4256	16,8738
2	24	30,99	0,3848	9,2351	9235,1315	1,4912	3,9654	0,6074	74,4384	14,2053
3	30	28,08	0,3342	10,0265	10026,4774	1,4484	4,0011	0,5954	88,9458	15,8408
4	28	31,66	0,4302	12,0448	12044,8212	1,5005	4,0808	0,6099	130,7569	18,7481
5	25	36,46	0,6978	17,4451	17445,1326	1,5618	4,2417	0,6265	282,8680	26,8475
6	28	31,99	0,4544	12,7237	12723,6976	1,5050	4,1046	0,6112	146,7137	19,8192
7	29	26,37	0,2877	8,3426	8342,5551	1,4210	3,9213	0,5875	60,1406	13,1996
8	30	30,33	0,3888	11,6636	11663,6068	1,4819	4,0668	0,6048	122,2978	18,2859
9	26	29,07	0,3655	9,5038	9503,8020	1,4634	3,9779	0,5996	79,2847	14,8501
10	24	36,42	0,6387	15,3297	15329,6746	1,5613	4,1855	0,6263	216,1880	23,4750
11	29	33,50	0,5800	16,8199	16819,8856	1,5250	4,2258	0,6166	262,5457	26,2774
12	27	30,61	0,3941	10,6414	10641,3981	1,4859	4,0270	0,6059	100,7114	16,5632
13	26	29,28	0,3750	9,7487	9748,7380	1,4665	3,9889	0,6005	83,6905	15,2347
14	26	26,42	0,2869	7,4606	7460,6363	1,4220	3,8728	0,5878	47,2360	11,6926
15	24	31,07	0,4453	10,6862	10686,2314	1,4924	4,0288	0,6077	101,5771	16,5852
16	27	29,64	0,3451	9,3176	9317,6283	1,4719	3,9693	0,6020	75,9620	14,4776
17	26	29,20	0,3786	9,8442	9844,1534	1,4654	3,9932	0,6002	85,4513	15,4023
18	28	27,97	0,3320	9,2965	9296,5447	1,4467	3,9683	0,5949	75,7188	14,6274
19	28	37,50	0,7183	20,1133	20113,3202	1,5741	4,3035	0,6297	379,6117	30,9414
20	30	31,71	0,4762	14,2868	14286,8446	1,5012	4,1549	0,6101	187,0528	22,4164
21	26	29,30	0,3858	10,0305	10030,5468	1,4669	4,0013	0,6006	88,9242	15,7013

22	26	28,09	0,3422	8,8964	8896,4028	1,4485	3,9492	0,5954	68,9066	13,9418
23	26	36,80	0,6949	18,0664	18066,3504	1,5659	4,2569	0,6275	304,1121	27,7891
24	26	31,42	0,4908	12,7602	12760,2029	1,4971	4,1059	0,6090	147,6516	19,9525
25	27	27,32	0,3004	8,1121	8112,1115	1,4365	3,9091	0,5920	56,5524	12,7033
26	28	36,57	0,6750	18,9002	18900,1954	1,5631	4,2765	0,6268	333,9169	29,1533
27	22	33,99	0,5295	11,6492	11649,2340	1,5314	4,0663	0,6183	121,6808	17,8398
28	26	35,24	0,5671	14,7455	14745,5169	1,5471	4,1687	0,6225	199,4584	22,6859
29	30	31,17	0,4913	14,7389	14738,8556	1,4937	4,1685	0,6081	199,6792	23,2389
30	26	30,73	0,3945	10,2578	10257,8031	1,4875	4,0111	0,6063	93,1506	15,9174
31	25	30,79	0,4176	10,4408	10440,8212	1,4884	4,0187	0,6066	96,7122	16,2124
32	27	29,93	0,3487	9,4149	9414,8783	1,4762	3,9738	0,6032	77,6459	14,6086
33	28	28,90	0,3429	9,6019	9601,8611	1,4609	3,9824	0,5989	81,0533	15,0325
34	20	31,47	0,4300	8,6008	8600,8073	1,4978	3,9345	0,6092	63,8659	13,1183
35	25	27,46	0,3273	8,1832	8183,1938	1,4388	3,9129	0,5926	57,6168	12,8085
36	28	27,90	0,3139	8,7883	8788,2823	1,4457	3,9439	0,5946	67,1366	13,7805
37	26	33,73	0,5651	14,6913	14691,3368	1,5280	4,1671	0,6174	198,0748	22,7943
38	28	33,41	0,5032	14,0905	14090,4629	1,5239	4,1489	0,6163	181,5528	21,8626
39	24	33,17	0,5189	12,4538	12453,8067	1,5208	4,0953	0,6155	140,1464	19,2349
40	26	35,59	0,6655	17,3034	17303,3902	1,5513	4,2381	0,6237	278,2129	26,7442
41	29	30,64	0,3880	11,2517	11251,6823	1,4864	4,0512	0,6060	113,3300	17,5664
42	23	25,73	0,2760	6,3483	6348,2642	1,4105	3,8027	0,5845	33,2214	9,8617
43	28	30,76	0,3873	10,8440	10844,0426	1,4879	4,0352	0,6065	104,8080	16,8807
44	26	28,10	0,3243	8,4314	8431,4127	1,4486	3,9259	0,5954	61,4025	13,1600
45	25	31,48	0,4212	10,5291	10529,1147	1,4980	4,0224	0,6092	98,4040	16,2825
46	24	30,96	0,3977	9,5447	9544,7405	1,4908	3,9798	0,6073	79,8785	14,7176
47	23	28,71	0,3314	7,6229	7622,8859	1,4580	3,8821	0,5981	49,3477	11,7453

48	27	34,98	0,5472	14,7755	14775,5247	1,5438	4,1695	0,6217	200,3313	22,7671
49	25	31,06	0,4934	12,3347	12334,6738	1,4923	4,0911	0,6077	137,5229	19,2987
50	27	30,23	0,3872	10,4534	10453,3906	1,4805	4,0193	0,6044	97,0027	16,2957
51	27	27,07	0,2963	7,9988	7998,8457	1,4324	3,9030	0,5908	54,8791	12,5389
52	26	31,85	0,4576	11,8969	11896,9458	1,5031	4,0754	0,6106	127,3806	18,4826
53	23	32,26	0,4491	10,3291	10329,1167	1,5086	4,0141	0,6122	94,4193	15,8734
54	26	34,35	0,6223	16,1787	16178,7180	1,5359	4,2089	0,6195	242,0878	25,1138
55	29	30,34	0,4001	11,6024	11602,3959	1,4820	4,0645	0,6048	120,9466	18,1831
56	27	27,52	0,3171	8,5604	8560,4170	1,4396	3,9325	0,5929	63,4819	13,4390
57	27	35,67	0,5564	15,0235	15023,4548	1,5523	4,1768	0,6239	207,3460	23,0783
58	27	32,337	0,5036	13,5960	13596,0433	1,5097	4,1334	0,6125	168,5737	21,1994
$\Sigma$	<b>1530</b>			<b>674,5057</b>				<b>35,2277</b>	<b>7618,0311</b>	<b>1047,9679</b>
$\bar{X}$				<b>11,6294</b>				<b>0,6074</b>		

Fuente: Datos registrados de campo.

Elaborado por: Doncón M, 2015.

Como resultado del cálculo de exactitud del cuadro 42, se obtuvo los siguientes valores: Diferencia agregada (DA) = 1814,70 %, es decir que existe una alta diferencia entre el volumen real y el volumen estimado, por ende la desviación media nos da un valor (DM) = 1806,84 %, en tanto que la desviación estándar es de  $(S \times y) = 11,56$  y la desviación estándar da como porcentaje del volumen medio un  $(S \times y \%) = 99,41 \%$ .

Cuadro N° 43. Cálculo de volumen con corteza para Chauzan San Alfonso por método de Husch.

N° Par.	N° Árb.	DAP $\bar{X}$ (cm)	V $\bar{X}$ /ár (m <sup>3</sup> )	V. Real total (m <sup>3</sup> )	V. Real Tot (dm <sup>3</sup> )	Log DAP (X)	Log V (Y)	Volumen estimado total (m <sup>3</sup> )
1	24	17,33	0,0912	2,1879	2187,8673	1,2388	3,3400	0,5268
2	24	18,31	0,1079	2,5886	2588,6463	1,2627	3,4131	0,5378
3	23	17,33	0,0956	2,1996	2199,5979	1,2387	3,3423	0,5268
4	23	16,92	0,0874	2,0097	2009,7244	1,2283	3,3031	0,5220
5	24	17,55	0,0968	2,3241	2324,1264	1,2443	3,3663	0,5293
6	24	17,71	0,0925	2,2191	2219,0673	1,2483	3,3462	0,5312
7	26	18,47	0,1242	3,2284	3228,4225	1,2664	3,5090	0,5394
8	27	18,56	0,1252	3,3813	3381,3069	1,2686	3,5291	0,5404
9	25	17,63	0,1016	2,5410	2540,9645	1,2463	3,4050	0,5303
10	29	18,19	0,0993	2,8787	2878,6865	1,2599	3,4592	0,5365
11	26	16,31	0,0699	1,8185	1818,5135	1,2124	3,2597	0,5144
12	26	17,84	0,0906	2,3547	2354,6843	1,2514	3,3719	0,5326
13	25	18,53	0,1246	3,1154	3115,3909	1,2679	3,4935	0,5401
14	24	16,20	0,0689	1,6531	1653,1061	1,2094	3,2183	0,5130
15	26	17,20	0,0851	2,2116	2211,5883	1,2355	3,3447	0,5253
16	28	18,00	0,1140	3,1909	3190,9443	1,2554	3,5039	0,5344
17	26	17,14	0,0798	2,0738	2073,8002	1,2340	3,3168	0,5246
18	24	17,03	0,1066	2,5576	2557,5653	1,2311	3,4078	0,5232
19	25	18,01	0,1043	2,6083	2608,3146	1,2556	3,4164	0,5345
20	26	17,42	0,0996	2,5895	2589,5082	1,2411	3,4132	0,5279
21	24	17,54	0,0936	2,2466	2246,6257	1,2441	3,3515	0,5293
22	23	18,05	0,0953	2,1919	2191,8746	1,2564	3,3408	0,5349
23	26	16,98	0,0924	2,4026	2402,6304	1,2299	3,3807	0,5227
24	23	18,65	0,1298	2,9843	2984,2944	1,2706	3,4748	0,5413
25	26	18,61	0,1242	3,2292	3229,1634	1,2697	3,5091	0,5409
26	21	18,31	0,1053	2,2105	2210,4828	1,2627	3,3445	0,5377
27	26	17,11	0,0834	2,1671	2167,1128	1,2333	3,3359	0,5243
28	25	16,81	0,0813	2,0336	2033,6448	1,2255	3,3083	0,5206
29	27	16,80	0,0775	2,0926	2092,6015	1,2254	3,3207	0,5206

30	28	18,82	0,1277	3,5744	3574,4287	1,2746	3,5532	0,5431
31	24	16,73	0,0935	2,2444	2244,3688	1,2234	3,3511	0,5196
32	28	17,41	0,0940	2,6316	2631,6366	1,2409	3,4202	0,5278
33	26	17,43	0,0872	2,2675	2267,4548	1,2413	3,3555	0,5280
34	25	18,73	0,1274	3,1845	3184,5499	1,2725	3,5030	0,5421
35	25	18,40	0,1225	3,0637	3063,6697	1,2649	3,4862	0,5387
36	23	18,30	0,1134	2,6083	2608,2804	1,2626	3,4164	0,5377
37	26	17,23	0,0858	2,2297	2229,7092	1,2363	3,3482	0,5257
38	27	17,07	0,0863	2,3300	2329,9522	1,2322	3,3673	0,5238
39	24	17,53	0,0890	2,1360	2135,9891	1,2439	3,3296	0,5292
40	26	17,02	0,0891	2,3176	2317,5791	1,2308	3,3650	0,5231
41	23	17,40	0,0963	2,2156	2215,5794	1,2407	3,3455	0,5277
42	27	17,09	0,0824	2,2245	2224,4968	1,2328	3,3472	0,5240
43	27	17,45	0,0910	2,4575	2457,4617	1,2418	3,3905	0,5282
44	26	18,06	0,1049	2,7269	2726,8509	1,2567	3,4357	0,5350
45	24	16,75	0,0900	2,1600	2159,9729	1,2240	3,3344	0,5199
46	25	17,92	0,1060	2,6489	2648,8737	1,2534	3,4231	0,5335
47	25	17,90	0,1034	2,5847	2584,6733	1,2530	3,4124	0,5333
48	25	17,20	0,0870	2,1755	2175,5315	1,2355	3,3376	0,5253
49	24	18,31	0,1048	2,5150	2514,9914	1,2627	3,4005	0,5378
50	26	17,08	0,0771	2,0042	2004,2097	1,2326	3,3019	0,5239
51	26	18,60	0,1245	3,2367	3236,7500	1,2695	3,5101	0,5408
52	26	19,18	0,1368	3,5558	3555,8255	1,2828	3,5509	0,5467
53	22	18,60	0,1110	2,4417	2441,6708	1,2696	3,3877	0,5408
54	26	17,98	0,0920	2,3926	2392,6264	1,2547	3,3789	0,5341
55	27	16,13	0,0722	1,9481	1948,0932	1,2076	3,2896	0,5122
56	28	17,20	0,0818	2,2905	2290,5192	1,2354	3,3599	0,5253
57	27	17,54	0,0971	2,6214	2621,3619	1,2441	3,4185	0,5293
<b>Σ</b>	<b>1442</b>			<b>142,0774</b>				<b>30,2193</b>
<b>Ā</b>				<b>2,4926</b>				<b>0,5302</b>

Fuente: Datos registrados de campo.

Elaborado por: Doncón M, 2015.

Los resultados del cuadro 43, determina que en Chauzan, con un tamaño de muestra de 57 parcelas (14230 m<sup>2</sup>), se obtiene un volumen real con corteza de 142,08 m<sup>3</sup> y un volumen estimado de 30,22 m<sup>3</sup> de madera, esto indica que existe variación volumétrica.

Así, se estima que la plantación de Galte Jatun Loma produce un volumen con corteza de 604,39 m<sup>3</sup> de madera, es decir que en 1 ha hay 21,13 m<sup>3</sup>.

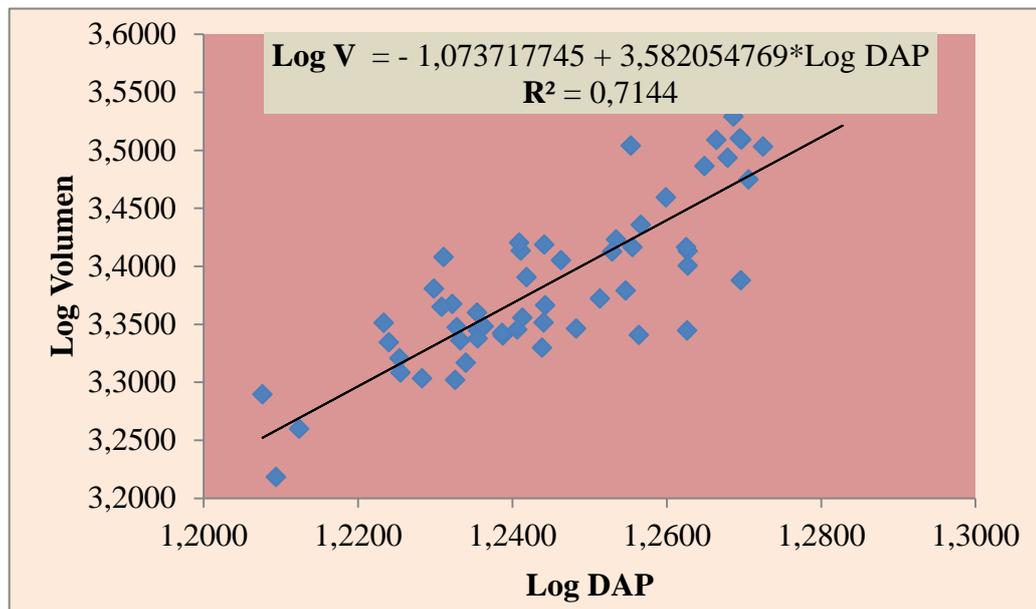
Cuadro N° 44. Análisis de varianza y estadísticas de la regresión.

<b>Log V = a + b * Log (DAP)</b> <b>Log V = - 1,073717745 + 3,582054769*Log DAP</b>				
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F
Regresión	1	0,22011296	0,22011296	137,602381
Residuos	55	0,08797968	0,00159963	
Total	56	0,30809264		
Coeficiente de correlación múltiple	0,845244101			
Coeficiente de determinación R <sup>2</sup>	0,714437591			
R <sup>2</sup> ajustado	0,709245547			
Error típico	0,03999538			
Observaciones	57			

Elaborado por: Doncón M, 2015.

La ecuación según el método de Husch anotada en el Cuadro N° 44, mostró como resultado un coeficiente de determinación de  $R^2 = 0,71$  lo que indica que el 71 % de la variación del volumen depende del DAP.

Gráfico N° 11. Volumen con corteza de pino (*Pinus radiata* D. Don) en Chauzan San Alfonso por el Método de Husch.



Elaborado por: Doncón M, 2015.

En el gráfico N°11, se observa que la línea de tendencia proyectada no parte desde el eje 0 por depender de una sola variable independiente (DAP), además indica que los residuos del volumen comercial calculados por el modelo propuesto por Husch presentan una homogeneidad en sus valores reales de volumen en comparación a los valores del volumen estimado y sigue la misma línea de tendencia.

### 3) Cálculo de la exactitud

Este cálculo se realiza para comparar el volumen estimado (VE) con el volumen real (VR) y saber la diferencia o el error entre ambos volúmenes.

Las ecuaciones que se utiliza para realizar este cálculo son las mismas que se utilizaron en el literal (d) para el cálculo de exactitud del cuadro N° 15.

Cuadro N° 45. Cálculo de la exactitud.

N° Parcelas	N° Árboles	DAP promedio (cm)	Volumen promedio (m3)	Volumen real total (m3)	Volumen real total (dm3)	Log DAP (X)	Log V (Y)	Volumen estimado total (m3)	$(VR-VE)^2$	$(VR- VE)/VE$
1	24	17,33	0,0912	2,1879	2187,8673	1,2388	3,3400	0,5268	2,7591	3,1530
2	24	18,31	0,1079	2,5886	2588,6463	1,2627	3,4131	0,5378	4,2061	3,8138
3	23	17,33	0,0956	2,1996	2199,5979	1,2387	3,3423	0,5268	2,7983	3,1756
4	23	16,92	0,0874	2,0097	2009,7244	1,2283	3,3031	0,5220	2,2135	2,8504
5	24	17,55	0,0968	2,3241	2324,1264	1,2443	3,3663	0,5293	3,2212	3,3906
6	24	17,71	0,0925	2,2191	2219,0673	1,2483	3,3462	0,5312	2,8490	3,1776
7	26	18,47	0,1242	3,2284	3228,4225	1,2664	3,5090	0,5394	7,2307	4,9849
8	27	18,56	0,1252	3,3813	3381,3069	1,2686	3,5291	0,5404	8,0707	5,2569
9	25	17,63	0,1016	2,5410	2540,9645	1,2463	3,4050	0,5303	4,0429	3,7918
10	29	18,19	0,0993	2,8787	2878,6865	1,2599	3,4592	0,5365	5,4860	4,3659
11	26	16,31	0,0699	1,8185	1818,5135	1,2124	3,2597	0,5144	1,7006	2,5350
12	26	17,84	0,0906	2,3547	2354,6843	1,2514	3,3719	0,5326	3,3200	3,4212
13	25	18,53	0,1246	3,1154	3115,3909	1,2679	3,4935	0,5401	6,6322	4,7683
14	24	16,20	0,0689	1,6531	1653,1061	1,2094	3,2183	0,5130	1,2998	2,2224
15	26	17,20	0,0851	2,2116	2211,5883	1,2355	3,3447	0,5253	2,8435	3,2101
16	28	18,00	0,1140	3,1909	3190,9443	1,2554	3,5039	0,5344	7,0572	4,9709
17	26	17,14	0,0798	2,0738	2073,8002	1,2340	3,3168	0,5246	2,4001	2,9532
18	24	17,03	0,1066	2,5576	2557,5653	1,2311	3,4078	0,5232	4,1385	3,8879
19	25	18,01	0,1043	2,6083	2608,3146	1,2556	3,4164	0,5345	4,3007	3,8799
20	26	17,42	0,0996	2,5895	2589,5082	1,2411	3,4132	0,5279	4,2502	3,9053
21	24	17,54	0,0936	2,2466	2246,6257	1,2441	3,3515	0,5293	2,9494	3,2449

22	23	18,05	0,0953	2,1919	2191,8746	1,2564	3,3408	0,5349	2,7456	3,0978
23	26	16,98	0,0924	2,4026	2402,6304	1,2299	3,3807	0,5227	3,5343	3,5969
24	23	18,65	0,1298	2,9843	2984,2944	1,2706	3,4748	0,5413	5,9682	4,5132
25	26	18,61	0,1242	3,2292	3229,1634	1,2697	3,5091	0,5409	7,2269	4,9702
26	21	18,31	0,1053	2,2105	2210,4828	1,2627	3,3445	0,5377	2,7981	3,1108
27	26	17,11	0,0834	2,1671	2167,1128	1,2333	3,3359	0,5243	2,6989	3,1336
28	25	16,81	0,0813	2,0336	2033,6448	1,2255	3,3083	0,5206	2,2892	2,9061
29	27	16,80	0,0775	2,0926	2092,6015	1,2254	3,3207	0,5206	2,4712	3,0197
30	28	18,82	0,1277	3,5744	3574,4287	1,2746	3,5532	0,5431	9,1892	5,5820
31	24	16,73	0,0935	2,2444	2244,3688	1,2234	3,3511	0,5196	2,9747	3,3192
32	28	17,41	0,0940	2,6316	2631,6366	1,2409	3,4202	0,5278	4,4262	3,9861
33	26	17,43	0,0872	2,2675	2267,4548	1,2413	3,3555	0,5280	3,0258	3,2946
34	25	18,73	0,1274	3,1845	3184,5499	1,2725	3,5030	0,5421	6,9824	4,8741
35	25	18,40	0,1225	3,0637	3063,6697	1,2649	3,4862	0,5387	6,3753	4,6868
36	23	18,30	0,1134	2,6083	2608,2804	1,2626	3,4164	0,5377	4,2874	3,8511
37	26	17,23	0,0858	2,2297	2229,7092	1,2363	3,3482	0,5257	2,9038	3,2417
38	27	17,07	0,0863	2,3300	2329,9522	1,2322	3,3673	0,5238	3,2623	3,4484
39	24	17,53	0,0890	2,1360	2135,9891	1,2439	3,3296	0,5292	2,5819	3,0366
40	26	17,02	0,0891	2,3176	2317,5791	1,2308	3,3650	0,5231	3,2201	3,4303
41	23	17,40	0,0963	2,2156	2215,5794	1,2407	3,3455	0,5277	2,8490	3,1987
42	27	17,09	0,0824	2,2245	2224,4968	1,2328	3,3472	0,5240	2,8915	3,2449
43	27	17,45	0,0910	2,4575	2457,4617	1,2418	3,3905	0,5282	3,7220	3,6523
44	26	18,06	0,1049	2,7269	2726,8509	1,2567	3,4357	0,5350	4,8042	4,0969
45	24	16,75	0,0900	2,1600	2159,9729	1,2240	3,3344	0,5199	2,6897	3,1544
46	25	17,92	0,1060	2,6489	2648,8737	1,2534	3,4231	0,5335	4,4746	3,9647
47	25	17,90	0,1034	2,5847	2584,6733	1,2530	3,4124	0,5333	4,2081	3,8464

48	25	17,20	0,0870	2,1755	2175,5315	1,2355	3,3376	0,5253	2,7232	3,1415
49	24	18,31	0,1048	2,5150	2514,9914	1,2627	3,4005	0,5378	3,9095	3,6768
50	26	17,08	0,0771	2,0042	2004,2097	1,2326	3,3019	0,5239	2,1912	2,8252
51	26	18,60	0,1245	3,2367	3236,7500	1,2695	3,5101	0,5408	7,2682	4,9851
52	26	19,18	0,1368	3,5558	3555,8255	1,2828	3,5509	0,5467	9,0548	5,5042
53	22	18,60	0,1110	2,4417	2441,6708	1,2696	3,3877	0,5408	3,6131	3,5145
54	26	17,98	0,0920	2,3926	2392,6264	1,2547	3,3789	0,5341	3,4540	3,4796
55	27	16,13	0,0722	1,9481	1948,0932	1,2076	3,2896	0,5122	2,0619	2,8037
56	28	17,20	0,0818	2,2905	2290,5192	1,2354	3,3599	0,5253	3,1161	3,3607
57	27	17,54	0,0971	2,6214	2621,3619	1,2441	3,4185	0,5293	4,3768	3,9527
<b>Σ</b>	<b>1442</b>			<b>142,0774</b>				<b>30,2193</b>	<b>230,1392</b>	<b>210,4611</b>
<b>Ā</b>				<b>2,4926</b>				<b>0,5302</b>		

Fuente: Datos registrados de campo.

Elaborado por: Doncón M, 2015.

Como resultado del cálculo de exactitud del cuadro 45, se obtuvo los siguientes valores: Diferencia agregada (DA) = 370,15 %, es decir existe una diferencia muy alta entre el volumen real y el volumen estimado, por ende la desviación media nos da un valor (DM) = 369,23 %, en tanto que la desviación estándar es de (S x y) = 2,03 y la desviación estándar da como porcentaje del volumen medio un (S x y %) = 81,33 %.

Cuadro N° 46. Cálculo de volumen sin corteza para Chauzan San Alfonso por el método de Husch.

N° Par.	N° Árb.	DAP $\bar{X}$ (cm)	V $\bar{X}$ /árb (m <sup>3</sup> )	V. Real total (m <sup>3</sup> )	V. Real Tot (dm <sup>3</sup> )	Log DAP (X)	Log V (Y)	Volumen estimado total (m <sup>3</sup> )
1	24	17,33	0,0730	1,7525	1752,5347	1,2388	3,2437	0,5127
2	24	18,31	0,0869	2,0858	2085,7578	1,2627	3,3193	0,5239
3	23	17,33	0,0772	1,7746	1774,6204	1,2387	3,2491	0,5127
4	23	16,92	0,0705	1,6206	1620,5835	1,2283	3,2097	0,5078
5	24	17,55	0,0784	1,8814	1881,3547	1,2443	3,2745	0,5153
6	24	17,71	0,0743	1,7841	1784,0539	1,2483	3,2514	0,5172
7	26	18,47	0,0989	2,5723	2572,2941	1,2664	3,4103	0,5256
8	27	18,56	0,1008	2,7227	2722,6829	1,2686	3,4350	0,5266
9	25	17,63	0,0826	2,0653	2065,2946	1,2463	3,3150	0,5163
10	29	18,19	0,0804	2,3319	2331,8541	1,2599	3,3677	0,5226
11	26	16,31	0,0568	1,4763	1476,2546	1,2124	3,1692	0,5001
12	26	17,84	0,0723	1,8801	1880,1261	1,2514	3,2742	0,5186
13	25	18,53	0,0960	2,3995	2399,5371	1,2679	3,3801	0,5263
14	24	16,20	0,0539	1,2943	1294,2920	1,2094	3,1120	0,4986
15	26	17,20	0,0657	1,7084	1708,4382	1,2355	3,2326	0,5112
16	28	18,00	0,0881	2,4672	2467,1831	1,2554	3,3922	0,5205
17	26	17,14	0,0626	1,6281	1628,0820	1,2340	3,2117	0,5105
18	24	17,03	0,0825	1,9809	1980,9137	1,2311	3,2969	0,5091
19	25	18,01	0,0812	2,0312	2031,2300	1,2556	3,3078	0,5206
20	26	17,42	0,0768	1,9972	1997,1514	1,2411	3,3004	0,5139
21	24	17,54	0,0723	1,7358	1735,8450	1,2441	3,2395	0,5152
22	23	18,05	0,0740	1,7021	1702,1293	1,2564	3,2310	0,5210
23	26	16,98	0,0720	1,8721	1872,1476	1,2299	3,2723	0,5085
24	23	18,65	0,1011	2,3261	2326,0802	1,2706	3,3666	0,5275
25	26	18,61	0,0962	2,5013	2501,2511	1,2697	3,3982	0,5271
26	21	18,31	0,0812	1,7042	1704,2198	1,2627	3,2315	0,5239
27	26	17,11	0,0646	1,6793	1679,2985	1,2333	3,2251	0,5101
28	25	16,81	0,0633	1,5826	1582,5980	1,2255	3,1994	0,5064
29	27	16,80	0,0600	1,6195	1619,4915	1,2254	3,2094	0,5064
30	28	18,82	0,0990	2,7707	2770,7088	1,2746	3,4426	0,5293

31	24	16,73	0,0728	1,7465	1746,4705	1,2234	3,2422	0,5054
32	28	17,41	0,0729	2,0402	2040,2158	1,2409	3,3097	0,5138
33	26	17,43	0,0680	1,7686	1768,6281	1,2413	3,2476	0,5139
34	25	18,73	0,0988	2,4691	2469,1416	1,2725	3,3925	0,5284
35	25	18,40	0,0950	2,3743	2374,3199	1,2649	3,3755	0,5249
36	23	18,30	0,0863	1,9854	1985,3727	1,2626	3,2978	0,5238
37	26	17,23	0,0663	1,7236	1723,6382	1,2363	3,2364	0,5116
38	27	17,07	0,0668	1,8040	1803,9718	1,2322	3,2562	0,5096
39	24	17,53	0,0688	1,6522	1652,1555	1,2439	3,2181	0,5151
40	26	17,02	0,0692	1,7997	1799,7232	1,2308	3,2552	0,5090
41	23	17,40	0,0743	1,7095	1709,5374	1,2407	3,2329	0,5136
42	27	17,09	0,0640	1,7284	1728,4126	1,2328	3,2376	0,5099
43	27	17,45	0,0659	1,7802	1780,1875	1,2418	3,2505	0,5142
44	26	18,06	0,0805	2,0934	2093,3736	1,2567	3,3208	0,5211
45	24	16,75	0,0686	1,6458	1645,8222	1,2240	3,2164	0,5057
46	25	17,92	0,0815	2,0382	2038,2211	1,2534	3,3093	0,5196
47	25	17,90	0,0795	1,9880	1988,0389	1,2530	3,2984	0,5194
48	25	17,20	0,0674	1,6846	1684,6370	1,2355	3,2265	0,5112
49	24	18,31	0,0812	1,9480	1948,0235	1,2627	3,2896	0,5239
50	26	17,08	0,0601	1,5635	1563,5419	1,2326	3,1941	0,5098
51	26	18,60	0,0964	2,5068	2506,8175	1,2695	3,3991	0,5270
52	26	19,18	0,1057	2,7480	2747,9803	1,2828	3,4390	0,5330
53	22	18,60	0,0860	1,8931	1893,0686	1,2696	3,2772	0,5271
54	26	17,98	0,0716	1,8615	1861,5236	1,2547	3,2699	0,5202
55	27	16,13	0,0569	1,5362	1536,2048	1,2076	3,1864	0,4978
56	28	17,20	0,0644	1,8033	1803,3150	1,2354	3,2561	0,5112
57	27	17,54	0,0766	2,0687	2068,7107	1,2441	3,3157	0,5153
<b>Σ</b>	<b>1442</b>			<b>110,9091</b>				<b>29,4215</b>
<b>X̄</b>				<b>1,9458</b>				<b>0,5162</b>

Fuente: Datos registrados de campo.

Elaborado por: Doncón M, 2015.

Los resultados del cuadro 46, determinan que el tamaño de la muestra en Chauzan, es de 57 parcelas (14230 m<sup>2</sup>), se obtiene un volumen real sin corteza de 119,18 m<sup>3</sup> y un volumen estimado de 29,64 m<sup>3</sup> de madera, esto indica que existe variación volumétrica alta.

Así, se estima que la plantación de Galte Jatun Loma produce un volumen sin corteza de 588,43 m<sup>3</sup> de madera, es decir que en 1 ha hay 20,68 m<sup>3</sup>.

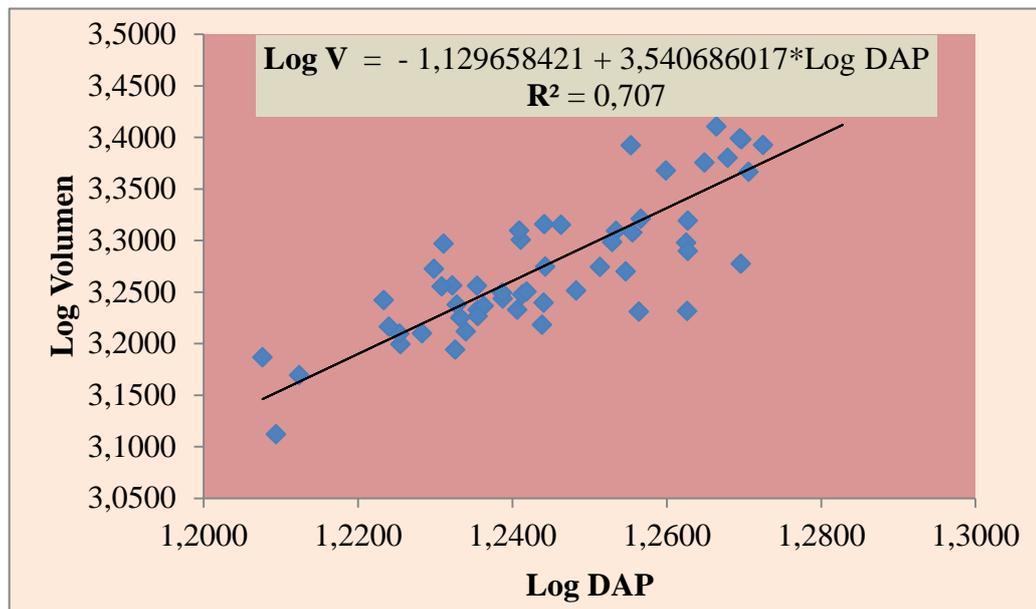
Cuadro N° 47. Análisis de varianza y estadísticas de la regresión.

<b>Log V = a + b * Log (DAP)</b>				
<b>Log V = - 1,129658421 + 3,540686017*Log DAP</b>				
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F
Regresión	1	0,2150582	0,2150582	132,730753
Residuos	55	0,08911425	0,00162026	
Total	56	0,30417244		
Coefficiente de correlación múltiple	0,840849109			
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0,707027224			
R <sup>2</sup> ajustado	0,701700446			
Error típico	0,040252441			
Observaciones	57			

Elaborado por: Doncón M, 2015.

La ecuación según el método de Husch anotada en el Cuadro N° 47, mostró como resultado un coeficiente de determinación de  $R^2 = 0,70$ , lo que indica que el 70 % de la variación del volumen depende del DAP.

Gráfico N° 12. Volumen sin corteza de pino (*Pinus radiata* D. Don) en Chauzan San Alfonso por el Método de Husch.



Elaborado por: Doncón M, 2015.

En el gráfico N°12, se observa que la línea de tendencia proyectada no parte desde el eje 0 por depender de una sola variable independiente (DAP), además indica que los residuos del volumen comercial calculados por el modelo propuesto por Husch presentan una dispersión en sus valores reales de volumen en comparación a los valores del volumen estimado y sigue la misma línea de tendencia.

#### 4) Cálculo de la exactitud

Este cálculo se realiza para comparar el volumen estimado (VE) con el volumen real (VR) y saber la diferencia o el error entre ambos volúmenes.

Las ecuaciones que se utiliza para realizar este cálculo son las mismas que se utilizaron en el literal (d) para el cálculo de exactitud del cuadro N° 15.

Cuadro N° 48. Cálculo de la exactitud.

N° Parcelas	N° Árboles	DAP promedio (cm)	Volumen promedio (m <sup>3</sup> )	Volumen real total (m <sup>3</sup> )	Volumen real total (dm <sup>3</sup> )	Log DAP (X)	Log V (Y)	Volumen estimado total (m <sup>3</sup> )	(VR-VE) <sup>2</sup>	(VR- VE)/VE
1	24	17,33	0,0730	1,7525	1752,5347	1,2388	3,2437	0,5127	1,5371	2,4179
2	24	18,31	0,0869	2,0858	2085,7578	1,2627	3,3193	0,5239	2,4393	2,9811
3	23	17,33	0,0772	1,7746	1774,6204	1,2387	3,2491	0,5127	1,5924	2,4613
4	23	16,92	0,0705	1,6206	1620,5835	1,2283	3,2097	0,5078	1,2383	2,1915
5	24	17,55	0,0784	1,8814	1881,3547	1,2443	3,2745	0,5153	1,8660	2,6507
6	24	17,71	0,0743	1,7841	1784,0539	1,2483	3,2514	0,5172	1,6049	2,4494
7	26	18,47	0,0989	2,5723	2572,2941	1,2664	3,4103	0,5256	4,1889	3,8938
8	27	18,56	0,1008	2,7227	2722,6829	1,2686	3,4350	0,5266	4,8227	4,1700
9	25	17,63	0,0826	2,0653	2065,2946	1,2463	3,3150	0,5163	2,3994	3,0003
10	29	18,19	0,0804	2,3319	2331,8541	1,2599	3,3677	0,5226	3,2734	3,4619
11	26	16,31	0,0568	1,4763	1476,2546	1,2124	3,1692	0,5001	0,9529	1,9519
12	26	17,84	0,0723	1,8801	1880,1261	1,2514	3,2742	0,5186	1,8536	2,6251
13	25	18,53	0,0960	2,3995	2399,5371	1,2679	3,3801	0,5263	3,5090	3,5593
14	24	16,20	0,0539	1,2943	1294,2920	1,2094	3,1120	0,4986	0,6330	1,5956
15	26	17,20	0,0657	1,7084	1708,4382	1,2355	3,2326	0,5112	1,4334	2,3420
16	28	18,00	0,0881	2,4672	2467,1831	1,2554	3,3922	0,5205	3,7896	3,7400
17	26	17,14	0,0626	1,6281	1628,0820	1,2340	3,2117	0,5105	1,2491	2,1894
18	24	17,03	0,0825	1,9809	1980,9137	1,2311	3,2969	0,5091	2,1662	2,8910
19	25	18,01	0,0812	2,0312	2031,2300	1,2556	3,3078	0,5206	2,2820	2,9017
20	26	17,42	0,0768	1,9972	1997,1514	1,2411	3,3004	0,5139	2,2002	2,8866
21	24	17,54	0,0723	1,7358	1735,8450	1,2441	3,2395	0,5152	1,4899	2,3690
22	23	18,05	0,0740	1,7021	1702,1293	1,2564	3,2310	0,5210	1,3951	2,2670

23	26	16,98	0,0720	1,8721	1872,1476	1,2299	3,2723	0,5085	1,8595	2,6816
24	23	18,65	0,1011	2,3261	2326,0802	1,2706	3,3666	0,5275	3,2348	3,4094
25	26	18,61	0,0962	2,5013	2501,2511	1,2697	3,3982	0,5271	3,8973	3,7453
26	21	18,31	0,0812	1,7042	1704,2198	1,2627	3,2315	0,5239	1,3932	2,2530
27	26	17,11	0,0646	1,6793	1679,2985	1,2333	3,2251	0,5101	1,3669	2,2918
28	25	16,81	0,0633	1,5826	1582,5980	1,2255	3,1994	0,5064	1,1581	2,1250
29	27	16,80	0,0600	1,6195	1619,4915	1,2254	3,2094	0,5064	1,2390	2,1981
30	28	18,82	0,0990	2,7707	2770,7088	1,2746	3,4426	0,5293	5,0238	4,2344
31	24	16,73	0,0728	1,7465	1746,4705	1,2234	3,2422	0,5054	1,5402	2,4556
32	28	17,41	0,0729	2,0402	2040,2158	1,2409	3,3097	0,5138	2,3301	2,9712
33	26	17,43	0,0680	1,7686	1768,6281	1,2413	3,2476	0,5139	1,5742	2,4413
34	25	18,73	0,0988	2,4691	2469,1416	1,2725	3,3925	0,5284	3,7666	3,6730
35	25	18,40	0,0950	2,3743	2374,3199	1,2649	3,3755	0,5249	3,4203	3,5232
36	23	18,30	0,0863	1,9854	1985,3727	1,2626	3,2978	0,5238	2,1361	2,7901
37	26	17,23	0,0663	1,7236	1723,6382	1,2363	3,2364	0,5116	1,4691	2,3693
38	27	17,07	0,0668	1,8040	1803,9718	1,2322	3,2562	0,5096	1,6753	2,5396
39	24	17,53	0,0688	1,6522	1652,1555	1,2439	3,2181	0,5151	1,2928	2,2072
40	26	17,02	0,0692	1,7997	1799,7232	1,2308	3,2552	0,5090	1,6660	2,5359
41	23	17,40	0,0743	1,7095	1709,5374	1,2407	3,2329	0,5136	1,4302	2,3283
42	27	17,09	0,0640	1,7284	1728,4126	1,2328	3,2376	0,5099	1,4847	2,3896
43	27	17,45	0,0659	1,7802	1780,1875	1,2418	3,2505	0,5142	1,6027	2,4621
44	26	18,06	0,0805	2,0934	2093,3736	1,2567	3,3208	0,5211	2,4720	3,0171
45	24	16,75	0,0686	1,6458	1645,8222	1,2240	3,2164	0,5057	1,2998	2,2544
46	25	17,92	0,0815	2,0382	2038,2211	1,2534	3,3093	0,5196	2,3062	2,9226
47	25	17,90	0,0795	1,9880	1988,0389	1,2530	3,2984	0,5194	2,1569	2,8277
48	25	17,20	0,0674	1,6846	1684,6370	1,2355	3,2265	0,5112	1,3769	2,2954
49	24	18,31	0,0812	1,9480	1948,0235	1,2627	3,2896	0,5239	2,0281	2,7182

50	26	17,08	0,0601	1,5635	1563,5419	1,2326	3,1941	0,5098	1,1103	2,0668
51	26	18,60	0,0964	2,5068	2506,8175	1,2695	3,3991	0,5270	3,9196	3,7566
52	26	19,18	0,1057	2,7480	2747,9803	1,2828	3,4390	0,5330	4,9060	4,1553
53	22	18,60	0,0860	1,8931	1893,0686	1,2696	3,2772	0,5271	1,8659	2,5917
54	26	17,98	0,0716	1,8615	1861,5236	1,2547	3,2699	0,5202	1,7991	2,5784
55	27	16,13	0,0569	1,5362	1536,2048	1,2076	3,1864	0,4978	1,0783	2,0861
56	28	17,20	0,0644	1,8033	1803,3150	1,2354	3,2561	0,5112	1,6696	2,5278
57	27	17,54	0,0766	2,0687	2068,7107	1,2441	3,3157	0,5153	2,4132	3,0148
<b>Σ</b>	<b>1442</b>			<b>110,9091</b>				<b>29,4215</b>	<b>122,8792</b>	<b>157,4344</b>
<b>Ā</b>				<b>1,9458</b>				<b>0,5162</b>		

Fuente: Datos registrados de campo.

Elaborado por: Donc3n M, 2015.

Como resultado del cálculo de exactitud del cuadro 48, se obtuvo los siguientes valores: Diferencia agregada (DA) = 276,97, es decir que existe una diferencia significativa entre el volumen real y el volumen estimado, por ende la desviación media nos da un valor (DM) = 276,20 %, en tanto que la desviación estándar es de  $(S \times y) = 1,48$  y la desviación estándar da como porcentaje del volumen medio un  $(S \times y \%) = 76,13\%$

Cuadro N° 49. Resumen del volumen real y estimado de los tres modelos matemáticos.

Modelo	Sector	Volumen	V. R/ ha (m <sup>3</sup> )	V. E/ ha (m <sup>3</sup> )
HUSCH	Galte	VCC	593,39	24,82
		VSC	466,79	24,38
	Chauzan	VCC	99,84	21,40
		VSC	77,94	20,68
SCHUMACHER	Galte	VCC	593,39	590,23
		VSC	466,79	464,11
	Chauzan	VCC	99,84	99,44
		VSC	77,94	77,62
M. VARIABLE	Galte	VCC	593,39	593,39
		VSC	466,79	466,79
	Chauzan	VCC	99,84	99,84
		VSC	77,94	77,94

Fuente: Datos registrados de campo.  
Elaborado por: Doncón M, 2015.

En el cuadro N° 49 se presenta en resumen los volúmenes reales y estimados para los tres modelos matemáticos determinados para una ha.

Como se puede observar los volúmenes reales y estimados por el método de Schumacher presenta una diferencia mínima de valores en volumen y en la Variable combinada los valores son las mismas en los dos casos, mientras que en el método de Husch los valores de volumen varían considerablemente.

## B. TABLAS DE VOLÚMENES

Tabla N° 7. Tabla de volumen de la plantación de pino (*Pinus radiata* D. Don) en base a 1530 árboles comprendidos entre los rangos altitudinales de 3280 - 3580 m.s.n.m. (Galte Jatun Loma)

DAP (cm)	Altura (m)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
	3,14	3,78	4,42	5,06	5,70	6,33	6,97	7,61	8,25	8,89	9,53	10,17	10,81	11,45	12,09	12,73	13,37	14,00	14,64	15,28	15,92	16,56	17,20	17,84	18,48	19,12	19,76	20,40	21,03	21,67	22,31	22,95	23,59	24,23	24,87	25,51	26,15	26,79	27,43	28,07																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
15,32	0,112	0,117	0,122	0,127	0,132	0,137	0,142	0,147	0,152	0,158	0,163	0,168	0,173	0,178	0,183	0,188	0,193	0,198	0,203	0,208	0,213	0,219	0,224	0,229	0,234	0,239	0,244	0,249	0,254	0,259	0,264	0,269	0,274	0,279	0,285	0,290	0,295	0,300	0,305	0,310																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
16,63	0,116	0,122	0,128	0,134	0,140	0,146	0,152	0,158	0,164	0,170	0,176	0,182	0,188	0,194	0,200	0,206	0,212	0,218	0,224	0,230	0,236	0,242	0,248	0,254	0,260	0,266	0,272	0,278	0,284	0,290	0,296	0,302	0,308	0,314	0,320	0,326	0,332	0,338	0,344	0,350	0,356	0,362	0,368	0,374	0,380	0,386	0,392	0,398	0,404	0,410	0,416	0,422	0,428	0,434	0,440	0,446	0,452	0,458	0,464	0,470	0,476	0,482	0,488	0,494	0,500	0,506	0,512	0,518	0,524	0,530	0,536	0,542	0,548	0,554	0,560	0,566	0,572	0,578	0,584	0,590	0,596	0,602	0,608	0,614	0,620	0,626	0,632	0,638	0,644	0,650	0,656	0,662	0,668	0,674	0,680	0,686	0,692	0,698	0,704	0,710	0,716	0,722	0,728	0,734	0,740	0,746	0,752	0,758	0,764	0,770	0,776	0,782	0,788	0,794	0,800	0,806	0,812	0,818	0,824	0,830	0,836	0,842	0,848	0,854	0,860	0,866	0,872	0,878	0,884	0,890	0,896	0,902	0,908	0,914	0,920	0,926	0,932	0,938	0,944	0,950	0,956	0,962	0,968	0,974	0,980	0,986	0,992	0,998	1,004	1,010	1,016	1,022	1,028	1,034	1,040	1,046	1,052	1,058	1,064	1,070	1,076	1,082	1,088	1,094	1,100	1,106	1,112	1,118	1,124	1,130	1,136	1,142	1,148	1,154	1,160	1,166	1,172	1,178	1,184	1,190	1,196	1,202	1,208	1,214	1,220	1,226	1,232	1,238	1,244	1,250	1,256	1,262	1,268	1,274	1,280	1,286	1,292	1,298	1,304	1,310	1,316	1,322	1,328	1,334	1,340	1,346	1,352	1,358	1,364	1,370	1,376	1,382	1,388	1,394	1,400	1,406	1,412	1,418	1,424	1,430	1,436	1,442	1,448	1,454	1,460	1,466	1,472	1,478	1,484	1,490	1,496	1,502	1,508	1,514	1,520	1,526	1,532	1,538	1,544	1,550	1,556	1,562	1,568	1,574	1,580	1,586	1,592	1,598	1,604	1,610	1,616	1,622	1,628	1,634	1,640	1,646	1,652	1,658	1,664	1,670	1,676	1,682	1,688	1,694	1,700	1,706	1,712	1,718	1,724	1,730	1,736	1,742	1,748	1,754	1,760	1,766	1,772	1,778	1,784	1,790	1,796	1,802	1,808	1,814	1,820	1,826	1,832	1,838	1,844	1,850	1,856	1,862	1,868	1,874	1,880	1,886	1,892	1,898	1,904	1,910	1,916	1,922	1,928	1,934	1,940	1,946	1,952	1,958	1,964	1,970	1,976	1,982	1,988	1,994	2,000	2,006	2,012	2,018	2,024	2,030	2,036	2,042	2,048	2,054	2,060	2,066	2,072	2,078	2,084	2,090	2,096	2,102	2,108	2,114	2,120	2,126	2,132	2,138	2,144	2,150	2,156	2,162	2,168	2,174	2,180	2,186	2,192	2,198	2,204	2,210	2,216	2,222	2,228	2,234	2,240	2,246	2,252	2,258	2,264	2,270	2,276	2,282	2,288	2,294	2,300	2,306	2,312	2,318	2,324	2,330	2,336	2,342	2,348	2,354	2,360	2,366	2,372	2,378	2,384	2,390	2,396	2,402	2,408	2,414	2,420	2,426	2,432	2,438	2,444	2,450	2,456	2,462	2,468	2,474	2,480	2,486	2,492	2,498	2,504	2,510	2,516	2,522	2,528	2,534	2,540	2,546	2,552	2,558	2,564	2,570	2,576	2,582	2,588	2,594	2,600	2,606	2,612	2,618	2,624	2,630	2,636	2,642	2,648	2,654	2,660	2,666	2,672	2,678	2,684	2,690	2,696	2,702	2,708	2,714	2,720	2,726	2,732	2,738	2,744	2,750	2,756	2,762	2,768	2,774	2,780	2,786	2,792	2,798	2,804	2,810	2,816	2,822	2,828	2,834	2,840	2,846	2,852	2,858	2,864	2,870	2,876	2,882	2,888	2,894	2,900	2,906	2,912	2,918	2,924	2,930	2,936	2,942	2,948	2,954	2,960	2,966	2,972	2,978	2,984	2,990	2,996	3,002	3,008	3,014	3,020	3,026	3,032	3,038	3,044	3,050	3,056	3,062	3,068	3,074	3,080	3,086	3,092	3,098	3,104	3,110	3,116	3,122	3,128	3,134	3,140	3,146	3,152	3,158	3,164	3,170	3,176	3,182	3,188	3,194	3,200	3,206	3,212	3,218	3,224	3,230	3,236	3,242	3,248	3,254	3,260	3,266	3,272	3,278	3,284	3,290	3,296	3,302	3,308	3,314	3,320	3,326	3,332	3,338	3,344	3,350	3,356	3,362	3,368	3,374	3,380	3,386	3,392	3,398	3,404	3,410	3,416	3,422	3,428	3,434	3,440	3,446	3,452	3,458	3,464	3,470	3,476	3,482	3,488	3,494	3,500	3,506	3,512	3,518	3,524	3,530	3,536	3,542	3,548	3,554	3,560	3,566	3,572	3,578	3,584	3,590	3,596	3,602	3,608	3,614	3,620	3,626	3,632	3,638	3,644	3,650	3,656	3,662	3,668	3,674	3,680	3,686	3,692	3,698	3,704	3,710	3,716	3,722	3,728	3,734	3,740	3,746	3,752	3,758	3,764	3,770	3,776	3,782	3,788	3,794	3,800	3,806	3,812	3,818	3,824	3,830	3,836	3,842	3,848	3,854	3,860	3,866	3,872	3,878	3,884	3,890	3,896	3,902	3,908	3,914	3,920	3,926	3,932	3,938	3,944	3,950	3,956	3,962	3,968	3,974	3,980	3,986	3,992	3,998	4,004	4,010	4,016	4,022	4,028	4,034	4,040	4,046	4,052	4,058	4,064	4,070	4,076	4,082	4,088	4,094	4,100	4,106	4,112	4,118	4,124	4,130	4,136	4,142	4,148	4,154	4,160	4,166	4,172	4,178	4,184	4,190	4,196	4,202	4,208	4,214	4,220	4,226	4,232	4,238	4,244	4,250	4,256	4,262	4,268	4,274	4,280	4,286	4,292	4,298	4,304	4,310	4,316	4,322	4,328	4,334	4,340	4,346	4,352	4,358	4,364	4,370	4,376	4,382	4,388	4,394	4,400	4,406	4,412	4,418	4,424	4,430	4,436	4,442	4,448	4,454	4,460	4,466	4,472	4,478	4,484	4,490	4,496	4,502	4,508	4,514	4,520	4,526	4,532	4,538	4,544	4,550	4,556	4,562	4,568	4,574	4,580	4,586	4,592	4,598	4,604	4,610	4,616	4,622	4,628	4,634	4,640	4,646	4,652	4,658	4,664	4,670	4,676	4,682	4,688	4,694	4,700	4,706	4,712	4,718	4,724	4,730	4,736	4,742	4,748	4,754	4,760	4,766	4,772	4,778	4,784	4,790	4,796	4,802	4,808	4,814	4,820	4,826	4,832	4,838	4,844	4,850	4,856	4,862	4,868	4,874	4,880	4,886	4,892	4,898	4,904	4,910	4,916	4,922	4,928	4,934	4,940	4,946	4,952	4,958	4,964	4,970	4,976	4,982	4,988	4,994	5,000	5,006	5,012	5,018	5,024	5,030	5,036	5,042	5,048	5,054	5,060	5,066	5,072	5,078	5,084	5,090	5,096	5,102	5,108	5,114	5,120	5,126	5,132	5,138	5,144	5,150	5,156	5,162	5,168	5,174	5,180	5,186	5,192	5,198	5,204	5,210	5,216	5,222	5,228	5,234	5,240	5,246	5,252	5,258	5,264	5,270	5,276	5,282	5,288	5,294	5,300	5,306	5,312	5,318	5,324	5,330	5,336	5,342	5,348	5,354	5,360	5,366	5,372	5,378	5,384	5,390	5,396	5,402	5,408	5,414	5,420	5,426	5,432	5,438	5,444	5,450	5,456	5,462	5,468	5,474	5,480	5,486	5,492	5,498	5,504	5,510	5,516	5,522	5,528	5,534	5,540	5,546	5,552	5,558	5,564	5,570	5,576	5,582	5,588	5,594	5,600	5,606	5,612	5,618	5,624	5,630	5,636	5,642	5,648	5,654	5,660	5,666	5,672	5,678	5,684	5,690	5,696	5,702	5,708	5,714	5,720	5,726	5,732	5,738	5,744	5,750	5,756	5,762	5,768	5,774	5,780	5,786	5,792	5,798	5,804	5,810	5,816	5,822	5,828	5,834	5,840	5,846	5,852	5,858	5,864	5,870	5,876	5,882	5,888	5,894	5,900	5,906	5,912	5,918	5,924	5,930	5,936	5,942	5,948	5,954	5,960	5,966	5,972	5,978	5,984	5,990	5,996	6,002	6,008	6,014	6,020	6,026	6,032	6,038	6,044	6,050	6,056	6,062	6,068	6,074	6,080	6,086	6,092	6,098	6,104	6,110	6,116	6,122	6,128	6,134	6,140	6,146	6,152	6,158	6,164	6,170	6,176	6,182	6,188	6,194	6,200	6,206	6,212	6,218	6,224	6,230	6,236	6,242	6,248	6,254	6,260	6,266	6,272	6,278	6,284	6,290	6,296	6,302	6,308	6,314	6,320	6,326	6,332	6,338	6,344	6,350	6,356	6,362	6,368	6,374	6,380	6,386	6,392	6,398	6,404	6,410	6,416	6,422	6,428	6,434	6,440	6,446	6,452	6,458	6,464	6,470	6,476	6,482	6,488	6,494	6,500	6,506	6,512	6,518	6,524	6,530	6,536	6,542	6,548	6,554	6,560	6,566	6,572	6,578	6,584	6,590	6,596	6,602	6,608	6,614	6,620	6,626	6,632	6,638	6,644	6,650	6,656	6,662	6,668	6,674	6,680	6,686	6,692	6,698	6,704	6,710	6,716	6,722	6,728	6,734	6,740	6,746	6,752	6,758	6,764	6,770	6,776	6,782	6,788	6,794	6,800	6,806	6,812	6,818	6,824	6,830	6,836	6,842	6,848	6,854	6,860	6,866	6,872	6,878	6,884	6,890	6,896	6,902	6,908	6,914	6,

Tabla N° 8. Tabla de volumen de la plantación de pino (*Pinus radiata* D. Don) en base a 1530 árboles comprendidos entre los rangos altitudinales de 3280 - 3580 m.s.n.m. (Galte Jatun Loma)

DAP (cm)	Altura (m)																																									
	2,99	3,47	3,96	4,44	4,93	5,41	5,90	6,38	6,87	7,35	7,84	8,33	8,81	9,30	9,78	10,27	10,75	11,24	11,72	12,21	12,69	13,18	13,67	14,15	14,64	15,12	15,61	16,09	16,58	17,06	17,55	18,03	18,52	19,00	19,49	19,98	20,46	20,95	21,43	21,92		
15,32	0,084	0,087	0,090	0,093	0,096	0,099	0,102	0,105	0,108	0,111	0,114	0,117	0,120	0,123	0,126	0,130	0,133	0,136	0,139	0,142	0,145	0,148	0,151	0,154	0,157	0,160	0,163	0,166	0,169	0,172	0,175	0,178	0,181	0,185	0,188	0,191	0,194	0,197	0,200	0,203		
16,63	0,087	0,091	0,094	0,098	0,101	0,105	0,109	0,112	0,116	0,119	0,123	0,127	0,130	0,134	0,138	0,141	0,145	0,148	0,152	0,156	0,159	0,163	0,166	0,170	0,174	0,177	0,181	0,184	0,188	0,192	0,195	0,199	0,202	0,206	0,210	0,213	0,217	0,220	0,224	0,228		
17,95	0,091	0,095	0,099	0,103	0,107	0,112	0,116	0,120	0,124	0,128	0,133	0,137	0,141	0,145	0,149	0,154	0,158	0,162	0,166	0,170	0,175	0,179	0,183	0,187	0,191	0,196	0,200	0,204	0,208	0,212	0,217	0,221	0,225	0,229	0,233	0,238	0,242	0,246	0,250	0,254		
19,27	0,095	0,099	0,104	0,109	0,114	0,119	0,124	0,128	0,133	0,138	0,143	0,148	0,153	0,157	0,162	0,167	0,172	0,177	0,182	0,187	0,191	0,196	0,201	0,206	0,211	0,216	0,220	0,225	0,230	0,235	0,240	0,245	0,249	0,254	0,259	0,264	0,269	0,274	0,278	0,283		
20,58	0,099	0,104	0,110	0,115	0,121	0,126	0,132	0,137	0,143	0,148	0,154	0,160	0,165	0,171	0,176	0,182	0,187	0,193	0,198	0,204	0,209	0,215	0,220	0,226	0,231	0,237	0,242	0,248	0,253	0,259	0,264	0,270	0,275	0,281	0,287	0,292	0,298	0,303	0,309	0,314		
21,90	0,103	0,110	0,116	0,122	0,128	0,135	0,141	0,147	0,153	0,160	0,166	0,172	0,178	0,185	0,191	0,197	0,203	0,210	0,216	0,222	0,228	0,235	0,241	0,247	0,253	0,260	0,266	0,272	0,278	0,285	0,291	0,297	0,303	0,310	0,316	0,322	0,328	0,335	0,341	0,347		
23,22	0,108	0,115	0,122	0,129	0,136	0,143	0,150	0,157	0,164	0,171	0,178	0,185	0,192	0,199	0,206	0,213	0,220	0,227	0,234	0,242	0,249	0,256	0,263	0,270	0,277	0,284	0,291	0,298	0,305	0,312	0,319	0,326	0,333	0,340	0,347	0,354	0,361	0,368	0,375	0,382		
24,53	0,113	0,121	0,129	0,137	0,144	0,152	0,160	0,168	0,176	0,184	0,192	0,199	0,207	0,215	0,223	0,231	0,239	0,246	0,254	0,262	0,270	0,278	0,286	0,293	0,301	0,309	0,317	0,325	0,333	0,341	0,348	0,356	0,364	0,372	0,380	0,388	0,395	0,403	0,411	0,419		
25,85	0,118	0,127	0,136	0,145	0,153	0,162	0,171	0,179	0,188	0,197	0,205	0,214	0,223	0,232	0,240	0,249	0,258	0,266	0,275	0,284	0,293	0,301	0,310	0,319	0,327	0,336	0,345	0,354	0,362	0,371	0,380	0,388	0,397	0,406	0,414	0,423	0,432	0,441	0,449	0,458		
27,17	0,124	0,134	0,143	0,153	0,162	0,172	0,182	0,191	0,201	0,211	0,220	0,230	0,239	0,249	0,259	0,268	0,278	0,287	0,297	0,307	0,316	0,326	0,336	0,345	0,355	0,364	0,374	0,384	0,393	0,403	0,413	0,422	0,432	0,441	0,451	0,461	0,470	0,480	0,489	0,499		
28,48	0,130	0,140	0,151	0,162	0,172	0,183	0,193	0,204	0,214	0,225	0,236	0,246	0,257	0,267	0,278	0,288	0,299	0,310	0,320	0,331	0,341	0,352	0,362	0,373	0,384	0,394	0,405	0,415	0,426	0,436	0,447	0,458	0,468	0,479	0,489	0,500	0,510	0,521	0,532	0,542		
29,80	0,136	0,148	0,159	0,171	0,182	0,194	0,205	0,217	0,229	0,240	0,252	0,263	0,275	0,286	0,298	0,310	0,321	0,333	0,344	0,356	0,367	0,379	0,391	0,402	0,414	0,425	0,437	0,448	0,460	0,472	0,483	0,495	0,506	0,518	0,529	0,541	0,553	0,564	0,576	0,587		
31,12	0,142	0,155	0,168	0,180	0,193	0,206	0,218	0,231	0,243	0,256	0,269	0,281	0,294	0,306	0,319	0,332	0,344	0,357	0,370	0,382	0,395	0,407	0,420	0,433	0,445	0,458	0,470	0,483	0,496	0,508	0,521	0,534	0,546	0,559	0,571	0,584	0,597	0,609	0,622	0,634		
32,43	0,149	0,163	0,177	0,190	0,204	0,218	0,231	0,245	0,259	0,273	0,286	0,300	0,314	0,327	0,341	0,355	0,368	0,382	0,396	0,410	0,423	0,437	0,451	0,464	0,478	0,492	0,506	0,519	0,533	0,547	0,560	0,574	0,588	0,601	0,615	0,629	0,643	0,656	0,670	0,684		
33,75	0,156	0,171	0,186	0,201	0,216	0,230	0,245	0,260	0,275	0,290	0,305	0,319	0,334	0,349	0,364	0,379	0,394	0,408	0,423	0,438	0,453	0,468	0,483	0,498	0,512	0,527	0,542	0,557	0,572	0,587	0,601	0,616	0,631	0,646	0,661	0,676	0,690	0,705	0,720	0,735		
35,07	0,163	0,179	0,195	0,211	0,227	0,244	0,260	0,276	0,292	0,308	0,324	0,340	0,356	0,372	0,388	0,404	0,420	0,436	0,452	0,468	0,484	0,500	0,516	0,532	0,548	0,564	0,580	0,596	0,612	0,628	0,644	0,660	0,676	0,692	0,708	0,724	0,740	0,756	0,772	0,788		
36,38	0,171	0,188	0,205	0,223	0,240	0,257	0,274	0,292	0,309	0,326	0,343	0,361	0,378	0,395	0,412	0,430	0,447	0,464	0,481	0,499	0,516	0,533	0,550	0,568	0,585	0,602	0,619	0,637	0,654	0,671	0,688	0,706	0,723	0,740	0,757	0,775	0,792	0,809	0,826	0,844		
37,70	0,179	0,197	0,216	0,234	0,253	0,271	0,290	0,308	0,327	0,345	0,364	0,382	0,401	0,420	0,438	0,457	0,475	0,494	0,512	0,531	0,549	0,568	0,586	0,605	0,623	0,642	0,660	0,679	0,697	0,716	0,734	0,753	0,771	0,790	0,808	0,827	0,845	0,864	0,883	0,901		
39,02	0,187	0,207	0,227	0,246	0,266	0,286	0,306	0,326	0,346	0,365	0,385	0,405	0,425	0,445	0,465	0,484	0,504	0,524	0,544	0,564	0,584	0,603	0,623	0,643	0,663	0,683	0,703	0,722	0,742	0,762	0,782	0,802	0,822	0,841	0,861	0,881	0,901	0,921	0,941	0,960		
40,33	0,195	0,216	0,238	0,259	0,280	0,301	0,322	0,344	0,365	0,386	0,407	0,428	0,450	0,471	0,492	0,513	0,534	0,556	0,577	0,598	0,619	0,640	0,662	0,683	0,704	0,725	0,746	0,768	0,789	0,810	0,831	0,852	0,874	0,895	0,916	0,937	0,958	0,980	1,001	1,022		
41,65	0,204	0,226	0,249	0,272	0,294	0,317	0,339	0,362	0,385	0,407	0,430	0,453	0,475	0,498	0,520	0,543	0,566	0,588	0,611	0,633	0,656	0,679	0,701	0,724	0,746	0,769	0,792	0,814	0,837	0,859	0,882	0,905	0,927	0,950	0,972	0,995	1,018	1,040	1,063	1,085		
42,97	0,213	0,237	0,261	0,285	0,309	0,333	0,357	0,381	0,405	0,429	0,453	0,477	0,501	0,526	0,550	0,574	0,598	0,622	0,646	0,670	0,694	0,718	0,742	0,766	0,790	0,814	0,838	0,862	0,886	0,910	0,934	0,959	0,983	1,007	1,031	1,055	1,079	1,103	1,127	1,151		
44,28	0,222	0,248	0,273	0,299	0,324	0,350	0,375	0,401	0,426	0,452	0,478	0,503	0,529	0,554	0,580	0,605	0,631	0,656	0,682	0,708	0,733	0,759	0,784	0,810	0,835	0,861	0,886	0,912	0,937	0,963	0,990	1,017	1,044	1,071	1,099	1,126	1,153	1,180	1,207	1,234	1,261	1,288
45,60	0,231	0,259	0,286	0,313	0,340	0,367	0,394	0,421	0,448	0,475	0,502	0,530	0,557	0,584	0,611	0,638	0,665	0,692	0,719	0,746	0,773	0,800	0,828	0,855	0,882	0,909	0,936	0,963	0,990	1,017	1,044	1,071	1,099	1,126	1,153	1,180	1,207	1,234	1,261	1,288		
46,92	0,241	0,270	0,299	0,327	0,356	0,385	0,413	0,442	0,471	0,499	0,528	0,557	0,585	0,614	0,643	0,671	0,700	0,729	0,758	0,786	0,815	0,844	0,872	0,901	0,930	0,958	0,987	1,016	1,044	1,073	1,102	1,130	1,159	1,188	1,216	1,245	1,274	1,302	1,331	1,360		
48,23	0,251	0,282	0,312	0,342	0,373	0,403	0,433	0,463	0,494	0,524	0,554	0,585	0,615	0,645	0,676	0,706	0,736	0,767	0,797	0,827	0,858	0,888	0,918	0,949	0,979	1,009	1,039	1,070	1,100	1,130	1,161	1,191	1,221	1,252	1,282	1,312	1,343	1,373	1,403	1,434		
49,55	0,262	0,294	0,326	0,358	0,390	0,422	0,454	0,486	0,518	0,550	0,582	0,614	0,646	0,677	0,709	0,741	0,773	0,805	0,837	0,869	0,901	0,933	0,965	0,997	1,029	1,061	1,093	1,125	1,157	1,189	1,221	1,253	1,285	1,317	1,349	1,381	1,413	1,445	1,477	1,509		
50,87	0,272	0,306	0,340	0,373	0,407	0,441	0,474	0,508	0,542	0,576	0,609	0,643	0,677	0,710	0,744	0,778	0,812	0,845	0,879	0,913	0,946	0,980	1,014	1,048	1,081	1,115	1,149	1,182	1,216	1,250	1,284	1,317	1,351	1,385	1,418	1,452	1,486	1,520	1,553	1,587		
52,18	0,283	0,319	0,354	0,390	0,425	0,460	0,496	0,531	0,567	0,602	0,638	0,673	0																													

Tabla N° 9. Tabla de volumen de la plantación de pino (*Pinus radiata* D. Don) en base a 1442 árboles comprendidos entre los rangos altitudinales de 3160 - 3520 m.s.n.m. (Chauzan San Alfonso).

DAP (cm)	Altura (m)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
	1,41	1,72	2,03	2,34	2,65	2,96	3,27	3,57	3,88	4,19	4,50	4,81	5,12	5,43	5,74	6,05	6,36	6,67	6,98	7,29	7,60	7,91	8,21	8,52	8,83	9,14	9,45	9,76	10,07	10,38	10,69	11,00	11,31	11,62	11,93	12,24	12,55	12,86	13,16	13,47																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
10,76	0,044	0,045	0,046	0,048	0,049	0,050	0,051	0,053	0,054	0,055	0,056	0,058	0,059	0,060	0,061	0,063	0,064	0,065	0,066	0,068	0,069	0,070	0,072	0,073	0,074	0,075	0,077	0,078	0,079	0,080	0,082	0,083	0,084	0,085	0,087	0,088	0,089	0,090	0,092	0,093																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
11,52	0,045	0,046	0,048	0,049	0,050	0,052	0,053	0,055	0,056	0,058	0,059	0,061	0,062	0,063	0,065	0,066	0,068	0,069	0,071	0,072	0,074	0,075	0,076	0,078	0,079	0,081	0,082	0,084	0,085	0,086	0,088	0,089	0,091	0,092	0,094	0,095	0,097	0,098	0,099	0,100	0,103	0,104	0,106	0,108	0,109																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
12,29	0,046	0,047	0,049	0,051	0,052	0,054	0,055	0,057	0,059	0,060	0,062	0,064	0,065	0,067	0,069	0,070	0,072	0,073	0,075	0,077	0,078	0,080	0,082	0,083	0,085	0,087	0,088	0,090	0,091	0,093	0,095	0,096	0,098	0,100	0,102	0,104	0,106	0,107	0,109	0,111	0,113	0,115	0,117	0,119																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
13,05	0,047	0,048	0,050	0,052	0,054	0,056	0,058	0,059	0,061	0,063	0,065	0,067	0,069	0,071	0,072	0,074	0,076	0,078	0,080	0,082	0,083	0,085	0,087	0,089	0,091	0,093	0,095	0,096	0,098	0,100	0,102	0,104	0,106	0,107	0,109	0,111	0,113	0,115	0,117	0,119	0,121	0,123	0,125	0,127	0,129																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
13,81	0,048	0,050	0,052	0,054	0,056	0,058	0,060	0,062	0,064	0,066	0,068	0,070	0,072	0,074	0,077	0,079	0,081	0,083	0,085	0,087	0,089	0,091	0,093	0,095	0,097	0,099	0,101	0,103	0,105	0,108	0,110	0,112	0,114	0,116	0,118	0,120	0,122	0,124	0,126	0,128	0,130	0,132	0,134	0,136	0,138																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
14,57	0,049	0,051	0,053	0,056	0,058	0,060	0,062	0,065	0,067	0,069	0,072	0,074	0,076	0,079	0,081	0,083	0,085	0,088	0,090	0,092	0,095	0,097	0,099	0,102	0,104	0,106	0,108	0,111	0,113	0,115	0,118	0,120	0,122	0,125	0,127	0,129	0,131	0,134	0,136	0,139	0,141	0,144	0,147	0,149																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
15,33	0,050	0,052	0,055	0,057	0,060	0,063	0,065	0,068	0,070	0,073	0,075	0,078	0,080	0,083	0,085	0,088	0,091	0,093	0,096	0,098	0,101	0,103	0,106	0,108	0,111	0,113	0,116	0,119	0,121	0,124	0,126	0,129	0,131	0,134	0,136	0,139	0,141	0,144	0,147	0,149	0,151	0,154	0,157	0,160	0,163	0,166	0,169	0,172																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
16,09	0,051	0,054	0,057	0,059	0,062	0,065	0,068	0,071	0,073	0,076	0,079	0,082	0,085	0,087	0,090	0,093	0,096	0,099	0,101	0,104	0,107	0,110	0,113	0,116	0,118	0,121	0,124	0,127	0,130	0,132	0,135	0,138	0,141	0,144	0,146	0,149	0,152	0,155	0,158	0,160	0,163	0,166	0,169	0,172																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
16,86	0,052	0,055	0,058	0,061	0,065	0,068	0,071	0,074	0,077	0,080	0,083	0,086	0,089	0,092	0,095	0,098	0,101	0,105	0,108	0,111	0,114	0,117	0,120	0,123	0,126	0,129	0,132	0,135	0,138	0,141	0,145	0,148	0,151	0,154	0,157	0,160	0,163	0,166	0,169	0,172	0,175	0,178	0,181	0,185	0,188	0,191	0,195	0,198																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
17,62	0,054	0,057	0,060	0,064	0,067	0,070	0,074	0,077	0,080	0,084	0,087	0,090	0,094	0,097	0,101	0,104	0,107	0,111	0,114	0,117	0,121	0,124	0,127	0,131	0,134	0,138	0,141	0,144	0,148	0,151	0,154	0,158	0,161	0,164	0,168	0,171	0,175	0,178	0,181	0,185	0,188	0,191	0,195	0,199	0,203	0,207	0,211																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
18,38	0,055	0,059	0,062	0,066	0,069	0,073	0,077	0,080	0,084	0,088	0,091	0,095	0,099	0,102	0,106	0,110	0,113	0,117	0,121	0,124	0,128	0,132	0,136	0,140	0,144	0,148	0,152	0,156	0,159	0,163	0,167	0,171	0,175	0,179	0,183	0,187	0,191	0,195	0,199	0,203	0,207	0,211	0,215	0,219	0,223	0,227	0,231	0,235	0,239	0,243	0,247	0,251	0,255	0,259	0,263	0,267	0,271	0,275	0,279	0,283	0,287	0,291	0,295	0,299	0,303	0,307	0,311	0,315	0,319	0,323	0,327	0,331	0,335	0,339	0,343	0,347	0,351	0,355	0,359	0,363	0,367	0,371	0,375	0,379	0,383	0,387	0,391	0,395	0,399	0,403	0,407	0,411	0,415	0,419	0,423	0,427	0,431	0,435	0,439	0,443	0,447	0,451	0,455	0,459	0,463	0,467	0,471	0,475	0,479	0,483	0,487	0,491	0,495	0,499	0,503	0,507	0,511	0,515	0,519	0,523	0,527	0,531	0,535	0,539	0,543	0,547	0,551	0,555	0,559	0,563	0,567	0,571	0,575	0,579	0,583	0,587	0,591	0,595	0,599	0,603	0,607	0,611	0,615	0,619	0,623	0,627	0,631	0,635	0,639	0,643	0,647	0,651	0,655	0,659	0,663	0,667	0,671	0,675	0,679	0,683	0,687	0,691	0,695	0,699	0,703	0,707	0,711	0,715	0,719	0,723	0,727	0,731	0,735	0,739	0,743	0,747	0,751	0,755	0,759	0,763	0,767	0,771	0,775	0,779	0,783	0,787	0,791	0,795	0,799	0,803	0,807	0,811	0,815	0,819	0,823	0,827	0,831	0,835	0,839	0,843	0,847	0,851	0,855	0,859	0,863	0,867	0,871	0,875	0,879	0,883	0,887	0,891	0,895	0,899	0,903	0,907	0,911	0,915	0,919	0,923	0,927	0,931	0,935	0,939	0,943	0,947	0,951	0,955	0,959	0,963	0,967	0,971	0,975	0,979	0,983	0,987	0,991	0,995	0,999	1,003	1,007	1,011	1,015	1,019	1,023	1,027	1,031	1,035	1,039	1,043	1,047	1,051	1,055	1,059	1,063	1,067	1,071	1,075	1,079	1,083	1,087	1,091	1,095	1,099	1,103	1,107	1,111	1,115	1,119	1,123	1,127	1,131	1,135	1,139	1,143	1,147	1,151	1,155	1,159	1,163	1,167	1,171	1,175	1,179	1,183	1,187	1,191	1,195	1,199	1,203	1,207	1,211	1,215	1,219	1,223	1,227	1,231	1,235	1,239	1,243	1,247	1,251	1,255	1,259	1,263	1,267	1,271	1,275	1,279	1,283	1,287	1,291	1,295	1,299	1,303	1,307	1,311	1,315	1,319	1,323	1,327	1,331	1,335	1,339	1,343	1,347	1,351	1,355	1,359	1,363	1,367	1,371	1,375	1,379	1,383	1,387	1,391	1,395	1,399	1,403	1,407	1,411	1,415	1,419	1,423	1,427	1,431	1,435	1,439	1,443	1,447	1,451	1,455	1,459	1,463	1,467	1,471	1,475	1,479	1,483	1,487	1,491	1,495	1,499	1,503	1,507	1,511	1,515	1,519	1,523	1,527	1,531	1,535	1,539	1,543	1,547	1,551	1,555	1,559	1,563	1,567	1,571	1,575	1,579	1,583	1,587	1,591	1,595	1,599	1,603	1,607	1,611	1,615	1,619	1,623	1,627	1,631	1,635	1,639	1,643	1,647	1,651	1,655	1,659	1,663	1,667	1,671	1,675	1,679	1,683	1,687	1,691	1,695	1,699	1,703	1,707	1,711	1,715	1,719	1,723	1,727	1,731	1,735	1,739	1,743	1,747	1,751	1,755	1,759	1,763	1,767	1,771	1,775	1,779	1,783	1,787	1,791	1,795	1,799	1,803	1,807	1,811	1,815	1,819	1,823	1,827	1,831	1,835	1,839	1,843	1,847	1,851	1,855	1,859	1,863	1,867	1,871	1,875	1,879	1,883	1,887	1,891	1,895	1,899	1,903	1,907	1,911	1,915	1,919	1,923	1,927	1,931	1,935	1,939	1,943	1,947	1,951	1,955	1,959	1,963	1,967	1,971	1,975	1,979	1,983	1,987	1,991	1,995	1,999	2,003	2,007	2,011	2,015	2,019	2,023	2,027	2,031	2,035	2,039	2,043	2,047	2,051	2,055	2,059	2,063	2,067	2,071	2,075	2,079	2,083	2,087	2,091	2,095	2,099	2,103	2,107	2,111	2,115	2,119	2,123	2,127	2,131	2,135	2,139	2,143	2,147	2,151	2,155	2,159	2,163	2,167	2,171	2,175	2,179	2,183	2,187	2,191	2,195	2,199	2,203	2,207	2,211	2,215	2,219	2,223	2,227	2,231	2,235	2,239	2,243	2,247	2,251	2,255	2,259	2,263	2,267	2,271	2,275	2,279	2,283	2,287	2,291	2,295	2,299	2,303	2,307	2,311	2,315	2,319	2,323	2,327	2,331	2,335	2,339	2,343	2,347	2,351	2,355	2,359	2,363	2,367	2,371	2,375	2,379	2,383	2,387	2,391	2,395	2,399	2,403	2,407	2,411	2,415	2,419	2,423	2,427	2,431	2,435	2,439	2,443	2,447	2,451	2,455	2,459	2,463	2,467	2,471	2,475	2,479	2,483	2,487	2,491	2,495	2,499	2,503	2,507	2,511	2,515	2,519	2,523	2,527	2,531	2,535	2,539	2,543	2,547	2,551	2,555	2,559	2,563	2,567	2,571	2,575	2,579	2,583	2,587	2,591	2,595	2,599	2,603	2,607	2,611	2,615	2,619	2,623	2,627	2,631	2,635	2,639	2,643	2,647	2,651	2,655	2,659	2,663	2,667	2,671	2,675	2,679	2,683	2,687	2,691	2,695	2,699	2,703	2,707	2,711	2,715	2,719	2,723	2,727	2,731	2,735	2,739	2,743	2,747	2,751	2,755	2,759	2,763	2,767	2,771	2,775	2,779	2,783	2,787	2,791	2,795	2,799	2,803	2,807	2,811	2,815	2,819	2,823	2,827	2,831	2,835	2,839	2,843	2,847	2,851	2,855	2,859	2,863	2,867	2,871	2,875	2,879	2,883	2,887	2,891	2,895

Tabla N° 10. Tabla de volumen de la plantación de pino (*Pinus radiata* D. Don) en base a 1442 árboles comprendidos entre los rangos altitudinales de 3160 - 3520 m.s.n.m. (Chauzan San Alfonso).

DAP (cm)	Altura (m)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	1,41	1,72	2,03	2,34	2,65	2,96	3,27	3,57	3,88	4,19	4,50	4,81	5,12	5,43	5,74	6,05	6,36	6,67	6,98	7,29	7,60	7,91	8,21	8,52	8,83	9,14	9,45	9,76	10,07	10,38	10,69	11,00	11,31	11,62	11,93	12,24	12,55	12,86	13,16	13,47																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
10,76	0,035	0,035	0,036	0,037	0,038	0,039	0,040	0,041	0,042	0,043	0,044	0,045	0,046	0,047	0,048	0,049	0,050	0,051	0,052	0,053	0,054	0,055	0,056	0,057	0,058	0,059	0,060	0,061	0,062	0,063	0,064	0,065	0,066	0,067	0,068	0,069	0,070	0,071	0,072	0,073	0,074	0,075	0,076	0,077	0,078																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
11,52	0,035	0,036	0,037	0,038	0,040	0,041	0,042	0,043	0,044	0,045	0,046	0,047	0,048	0,050	0,051	0,052	0,053	0,054	0,055	0,056	0,057	0,058	0,060	0,061	0,062	0,063	0,064	0,065	0,066	0,067	0,068	0,070	0,071	0,072	0,073	0,074	0,075	0,076	0,077	0,078	0,079	0,080	0,081	0,083	0,084	0,085																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
12,29	0,036	0,037	0,038	0,040	0,041	0,042	0,043	0,045	0,046	0,047	0,048	0,050	0,051	0,052	0,054	0,055	0,056	0,057	0,059	0,060	0,061	0,062	0,064	0,065	0,066	0,067	0,069	0,070	0,071	0,072	0,074	0,075	0,076	0,077	0,079	0,080	0,081	0,082	0,084	0,085	0,086	0,088	0,089	0,091	0,092	0,093	0,094	0,095																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
13,05	0,037	0,038	0,039	0,041	0,042	0,044	0,045	0,047	0,048	0,049	0,051	0,052	0,054	0,055	0,057	0,058	0,059	0,061	0,062	0,064	0,065	0,066	0,068	0,069	0,071	0,072	0,074	0,075	0,076	0,078	0,079	0,081	0,082	0,084	0,085	0,086	0,088	0,089	0,091	0,092	0,093	0,095	0,097	0,099	0,100	0,102	0,103	0,104	0,105																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
13,81	0,037	0,039	0,041	0,042	0,044	0,045	0,047	0,049	0,050	0,052	0,053	0,055	0,056	0,058	0,060	0,061	0,063	0,064	0,066	0,068	0,070	0,072	0,074	0,076	0,077	0,079	0,080	0,082	0,084	0,085	0,087	0,088	0,090	0,092	0,093	0,095	0,097	0,099	0,100	0,102	0,103	0,105	0,106	0,108	0,109	0,111	0,112	0,113	0,114	0,115																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
14,57	0,038	0,040	0,042	0,044	0,045	0,047	0,049	0,051	0,052	0,054	0,056	0,058	0,060	0,061	0,063	0,065	0,067	0,068	0,070	0,072	0,074	0,076	0,078	0,080	0,082	0,084	0,086	0,088	0,090	0,092	0,094	0,096	0,098	0,100	0,101	0,103	0,105	0,107	0,109	0,111	0,112	0,114	0,116	0,118	0,120	0,122	0,124	0,126	0,128	0,130																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
15,33	0,039	0,041	0,043	0,045	0,047	0,049	0,051	0,053	0,055	0,057	0,059	0,061	0,063	0,065	0,067	0,069	0,071	0,072	0,074	0,076	0,078	0,080	0,082	0,084	0,086	0,088	0,090	0,092	0,094	0,096	0,098	0,100	0,101	0,103	0,105	0,107	0,109	0,111	0,112	0,114	0,116	0,118	0,120	0,122	0,124	0,126	0,128	0,130	0,132	0,134	0,136																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
16,09	0,040	0,042	0,044	0,046	0,049	0,051	0,053	0,055	0,057	0,059	0,062	0,064	0,066	0,068	0,070	0,072	0,075	0,077	0,079	0,081	0,083	0,085	0,088	0,090	0,092	0,094	0,096	0,098	0,101	0,103	0,105	0,107	0,110	0,112	0,115	0,117	0,119	0,122	0,125	0,128	0,130	0,133	0,136	0,139	0,142	0,145	0,148	0,151	0,154	0,157	0,160	0,164																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
16,86	0,041	0,043	0,046	0,048	0,050	0,053	0,055	0,058	0,060	0,062	0,065	0,067	0,069	0,072	0,074	0,077	0,079	0,081	0,084	0,086	0,088	0,091	0,093	0,096	0,098	0,100	0,103	0,105	0,107	0,110	0,112	0,115	0,117	0,119	0,122	0,124	0,126	0,129	0,131	0,134	0,137	0,140	0,143	0,146	0,149	0,152	0,155	0,158	0,161	0,164	0,167	0,170	0,173	0,176	0,179	0,182	0,185	0,188	0,191	0,194	0,197	0,200	0,203	0,206	0,209	0,212	0,215	0,218	0,221	0,224	0,227	0,230	0,233	0,236	0,239	0,242	0,245	0,248	0,251	0,254	0,257	0,260	0,263	0,266	0,269	0,272	0,275	0,278	0,281	0,284	0,287	0,290	0,293	0,296	0,299	0,302	0,305	0,308	0,311	0,314	0,317	0,320	0,323	0,326	0,329	0,332	0,335	0,338	0,341	0,344	0,347	0,350	0,353	0,356	0,359	0,362	0,365	0,368	0,371	0,374	0,377	0,380	0,383	0,386	0,389	0,392	0,395	0,398	0,401	0,404	0,407	0,410	0,413	0,416	0,419	0,422	0,425	0,428	0,431	0,434	0,437	0,440	0,443	0,446	0,449	0,452	0,455	0,458	0,461	0,464	0,467	0,470	0,473	0,476	0,479	0,482	0,485	0,488	0,491	0,494	0,497	0,500	0,503	0,506	0,509	0,512	0,515	0,518	0,521	0,524	0,527	0,530	0,533	0,536	0,539	0,542	0,545	0,548	0,551	0,554	0,557	0,560	0,563	0,566	0,569	0,572	0,575	0,578	0,581	0,584	0,587	0,590	0,593	0,596	0,599	0,602	0,605	0,608	0,611	0,614	0,617	0,620	0,623	0,626	0,629	0,632	0,635	0,638	0,641	0,644	0,647	0,650	0,653	0,656	0,659	0,662	0,665	0,668	0,671	0,674	0,677	0,680	0,683	0,686	0,689	0,692	0,695	0,698	0,701	0,704	0,707	0,710	0,713	0,716	0,719	0,722	0,725	0,728	0,731	0,734	0,737	0,740	0,743	0,746	0,749	0,752	0,755	0,758	0,761	0,764	0,767	0,770	0,773	0,776	0,779	0,782	0,785	0,788	0,791	0,794	0,797	0,800	0,803	0,806	0,809	0,812	0,815	0,818	0,821	0,824	0,827	0,830	0,833	0,836	0,839	0,842	0,845	0,848	0,851	0,854	0,857	0,860	0,863	0,866	0,869	0,872	0,875	0,878	0,881	0,884	0,887	0,890	0,893	0,896	0,899	0,902	0,905	0,908	0,911	0,914	0,917	0,920	0,923	0,926	0,929	0,932	0,935	0,938	0,941	0,944	0,947	0,950	0,953	0,956	0,959	0,962	0,965	0,968	0,971	0,974	0,977	0,980	0,983	0,986	0,989	0,992	0,995	0,998	1,001	1,004	1,007	1,010	1,013	1,016	1,019	1,022	1,025	1,028	1,031	1,034	1,037	1,040	1,043	1,046	1,049	1,052	1,055	1,058	1,061	1,064	1,067	1,070	1,073	1,076	1,079	1,082	1,085	1,088	1,091	1,094	1,097	1,100	1,103	1,106	1,109	1,112	1,115	1,118	1,121	1,124	1,127	1,130	1,133	1,136	1,139	1,142	1,145	1,148	1,151	1,154	1,157	1,160	1,163	1,166	1,169	1,172	1,175	1,178	1,181	1,184	1,187	1,190	1,193	1,196	1,199	1,202	1,205	1,208	1,211	1,214	1,217	1,220	1,223	1,226	1,229	1,232	1,235	1,238	1,241	1,244	1,247	1,250	1,253	1,256	1,259	1,262	1,265	1,268	1,271	1,274	1,277	1,280	1,283	1,286	1,289	1,292	1,295	1,298	1,301	1,304	1,307	1,310	1,313	1,316	1,319	1,322	1,325	1,328	1,331	1,334	1,337	1,340	1,343	1,346	1,349	1,352	1,355	1,358	1,361	1,364	1,367	1,370	1,373	1,376	1,379	1,382	1,385	1,388	1,391	1,394	1,397	1,400	1,403	1,406	1,409	1,412	1,415	1,418	1,421	1,424	1,427	1,430	1,433	1,436	1,439	1,442	1,445	1,448	1,451	1,454	1,457	1,460	1,463	1,466	1,469	1,472	1,475	1,478	1,481	1,484	1,487	1,490	1,493	1,496	1,499	1,502	1,505	1,508	1,511	1,514	1,517	1,520	1,523	1,526	1,529	1,532	1,535	1,538	1,541	1,544	1,547	1,550	1,553	1,556	1,559	1,562	1,565	1,568	1,571	1,574	1,577	1,580	1,583	1,586	1,589	1,592	1,595	1,598	1,601	1,604	1,607	1,610	1,613	1,616	1,619	1,622	1,625	1,628	1,631	1,634	1,637	1,640	1,643	1,646	1,649	1,652	1,655	1,658	1,661	1,664	1,667	1,670	1,673	1,676	1,679	1,682	1,685	1,688	1,691	1,694	1,697	1,700	1,703	1,706	1,709	1,712	1,715	1,718	1,721	1,724	1,727	1,730	1,733	1,736	1,739	1,742	1,745	1,748	1,751	1,754	1,757	1,760	1,763	1,766	1,769	1,772	1,775	1,778	1,781	1,784	1,787	1,790	1,793	1,796	1,799	1,802	1,805	1,808	1,811	1,814	1,817	1,820	1,823	1,826	1,829	1,832	1,835	1,838	1,841	1,844	1,847	1,850	1,853	1,856	1,859	1,862	1,865	1,868	1,871	1,874	1,877	1,880	1,883	1,886	1,889	1,892	1,895	1,898	1,901	1,904	1,907	1,910	1,913	1,916	1,919	1,922	1,925	1,928	1,931	1,934	1,937	1,940	1,943	1,946	1,949	1,952	1,955	1,958	1,961	1,964	1,967	1,970	1,973	1,976	1,979	1,982	1,985	1,988	1,991	1,994	1,997	2,000	2,003	2,006	2,009	2,012	2,015	2,018	2,021	2,024	2,027	2,030	2,033	2,036	2,039	2,042	2,045	2,048	2,051	2,054	2,057	2,060	2,063	2,066	2,069	2,072	2,075	2,078	2,081	2,084	2,087	2,090	2,093	2,096	2,099	2,102	2,105	2,108	2,111	2,114	2,117	2,120	2,123	2,126	2,129	2,132	2,135	2,138	2,141	2,144	2,147	2,150	2,153	2,156	2,159	2,162	2,165	2,168	2,171	2,174	2,177	2,180	2,183	2,186	2,189	2,192	2,195	2,198	2,201	2,204	2,207	2,210	2,213	2,216	2,219	2,222	2,225	2,228	2,231	2,234	2,237	2,240	2,243	2,246	2,249	2,252	2,255	2,258	2,261	2,264	2,267	2,270	2,273	2,276	2,279	2,282	2,285	2,288	2,291	2,294	2,297	2,300	2,303	2,306	2,309	2,312	2,315	2,318	2,321	2,324	2,327	2,330	2,333	2,336	2,33

Tabla N° 11. Tabla de volumen de la plantación de pino (*Pinus radiata* D. Don) en base a 1530 árboles comprendidos entre los rangos altitudinales de 3280 - 3580 m.s.n.m. (Galte Jatun Loma).

DAP (cm)	Altura (m)																																							
	3,14	3,78	4,42	5,06	5,70	6,33	6,97	7,61	8,25	8,89	9,53	10,17	10,81	11,45	12,09	12,73	13,37	14,00	14,64	15,28	15,92	16,56	17,20	17,84	18,48	19,12	19,76	20,40	21,03	21,67	22,31	22,95	23,59	24,23	24,87	25,51	26,15	26,79	27,43	28,07
15,32	0,053	0,060	0,066	0,072	0,079	0,084	0,090	0,096	0,101	0,106	0,111	0,116	0,121	0,126	0,130	0,135	0,140	0,144	0,149	0,153	0,157	0,161	0,166	0,170	0,174	0,178	0,182	0,186	0,190	0,193	0,197	0,201	0,205	0,209	0,212	0,216	0,220	0,223	0,227	0,230
16,63	0,062	0,070	0,077	0,085	0,092	0,099	0,105	0,112	0,118	0,124	0,130	0,136	0,142	0,147	0,153	0,158	0,163	0,169	0,174	0,179	0,184	0,189	0,194	0,199	0,203	0,208	0,213	0,217	0,222	0,227	0,231	0,235	0,240	0,244	0,249	0,253	0,257	0,261	0,265	0,270
17,95	0,071	0,081	0,090	0,098	0,106	0,114	0,122	0,129	0,137	0,144	0,151	0,157	0,164	0,170	0,177	0,183	0,189	0,195	0,201	0,207	0,213	0,219	0,224	0,230	0,235	0,241	0,246	0,252	0,257	0,262	0,267	0,272	0,277	0,283	0,288	0,292	0,297	0,302	0,307	0,312
19,27	0,082	0,092	0,103	0,112	0,122	0,131	0,140	0,148	0,156	0,165	0,172	0,180	0,188	0,195	0,202	0,210	0,217	0,223	0,230	0,237	0,244	0,250	0,257	0,263	0,269	0,276	0,282	0,288	0,294	0,300	0,306	0,312	0,318	0,323	0,329	0,335	0,341	0,346	0,352	0,357
20,58	0,093	0,105	0,116	0,128	0,138	0,149	0,158	0,168	0,178	0,187	0,196	0,204	0,213	0,221	0,230	0,238	0,246	0,254	0,261	0,269	0,277	0,284	0,291	0,299	0,306	0,313	0,320	0,327	0,334	0,341	0,347	0,354	0,361	0,367	0,374	0,380	0,386	0,393	0,399	0,405
21,90	0,104	0,118	0,131	0,144	0,156	0,167	0,178	0,189	0,200	0,210	0,220	0,230	0,240	0,249	0,259	0,268	0,277	0,286	0,294	0,303	0,311	0,320	0,328	0,336	0,344	0,352	0,360	0,368	0,376	0,383	0,391	0,398	0,406	0,413	0,421	0,428	0,435	0,442	0,449	0,456
23,22	0,116	0,132	0,147	0,161	0,174	0,187	0,200	0,212	0,224	0,235	0,246	0,257	0,268	0,279	0,289	0,299	0,309	0,319	0,329	0,339	0,348	0,358	0,367	0,376	0,385	0,394	0,403	0,411	0,420	0,429	0,437	0,446	0,454	0,462	0,470	0,478	0,487	0,495	0,502	0,510
24,53	0,129	0,147	0,163	0,179	0,193	0,208	0,222	0,235	0,248	0,261	0,274	0,286	0,298	0,310	0,321	0,333	0,344	0,355	0,366	0,376	0,387	0,397	0,408	0,418	0,428	0,438	0,448	0,457	0,467	0,476	0,486	0,495	0,504	0,514	0,523	0,532	0,541	0,550	0,558	0,567
25,85	0,143	0,162	0,180	0,197	0,214	0,230	0,245	0,260	0,275	0,289	0,303	0,316	0,329	0,342	0,355	0,368	0,380	0,392	0,404	0,416	0,428	0,439	0,450	0,462	0,473	0,484	0,495	0,505	0,516	0,527	0,537	0,547	0,557	0,568	0,578	0,588	0,598	0,607	0,617	0,627
27,17	0,157	0,178	0,198	0,217	0,235	0,253	0,269	0,286	0,302	0,317	0,333	0,348	0,362	0,376	0,391	0,404	0,418	0,431	0,444	0,457	0,470	0,483	0,495	0,508	0,520	0,532	0,544	0,556	0,567	0,579	0,590	0,602	0,613	0,624	0,635	0,646	0,657	0,668	0,679	0,689
28,48	0,172	0,195	0,217	0,238	0,257	0,277	0,295	0,313	0,330	0,348	0,364	0,380	0,396	0,412	0,428	0,443	0,457	0,472	0,487	0,501	0,515	0,529	0,542	0,556	0,569	0,582	0,595	0,608	0,621	0,634	0,646	0,659	0,671	0,683	0,695	0,707	0,719	0,731	0,743	0,755
29,80	0,188	0,213	0,236	0,259	0,281	0,301	0,322	0,341	0,360	0,379	0,397	0,415	0,432	0,449	0,466	0,483	0,499	0,515	0,531	0,546	0,561	0,576	0,591	0,606	0,621	0,635	0,649	0,663	0,677	0,691	0,705	0,718	0,732	0,745	0,758	0,771	0,784	0,797	0,810	0,823
31,12	0,204	0,231	0,257	0,281	0,305	0,327	0,349	0,371	0,391	0,412	0,431	0,451	0,470	0,488	0,506	0,524	0,542	0,559	0,576	0,593	0,610	0,626	0,642	0,658	0,674	0,690	0,705	0,721	0,736	0,751	0,766	0,780	0,795	0,809	0,824	0,838	0,852	0,866	0,880	0,894
32,43	0,221	0,250	0,278	0,304	0,330	0,354	0,378	0,401	0,424	0,446	0,467	0,488	0,508	0,528	0,548	0,567	0,587	0,605	0,624	0,642	0,660	0,678	0,695	0,713	0,730	0,747	0,763	0,780	0,796	0,813	0,829	0,845	0,860	0,876	0,892	0,907	0,922	0,937	0,952	0,967
33,75	0,238	0,270	0,300	0,329	0,356	0,383	0,408	0,433	0,457	0,481	0,504	0,526	0,548	0,570	0,591	0,612	0,633	0,653	0,673	0,693	0,712	0,731	0,750	0,769	0,787	0,806	0,824	0,842	0,859	0,877	0,894	0,911	0,929	0,945	0,962	0,979	0,995	1,012	1,028	1,044
35,07	0,256	0,290	0,323	0,354	0,383	0,412	0,439	0,466	0,492	0,517	0,542	0,566	0,590	0,613	0,636	0,659	0,681	0,703	0,724	0,745	0,766	0,787	0,807	0,827	0,847	0,867	0,886	0,906	0,925	0,944	0,962	0,981	0,999	1,017	1,035	1,053	1,071	1,088	1,106	1,123
36,38	0,275	0,312	0,346	0,379	0,411	0,442	0,471	0,500	0,528	0,555	0,582	0,608	0,633	0,658	0,683	0,707	0,731	0,754	0,777	0,800	0,822	0,844	0,866	0,888	0,909	0,930	0,951	0,972	0,992	1,012	1,032	1,052	1,072	1,092	1,111	1,130	1,149	1,168	1,187	1,205
37,70	0,294	0,334	0,371	0,406	0,440	0,473	0,504	0,535	0,565	0,594	0,623	0,651	0,678	0,705	0,731	0,757	0,782	0,807	0,832	0,856	0,880	0,904	0,927	0,950	0,973	0,996	1,018	1,040	1,062	1,084	1,105	1,126	1,147	1,168	1,189	1,210	1,230	1,250	1,270	1,290
39,02	0,314	0,356	0,396	0,434	0,470	0,505	0,539	0,571	0,603	0,634	0,665	0,695	0,724	0,752	0,780	0,808	0,835	0,862	0,888	0,914	0,940	0,965	0,990	1,015	1,039	1,063	1,087	1,111	1,134	1,157	1,180	1,203	1,225	1,248	1,270	1,292	1,313	1,335	1,356	1,378
40,33	0,335	0,380	0,422	0,462	0,501	0,538	0,574	0,609	0,643	0,676	0,708	0,740	0,771	0,802	0,832	0,861	0,890	0,918	0,947	0,974	1,002	1,028	1,055	1,081	1,107	1,133	1,158	1,184	1,208	1,233	1,258	1,282	1,306	1,329	1,353	1,376	1,400	1,422	1,445	1,468
41,65	0,356	0,404	0,449	0,491	0,532	0,572	0,610	0,647	0,684	0,719	0,753	0,787	0,820	0,853	0,884	0,916	0,946	0,977	1,007	1,036	1,065	1,094	1,122	1,150	1,178	1,205	1,232	1,259	1,285	1,311	1,337	1,363	1,388	1,414	1,439	1,464	1,488	1,513	1,537	1,561
42,97	0,378	0,428	0,476	0,521	0,565	0,607	0,648	0,687	0,726	0,763	0,800	0,835	0,870	0,905	0,939	0,972	1,004	1,037	1,068	1,100	1,130	1,161	1,191	1,220	1,250	1,279	1,307	1,336	1,364	1,392	1,419	1,447	1,474	1,500	1,527	1,553	1,579	1,605	1,631	1,657
44,28	0,401	0,454	0,504	0,552	0,599	0,643	0,686	0,728	0,769	0,808	0,847	0,885	0,922	0,959	0,994	1,030	1,064	1,098	1,132	1,165	1,198	1,230	1,262	1,293	1,324	1,355	1,385	1,415	1,445	1,474	1,504	1,533	1,561	1,590	1,618	1,646	1,673	1,701	1,728	1,755
45,60	0,424	0,480	0,533	0,584	0,633	0,680	0,726	0,770	0,813	0,855	0,896	0,936	0,975	1,014	1,052	1,089	1,126	1,162	1,197	1,232	1,267	1,301	1,334	1,368	1,400	1,433	1,465	1,497	1,528	1,559	1,590	1,621	1,651	1,681	1,711	1,741	1,770	1,799	1,828	1,856
46,92	0,447	0,507	0,563	0,617	0,669	0,718	0,766	0,813	0,859	0,903	0,946	0,988	1,030	1,071	1,111	1,150	1,189	1,227	1,264	1,301	1,337	1,373	1,409	1,444	1,479	1,513	1,547	1,581	1,614	1,647	1,679	1,712	1,744	1,775	1,807	1,838	1,869	1,900	1,930	1,960
48,23	0,472	0,534	0,594	0,651	0,705	0,757	0,808	0,857	0,905	0,952	0,998	1,042	1,086	1,129	1,171	1,212	1,253	1,293	1,333	1,372	1,410	1,448	1,486	1,523	1,559	1,595	1,631	1,667	1,702	1,736	1,771	1,805	1,838	1,872	1,905	1,938	1,971	2,003	2,035	2,067
49,55	0,497	0,563	0,625	0,685	0,742	0,797	0,851	0,903	0,953	1,002	1,050	1,097	1,143	1,189	1,233	1,277	1,319	1,362	1,403	1,444	1,485	1,525	1,564	1,603	1,642	1,680	1,717	1,755	1,792	1,828	1,864	1,900	1,936	1,971	2,006	2,040	2,075	2,109	2,143	2,176
50,87	0,522	0,592	0,657	0,720	0,780	0,838	0,895	0,949	1,002	1,054	1,104	1,154	1,202	1,250	1,296	1,342	1,387	1,432	1,475	1,519	1,561	1,603	1,645	1,686	1,726	1,766	1,806	1,845	1,884	1,922	1,960	1,998	2,035	2,072	2,109	2,145	2,181	2,217	2,253	2,288
52,18	0,548	0,621	0,690	0,756	0,820	0,880	0,939	0,997	1,052	1,107	1,160	1,212	1,262	1,312</																										

Tabla N° 12. Tabla de volumen de la plantación de pino (*Pinus radiata* D. Don) en base a 1530 árboles comprendidos entre los rangos altitudinales de 3280 - 3580 m.s.n.m. (Galte Jatun Loma).

DAP (cm)	Altura (m)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	3,14	3,78	4,42	5,06	5,70	6,33	6,97	7,61	8,25	8,89	9,53	10,17	10,81	11,45	12,09	12,73	13,37	14,00	14,64	15,28	15,92	16,56	17,20	17,84	18,48	19,12	19,76	20,40	21,03	21,67	22,31	22,95	23,59	24,23	24,87	25,51	26,15	26,79	27,43	28,07																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
15,32	0,041	0,047	0,052	0,057	0,062	0,067	0,072	0,076	0,080	0,085	0,089	0,093	0,097	0,101	0,104	0,108	0,112	0,116	0,119	0,123	0,126	0,130	0,133	0,137	0,140	0,143	0,146	0,150	0,153	0,156	0,159	0,162	0,165	0,169	0,172	0,175	0,178	0,181	0,184	0,186	0,188	0,190	0,192	0,194	0,196	0,198	0,200	0,202	0,204	0,206	0,208	0,210	0,212	0,214	0,216	0,218	0,220	0,222	0,224	0,226	0,228	0,230	0,232	0,234	0,236	0,238	0,240	0,242	0,244	0,246	0,248	0,250	0,252	0,254	0,256	0,258	0,260	0,262	0,264	0,266	0,268	0,270	0,272	0,274	0,276	0,278	0,280	0,282	0,284	0,286	0,288	0,290	0,292	0,294	0,296	0,298	0,300	0,302	0,304	0,306	0,308	0,310	0,312	0,314	0,316	0,318	0,320	0,322	0,324	0,326	0,328	0,330	0,332	0,334	0,336	0,338	0,340	0,342	0,344	0,346	0,348	0,350	0,352	0,354	0,356	0,358	0,360	0,362	0,364	0,366	0,368	0,370	0,372	0,374	0,376	0,378	0,380	0,382	0,384	0,386	0,388	0,390	0,392	0,394	0,396	0,398	0,400	0,402	0,404	0,406	0,408	0,410	0,412	0,414	0,416	0,418	0,420	0,422	0,424	0,426	0,428	0,430	0,432	0,434	0,436	0,438	0,440	0,442	0,444	0,446	0,448	0,450	0,452	0,454	0,456	0,458	0,460	0,462	0,464	0,466	0,468	0,470	0,472	0,474	0,476	0,478	0,480	0,482	0,484	0,486	0,488	0,490	0,492	0,494	0,496	0,498	0,500	0,502	0,504	0,506	0,508	0,510	0,512	0,514	0,516	0,518	0,520	0,522	0,524	0,526	0,528	0,530	0,532	0,534	0,536	0,538	0,540	0,542	0,544	0,546	0,548	0,550	0,552	0,554	0,556	0,558	0,560	0,562	0,564	0,566	0,568	0,570	0,572	0,574	0,576	0,578	0,580	0,582	0,584	0,586	0,588	0,590	0,592	0,594	0,596	0,598	0,600	0,602	0,604	0,606	0,608	0,610	0,612	0,614	0,616	0,618	0,620	0,622	0,624	0,626	0,628	0,630	0,632	0,634	0,636	0,638	0,640	0,642	0,644	0,646	0,648	0,650	0,652	0,654	0,656	0,658	0,660	0,662	0,664	0,666	0,668	0,670	0,672	0,674	0,676	0,678	0,680	0,682	0,684	0,686	0,688	0,690	0,692	0,694	0,696	0,698	0,700	0,702	0,704	0,706	0,708	0,710	0,712	0,714	0,716	0,718	0,720	0,722	0,724	0,726	0,728	0,730	0,732	0,734	0,736	0,738	0,740	0,742	0,744	0,746	0,748	0,750	0,752	0,754	0,756	0,758	0,760	0,762	0,764	0,766	0,768	0,770	0,772	0,774	0,776	0,778	0,780	0,782	0,784	0,786	0,788	0,790	0,792	0,794	0,796	0,798	0,800	0,802	0,804	0,806	0,808	0,810	0,812	0,814	0,816	0,818	0,820	0,822	0,824	0,826	0,828	0,830	0,832	0,834	0,836	0,838	0,840	0,842	0,844	0,846	0,848	0,850	0,852	0,854	0,856	0,858	0,860	0,862	0,864	0,866	0,868	0,870	0,872	0,874	0,876	0,878	0,880	0,882	0,884	0,886	0,888	0,890	0,892	0,894	0,896	0,898	0,900	0,902	0,904	0,906	0,908	0,910	0,912	0,914	0,916	0,918	0,920	0,922	0,924	0,926	0,928	0,930	0,932	0,934	0,936	0,938	0,940	0,942	0,944	0,946	0,948	0,950	0,952	0,954	0,956	0,958	0,960	0,962	0,964	0,966	0,968	0,970	0,972	0,974	0,976	0,978	0,980	0,982	0,984	0,986	0,988	0,990	0,992	0,994	0,996	0,998	1,000	1,002	1,004	1,006	1,008	1,010	1,012	1,014	1,016	1,018	1,020	1,022	1,024	1,026	1,028	1,030	1,032	1,034	1,036	1,038	1,040	1,042	1,044	1,046	1,048	1,050	1,052	1,054	1,056	1,058	1,060	1,062	1,064	1,066	1,068	1,070	1,072	1,074	1,076	1,078	1,080	1,082	1,084	1,086	1,088	1,090	1,092	1,094	1,096	1,098	1,100	1,102	1,104	1,106	1,108	1,110	1,112	1,114	1,116	1,118	1,120	1,122	1,124	1,126	1,128	1,130	1,132	1,134	1,136	1,138	1,140	1,142	1,144	1,146	1,148	1,150	1,152	1,154	1,156	1,158	1,160	1,162	1,164	1,166	1,168	1,170	1,172	1,174	1,176	1,178	1,180	1,182	1,184	1,186	1,188	1,190	1,192	1,194	1,196	1,198	1,200	1,202	1,204	1,206	1,208	1,210	1,212	1,214	1,216	1,218	1,220	1,222	1,224	1,226	1,228	1,230	1,232	1,234	1,236	1,238	1,240	1,242	1,244	1,246	1,248	1,250	1,252	1,254	1,256	1,258	1,260	1,262	1,264	1,266	1,268	1,270	1,272	1,274	1,276	1,278	1,280	1,282	1,284	1,286	1,288	1,290	1,292	1,294	1,296	1,298	1,300	1,302	1,304	1,306	1,308	1,310	1,312	1,314	1,316	1,318	1,320	1,322	1,324	1,326	1,328	1,330	1,332	1,334	1,336	1,338	1,340	1,342	1,344	1,346	1,348	1,350	1,352	1,354	1,356	1,358	1,360	1,362	1,364	1,366	1,368	1,370	1,372	1,374	1,376	1,378	1,380	1,382	1,384	1,386	1,388	1,390	1,392	1,394	1,396	1,398	1,400	1,402	1,404	1,406	1,408	1,410	1,412	1,414	1,416	1,418	1,420	1,422	1,424	1,426	1,428	1,430	1,432	1,434	1,436	1,438	1,440	1,442	1,444	1,446	1,448	1,450	1,452	1,454	1,456	1,458	1,460	1,462	1,464	1,466	1,468	1,470	1,472	1,474	1,476	1,478	1,480	1,482	1,484	1,486	1,488	1,490	1,492	1,494	1,496	1,498	1,500	1,502	1,504	1,506	1,508	1,510	1,512	1,514	1,516	1,518	1,520	1,522	1,524	1,526	1,528	1,530	1,532	1,534	1,536	1,538	1,540	1,542	1,544	1,546	1,548	1,550	1,552	1,554	1,556	1,558	1,560	1,562	1,564	1,566	1,568	1,570	1,572	1,574	1,576	1,578	1,580	1,582	1,584	1,586	1,588	1,590	1,592	1,594	1,596	1,598	1,600	1,602	1,604	1,606	1,608	1,610	1,612	1,614	1,616	1,618	1,620	1,622	1,624	1,626	1,628	1,630	1,632	1,634	1,636	1,638	1,640	1,642	1,644	1,646	1,648	1,650	1,652	1,654	1,656	1,658	1,660	1,662	1,664	1,666	1,668	1,670	1,672	1,674	1,676	1,678	1,680	1,682	1,684	1,686	1,688	1,690	1,692	1,694	1,696	1,698	1,700	1,702	1,704	1,706	1,708	1,710	1,712	1,714	1,716	1,718	1,720	1,722	1,724	1,726	1,728	1,730	1,732	1,734	1,736	1,738	1,740	1,742	1,744	1,746	1,748	1,750	1,752	1,754	1,756	1,758	1,760	1,762	1,764	1,766	1,768	1,770	1,772	1,774	1,776	1,778	1,780	1,782	1,784	1,786	1,788	1,790	1,792	1,794	1,796	1,798	1,800	1,802	1,804	1,806	1,808	1,810	1,812	1,814	1,816	1,818	1,820	1,822	1,824	1,826	1,828	1,830	1,832	1,834	1,836	1,838	1,840	1,842	1,844	1,846	1,848	1,850	1,852	1,854	1,856	1,858	1,860	1,862	1,864	1,866	1,868	1,870	1,872	1,874	1,876	1,878	1,880	1,882	1,884	1,886	1,888	1,890	1,892	1,894	1,896	1,898	1,900	1,902	1,904	1,906	1,908	1,910	1,912	1,914	1,916	1,918	1,920	1,922	1,924	1,926	1,928	1,930	1,932	1,934	1,936	1,938	1,940	1,942	1,944	1,946	1,948	1,950	1,952	1,954	1,956	1,958	1,960	1,962	1,964	1,966	1,968	1,970	1,972	1,974	1,976	1,978	1,980	1,982	1,984	1,986	1,988	1,990	1,992	1,994	1,996	1,998	2,000	2,002	2,004	2,006	2,008	2,010	2,012	2,014	2,016	2,018	2,020	2,022	2,024	2,026	2,028	2,030	2,032	2,034	2,036	2,038	2,040	2,042	2,044	2,046	2,048	2,050	2,052	2,054	2,056	2,058	2,060	2,062	2,064	2,066	2,068	2,070	2,072	2,074	2,076	2,078	2,080	2,082	2,084	2,086	2,088	2,090	2,092	2,094	2,096	2,098	2,100	2,102	2,104	2,106	2,108	2,110	2,112	2,114	2,116	2,118	2,120	2,122	2,124	2,126	2,128	2,130	2,132	2,134	2,136	2,138	2,140	2,142	2,144	2,146	2,148	2,150	2,152	2,154	2,156	2,158	2,160	2,162	2,164	2,166	2,168	2,170	2,172	2,174	2,176	2,178	2,180	2,182	2,184	2,186	2,188	2,190	2,192	2,194	2,196	2,198	2,200	2,202	2,204	2,206	2,208	2,210	2,212	2,214	2,216	2,218	2,220	2,222	2,224	2,226	2,228	2,230	2,232	2,234	2,236	2,238	2,240	2,242	2,244	2,246	2,248	2,250	2,252	2,254	2,256	2,258	2,260	2,262	2,264	2,266	2,268	2,270	2,272	2,274	2,276	2,278	2,280	2,282	2,284	2,286	2,288	2,290	2,292	2,294	2,296	2,298	2,300	2,302	2,304	2,306	2,308	2,310	2,312	2,314	2,316	2,318	2,320	2,322	2,324	2,326	2,328	2,330	2,332	2,334	2,336	2,338	2,340	2,342	2,344	2,346	2,348	2,350	2,352	2,354	2,356	2,358	2,360	2,362	2,364	2,366	2,368	2,370	2,372	2,374	2,376	2,378	2,380	2,382	2,384	2,386	2,388	2,390	2,392	2,394	2,396	2,398	2,400	2,402	2,404	2,406	2,408	2,410	2,412	2,414	2,416	2,418	2,420	2,422	2,424	2,426	2,428	2,430	2,432	2,434	2,436	2,438	2,440	2,442	2,444	2,446	2,448	2,450	2,452	2,454	2,456	2,458</

Tabla N° 13. Tabla de volumen de la plantación de pino (*Pinus radiata* D. Don) en base a 1442 árboles comprendidos entre los rangos altitudinales de 3160 - 3520 m.s.n.m. (Chauzan San Alfonso).

DAP (cm)	Altura (m)																																							
	1,41	1,72	2,03	2,34	2,65	2,96	3,27	3,57	3,88	4,19	4,50	4,81	5,12	5,43	5,74	6,05	6,36	6,67	6,98	7,29	7,60	7,91	8,21	8,52	8,83	9,14	9,45	9,76	10,07	10,38	10,69	11,00	11,31	11,62	11,93	12,24	12,55	12,86	13,16	13,47
10,76	0,020	0,023	0,027	0,030	0,034	0,037	0,040	0,044	0,047	0,050	0,053	0,056	0,059	0,063	0,066	0,069	0,072	0,075	0,078	0,081	0,084	0,087	0,089	0,092	0,095	0,098	0,101	0,104	0,107	0,110	0,112	0,115	0,118	0,121	0,123	0,126	0,129	0,132	0,134	0,137
11,52	0,021	0,025	0,028	0,032	0,036	0,039	0,043	0,046	0,050	0,053	0,057	0,060	0,063	0,067	0,070	0,073	0,076	0,080	0,083	0,086	0,089	0,092	0,095	0,098	0,101	0,104	0,107	0,111	0,114	0,117	0,120	0,123	0,125	0,128	0,131	0,134	0,137	0,140	0,143	0,146
12,29	0,022	0,026	0,030	0,034	0,038	0,042	0,045	0,049	0,053	0,056	0,060	0,064	0,067	0,071	0,074	0,077	0,081	0,084	0,088	0,091	0,094	0,098	0,101	0,104	0,107	0,111	0,114	0,117	0,120	0,124	0,127	0,130	0,133	0,136	0,139	0,142	0,145	0,149	0,152	0,155
13,05	0,023	0,028	0,032	0,036	0,040	0,044	0,048	0,052	0,056	0,060	0,063	0,067	0,071	0,075	0,078	0,082	0,085	0,089	0,093	0,096	0,100	0,103	0,107	0,110	0,113	0,117	0,120	0,124	0,127	0,130	0,134	0,137	0,140	0,144	0,147	0,150	0,154	0,157	0,160	0,163
13,81	0,024	0,029	0,034	0,038	0,042	0,046	0,051	0,055	0,059	0,063	0,067	0,071	0,075	0,078	0,082	0,086	0,090	0,094	0,097	0,101	0,105	0,109	0,112	0,116	0,119	0,123	0,127	0,130	0,134	0,137	0,141	0,144	0,148	0,151	0,155	0,158	0,162	0,165	0,169	0,172
14,57	0,026	0,030	0,035	0,040	0,044	0,049	0,053	0,057	0,062	0,066	0,070	0,074	0,078	0,082	0,086	0,090	0,094	0,098	0,102	0,106	0,110	0,114	0,118	0,122	0,125	0,129	0,133	0,137	0,141	0,144	0,148	0,152	0,155	0,159	0,163	0,166	0,170	0,173	0,177	0,181
15,33	0,027	0,032	0,037	0,042	0,046	0,051	0,056	0,060	0,065	0,069	0,073	0,078	0,082	0,086	0,091	0,095	0,099	0,103	0,107	0,111	0,115	0,119	0,123	0,127	0,131	0,135	0,139	0,143	0,147	0,151	0,155	0,159	0,163	0,166	0,170	0,174	0,178	0,182	0,185	0,189
16,09	0,028	0,033	0,039	0,044	0,048	0,053	0,058	0,063	0,068	0,072	0,077	0,081	0,086	0,090	0,095	0,099	0,103	0,108	0,112	0,116	0,121	0,125	0,129	0,133	0,137	0,141	0,146	0,150	0,154	0,158	0,162	0,166	0,170	0,174	0,178	0,182	0,186	0,190	0,194	0,198
16,86	0,029	0,035	0,040	0,045	0,051	0,056	0,061	0,066	0,070	0,075	0,080	0,085	0,089	0,094	0,099	0,103	0,108	0,112	0,117	0,121	0,126	0,130	0,135	0,139	0,143	0,148	0,152	0,156	0,160	0,165	0,169	0,173	0,177	0,181	0,186	0,190	0,194	0,198	0,202	0,206
17,62	0,031	0,036	0,042	0,047	0,053	0,058	0,063	0,068	0,073	0,078	0,083	0,088	0,093	0,098	0,103	0,107	0,112	0,117	0,122	0,126	0,131	0,135	0,140	0,145	0,149	0,154	0,158	0,163	0,167	0,171	0,176	0,180	0,185	0,189	0,193	0,198	0,202	0,206	0,210	0,215
18,38	0,032	0,038	0,043	0,049	0,055	0,060	0,066	0,071	0,076	0,081	0,087	0,092	0,097	0,102	0,107	0,112	0,117	0,122	0,126	0,131	0,136	0,141	0,146	0,150	0,155	0,160	0,164	0,169	0,174	0,178	0,183	0,187	0,192	0,196	0,201	0,205	0,210	0,214	0,219	0,223
19,14	0,033	0,039	0,045	0,051	0,057	0,062	0,068	0,074	0,079	0,084	0,090	0,095	0,100	0,106	0,111	0,116	0,121	0,126	0,131	0,136	0,141	0,146	0,151	0,156	0,161	0,166	0,170	0,175	0,180	0,185	0,190	0,194	0,199	0,204	0,208	0,213	0,218	0,222	0,227	0,231
19,90	0,034	0,040	0,047	0,053	0,059	0,065	0,070	0,076	0,082	0,087	0,093	0,099	0,104	0,109	0,115	0,120	0,125	0,131	0,136	0,141	0,146	0,151	0,156	0,161	0,167	0,172	0,177	0,182	0,187	0,191	0,196	0,201	0,206	0,211	0,216	0,221	0,226	0,230	0,235	0,240
20,67	0,035	0,042	0,048	0,055	0,061	0,067	0,073	0,079	0,085	0,091	0,096	0,102	0,108	0,113	0,119	0,124	0,130	0,135	0,141	0,146	0,151	0,157	0,162	0,167	0,172	0,178	0,183	0,188	0,193	0,198	0,203	0,208	0,213	0,218	0,223	0,228	0,233	0,238	0,243	0,248
21,43	0,036	0,043	0,050	0,056	0,063	0,069	0,075	0,082	0,088	0,094	0,099	0,105	0,111	0,117	0,123	0,128	0,134	0,140	0,145	0,151	0,156	0,162	0,167	0,173	0,178	0,183	0,189	0,194	0,199	0,205	0,210	0,215	0,220	0,226	0,231	0,236	0,241	0,246	0,251	0,256
22,19	0,038	0,045	0,052	0,058	0,065	0,071	0,078	0,084	0,090	0,097	0,103	0,109	0,115	0,121	0,127	0,133	0,138	0,144	0,150	0,156	0,161	0,167	0,173	0,178	0,184	0,189	0,195	0,200	0,206	0,211	0,217	0,222	0,228	0,233	0,238	0,244	0,249	0,254	0,259	0,265
22,95	0,039	0,046	0,053	0,060	0,067	0,074	0,080	0,087	0,093	0,100	0,106	0,112	0,118	0,125	0,131	0,137	0,143	0,149	0,155	0,161	0,166	0,172	0,178	0,184	0,190	0,195	0,201	0,207	0,212	0,218	0,224	0,229	0,235	0,240	0,246	0,251	0,257	0,262	0,268	0,273
23,71	0,040	0,047	0,055	0,062	0,069	0,076	0,083	0,089	0,096	0,103	0,109	0,116	0,122	0,128	0,135	0,141	0,147	0,153	0,159	0,165	0,171	0,177	0,183	0,189	0,195	0,201	0,207	0,213	0,219	0,224	0,230	0,236	0,242	0,247	0,253	0,259	0,264	0,270	0,276	0,281
24,48	0,041	0,049	0,056	0,064	0,071	0,078	0,085	0,092	0,099	0,106	0,112	0,119	0,125	0,132	0,138	0,145	0,151	0,158	0,164	0,170	0,176	0,183	0,189	0,195	0,201	0,207	0,213	0,219	0,225	0,231	0,237	0,243	0,249	0,255	0,260	0,266	0,272	0,278	0,284	0,289
25,24	0,042	0,050	0,058	0,066	0,073	0,080	0,087	0,095	0,102	0,109	0,115	0,122	0,129	0,136	0,142	0,149	0,156	0,162	0,169	0,175	0,181	0,188	0,194	0,200	0,207	0,213	0,219	0,225	0,231	0,238	0,244	0,250	0,256	0,262	0,268	0,274	0,280	0,286	0,292	0,298
26,00	0,043	0,052	0,060	0,067	0,075	0,082	0,090	0,097	0,104	0,112	0,119	0,126	0,133	0,139	0,146	0,153	0,160	0,166	0,173	0,180	0,186	0,193	0,199	0,206	0,212	0,219	0,225	0,231	0,238	0,244	0,250	0,257	0,263	0,269	0,275	0,281	0,287	0,294	0,300	0,306
26,76	0,045	0,053	0,061	0,069	0,077	0,085	0,092	0,100	0,107	0,114	0,122	0,129	0,136	0,143	0,150	0,157	0,164	0,171	0,178	0,185	0,191	0,198	0,205	0,211	0,218	0,225	0,231	0,238	0,244	0,251	0,257	0,263	0,270	0,276	0,282	0,289	0,295	0,301	0,308	0,314
27,52	0,046	0,054	0,063	0,071	0,079	0,087	0,095	0,102	0,110	0,117	0,125	0,132	0,140	0,147	0,154	0,161	0,168	0,175	0,182	0,189	0,196	0,203	0,210	0,217	0,224	0,230	0,237	0,244	0,250	0,257	0,264	0,270	0,277	0,283	0,290	0,296	0,303	0,309	0,316	0,322
28,28	0,047	0,056	0,064	0,073	0,081	0,089	0,097	0,105	0,113	0,120	0,128	0,136	0,143	0,151	0,158	0,165	0,173	0,180	0,187	0,194	0,201	0,208	0,215	0,222	0,229	0,236	0,243	0,250	0,257	0,263	0,270	0,277	0,284	0,290	0,297	0,304	0,310	0,317	0,323	0,330
29,05	0,048	0,057	0,066	0,074	0,083	0,091	0,099	0,107	0,115	0,123	0,131	0,139	0,147	0,154	0,162	0,169	0,177	0,184	0,191	0,199	0,206	0,213	0,220	0,228	0,235	0,242	0,249	0,256	0,263	0,270	0,277	0,284	0,291	0,297	0,304	0,311	0,318	0,325	0,331	0,338
29,81	0,049	0,058	0,067	0,076	0,085	0,093	0,102	0,110	0,118	0,126	0,134	0,142	0,150	0,158	0,166	0,173	0,181	0,189	0,196	0,204	0,211	0,218	0,226	0,233	0,240	0,248	0,255	0,262	0,269	0,276	0,283	0,290	0,298	0,305	0,312	0,319	0,325	0,332	0,339	0,346
30,57	0,050	0,060	0,069	0,078	0,087	0,096	0,104	0,113	0,121	0,129	0,137	0,146	0,154	0,162	0,169	0,177	0,185	0,193	0,201	0,208	0,216	0,223	0,231	0,238	0,246	0,253	0,261	0,268	0,275	0,283	0,290	0,297	0,304	0,312	0,319	0,326	0,333	0,340	0,347	0,354
31,33	0,052	0,061	0,071	0,080	0,089	0,098	0,106	0,115	0,124	0,132	0,140	0,149	0,157	0,165	0,173	0,181	0,189	0,197	0,205	0,213	0,221	0,228	0,236	0,244	0,251	0,259	0,267	0,274	0,282	0,289	0,297	0,304	0,311	0,319	0,326	0,333	0,341	0,348	0,355	0,362
32,09	0,053	0,062	0,072	0,081	0,091	0,100	0,109	0,118	0,126	0,135	0,144	0,152	0,160	0,169	0,177	0,18																								

Tabla N° 14. Tabla de volumen de la plantación de pino (*Pinus radiata* D. Don) en base a 1442 árboles comprendidos entre los rangos altitudinales de 3160 - 3520 m.s.n.m. (Chauzan San Alfonso).

DAP (cm)	Altura (m)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	1,41	1,72	2,03	2,34	2,65	2,96	3,27	3,57	3,88	4,19	4,50	4,81	5,12	5,43	5,74	6,05	6,36	6,67	6,98	7,29	7,60	7,91	8,21	8,52	8,83	9,14	9,45	9,76	10,07	10,38	10,69	11,00	11,31	11,62	11,93	12,24	12,55	12,86	13,16	13,47																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
10,76	0,016	0,019	0,021	0,024	0,027	0,029	0,032	0,034	0,037	0,039	0,042	0,044	0,046	0,049	0,051	0,053	0,056	0,058	0,060	0,063	0,065	0,067	0,069	0,071	0,074	0,076	0,078	0,080	0,082	0,084	0,086	0,088	0,089	0,091	0,093	0,095	0,097	0,099	0,101	0,103	0,105	0,107	0,110	0,112																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
11,52	0,017	0,020	0,023	0,026	0,028	0,031	0,034	0,037	0,039	0,042	0,044	0,047	0,049	0,052	0,054	0,057	0,059	0,062	0,064	0,067	0,069	0,071	0,074	0,076	0,078	0,081	0,083	0,085	0,087	0,089	0,090	0,092	0,094	0,096	0,099	0,101	0,103	0,105	0,107	0,110	0,112	0,114	0,116	0,118	0,120	0,123	0,125																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
12,29	0,018	0,021	0,024	0,027	0,030	0,033	0,036	0,039	0,042	0,044	0,047	0,050	0,052	0,055	0,058	0,060	0,063	0,065	0,068	0,071	0,073	0,076	0,078	0,081	0,083	0,085	0,088	0,090	0,093	0,095	0,097	0,100	0,102	0,105	0,107	0,109	0,112	0,114	0,116	0,118	0,120	0,123	0,125	0,127	0,129	0,132	0,134	0,136																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
13,05	0,019	0,022	0,025	0,029	0,032	0,035	0,038	0,041	0,044	0,047	0,050	0,053	0,055	0,058	0,061	0,064	0,066	0,069	0,072	0,075	0,077	0,080	0,082	0,085	0,088	0,090	0,093	0,095	0,098	0,100	0,103	0,106	0,108	0,111	0,114	0,116	0,119	0,121	0,124	0,127	0,129	0,132	0,134	0,136	0,139	0,142	0,145	0,148	0,151																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
13,81	0,020	0,023	0,027	0,030	0,033	0,037	0,040	0,043	0,046	0,049	0,052	0,055	0,058	0,061	0,064	0,067	0,070	0,073	0,076	0,078	0,081	0,084	0,087	0,090	0,092	0,095	0,098	0,100	0,103	0,106	0,108	0,111	0,114	0,116	0,119	0,121	0,124	0,127	0,129	0,132	0,134	0,136	0,139	0,142	0,145	0,148	0,151	0,154	0,157	0,160																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
14,57	0,021	0,024	0,028	0,032	0,035	0,038	0,042	0,045	0,048	0,052	0,055	0,058	0,061	0,064	0,067	0,070	0,073	0,076	0,079	0,082	0,085	0,088	0,091	0,094	0,097	0,100	0,103	0,105	0,108	0,111	0,114	0,117	0,119	0,122	0,125	0,127	0,130	0,133	0,136	0,139	0,142	0,145	0,148	0,151	0,154	0,157	0,160	0,163	0,166	0,169	0,172	0,175	0,178	0,181	0,184	0,187	0,190	0,193	0,196	0,199	0,203	0,206	0,209	0,212	0,215	0,218	0,221	0,224	0,227	0,230	0,233	0,236	0,239	0,242	0,245	0,248	0,251	0,254	0,257	0,260	0,263	0,266	0,269	0,272	0,275	0,278	0,281	0,284	0,287	0,290	0,293	0,296	0,299	0,302	0,305	0,308	0,311	0,314	0,317	0,320	0,323	0,326	0,329	0,332	0,335	0,338	0,341	0,344	0,347	0,350	0,353	0,356	0,359	0,362	0,365	0,368	0,371	0,374	0,377	0,380	0,383	0,386	0,389	0,392	0,395	0,398	0,401	0,404	0,407	0,410	0,413	0,416	0,419	0,422	0,425	0,428	0,431	0,434	0,437	0,440	0,443	0,446	0,449	0,452	0,455	0,458	0,461	0,464	0,467	0,470	0,473	0,476	0,479	0,482	0,485	0,488	0,491	0,494	0,497	0,500	0,503	0,506	0,509	0,512	0,515	0,518	0,521	0,524	0,527	0,530	0,533	0,536	0,539	0,542	0,545	0,548	0,551	0,554	0,557	0,560	0,563	0,566	0,569	0,572	0,575	0,578	0,581	0,584	0,587	0,590	0,593	0,596	0,599	0,602	0,605	0,608	0,611	0,614	0,617	0,620	0,623	0,626	0,629	0,632	0,635	0,638	0,641	0,644	0,647	0,650	0,653	0,656	0,659	0,662	0,665	0,668	0,671	0,674	0,677	0,680	0,683	0,686	0,689	0,692	0,695	0,698	0,701	0,704	0,707	0,710	0,713	0,716	0,719	0,722	0,725	0,728	0,731	0,734	0,737	0,740	0,743	0,746	0,749	0,752	0,755	0,758	0,761	0,764	0,767	0,770	0,773	0,776	0,779	0,782	0,785	0,788	0,791	0,794	0,797	0,800	0,803	0,806	0,809	0,812	0,815	0,818	0,821	0,824	0,827	0,830	0,833	0,836	0,839	0,842	0,845	0,848	0,851	0,854	0,857	0,860	0,863	0,866	0,869	0,872	0,875	0,878	0,881	0,884	0,887	0,890	0,893	0,896	0,899	0,902	0,905	0,908	0,911	0,914	0,917	0,920	0,923	0,926	0,929	0,932	0,935	0,938	0,941	0,944	0,947	0,950	0,953	0,956	0,959	0,962	0,965	0,968	0,971	0,974	0,977	0,980	0,983	0,986	0,989	0,992	0,995	0,998	1,001	1,004	1,007	1,010	1,013	1,016	1,019	1,022	1,025	1,028	1,031	1,034	1,037	1,040	1,043	1,046	1,049	1,052	1,055	1,058	1,061	1,064	1,067	1,070	1,073	1,076	1,079	1,082	1,085	1,088	1,091	1,094	1,097	1,100	1,103	1,106	1,109	1,112	1,115	1,118	1,121	1,124	1,127	1,130	1,133	1,136	1,139	1,142	1,145	1,148	1,151	1,154	1,157	1,160	1,163	1,166	1,169	1,172	1,175	1,178	1,181	1,184	1,187	1,190	1,193	1,196	1,199	1,202	1,205	1,208	1,211	1,214	1,217	1,220	1,223	1,226	1,229	1,232	1,235	1,238	1,241	1,244	1,247	1,250	1,253	1,256	1,259	1,262	1,265	1,268	1,271	1,274	1,277	1,280	1,283	1,286	1,289	1,292	1,295	1,298	1,301	1,304	1,307	1,310	1,313	1,316	1,319	1,322	1,325	1,328	1,331	1,334	1,337	1,340	1,343	1,346	1,349	1,352	1,355	1,358	1,361	1,364	1,367	1,370	1,373	1,376	1,379	1,382	1,385	1,388	1,391	1,394	1,397	1,400	1,403	1,406	1,409	1,412	1,415	1,418	1,421	1,424	1,427	1,430	1,433	1,436	1,439	1,442	1,445	1,448	1,451	1,454	1,457	1,460	1,463	1,466	1,469	1,472	1,475	1,478	1,481	1,484	1,487	1,490	1,493	1,496	1,499	1,502	1,505	1,508	1,511	1,514	1,517	1,520	1,523	1,526	1,529	1,532	1,535	1,538	1,541	1,544	1,547	1,550	1,553	1,556	1,559	1,562	1,565	1,568	1,571	1,574	1,577	1,580	1,583	1,586	1,589	1,592	1,595	1,598	1,601	1,604	1,607	1,610	1,613	1,616	1,619	1,622	1,625	1,628	1,631	1,634	1,637	1,640	1,643	1,646	1,649	1,652	1,655	1,658	1,661	1,664	1,667	1,670	1,673	1,676	1,679	1,682	1,685	1,688	1,691	1,694	1,697	1,700	1,703	1,706	1,709	1,712	1,715	1,718	1,721	1,724	1,727	1,730	1,733	1,736	1,739	1,742	1,745	1,748	1,751	1,754	1,757	1,760	1,763	1,766	1,769	1,772	1,775	1,778	1,781	1,784	1,787	1,790	1,793	1,796	1,799	1,802	1,805	1,808	1,811	1,814	1,817	1,820	1,823	1,826	1,829	1,832	1,835	1,838	1,841	1,844	1,847	1,850	1,853	1,856	1,859	1,862	1,865	1,868	1,871	1,874	1,877	1,880	1,883	1,886	1,889	1,892	1,895	1,898	1,901	1,904	1,907	1,910	1,913	1,916	1,919	1,922	1,925	1,928	1,931	1,934	1,937	1,940	1,943	1,946	1,949	1,952	1,955	1,958	1,961	1,964	1,967	1,970	1,973	1,976	1,979	1,982	1,985	1,988	1,991	1,994	1,997	2,000	2,003	2,006	2,009	2,012	2,015	2,018	2,021	2,024	2,027	2,030	2,033	2,036	2,039	2,042	2,045	2,048	2,051	2,054	2,057	2,060	2,063	2,066	2,069	2,072	2,075	2,078	2,081	2,084	2,087	2,090	2,093	2,096	2,099	2,102	2,105	2,108	2,111	2,114	2,117	2,120	2,123	2,126	2,129	2,132	2,135	2,138	2,141	2,144	2,147	2,150	2,153	2,156	2,159	2,162	2,165	2,168	2,171	2,174	2,177	2,180	2,183	2,186	2,189	2,192	2,195	2,198	2,201	2,204	2,207	2,210	2,213	2,216	2,219	2,222	2,225	2,228	2,231	2,234	2,237	2,240	2,243	2,246	2,249	2,252	2,255	2,258	2,261	2,264	2,267	2,270	2,273	2,276	2,279	2,282	2,285	2,288	2,291	2,294	2,297	2,300	2,303	2,306	2,309	2,312	2,315	2,318	2,321	2,324	2,327	2,330	2,333	2,336	2,339	2,342	2,345	2,348	2,351	2,354	2,357	2,360	2,363	2,366	2,369	2,372	2,375	2,378	2,381	2,384	2,387	2,390	2,393	2,396	2,399	2,402	2,405	2,408	2,411	2,414	2,417	2,420	2,423	2,426	2,429	2,432	2,435	2,438	2,441	2,444	2,447	2,450	2,453	2,456	2,459	2,462	2,465	2,468	2,471	2,474	2,477	2,480	2,483	2,486	2,489	2,492	2,495	2,498	2,501	2,504	2,507	2,510	2,513	2,516	2,519	2,522	2,525	2,528	2,531	2,534	2,537	2,540	2,543	2,546	2,549	2,552	2,555	2,558	2,561	2,564	2,567	2,570	2,573	2,576	2,579	2,582	2,585	2,588	2,591	2,594	2,597	2,600	2,603	2,606	2,609	2,612	2,615	2,618	2,621	2,624	2,627	2,630	2,633	2,636	2,639	2,642	2,645	2,648	2,651	2,654	2,657	2,660	2,663	2,666	2,669	2,672	2,675	2,678	2,681	2,684	2,687	2,690	2,693	2,696	2,699	2,702	2,705	2,708	2,711	2,714	2,717	2,720	2,723	2,726	2,729	2,732	2,735	2,738	2,741	2,744	2,747	2,750	2,753	2,756	2,759	2,762	2,765	2,768	2,771	2,774	2,777	2,780	2,783	2,786	2,789	2,792	2,795	2,798	2,801	2,804	2,807	2,810	2,813	2,816

Tabla N° 15. Tabla de volumen de la plantación de pino (*Pinus radiata*\_D. Don) en base a 1530 árboles comprendidos entre los rangos altitudinales de 3280- 3580 m.s.n.m. (Galte Jatun Loma).

DAP (cm)	Volumen (m <sup>3</sup> )
15,32	0,289
16,63	0,309
17,95	0,327
19,27	0,342
20,58	0,356
21,90	0,369
23,22	0,381
24,53	0,392
25,85	0,402
27,17	0,411
28,48	0,420
29,80	0,428
31,12	0,436
32,43	0,443
33,75	0,450
35,07	0,456
36,38	0,462
37,70	0,468
39,02	0,474
40,33	0,479
41,65	0,484
42,97	0,489
44,28	0,494
45,60	0,498
46,92	0,503
48,23	0,507
49,55	0,511
50,87	0,515
52,18	0,518
53,50	0,522
54,82	0,525
56,13	0,529
57,45	0,532
58,77	0,535
60,08	0,538
61,40	0,541
62,72	0,544
64,03	0,547
65,35	0,550
66,66	0,552

Fuente: Datos registrados de campo.  
Elaborado por: Doncón M, 2015.

**Volumen con corteza, Según:**

$$\text{Log V} = a + b * \text{Log (DAP)}$$

$$\text{Log V} = - 1,062986101 + 2,539279556 * \text{Log (DAP)}$$

**DAP**= diámetro con corteza.

**H** = altura total del árbol.

Tabla N° 16. Tabla de volumen de la plantación de pino (*Pinus radiata*\_D. Don) en base a 1530 árboles comprendidos entre los rangos altitudinales de 3280- 3580 m.s.n.m. (Galte Jatun Loma).

DAP (cm)	Volumen (m <sup>3</sup> )
15,32	0,266
16,63	0,287
17,95	0,305
19,27	0,322
20,58	0,337
21,90	0,350
23,22	0,362
24,53	0,373
25,85	0,384
27,17	0,394
28,48	0,403
29,80	0,411
31,12	0,419
32,43	0,426
33,75	0,433
35,07	0,440
36,38	0,446
37,70	0,452
39,02	0,458
40,33	0,464
41,65	0,469
42,97	0,474
44,28	0,479
45,60	0,483
46,92	0,488
48,23	0,492
49,55	0,496
50,87	0,500
52,18	0,504
53,50	0,507
54,82	0,511
56,13	0,515
57,45	0,518
58,77	0,521
60,08	0,524
61,40	0,527
62,72	0,530
64,03	0,533
65,35	0,536
66,66	0,539

Fuente: Datos registrados de campo.  
Elaborado por: Doncón M, 2015.

**Volumen sin corteza, Según:**

$$\text{Log V} = a + b * \text{Log (DAP)}$$

$$\text{Log V} = -1,14315568 + 2,539279556 * \text{Log (DAP)}$$

**DAP**= diámetro con corteza.

**H** = altura total del árbol.

Tabla N° 17. Tabla de volumen de la plantación de pino (*Pinus radiata*\_D. Don) en base a 1442 árboles comprendidos entre los rangos altitudinales de 3160- 3520 m.s.n.m. (Chauzan San Alfonso).

DAP (cm)	Volumen (m <sup>3</sup> )
10,76	0,157
11,52	0,178
12,29	0,197
13,05	0,214
13,81	0,229
14,57	0,243
15,33	0,256
16,09	0,268
16,86	0,279
17,62	0,289
18,38	0,299
19,14	0,308
19,90	0,316
20,67	0,324
21,43	0,332
22,19	0,339
22,95	0,346
23,71	0,353
24,48	0,359
25,24	0,365
26,00	0,371
26,76	0,376
27,52	0,381
28,28	0,386
29,05	0,391
29,81	0,396
30,57	0,400
31,33	0,405
32,09	0,409
32,86	0,413
33,62	0,417
34,38	0,421
35,14	0,425
35,90	0,428
36,66	0,432
37,43	0,435
38,19	0,438
38,95	0,442
39,71	0,445
40,47	0,448

Fuente: Datos registrados de campo.  
Elaborado por: Doncón M, 2015.

**Volumen con corteza incluido el tocón a partir de 10cm de DAP, Según:**

$$\text{Log V} = a + b * \text{Log (DAP)}$$

$$\text{Log V} = - 1,016733754 + 2,377390807 * \text{Log DAP}$$

**DAP**= diámetro con corteza.

**H** = altura total del árbol.

Tabla N° 18. Tabla de volumen de la plantación de pino (*Pinus radiata*\_D. Don) en base a 1442 árboles comprendidos entre los rangos altitudinales de 3160- 3520 m.s.n.m. (Chauzan San Alfonso).

DAP (cm)	Volumen (m <sup>3</sup> )
10,76	0,126
11,52	0,148
12,29	0,168
13,05	0,186
13,81	0,202
14,57	0,216
15,33	0,230
16,09	0,242
16,86	0,254
17,62	0,264
18,38	0,275
19,14	0,284
19,90	0,293
20,67	0,301
21,43	0,309
22,19	0,317
22,95	0,324
23,71	0,331
24,48	0,337
25,24	0,343
26,00	0,349
26,76	0,355
27,52	0,360
28,28	0,365
29,05	0,371
29,81	0,375
30,57	0,380
31,33	0,385
32,09	0,389
32,86	0,393
33,62	0,397
34,38	0,401
35,14	0,405
35,90	0,409
36,66	0,412
37,43	0,416
38,19	0,419
38,95	0,422
39,71	0,426
40,47	0,429

Fuente: Datos registrados de campo.  
Elaborado por: Doncón M, 2015.

**Volumen sin corteza, Según:**

$$\text{Log V} = a + b * \text{Log (DAP)}$$

$$\text{Log V} = - 1,078798509 + 2,341469928 * \text{Log DAP}$$

**DAP**= diámetro con corteza.

**H** = altura total del árbol.

## VI. CONCLUSIONES

1. De los tres modelos matemáticos, utilizados para calcular el volumen de madera/ha y elaborar la tabla de volumen, los modelos de Spurr y Schumacher son los de mayor confiabilidad, ya que el volumen estimado es igual o muy cercano al volumen real, debido a que son modelos de doble entrada (DAP y altura), no así el modelo matemático de Husch que únicamente relaciona el volumen con el DAP del árbol.
2. La tabla volumétrica obtenida puede ser validada y utilizada para predecir volúmenes comerciales de plantaciones, que presentan condiciones similares climáticas y edáficas similares a las del estudio.
3. El modelo propuesto por Schumacher, no permite realizar el gráfico que permitan analizar la línea de tendencia estimada, debido a que esta ecuación es de entrada múltiple (DAP, H).
4. El cálculo de exactitud nos permitió subestimar o sobreestimar los volúmenes reales con los volúmenes estimados y comparar el porcentaje de desviación media.
5. Las tablas de volúmenes obtenidas para la plantación de pino, en las comunidades de Galte Jatun Loma y Chauzan San Alfonso, facilitará al Ministerio de Ambiente de Chimborazo (MAE-CHIMBORAZO), realizar el cálculo de volumen de madera y costos de árboles con corteza y sin corteza, en las plantaciones de pino (*Pinus radiata*), que tengan las mismas características climáticas y edáficas de la zona.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Para los cálculos de estimación de volumen se debe utilizar ecuaciones de doble entrada, debido a que se obtienen datos con mayor confiabilidad.
2. Se debe trabajar con una intensidad de muestreo del 5 %, para que la obtención de datos sean más representativos y de mayor exactitud.
3. Se debe utilizar parcelas circulares ya que presentan mayor facilidad y exactitud en la toma de datos.
4. En las plantaciones con características similares a las de las comunidades de Galte Jatun Loma y Chauzan San Alfonso se podrá utilizar las tablas de volumen elaboradas en esta investigación, para obtener datos de volumen de madera, que faciliten realizar el avalúo de las mismas.

## VIII. RESUMEN

La presente investigación plantea: elaborar una tabla de volumen de pino (*Pinus radiata* D. Don), para el sector de Palmira, Cantón Guamote, Provincia de Chimborazo; utilizando altura comercial, espesor de corteza, diámetro mayor y menor de cada troza del árbol; calculando el volumen real aplicando la fórmula de Smalian. Para calcular el volumen estimado se registró la altura comercial y el DAP de los árboles muestreados, aplicando tres modelos matemáticos: Variable Combinada  $V = a + b * (DAP^2 * H)$ , Schumacher  $\log V = a + b \log (DAP) + c (\log H)$  y Husch  $\log V = a + b (\log DAP)$ . Calculando los volúmenes reales y estimados por hectárea. Como resultado se obtuvo el volumen real con corteza (VRCC) de 593,39 m<sup>3</sup> y 99,84 m<sup>3</sup> y volumen real sin corteza (VRSC) de 466,79 m<sup>3</sup> y 77,94 m<sup>3</sup>; en los tres modelos y en los dos sectores respectivamente. El volumen estimado varía notablemente, registrando un volumen estimado con corteza (VECC) para Galte de 593,39 m<sup>3</sup>, 590,23 m<sup>3</sup> y 24,82 m<sup>3</sup>; para Chauzan de 99,84 m<sup>3</sup>, 99,44 m<sup>3</sup> y 21,40 m<sup>3</sup>; el volumen estimado sin corteza (VESC) para Galte de 466,79 m<sup>3</sup>, 464,11 m<sup>3</sup> y 24,38 m<sup>3</sup>; para Chauzan de 77,94 m<sup>3</sup>, 77,62 m<sup>3</sup> y 20,68 m<sup>3</sup>, en las tres ecuaciones respectivamente. De los tres modelos utilizados, los modelos de Spurr y Schumacher presentan mayor confiabilidad, debido a que son modelos de doble entrada (DAP y altura), no así el modelo de Husch que únicamente relaciona el volumen con el DAP del árbol. En las plantaciones con características similares a las del estudio se recomienda utilizar estas tablas de volumen, que facilitan realizar el avalúo de las mismas.



## **IX. ABSTRACT**

This study poses the elaboration of a pine volume table (*Pinus radiata D. Don*) for Palmira, Guamote, Chimborazo Province; using commercial height, bark thickness, larger and smaller diameter of each log; calculating the actual volume using the Smalian formula. In order to calculate the estimated volume, the commercial height and DAP of the sampled trees were registered, applying three mathematical models: Combined Variable  $V = a + b * (DAP^2 * H)$ , Schumacher Log  $V = a + b \log (DAP) + c (\log H)$  and Husch Log  $V = a + b (\log DAP)$ . Calculating the real and estimated volumes per hectare. As a result the real volume with bark (VRCC) 593, 39 m<sup>3</sup> and 99, 84m<sup>3</sup>, and real volume without bark (VRSC) 466, 79 m<sup>3</sup> and 77, 94 m<sup>3</sup> were obtained; in the three models and two sectors respectively. The estimated volume varies significantly, recording an estimated volume with bark (VECC) 593, 39m<sup>3</sup>, 590, 23m<sup>3</sup> and 24, 82 m<sup>3</sup> for Galte; 99, 84 m<sup>3</sup>, 99, 44 m<sup>3</sup> and 21, 40 m<sup>3</sup> for Chauzan; the estimated volume without bark (VESC) 466, 79 m<sup>3</sup>, 464, 11m<sup>3</sup> and 24, 38 m<sup>3</sup> for Galte; 77, 94 m<sup>3</sup>, 77, 62m<sup>3</sup> and 20, 68 m<sup>3</sup> for Chauzan, in three equations respectively. From the three used models, Spurr and Schumacher models present higher reliability, because they are dual-input models (DAPA and height), not so the Husch model which only relates volume with tree DAP. In plantations with similar characteristics, it is recommended to use these volume tables to facilitate appraisal.



## X. BIBLIOGRAFIA

1. ÁLVAREZ O, P. A, VARONA J.C. (1988) Silvicultura. Ciudad de la Habana Editorial Pueblo y Educación; 354p.
2. ALDER, D. (1980) Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento. Vol.2: predicción del rendimiento. Estudios FAO: Montes, 22 (2).
3. ALDANA ET AL, (1994).
4. BERMÚDEZ, M. y TAPIA, M. (2004) Exactitud y consistencia de las fórmulas de cubicación de Smalian, Huber y Newton en cinco especie forestales”, Tesis ingeniero forestal, Universidad técnica Estatal de Quevedo – Ecuador. 5 p.
5. BURNEO, N. (1975) Elaboración de tablas de volumen para el Guayacán *Tabebuia chrysantha Nicholson*. Tesis Ing. Agr. Universidad nacional de Loja, Ecuador, 95 p.
6. CABALLERO, M. (1981) Elaboración de tablas de volumen por medio del empleo de una variables combinada. México, 141 p.
7. DONALD, B. y SCHUMACHER, F. (1965) Medición forestal, edición español México, 1965. 13 – 35 p.
8. DAUBER, E. (2001) Tablas volumétricas del fuste aprovechable de diferentes especies con base en mediciones de trozas en el rodeo y aserradero. Documento técnico 101/2001. Santa Cruz, BO, Chemonics International Inc - USAID/Bolivia.
9. FERREIRA, O. (1994) Manual De Inventarios Forestales. “Salvemos Nuestros Bosques”. Segunda edición. Siguatepeque - Honduras. 100 p.
10. FONAM (2007). Guía práctica para la instalación y manejo de plantaciones forestales, Lima - Perú 47 p.
11. FUCARACCIO, F y STAFFIERI, G. (1999) Desarrollo y uso de ecuaciones de volumen y tablas de volumen en la República de Argentina. Disponibles <http://ceres.agro.unlp.edu.ar/~dasometria>

12. HUTCHINSON, I. y MUSÁLEN M (1989) Curso de dasonomía general aula de posgrado y finca forestal, Ecuador. 93 – 119 p.
13. JADAN, S. (1972) Sistema de clasificación de índice de sitios para *Eucaliptus deglupta* VL, Costa rica. 98 p. LOJAN, L. (1966) “Apuntes de curso de Dasometría” – Turrialba Costa Rica, instituto interamericano de ciencias agrícolas de la OEA, 106 p.
14. LOJAN, L. (2005) “Maestría en manejo de recurso naturales RNA 820 manejo de la foresta comercial”. Tema Dasometría disponible en: <http://unphu.edu>. 23 p.
15. LOAIZA, V. (1977) Dasometría. Loja, Universidad nacional de Loja 35 p.
16. LOETSCH, F. ZÖHRER, F. HALLER, KE. (1973). Forest inventory. Vol. II. Munich, GE, BLV Verlagsgesellschaft. 469 p.
17. MORA, L. y CEVALLOS, M (1988) “Tablas de volumen de una y doble entrada de las especie *Tectona grandis*.” Tesis ingeniería forestal, Universidad técnica Estatal de Quevedo, Ecuador 122 p.
18. MELENDEZ, G. (2009) “Aprendamos a cubicar”. Programa selva tropical. (CH – UICN/TRP). Lima – Perú. 32 p.
19. MUÑOZ, F. (1999). “Tablas de volumen para *Eucalyptus camaldulensis* Dehn”, México 5 p.
20. OROZCO, L. (1983) Manuales para la educación agropecuaria, Producción forestal. Medición de árboles y de masas forestales, Trilla México, pag. 85 – 103 p.
21. PAGUANQUIZA, F. (2012). “Elaboración de una línea base para determinar el crecimiento y desarrollo de las plantaciones de *Pinus patula* y *Pinus radiata* en la Hacienda San Joaquín de Aglomerados copotaxi S.A.” (ACOSA). Cotopaxi - Ecuador. 110 p.
22. SANTANA, O. ENCINAS, J. 2004. Ecuaciones volumétricas para una plantación de *Eucalyptus urophylla* destinada a producción de leña. Simposio Latino -Americano Sobre Manejo Florestal, (3º, Santa María,

- BR). 2004, Santa María, BR, Universidad Federal de Santa María. p. 107-111 p.
23. SÁNCHEZ A.C. Elaboración de una tabla de volumen standard para (caoba) *Swietenia macrohylla* G. King en San Martin Saposoa. UNAP. Iquitos. 110 p.
  24. SANCHEZ, Y. (2012). “Elaboración de tablas de volúmenes y determinación de factores de forma de las especies forestales” 250 p.
  25. SCHNEIDER, PR. (1984) Betriebswirtschaftliche und ertragskundliche Grundlagen der Forsteinrichtung in Südbrasilien am Beispiel von *Pinus elliottii*. Tesis Ph.D. Freiburg. Albert-Ludwigs-Universität. 190p.
  26. SCHLATLER. (1977), Relación entre suelos y plantas de *Pino radiata* D. Don, Edit. Bosque. Bosque volumen 2 N°1. Chile. 31 p.
  27. SOSA, A. (2002) Manejo de suelos. Técnicas de toma y remisiones de muestra de suelos. Ediciones Instituto Nacional de tecnología agropecuaria (INTA) Argentina. Consultado Diciembre 2014. 40 p.
  28. VILLARROEL, L.1994. Aplicación de la regresión ponderada en la construcción de tablas de volumen (*Eucalyptus globulus* y *Pinus radiata*). Cochabamba, BO. Programa de repoblamiento forestal. Cordeco. 22 p.
  29. [www.secforestales.org](http://www.secforestales.org). Consultado 12 de diciembre 2014.

## XI. ANEXOS

Reconocimiento y georeferenciación de la plantación.

Anexo 1. Plantación Chauzan San Alfonso



Anexo 2. Plantación Galte Jatun Loma



Anexo 3. Georeferenciación: Chauzan



Anexo 4. Georeferenciación: Galte.



Anexo 5. Lotes de muestreo Chauzan



Anexo 6. Lotes de muestreo Galte



Anexo 7. Trozas Chauzan.



Anexo 8. Trozas Galte



Anexo 9. Medición de corteza: Chauzan



Anexo 10. Medición de corteza: Galte.



Anexo 11. Elaboración de Calicatas: Chauzan



Anexo 12. Elaboración de Calicatas: Galte



### Anexo 13. Procesamiento de datos en programa Excel.

DATOS TESIS MARY - Bueno - Microsoft Excel

Parcelas galte	COORD CHAUZAN	Parcelas Chauzan	DIAMETROS GALTE	DIAMETROS CHAUZAN	G-VCC	Gate VCC (Husch)	G-VSCH	Gate VSC (HUSCH)	Chauzan VCC												
1	1	1	41	36	2.5	1	2.54	5.08	35.92	30.92	38.50	33.42	0.39	0.33	1 PINO	0.39	2.5	0.2810	0.33	2.5	0.2193
2	1	1	33.4	31	2.5	0.8	2.03	4.06	29.34	26.94	32.20	28.14	0.32	0.28	2 PINO	0.32	2.5	0.2036	0.28	2.5	0.1954
3	1	2	31.2	28	2.5	0.7	1.78	3.56	27.64	24.44	29.89	26.04	0.30	0.28	3 PINO	0.30	2.5	0.1720	0.28	2.5	0.1532
4	1	2	28.3	24.9	2.5	0.6	1.52	3.05	25.25	21.85	26.80	23.85	0.27	0.24	4 PINO	0.27	2.5	0.1389	0.24	2.5	0.1089
5	1	2	25.3	22.4	2.5	0.4	1.02	2.03	23.27	20.37	19.85	18.62	0.19	0.17	5 PINO	0.19	2.5	0.0688	0.17	2.5	0.0595
6	1	2	12	10.5	2.5	0.2	0.51	1.02	10.38	9.48	11.25	10.23	0.11	0.10	6 PINO	0.11	2.5	0.0249	0.10	2.5	0.0206
7	1	2	37	28.3	2.5	1	2.54	5.08	31.92	24.22	33.15	28.07	0.33	0.28	7 PINO	0.33	2.5	0.2158	0.28	2.5	0.1547
8	1	2	29	24.7	2.5	0.8	2.03	4.06	23.94	20.84	26.35	22.29	0.26	0.22	8 PINO	0.26	2.5	0.1363	0.22	2.5	0.0975
9	1	2	24.7	24	2.5	0.7	1.78	3.56	21.14	20.44	24.25	20.79	0.24	0.21	9 PINO	0.24	2.5	0.1184	0.21	2.5	0.0949
10	1	2	23.5	18.5	2.5	0.6	1.52	3.05	20.45	16.45	18.95	18.45	0.22	0.18	10 PINO	0.22	2.5	0.0908	0.18	2.5	0.0669
11	1	2	21.7	18	2.5	0.3	0.76	1.52	20.18	16.48	18.95	18.33	0.20	0.18	11 PINO	0.20	2.5	0.0774	0.18	2.5	0.0589
12	1	2	18.2	11.2	2.5	0.2	0.51	1.02	17.18	10.18	16.95	16.32	0.15	0.15	12 PINO	0.15	2.5	0.0424	0.15	2.5	0.0388
13	1	2	26.4	22.2	2.5	0.5	1.27	2.54	23.86	19.68	24.30	21.76	0.24	0.22	13 PINO	0.24	2.5	0.1159	0.22	2.5	0.0930
14	1	2	21.3	19	2.5	0.4	1.02	2.03	19.27	16.97	20.15	18.32	0.20	0.18	14 PINO	0.20	2.5	0.0797	0.18	2.5	0.0645
15	1	2	19.3	17	2.5	0.4	1.02	2.03	17.07	14.97	18.95	18.32	0.19	0.18	15 PINO	0.19	2.5	0.0647	0.18	2.5	0.0509
16	1	2	18	16	2.5	0.4	1.02	2.03	15.97	13.97	17.00	14.97	0.17	0.15	16 PINO	0.17	2.5	0.0567	0.15	2.5	0.0440
17	1	2	16	14.3	2.5	0.3	0.76	1.52	14.48	12.78	16.95	13.63	0.15	0.14	17 PINO	0.15	2.5	0.0451	0.14	2.5	0.0385
18	1	2	13.5	12	2.5	0.2	0.76	1.52	13.88	10.48	12.75	12.23	0.13	0.11	18 PINO	0.13	2.5	0.0385	0.11	2.5	0.0247
19	1	2	12.2	10.3	2.25	0.2	0.51	1.02	11.18	9.28	11.25	10.23	0.11	0.10	19 PINO	0.11	2.25	0.0224	0.10	2.25	0.0185
20	1	2	36.7	31	2.5	0.9	2.29	4.57	32.03	26.43	33.85	28.28	0.34	0.29	20 PINO	0.34	2.5	0.2250	0.29	2.5	0.1863
21	1	2	31.4	26	2.5	0.8	2.03	4.06	27.34	22.94	29.70	25.64	0.30	0.26	21 PINO	0.30	2.5	0.1732	0.26	2.5	0.1280
22	1	2	16.5	16.5	2.5	0.4	1.02	2.03	14.47	14.47	16.50	14.47	0.17	0.14	22 PINO	0.17	2.5	0.0535	0.14	2.5	0.0411
23	1	2	28	20.8	2.5	0.7	1.78	3.56	24.44	17.24	24.40	20.84	0.24	0.21	23 PINO	0.24	2.5	0.1189	0.21	2.5	0.0893
24	1	2	18.1	16.3	2.5	0.4	1.02	2.03	17.07	12.27	18.95	17.37	0.19	0.17	24 PINO	0.19	2.5	0.0724	0.17	2.5	0.0579
25	1	2	16.2	14.3	2.5	0.3	0.76	1.52	14.68	12.78	16.25	13.73	0.15	0.14	25 PINO	0.15	2.5	0.0457	0.14	2.5	0.0370
26	1	2	14	10.8	2.5	0.2	0.51	1.02	12.98	9.78	12.40	11.38	0.12	0.11	26 PINO	0.12	2.5	0.0302	0.11	2.5	0.0254
27	1	2	23.5	20.5	2.5	0.4	1.02	2.03	21.47	18.47	22.00	19.97	0.22	0.20	27 PINO	0.22	2.5	0.0950	0.20	2.5	0.0783
28	1	2	19	17.5	2.5	0.3	0.76	1.52	17.48	15.98	18.25	16.73	0.19	0.17	28 PINO	0.19	2.5	0.0654	0.17	2.5	0.0549
29	1	2	16.5	15.3	2.5	0.3	0.76	1.52	15.38	13.68	16.45	15.63	0.15	0.14	29 PINO	0.15	2.5	0.0440	0.14	2.5	0.0360
30	1	2	12	10.2	2.05	0.2	0.51	1.02	10.38	9.18	11.10	10.08	0.11	0.10	30 PINO	0.11	2.05	0.0188	0.10	2.05	0.0164
31	1	2	43.5	32.8	2.5	1	2.54	5.08	38.42	27.22	38.15	33.07	0.38	0.33	31 PINO	0.38	2.5	0.2888	0.33	2.5	0.2147
32	1	2	36.4	29.1	2.5	0.8	2.03	4.06	31.32	23.32	33.75	29.37	0.30	0.25	32 PINO	0.30	2.5	0.2009	0.25	2.5	0.1554
33	1	2	27.7	25	2.5	0.7	1.78	3.56	24.14	21.44	26.35	22.79	0.26	0.23	33 PINO	0.26	2.5	0.1363	0.23	2.5	0.1020
34	1	2	26.5	22.4	2.5	0.4	1.02	2.03	23.47	20.37	23.95	21.92	0.24	0.22	34 PINO	0.24	2.5	0.1126	0.22	2.5	0.0943
35	1	2	22.4	20.4	2.5	0.4	1.02	2.03	20.37	18.37	21.40	19.37	0.21	0.19	35 PINO	0.21	2.5	0.0899	0.19	2.5	0.0737
36	1	2	20	17	2.5	0.3	0.76	1.52	18.48	16.48	18.50	16.88	0.19	0.17	36 PINO	0.19	2.5	0.0672	0.17	2.5	0.0566
37	1	2	15.7	12.5	2.5	0.2	0.51	1.02	14.68	11.48	14.40	13.08	0.14	0.13	37 PINO	0.14	2.5	0.0380	0.13	2.5	0.0326
38	1	2	12.5	10.6	2.25	0.2	0.51	1.02	11.48	9.58	11.55	10.53	0.12	0.11	38 PINO	0.12	2.25	0.0225	0.11	2.25	0.0187
39	1	2	30.1	24	2.5	0.8	1.92	3.05	27.45	20.95	27.20	24.00	0.27	0.24	39 PINO	0.27	2.5	0.1458	0.24	2.5	0.1038

### Anexo 14. Cálculo estadístico, Regresión.

DATOS TESIS MARY - Bueno - Microsoft Excel

Nº	ARBOL DAP (cm)	Volumen (m³)	Log DAP	Log Y = [Volumen (VR-VE)] / (VR-VE)
1	20	0.08	1.30	2.08
2	15	0.06	1.18	1.87
3	18	0.08	1.25	2.03
4	3	0.08	0.48	0.67
5	4	0.07	0.60	0.85
6	5	0.02	0.70	0.30
7	6	0.02	0.78	0.35
8	7	0.06	0.85	1.16
9	8	0.07	0.90	1.21
10	9	0.10	0.95	1.27
11	10	0.12	1.00	1.34
12	11	0.12	1.05	1.32
13	12	0.08	1.08	1.22
14	13	0.08	1.12	1.26
15	14	0.18	1.15	1.95
16	15	0.16	1.18	1.81
17	16	0.03	1.20	0.51
18	17	0.20	1.23	2.30
19	18	0.18	1.25	2.02
20	19	0.22	1.28	2.25
21	20	0.18	1.30	1.91
22	21	0.18	1.32	1.91
23	22	0.10	1.35	1.44
24	23	0.18	1.37	2.18
25	24	0.07	1.38	1.06
26	25	0.10	1.40	1.12
27	26	0.06	1.42	0.85
28	27	0.02	1.44	0.34
29	28	0.08	1.46	1.14
30	29	0.10	1.48	1.29
31	30	0.18	1.50	2.25
32	31	0.16	1.52	2.06
33	32	0.11	1.54	1.62
34	33	0.14	1.56	2.24
35	34	0.10	1.58	1.19
36	35	0.18	1.60	2.20
37	36	0.25	1.62	2.82
38	37	0.18	1.64	2.16
39	38	0.05	1.66	0.45
40	39	0.05	1.68	0.42
41	40	0.08	1.70	1.26
42	41	0.22	1.72	2.51

Resumen

Estadísticas de la regresión

Coefficiente: 0.77934881  
 Constante: 0.80737424  
 FIC ajustada: 0.67070577  
 Error típico: 0.9322801  
 Observación: 441

ANÁLISIS DE VARIANZA

Grados de libertad de cuadrados de los cu: F

Regresión	1	81.4897	81.4897	2226.06	2E-254
Residuos	439	52.97788	0.688907		
Total	440	134.4674			

Coeficientes: Error típico Estadístico Probabilidad inferior R cuadrado superior R cuadrado inferior R cuadrado superior

Intercepto: -1.01473754 0.062424 -16.28765 7.17E-55 -1.15985 -0.894282 -1.15985 -0.894282  
 Variable X: 2.37739807 0.050389 47.8194 2E-294 2.278548 2.476224 2.278548 2.476224

Log Y = -1.01473754 + 2.37739807 \* Log DAP  
 R² = 0.674

## Anexo 15. Clasificación textural.

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>SUELOS</b>
Textura muy liviana	arenosa-arenosa gruesa
Textura liviana	areno francosa fina-areno francosa
Textura moderadamente liviana	franco arenosa-franco arenosa fina
Textura media	franco limosa-franca-franco arenosa muy fina
Textura moderadamente pesada	franco arcillo arenosa-franco arcillo limosa-franco arcillosa
Textura pesada	arcillosa-arcillo limosa-arcillo arenosa
Textura muy pesada	arcillosa densa (60% o más, de arcilla de menos de 002 mm)

Fuente: Peralta, 1976.