

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

EVALUACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES DEL PARQUE NACIONAL
CABO POLONIO

por

Alfonso ERRECARTE CRUZ

Atilio Martin MONTAÑEZ RODRÍGUEZ

TESIS presentada como uno de
los requisitos para obtener el título
de Ingeniero Agrónomo.

MONTEVIDEO

URUGUAY

2021

Tesis aprobada por:

Director: -----

Ing. Agr. Guillermo Morás

Ing. Agr. Gustavo Daniluk

Ing. Agr. Ana Inés Antón

Fecha: 30 de julio de 2021

Autores: -----

Alfonso Errecarte Cruz

Atilio Martín Montañez Rodríguez

AGRADECIMIENTOS

A nuestras familias por su apoyo constante, esfuerzo y sacrificio durante todos estos años de aprendizaje. Por siempre confiar en nosotros en los momentos difíciles y dar para adelante.

A nuestros tutores Guillermo y Gustavo, que a pesar de las dificultades de la pandemia siempre estuvieron presentes para asesorarnos en todo momento.

A los compañeros y amigos de facultad que nos acompañaron durante esta etapa.

Al personal de la reserva por recibirnos y ayudarnos durante la práctica, especialmente agradecer a Alejandro quien siempre nos trasladó a los lugares donde se necesitaba realizar mediciones y aportó información muy valiosa para el trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	3
2.1. CABO POLONIO.....	3
2.1.1. <u>Ubicación</u>	3
2.1.2. <u>Historia</u>	3
2.1.3. <u>Características ecológicas</u>	4
2.1.4. <u>Suelos</u>	5
2.1.5. <u>Clima</u>	6
2.1.6. <u>Geología</u>	6
2.1.7. <u>Topografía</u>	7
2.1.8. <u>Recurso forestal y vegetación existente</u>	7
2.2. <i>Pinus pinaster</i>	7
2.2.1. <u>Antecedentes técnicos y usos forestales</u>	7
2.2.2. <u>Características silvícolas</u>	7
2.2.3. <u>Características de la madera</u>	8
2.2.4. <u>Usos en Uruguay</u>	8
2.3. ANTECEDENTES DASOMÉTRICOS	8
2.4. INVENTARIOS FORESTALES	10
2.4.1. <u>Definición</u>	10
2.4.2. <u>Clasificación de inventarios</u>	11
2.4.3. <u>Determinación del volumen</u>	12
2.4.4. <u>Medición de árboles en pie</u>	12
2.4.5. <u>Medición de árboles apeados</u>	13

2.4.6.	<u>Medición de corteza</u>	13
2.4.7.	<u>Forma y tamaño de parcelas</u>	14
2.4.8.	<u>Métodos de muestreo</u>	14
2.4.9.	<u>Tamaño de la muestra</u>	15
2.4.10.	<u>Análisis de error</u>	16
2.5.	CAMINERÍA	16
3.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	17
3.1.	PRESENTACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO	17
3.2.	TRABAJO PREVIO DE GABINETE.....	17
3.2.1.	<u>Reconocimiento y mapeo del sitio</u>	17
3.2.2.	<u>Introducción al inventario</u>	19
3.2.3.	<u>Diseño de inventario</u>	19
3.2.4.	<u>Descripción de los instrumentos</u>	20
3.2.5.	<u>Procedimiento de medición</u>	22
3.3.	SEGUNDA ETAPA DE GABINETE	23
3.3.1.	<u>Procesamiento de datos</u>	23
3.3.2.	<u>Inventario</u>	26
3.3.2.1.	<i>Pinus pinaster</i>	27
3.3.2.2.	<i>Pinus taeda</i>	32
3.3.2.3.	<i>Eucalyptus grandis</i>	36
3.3.2.4.	Eucaliptos colorados	40
3.3.3.	<u>Caminería</u>	44
4.	<u>RESULTADOS</u>	49
4.1.	MAPEO Y CÁLCULOS DE SUPERFICIE	49
4.2.	INVENTARIO	50
4.3.	CAMINERÍA	55
5.	<u>CONCLUSIONES</u>	60

6.	<u>RESUMEN</u>	62
7.	<u>SUMMARY</u>	63
8.	<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	64
9.	<u>ANEXOS</u>	67

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Resumen de áreas arboladas en la Reserva Forestal de Cabo Polonio.....	9
2. Superficie ocupada por especie en la Reserva Forestal de Cabo Polonio.....	9
3. Ancho que cubre cada banda a diferentes distancias....	21
4. Superficie ocupada en hectáreas según especies.....	23
5. Ejemplo de planilla para cálculo de volumen.....	28
6. Volumen total y comercial en m ³ por rodal para <i>Pinus pinaster</i>	29
7. Parámetros estadísticos sobre el volumen de <i>Pinus pinaster</i>	30
8. Volumen total y comercial en m ³ por rodal para <i>Pinus taeda</i>	34
9. Parámetros estadísticos sobre el volumen de <i>Pinus taeda</i>	34
10. Volumen total y comercial en m ³ por rodal para <i>Eucalyptus grandis</i>	38
11. Parámetros estadísticos sobre el volumen de <i>Eucalyptus grandis</i>	38
12. Volumen total y comercial en m ³ por rodal para eucalipto colorado.....	42
13. Parámetros estadísticos sobre el volumen de eucalipto colorado.....	42
14. Volumen total y comercial según especies.....	57

Figura No.

1. Distribución espacial de los usos que se desarrollan dentro del Parque Nacional Cabo Polonio	4
2. Superficie ocupada por pinos según edades.....	10
3. Componentes de un sistema de información de inventario y sus principales objetivos.....	11
4. Imagen aérea de la zona de trabajo.....	17
5. Imagen aérea de la zona de trabajo con cambio de banda.....	18
6. Imagen aérea de la zona con delimitación de rodales en su respectivo parcelario rural.....	18
7. Mapa de rodales y parcelas previo a la actividad de campo.....	20
8. Relación entre el rendimiento y el diámetro en punta fina.....	22
9. Rodales “zona cabañas”.....	24
10. Rodales “zona Cabo Polonio”.....	25
11. Rodales “zona Valizas”.....	26
12. Curva hipsométrica para altura total en <i>Pinus pinaster</i>	27
13. Curva hipsométrica para altura comercial en <i>Pinus pinaster</i>	28
14. Histograma de frecuencias de diámetro en <i>Pinus pinaster</i>	31
15. Histograma de frecuencias de altura total en <i>Pinus pinaster</i>	31
16. Histograma de frecuencias de altura comercial en	

<i>Pinus pinaster</i>	32
17. Curva hipsométrica para altura total en <i>Pinus taeda</i>	33
18. Curva hipsométrica para altura comercial en <i>Pinus taeda</i>	33
19. Histograma de frecuencias de diámetro en <i>Pinus taeda</i>	35
20. Histograma de frecuencias de altura total en <i>Pinus taeda</i>	35
21. Histograma de frecuencias de altura comercial en <i>Pinus taeda</i>	36
22. Curva hipsométrica para altura total en <i>Eucalyptus grandis</i>	37
23. Curva hipsométrica para altura comercial en <i>Eucalyptus grandis</i>	37
24. Histograma de frecuencias de diámetro en <i>Eucalyptus grandis</i>	39
25. Histograma de frecuencias de altura total en <i>Eucalyptus grandis</i>	40
26. Histograma de frecuencias de altura comercial en <i>Eucalyptus grandis</i>	40
27. Curva hipsométrica para altura total en eucalipto colorado.....	41
28. Curva hipsométrica para altura comercial en eucalipto colorado.....	41
29. Histograma de frecuencias de diámetro en eucalipto colorado.....	43
30. Histograma de frecuencias de altura total en eucalipto colorado.....	43

31. Histograma de frecuencias de altura comercial en eucalipto colorado.....	44
32. Caminería existente en “zona cabañas” sobre ruta No.10.....	45
33. Caminería existente en “zona cabañas” (parte Sur).....	46
34. Caminería existente en “zona Cabo Polonio”.....	47
35. Caminería existente en “zona de Valizas”.....	48
36. Distribución de rodales según especies.....	49
37. Superficie ocupada en porcentaje según especies	50
38. Suma de volumen según clase diamétrica para <i>Pinus pinaster</i>	51
39. Suma de volumen según clase diamétrica para <i>Pinus taeda</i>	52
40. Suma de volumen según clase diamétrica para <i>Eucalyptus grandis</i>	53
41. Suma de volumen según clase diamétrica para eucalipto colorado.....	54
42. Volumen total y comercial en m ³ según especie	55
43. Caminería de extracción en “zona cabañas” sobre ruta No.10.....	56
44. Caminería de extracción en “zona cabañas” (parte Sur).....	57
45. Caminería de extracción en “zona Cabo Polonio”	58
46. Caminería de extracción en “zona Valizas”	59

1 INTRODUCCIÓN

En Uruguay, y con el objetivo de fijar el sistema de dunas de la costa atlántica del departamento de Rocha, en los años 40 el estado inicia un proceso de forestación con especies exóticas, en su mayoría pinos y acacias. Este proceso continua hasta la década del 70, ejecutado por el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca quien a través de la expropiación de padrones y su forestación conforma una “reserva forestal”.

En la actualidad la llamada Reserva Forestal de Cabo Polonio, se extiende sobre padrones estatales y privados, cubriendo más de 1100 hectáreas de plantaciones del género *Pinus* y *Eucalyptus*, comprendidas en el Área Natural Protegida “Parque Nacional Cabo Polonio” ingresada al Sistema Nacional de Áreas Protegidas en el año 2009, a través del Decreto No. 337/009.

Cabe indicar que en el año 2015 se concretó a través del Decreto No. 32/015 la transferencia al MVOTMA “*de la administración y uso de los inmuebles de propiedad del Estado correspondientes a los parques y áreas protegidas actualmente bajo administración del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, cuyos padrones hayan sido o no incorporados al Sistema Nacional de áreas Protegidas*”, entre los cuales se encuentran los correspondientes a la llamada reserva forestal ubicada en el área del PNCP. En 2021 se concluye el pasaje de los mismos al recientemente creado Ministerio de Ambiente.

La dinámica de las dunas constituye el principal elemento estructurador de la porción terrestre del Parque Nacional Cabo Polonio, según se establece en el Plan de Manejo del Área Protegida.

Según establece dicho documento “*el sistema de dunas móviles es una formación geomorfológica relictual en el país, con una función clave en el abastecimiento de arena respecto a las playas aledañas al área, principalmente en dirección Noreste, dados los vientos predominantes. Presenta degradación por las presiones a las que se ve sometido (principalmente forestación por pinos y acacias), entre los que se destacan la alteración de la dinámica del sistema dunar por secuestro de arena, fijación de dunas y pérdida de superficie dunar, así como la pérdida de calidad escénica y ambiental*” (De Álava, 2007).

El plan de manejo del PNCP contiene en su “Programa de recuperación y conservación del sistema dunar, litoral rocoso y playas” acciones estratégicas y metas para las mismas. La primera es reducir la superficie de bosque de especie exóticas implantado y controlar la expansión de sus renuevos siendo la meta para el año 5 la reducción de 800 hectáreas de forestación con especies exóticas, eliminando la superficie de bosque implantado que se ubica dentro de la sub-zona de restauración y conservación del sistema dunar y otros ecosistemas terrestres, en coordinación con los propietarios de los padrones en donde se ubica dicha forestación.

En el siguiente trabajo, se pretende realizar de manera profesional, una cuantificación de madera mediante un inventario forestal y posteriormente un estudio de futuros caminos de extracción de madera de las zonas forestadas ubicadas en los padrones pertenecientes al Ministerio de Ambiente, ubicados dentro del Área Protegida PNCP que formaron parte de la “reserva forestal”. Dicho trabajo surge de la identificación de la necesidad por parte de la División MVOTMA. SNAP de la DINABISE, Ministerio de Ambiente de contar con información dasométrica para emprender la cosecha y extracción del macizo forestal.

Contar con un inventario es sumamente importante para conocer el stock madera en pie con que se cuenta, es la base al momento de planificar una futura cosecha y además para la elaboración de planes de manejo adecuados al sitio.

2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 CABO POLONIO

2.1.1 Ubicación

El Parque Nacional Cabo Polonio se ubica en la costa atlántica del departamento de Rocha y forma parte de la cuenca de la laguna de Castillos. Comprende un sistema costero que incluye ecosistemas terrestres, insulares y marinos. La superficie del área natural protegida incorporada al Sistema Nacional de Áreas Protegidas o SNAP de Uruguay abarca 25.820 hectáreas, de las cuales 4.653 hectáreas son terrestres (MVOTMA. SNAP, 2019).

2.1.2 Historia

Pinto y Villalba (1998) indican que originalmente el área era una inmensa zona de pastoreo con alta dotación de ganado. Esto provocaba un aumento en el proceso de erosión y transporte de arena hacia el interior. Por otro lado, todo hace suponer la presencia de vastas áreas cubiertas de monte nativo costero (psamófilo). Aún hoy en día quedan algunos relictos del mismo formando parte de áreas de alto riesgo según la cartografía de la Dirección Nacional de Medio Ambiente.

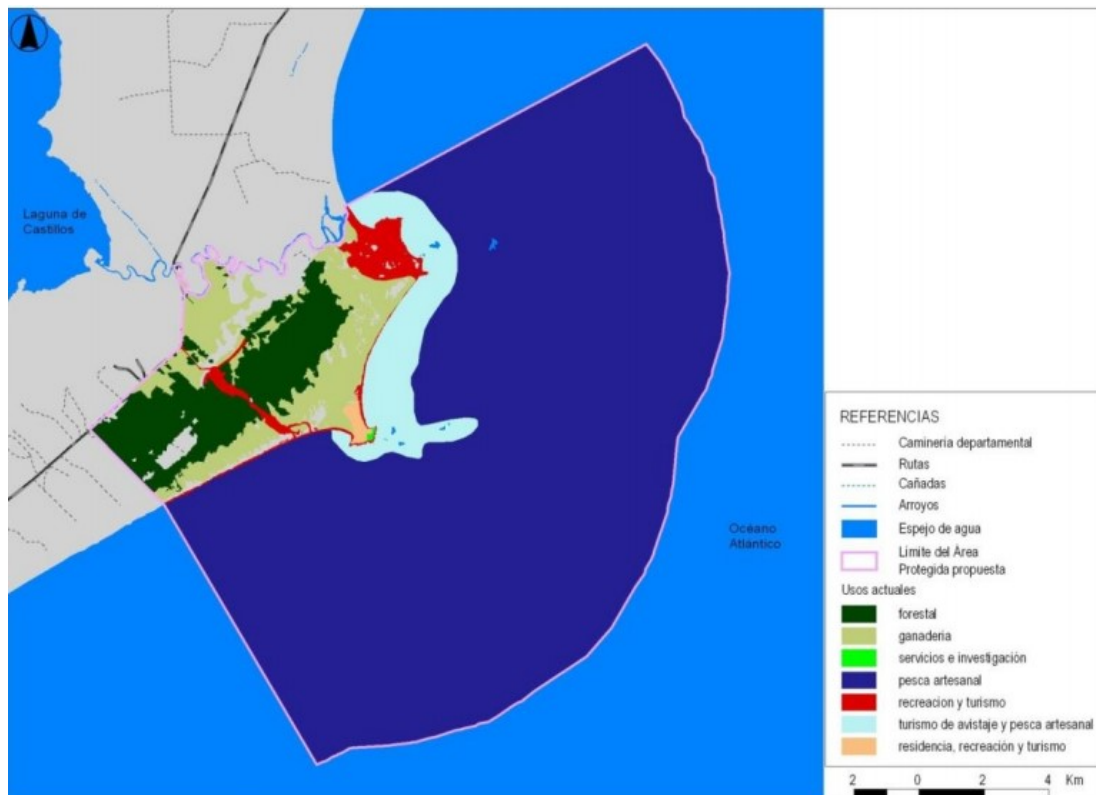
El comienzo de la forestación tuvo lugar en abril de 1937, plantándose una superficie pequeña, la cual se extendería en el año 1942. En ese mismo año el 16 de setiembre fue creada por decreto la llamada “Reserva Forestal de Cabo Polonio” y más tarde se retomaría la plantación en el año 1966, con la recién creada Dirección Forestal. Ese año fueron forestadas 15 hectáreas con *Pinus pinaster*.

Según la propuesta de ingreso del área protegida marino-costera de Cabo Polonio al SNAP, otra de las intervenciones en lo que refiere a la forestación se realizó entre los años 70 y comienzos de los 80, en el cual se plantaron alrededor de 800 hectáreas del sistema dunar con especies de los géneros *Pinus* y *Acacia*.

En el correr de diferentes años se fueron agregando hectáreas hasta llegar a lo que hoy es la Reserva Nacional de Cabo Polonio, las últimas a cargo del MGAP.

A partir de los años 90, RENARE implementó un “programa de rescate y restauración del monumento natural de dunas”, en el cual se incluyó un “plan para el tratamiento de plantaciones inadecuadas”, con el objetivo de eliminar la cortina forestal. Ese plan no tuvo éxito ya que la dinámica de dunas sigue siendo afectada aun en la actualidad (MVOTMA. SNAP, 2019).

Figura No. 1. Distribución espacial de los usos que se desarrollan dentro del Parque Nacional Cabo Polonio



Fuente: tomado de MVOTMA. SNAP (2019).

2.1.3 Características ecológicas

El MVOTMA. SNAP en uno de sus trabajos para realizar un Plan de Manejo sobre el Parque Nacional de Cabo Polonio, dividió el área en Unidades Ambientales, las cuales se definen como ámbitos territoriales con especificidades geomorfológicas y ecológicas distintivas. Se diferenciaron en total 6 unidades ambientales con atributos diferentes:

- a) Unidad Lomas Costeras: sobre la misma se encuentran la pradera y el monte nativo costero, entre ellos el bosque y el matorral psamófilo. Ambos se encuentran sobre suelos arenosos.
Además existen parches de monte nativo dentro de la masa de bosques implantados por el MGAP, en el borde del sistema de dunas y dentro de una de las planicies, que a pesar de estar rodeado de forestación, aún mantiene su integridad (Ríos, citado por MVOTMA. SNAP, 2019).
- b) Unidad Planicies asociadas al sistema laguna de Castillos: considerada como una unidad heterogénea que comprende un sistema de bañados compuesto por caraguatales, los pajonales, los bañados de turbera y los

pastizales hidrófilos, además de bosques asociados a bañados como lo son los bosques de curupí (*Sapium glandulosum*), los bosques de ceibo (*Erythrina crista-galli*), entre otros.

- c) Unidad Sistema de transición: es una unidad ambiental costera en la cual se reconocen 4 ecosistemas, las playas arenosas, las puntas rocosas, las dunas frontales y las barrancas costeras. Las playas arenosas son uno de los principales ecosistemas del Uruguay, ya que cumplen con un rol turístico relevante y además disipan la energía de las olas. Las puntas rocosas son ambientes que se caracterizan por su fauna animal. Las dunas frontales ubicadas paralelas a la costa, disipan el oleaje, siendo de importancia para la conservación de la playa. Por último las barrancas costeras las cuales tienen influencia sobre el filtrado de agua, retención de arena y como hábitat de diversas especies vegetales.
- d) Unidad Dunas transversales: se caracteriza por poseer dunas móviles de forma transversal a la costa. La misma es afectada por la forestación implantada de pinos y acacias que como consecuencia provocó una disminución de la superficie de dunas y su dinámica.
- e) Unidad Tómbolo: se le designa a la formación costera dada por una península que se une por una lengua a un ámbito terrestre mayor.
- f) Unidad Sistema oceánico-insular: es la zona de mayor extensión y se caracteriza por su heterogeneidad ambiental.

2.1.4 Suelos

En la zona de estudio es posible encontrar los grupos de suelos CONEAT 07.1, 07.2, 09.1 y en menor medida el grupo 3.30, los 3 primeros mencionados corresponden a la unidad de suelos Angostura y el 3.30 a la Unidad Laguna Merín, pertenecientes a la Carta de reconocimiento de suelos (MAP. DSF, 1979). A continuación se presenta la descripción de los suelos más relevantes:

-Suelo 07.1: comprende áreas litorales marítimas o continentales recubiertas con espesores variables de arenas, fijada por vegetación psamófila.

Estas arenas y los Arenosoles Ocrícos (dunas arenosas) asociados son de muy baja fertilidad y excesivamente drenados, aunque existen áreas deprimidas por drenaje pobre y muy pobre con vegetación hidrófila. Índice de productividad: 4.

-Suelo 07.2: este grupo corresponde a las arenas no fijadas por vegetación psamófila poco densa, entre ellas las dunas arenosas de Cabo Polonio. Índice de productividad: 0.

-Suelo 09.1: corresponde a lomadas costeras que se extienden en forma discontinua y paralela a la costa, especialmente observable en lomadas de Narváez, Cabo Polonio. El material madre está constituido por sedimentos areno-arcillosos de color

pardo, los suelos predominantes corresponden a Planosoles Districos Ocrícos y Argisoles Districos Ocrícos. Índice de productividad: 66.

-Suelo 3.30: corresponde a llanuras bajas ubicadas en la desembocadura de ríos y arroyos que permanecen inundados durante varios meses del año, y bañados que permanecen siempre sumergidos, con bajantes en épocas estivales.

Sus suelos dominantes se clasifican como Gleysoles Lúvicos Melánicos/Ocrícos de textura limo arcillosa. Índice de productividad:18.

2.1.5 Clima

La costa atlántica de Cabo Polonio posee un clima marítimo templado húmedo a subhúmedo sin temperaturas extremas. Su temperatura media anual es de 16°C, con medias mensuales que van desde una máxima de 21°C para el mes de enero, y una mínima de 10°C para el mes de julio. La humedad relativa media anual es de 80%, con máximos en los meses de junio y julio de 85%, y mínimos en los meses de diciembre y enero con 73%. Las precipitaciones medias anuales son del orden de 1100 mm, con una máxima de 110 mm para el mes de septiembre. Dentro del clima se debe resaltar las condiciones de fuertes vientos, los cuales juegan un rol importante en la dinámica de dunas y la circulación de la arena (IMR et al., s.f.).

Carro e Iglesias (2014) señalan que, en comparación con el resto del país, la zona presenta valores extremos, por ejemplo, se encuentran los valores de temperatura media anual más bajos y por el contrario se observan los máximos en cuanto a humedad relativa y viento.

2.1.6 Geología

Según de Álava (2007), el área bajo estudio comprende 5 tipos de formaciones geológicas, estas son:

- Zócalo del Este: los afloramientos de rocas se encuentran en la costa, formando puntas aisladas. Se trata de cuarcitas, gneisses y filitas, e intrusiones de granitos, resistentes a la alteración y erosión, por ello su aporte de material en forma directa al medio costero es escaso.
- Arenas, arcillas y lodolitas de Formación Chuy: esta formación se encuentra bien expuesta en la costa, pero su presencia se extiende a todo lo largo de la faja que comprende el área de Cabo Polonio. Es una unidad que aporta mayores cantidades de sedimentos detríticos al ambiente costero, a través de barrancas litorales y de enormes cárcavas.
- Arcillas grises, paleosuelos y turbas: en esta unidad se ha determinado la presencia de paleosuelos diversos, fosilizados por coberturas de arenas de dunas o cordones litorales. En diversos puntos del paisaje, se han encontrado niveles de suelos turbosos, horizontales, restos de otros antiguos suelos que

demuestran la existencia de zonas inundadas a niveles superiores al actual nivel de base.

- Dunas: son depósitos eólicos litorales, en la mayor parte de los casos, cubiertos por nuevas capas de arenas eólicas recientes.
- Aluviones: estos acompañan los cursos de aguas permanentes y están siempre formados por arcillas, limos y arenas finas.

2.1.7 Topografía

El relieve varía entre 10 y 60 msnm, las zonas de topografía más alta corresponden a lomadas suaves (depósitos marinos correspondientes a lomas de Narváez) con cárcavas activas (de Álava, 2007). El punto más alto del paisaje se registra en el cerro de la Buena Vista con 60 metros de altitud (IMR et al., s.f.).

2.1.8 Recurso forestal y vegetación existente

La vegetación dominante se compone de plantaciones por rodales de especies exóticas de crecimiento rápido, *Pinus pinaster*, *Pinus taeda*, *Pinus elliottii* y *Eucalyptus grandis* (Pinto y Villalba, 1998).

La reserva forestal está formada principalmente por monte implantado, el cual se compone en su mayoría por rodales puros y en menor proporción por rodales mixtos. La misma cuenta con 1533 há forestadas, las cuales se dividen en dos sectores Cabo Polonio y Aguas Dulces. Las especies utilizadas corresponden principalmente al género *Pinus* (1179 há) y en menor área al género *Eucalyptus* (102 há). Éste último se encuentra solo en el sector Cabo Polonio. Además, cabe resaltar que en sector Cabo Polonio se encuentra una superficie de aproximadamente 112 há de monte nativo costero (Pinto y Villalba, 1998).

2.2 *Pinus pinaster*

2.2.1 Antecedentes técnicos y usos forestales

Según Alia y Martín (2003), esta especie está distribuida ampliamente en el Oeste de la cuenca del mediterráneo, en el Sur de Europa y África, y sobre la costa atlántica de Francia, España y Portugal.

En estas regiones la madera es usada principalmente para producción de pulpa y papel, construcción, tableros de chips, tablas para piso y pallets.

Sin embargo, uno de los usos más tradicionales es la extracción de resina de alta calidad.

2.2.2 Características silvícolas

Alcanza una altura promedio entre 20 y 25 m, pudiendo llegar a 30 m en condiciones excepcionales (Remacha, 1987).

Es considerada una especie de rápido crecimiento, especialmente en la región atlántica, donde son comunes edades de rotación de entre 40 y 50 años, en otras regiones puede llegar a rotaciones entre 80 a 120 años (Alia y Martin, 2003).

2.2.3 Características de la madera

La madera de *Pinus pinaster* es blanca amarillenta en la albura, rojizo amarillenta en el duramen y rojo vino a marrón en la médula. Con anillos de crecimiento muy distinguibles a simple vista, que oscilan en una media de 2,2 anillos por centímetro de espesor, aunque como consecuencia de la excentricidad en el crecimiento y la variación climática de año en año, su distribución es algo irregular dentro de la troza. Los nudos en general son numerosos y relativamente grandes, de color pardo oscuro, en general sueltos sin una distribución uniforme. Caracteriza a esta madera las bolsas de resina grandes, pudiendo alcanzar 10x20x2mm, muy localizadas pero sin una distribución conocida en la troza (Remacha, 1987).

2.2.4 Usos en Uruguay

Durante las décadas de 1960-1970, *Pinus pinaster* era la especie más utilizada a nivel de industria nacional. Sin embargo, esto cambió en los años 90, donde el volumen de madera que entraba al mercado nacional era principalmente de otra especie de pinos, como lo son *Pinus taeda* y *Pinus elliottii* (Carro e Iglesias, 2014).

2.3 ANTECEDENTES DASOMÉTRICOS

En el año 1994 según el relevamiento de Bonomi (1994) en la reserva forestal había un total de 102 há del género *Eucalyptus*, 218 há de *Pinus taeda*, 688 há de *Pinus pinaster* y 18 há de *Pinus elliottii*. El resto del área arbolada corresponde a mezclas y rodales de acacia, ocupando aproximadamente 112 há.

Cuadro No. 1. Resumen de áreas arboladas la Reserva Forestal de Cabo Polonio

Género Eucalyptus	102 há
<i>E. grandis</i>	96 há
<i>E. globulus</i>	6 há

Género Pinus	925 há
<i>P. elliottii</i>	18 há
<i>P. taeda</i>	218 há
<i>P. pinaster</i>	688 há

Mezclas y género Acacia	112 há
-------------------------	--------

Fuente: elaborado en base a Bonomi (1994).

Analizando la información descrita por Bonomi (1994) se concluye que gran parte de los rodales se encuentran sin manejo, ya que se hace referencia a una alta regeneración natural y densidad de árboles por metro cuadrado, además los rodales que correspondientes al género Pinus poseen un tamaño de 30 metros de altura y gran parte de los árboles se describen como bifurcados y torcidos.

Esta información es respaldada por el trabajo de Carro e Iglesias (2014), los mismos señalan que no se realizaron tratamientos silvícolas después de la plantación, ya sean podas, raleos o cortas sanitarias.

Como se mencionó anteriormente Pinto y Villalba (1998) señalan que 1179 há corresponden al género Pinus, mientras que 102 há son las ocupadas por el género Eucalyptus. Además 112 há las asignan a monte nativo.

Cuadro No. 2. Superficie ocupada por especie en la Reserva Forestal de Cabo Polonio

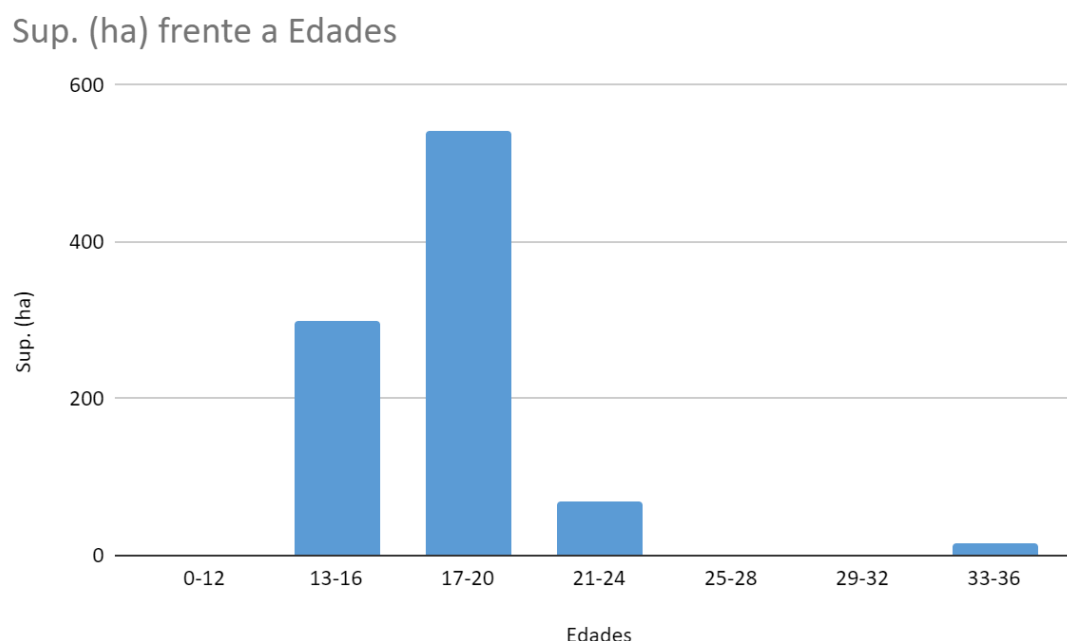
Géneros	Sup. (há)
Pinus	1178
Eucalyptus	102
Acacia	31
Monte nativo	112
Mezcla	220

Fuente: adaptado de Pinto y Villalba (1998).

Según el cuadro anterior, se concluye que el 72% de la superficie ocupada por especie corresponde al género Pinus, un 6% al género Eucalyptus, un 13% de mezcla de especies, 7% de monte nativo y por último 2% del género Acacia.

Para el año 1998, los rodales del género *Eucalyptus* tenían una edad de 18 años, los correspondientes a *Pinus taeda* entre 20 a 17 años, *Pinus pinaster* oscila entre los 33 a 13 años y *Pinus elliottii* entre 20 y 14 años de edad (Pinto y Villalba, 1998).

Figura No. 2. Superficie ocupada por pinos según edades



Fuente: tomado de Pinto y Villalba (1998).

2.4 INVENTARIOS FORESTALES

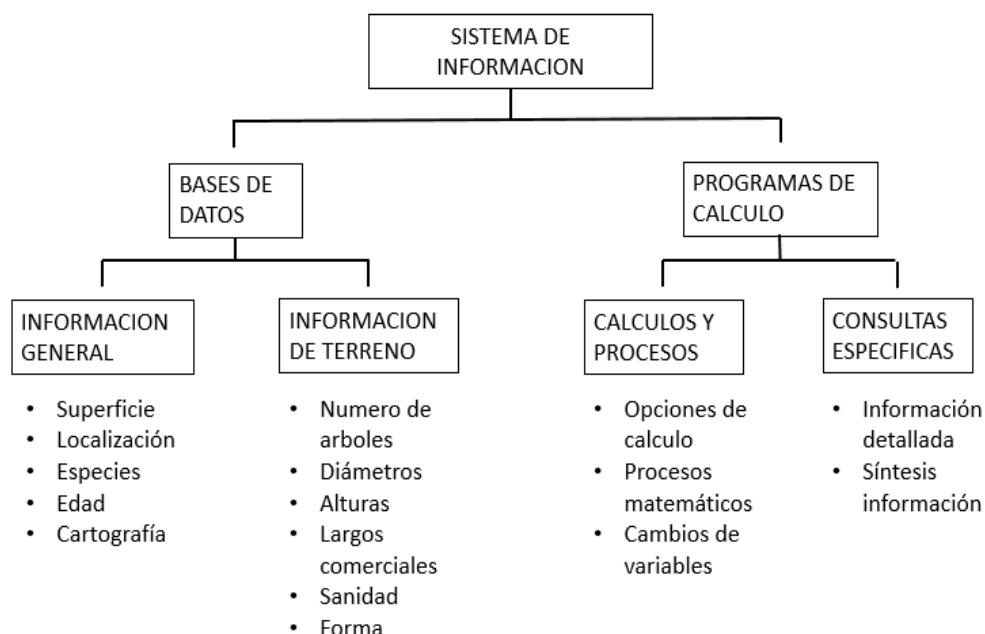
2.4.1 Definición

Un inventario forestal es la descripción cuali y cuantitativa de los componentes de un área ocupada por bosques, por lo que en general incluye información sobre la cantidad y calidad de los productos. Esto implica, tanto características correspondientes a los árboles, en cuanto a sus dimensiones dendrométricas, como el conjunto de individuos desde el punto de vista dasométrico en relación al área que estos ocupan, y a las condiciones del medio físico en el que se desarrollan (Sorrentino, 1997).

Los inventarios poseen información sobre establecimientos, superficies forestadas, localización geográfica y distribución de especies, además de los datos daso y dendrométricos de los recursos como por ejemplo los diámetros, alturas, forma, calidad de los productos, usos comerciales alternativos, evolución general de la masa y sanidad entre otros factores.

Para el procesamiento de esta información se utiliza un sistema automático de inventario, el cual permite poder manejar con rapidez y en forma continua grandes volúmenes de información y poder actualizar las cifras con facilidad.

Figura No. 3. Componentes de un sistema de información de inventario y sus principales objetivos



Fuente: tomado de Sorrentino (1997).

2.4.2 Clasificación de inventarios

Según Sorrentino (1997), los inventarios forestales pueden clasificarse en nacionales, de reconocimiento, para estudios de factibilidad e intensivos. A continuación, se describen brevemente cada uno de ellos.

Los inventarios nacionales se utilizan para grandes extensiones y se utilizan para llevar adelante objetivos a nivel nacional. Los mismos cuentan con información acerca de la superficie ocupada por cada especie, rendimientos promedios, existencias totales en pie, expresadas por departamento.

Los inventarios de reconocimiento brindan información preliminar sobre las posibilidades potenciales de un determinado recurso. Los mismos contienen la ubicación geográfica y la extensión de los bosques clasificados muy globalmente. Se utilizan para la definición futura de proyectos de acción en el área. Además, deben estudiarse los

antecedentes del área, revisar informes y todo el material disponible que pueda aportar a definir las características del recurso.

Inventarios para estudios de factibilidad, se utilizan para poder determinar la rentabilidad de un proyecto luego de realizarse los estudios requeridos en el área. Para este caso la información recabada debe contener datos de cálculos de la superficie y topografía, pero además es importante el sistema de propiedad, accesibilidad y medios de transporte y las variables dasométricas básicas como lo son el rendimiento, incremento y merma, la densidad y dimensiones de los árboles.

Inventarios forestales intensivos, este tipo de inventario puede subdividirse de acuerdo a su objetivo específico, ya que su fin es lograr una planificación concreta dependiendo el recurso forestal disponible. Puede subdividirse en: estudios para planes de manejo, estudios para programas de explotación y cosecha, estudios de crecimiento, estudios para tasación del bosque y comercialización de productos y estudios de investigación (diseños experimentales). Se trata de estudios más exigentes en cuanto a la precisión de la información que los demás, si bien admiten errores de muestreo deben ser más pequeños y exigen niveles de confianza más altos.

2.4.3 Determinación del volumen

Para determinar el volumen de un árbol o de trozas con bastante precisión se pueden seguir distintos métodos. Estos son: el desplazamiento de agua (principio de Arquímedes), el peso (relación entre volumen y peso) y la cubicación (medidas de dimensiones geométricas), siendo éste último el más utilizado por el técnico forestal (Ugalde, 1981).

Para Cámpora y Terra (2008), los volúmenes de árboles enteros pueden realizarse sobre mediciones de árboles en pie, o a partir de medidas sobre árboles apeados, utilizando las fórmulas básicas de cubicación, Smalian, Huber o Newton.

Los modelos fustales de conicidad, son funciones de forma que representan la variación diamétrica a lo largo del fuste como función del diámetro a la altura del pecho (dn) y la altura total (ht) o altura comercial (hc). Estos modelos son fundamentales en la determinación del volumen tanto en árboles como en trozas y permiten estimar 3 características: diámetros en cualquier punto del fuste, altura del fuste en que se encuentra un diámetro específico y volumen entre dos puntos cualesquiera del fuste (Crechi et al., 2009).

2.4.4 Medición de árboles en pie

Para la medición de diámetros, la medida que se lleva a cabo en el Uruguay es el diámetro a la altura del pecho, el cual corresponde al diámetro a 1,30 m del nivel del suelo, exceptuando algunas situaciones, como pueden serlo fustes torcidos, terrenos con pendientes, bifurcaciones del fuste y otros aspectos (Sorrentino, 1994).

Según Cámpora y Terra (2008), la medición de diámetros es la operación más sencilla de la mensura forestal, aunque no debe descuidarse, ya que si la medición tiene un determinado error, el mismo en el área basal es el cuadrado, debido a su fórmula:

$$g = (\pi/4) * dn^2$$

Existen diversos instrumentos para poder medir el grosor de árboles en pie, y la elección del más adecuado depende de algunos factores como lo son la precisión que se requiere, el tiempo, la facilidad de uso y transporte, las dimensiones del rodal y el costo de los instrumentos. En Uruguay los más comunes son la forcípula común, la cinta diamétrica, la regla Biltmore y el relascopio de Bitterlich (Sorrentino, 1994).

En el caso de la medición de alturas, dada la dificultad de utilizar un instrumento de contacto o medición directa, por lo general se utilizan instrumentos del tipo óptico, los cuales están basados en principios geométricos y trigonométricos (Prodan et al., 1997).

La determinación de la altura es importante al momento de calcular el volumen o el incremento volumétrico, así como también lo es el diámetro. Dentro de un mismo árbol pueden considerarse distintos tipos de altura, las mismas pueden ser: altura total, comercial y altura del fuste (Sorrentino, 1994).

2.4.5 Medición de árboles apeados

Ya sea para árboles apeados enteros o trozas, las mediciones en estos casos se realizan con cintas de diámetro o cintas métricas comunes, haciendo luego la correspondiente transformación. Las precauciones que se deben tomar son la colocación de la cinta en forma perpendicular al fuste y mantenerla bien apretada. Para los casos en que el fuste se encuentre apretado ya sea contra el suelo u otro fuste la medición puede realizarse con forcípula (Sorrentino, 1994).

2.4.6 Medición de corteza

Para obtener el diámetro sin corteza, el cual permite calcular el área sin corteza de una sección o troza, es necesario primero medir el grosor de la corteza. En árboles apeados realizar ese cálculo no presenta mayores dificultades, pero en el caso de árboles en pie dicha medición no es tan sencilla (Ugalde, 1981).

Si bien la corteza tiene algunos usos marginales para diversos productos comercializables, para la mayoría de las situaciones se considera como un desecho, por lo que es imprescindible descontarlo en el cálculo de volumen neto (Cámpora y Terra, 2008).

La cantidad de corteza y su distribución no es homogénea en todo el árbol, por lo que es conveniente realizar siempre dos medidas diametralmente opuestas a la misma altura y trabajar con el promedio de ambas. Es conveniente medir la corteza a 1,30 metros del suelo ya que el dn también se mide a esa altura y así poder obtener el valor de dn sin

corteza. El mismo se calcula restando al dn con corteza el espesor diametral de corteza (Sorrentino, 1994).

2.4.7 Forma y tamaño de parcelas

Cuando se hace una medición a nivel forestal, por razones prácticas, es conveniente trabajar con grupos de árboles (parcelas) y no con árboles individuales. Estos grupos tienen el nombre de unidades muestrales.

El tamaño de la muestra depende principalmente del error máximo admisible, el presupuesto y las características de las poblaciones forestales (Cámpora y Terra, 2008).

Del tamaño de parcela depende el grado de representatividad. Una elección de parcelas demasiado pequeñas, atentan en contra de la validez del resultado y por el contrario parcelas demasiado grandes son prácticamente difíciles de trabajar (Cámpora y Terra, 2008).

Con respecto al tamaño, Sorrentino (1997), indica que cada unidad muestral debe incluir entre 20 y 30 árboles, aunque algunos casos pueden admitir números menores. Para la forma, y para el caso de plantaciones ordenadas, es común utilizar parcelas cuadradas o rectangulares por razones prácticas. Para el caso de las parcelas rectangulares, las mismas tienen las ventajas de muestrear unidades de gran tamaño y son útiles en bosques heterogéneos y como desventajas poseen menor relación superficie/perímetro, esto implica mayor medición de árboles de borde. Lo opuesto ocurre con las parcelas circulares las cuales presentan máxima relación superficie/perímetro, evitando casi totalmente la medición de árboles de borde, otra ventaja es que se definen por una única dimensión, el radio. Entre las desventajas de las parcelas circulares, se señalan la dificultad de la demarcación a nivel de campo, ya que tienen límites curvos y las limitaciones de medir repetidamente los árboles del límite.

2.4.8 Métodos de muestreo

Muestreo estratificado: cuando los individuos de una población tienen tendencia a agruparse geográficamente en subpoblaciones con características comunes es posible obtener mayor eficiencia en el muestreo subdividiendo la población en estratos. Un ejemplo de existencia de estratos constituye los bosques integrados por rodales de diferentes edades, índices de sitio (altura), especies diferentes, entre otros. Con este diseño se busca minimizar la varianza dentro de los estratos definidos por lo tanto realizar la evaluación con un tamaño de muestra menor, si la estratificación real de la población está bien representada, la varianza entre estratos será muy alta y dentro de cada estrato será mínima (Sorrentino, 1997).

Muestreo aleatorio simple (MAS): su utilización en muestreos forestales se hace más común para circunstancias tales como poblaciones homogéneas y pequeñas

subdivisiones de rodales resultantes de subdividir poblaciones más grandes en subpoblaciones o estratos (Sorrentino, 1997).

Muestreo sistemático: consiste en distribuir una red de parcelas ordenadas conforme a una geometría regular sobre el área que se quiere muestrear. El ordenamiento puede ser en red rectangular, cuadrada o de otro tipo. La distribución se inicia localizando aleatoriamente una unidad cualquiera de la red. Es el diseño preferido en inventarios forestales, sin embargo, este método de muestreo implica un riesgo de sesgamiento de las estimaciones, ya que es posible que la red sistemática coincida con algún ordenamiento también sistemático de componentes del ambiente (topografía, suelos, etc). Por otra parte, el efecto de ordenamientos sistemáticos existentes en el ambiente puede neutralizarse eligiendo una adecuada orientación y distanciamiento entre las líneas de unidades que integran la red (Prodan et al., 1997).

2.4.9 Tamaño de la muestra

El procedimiento para determinar el tamaño de la muestra depende del factor condicionante en el proceso de estimación. Este puede ser un margen presupuestario, o un error máximo admisible (Prodan et al., 1997).

Cuando el factor limitante es el error máximo admisible, resulta necesario estimar la variabilidad de la población, expresada en términos de coeficiente de variación.

$$CV^2 = Sx^2/X^2$$

en donde: CV = coeficiente de variación

Sx = varianza

X = media

Para estimar el tamaño muestral se despeja n en la expresión del error muestral:

$$E = \sqrt{(t \times CV) / n}$$

Luego de despegar n, la fórmula correspondiente es la siguiente:

$$n = (t^2 \times CV^2) / E^2$$

en donde: n = número de unidades de muestreo a medir

t = variable tabular de Student

CV = coeficiente de variación

E = error de muestreo admisible

Normalmente en inventarios forestales admitir un error de muestreo entre 5 a 10 % del volumen para el caso de plantaciones comerciales donde los individuos comparten la misma edad, pero el mismo puede ser mayor en casos de plantaciones muy grandes y

heterogéneas, es decir, integradas por diferentes estratos, en estos casos puede aceptarse hasta 20 % de error de muestreo (Sorrentino, 1997).

2.4.10 Análisis de error

Para Cámpora y Terra (2008), el error en inventarios forestales está compuesto por dos componentes, el error de mediciones en la etapa de campo y el error de muestreos mencionado anteriormente. Al tratarse de modelos estimadores que incluyen el componente error, se originan errores aleatorios y en el campo se generan imprecisiones a la hora de medir. Este error se hace más pequeño a medida que aumenta el tamaño de la muestra.

Prodan et al. (1997), mencionan errores no muestrales, llamados sesgos, los cuales afectan a todos los modelos de inventarios y tienen origen en diferentes fuentes. El autor afirma que es imposible generar un modelo que considere todas las fuentes de error posible. Por lo que aconseja individualizar cada fuente de error y desarrollar procedimientos para minimizar cada una de ellas.

Para el error muestral Prodan et al. (1997), señalan que es generado por la variación entre unidades muestrales y que dicha variación puede modificarse dependiendo el diseño muestral empleado y lo define como la máxima diferencia probable para un nivel de confianza seleccionado, entre el valor estimado y el valor poblacional real.

2.5 CAMINERÍA

Según Carro e iglesias (1994), los caminos de acceso para vehículos están limitado al área perteneciente al monte nativo, y no así para el área de plantaciones de pino.

Por su parte Pinto y Villalba (1998), mencionan existencia de algunos caminos entre montes de pinos los cuales no cumplen con la distancia necesaria a la plantación y los describe de un ancho de 5 metros aproximadamente. Uno de ellos comunica el Centro de Operaciones con los rodales más cercanos al mismo y se encuentra completamente empastado.

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 PRESENTACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO

La reserva forestal se encuentra ubicada en el km 261 de la ruta nacional No. 10 “Juan Díaz de Solís”, aproximadamente a 30 km de la ciudad de Castillos y a 64 km de la ciudad de La Paloma.

El predio donde se encuentran las plantaciones a inventariar corresponde a los padrones 1577, 1578, 1589, 1597, 1600, 3803, 66511 y 66512.

Figura No. 4. Imagen aérea de la zona de trabajo



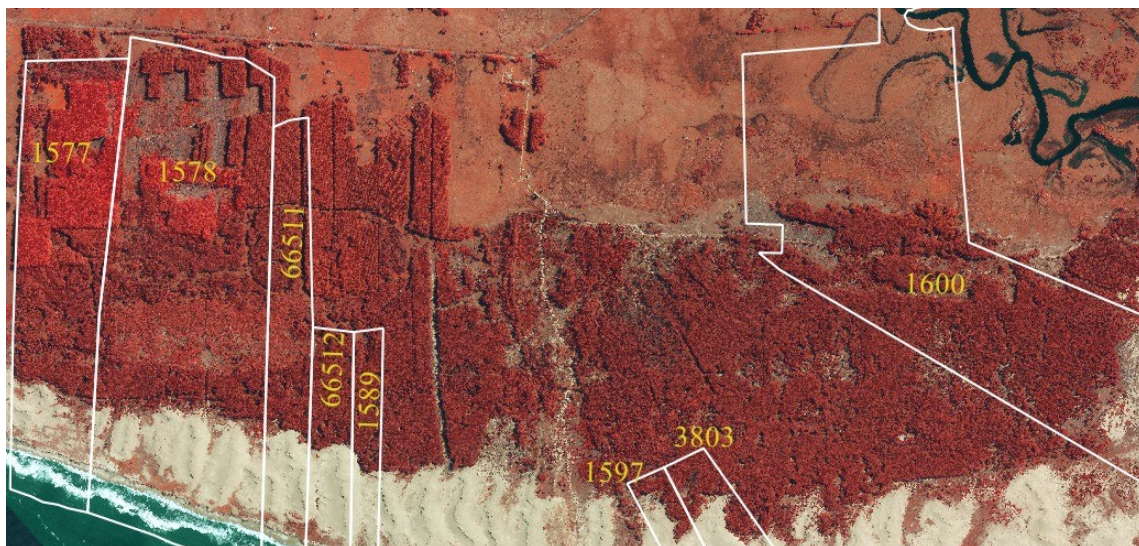
3.2 TRABAJO PREVIO DE GABINETE

3.2.1 Reconocimiento y mapeo del sitio

En primer lugar, se recabaron imágenes digitales correspondientes al área de trabajo, estas imágenes fueron tomadas del IDE (Infraestructura de Datos Espaciales de Uruguay), obtenidas mediante un vuelo fotogramétrico finalizado en 2018, que, si bien no son las más actuales, proporcionan una mejor calidad que otras disponibles.

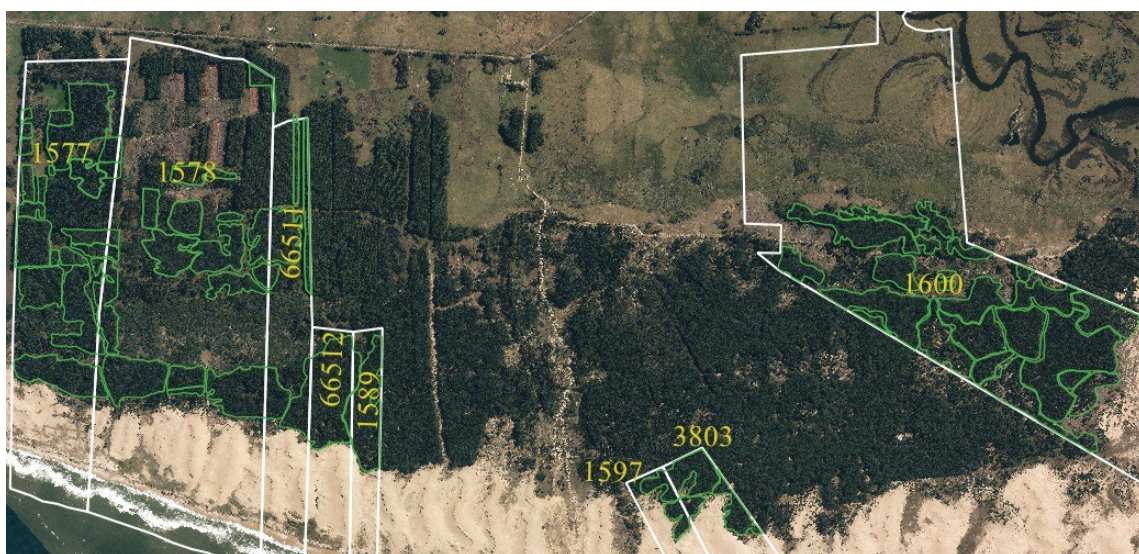
Posteriormente, se cargaron dichas imágenes en el programa QGIS (versión 3.14), que permitió aplicar la técnica de falso-color mediante un cambio de combinación en las bandas de la imagen, transformando los colores reales a un tono rojo. Como consecuencia, por diferencia de brillo y tonalidad es más sencillo distinguir las diferentes especies.

Figura No. 5. Imagen aérea de la zona de trabajo con cambio de bandas



Al tener en claro las especies, se logró diferenciar los rodales entre e inter especies, logrando trabajar más ordenadamente y luego proceder a estratificar dentro de estos rodales. Las especies comerciales presentes en la reserva son: *Pinus pinaster*, *Pinus taeda*, *Eucalyptus grandis* y eucaliptos colorados.

Figura No. 6. Imagen aérea de la zona con delimitación de rodales en su respectivo parcelario rural



En la anterior imagen se aprecian marcados los rodales luego de haber quitado la capa del falso-color, sobre el parcelario rural asignado.

3.2.2 Introducción al inventario

Antes de poder realizar el inventario, es necesario cumplir con algunas actividades previas, como lo es la formulación de los objetivos del inventario. Para ello resulta conveniente plantear cuales son el tipo y la calidad de la información requeridos para el trabajo.

Objetivos del inventario: obtener la cuantificación de madera en pie (volumen en pie) y los posibles productos a extraer para su comercialización.

Dado los objetivos planteados se encontró conveniente realizar un inventario forestal intensivo. Para el mismo, además es necesario definir la unidad de evaluación o muestreo, es decir el alcance que deberá tener el inventario en lo que refiere al área mínima de realización, la ubicación geográfica y la extensión.

Referido al área mínima de realización, la misma dependerá tanto de la planificación del tiempo necesario para cumplir los objetivos, como de la diagramación de las tareas, las cuales van desde el trabajo en el área definida hasta la presentación final de los resultados. Pero más aún se relaciona directamente con el nivel de error o precisión que se desee en el inventario.

También se debe agregar las variables dasométricas y dendrométricas que se van a recabar, como lo son la altura, el diámetro, la densidad y estado de la plantación. Todas aquellas variables que lleven a lograr el objetivo de la mejor forma.

3.2.3 Diseño de inventario

El muestreo utilizado fue el estratificado, por lo que primeramente se determinaron los estratos a través de la herramienta QGIS. La elección del método de muestreo se justifica a través de un análisis previo de las fotos aéreas de la zona, las cuales muestran una clara agregación geográfica de subpoblaciones, determinadas principalmente por cambios en densidad, coloración, marcos de plantación o simplemente por apariencia general, de esta forma se logró subdividir en estratos o grupos afines. De esta manera, evaluando en estratos y no global se concentra la mayor parte de la varianza entre los estratos y no dentro de ellos.

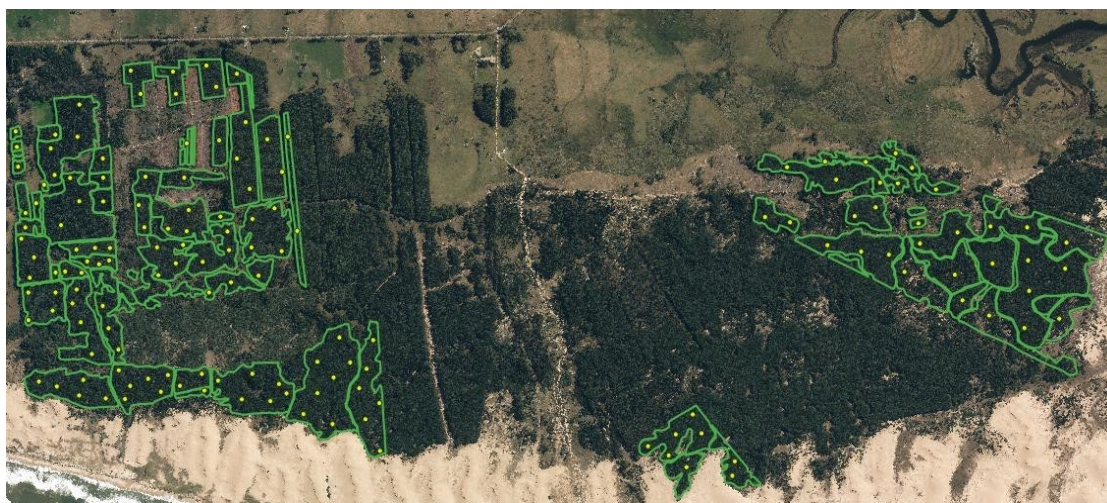
La elección de este muestreo, reduce el tamaño de muestra, de lo contrario no serviría su aplicación. En los posibles casos de enfrentar situaciones de alta variabilidad dentro de un estrato el tamaño de muestra se deberá ampliar.

Para calcular el tamaño mínimo de muestras es decir cuántas parcelas medir, se utilizó el criterio de ubicar parcelas cada 100 metros de distancia, por lo tanto una asignación proporcional al tamaño del estrato, a mayor tamaño de estrato mayor número de muestras habrá dentro del mismo. Además, se utilizaron dos consideraciones para disminuir el nivel de error, en primer lugar, en los estratos muy chicos a los cuales no le corresponde ningún muestreo o si le correspondía era sobre alguno de sus bordes, se ubicaron esas parcelas manualmente de forma tal que la medición sea más exacta. La

segunda consideración es que en el caso de estratos muy grandes y homogéneos se optó por quitar algunas de las parcelas ya que no se requería tal número para que la muestra sea representativa del total.

El tamaño de parcela utilizado fue de 300 metros cuadrados, ya que es un tamaño prácticamente cómodo y que abarca normalmente entre 20 y 30 individuos dentro de la muestra, aunque se hicieron adaptaciones dependiendo la variabilidad de cada rodal. La forma de las parcelas elegida fue circular, ya que el marco de plantación original se ha ido modificando a través de la regeneración por lo que sería una desventaja utilizar parcelas cuadradas o rectangulares, además se da el mínimo de situaciones dudosas en cuanto a árboles límite o borde.

Figura No. 7. Mapa de rodales y parcelas previo a la actividad de campo



Referencias: líneas verdes marcan rodales y puntos amarillos parcelas.

Para lograr un trabajo ordenado y luego facilitar el procesamiento de datos, a cada rodal y también parcela se le asignó un número. Primeramente se trazó una ruta de trabajo diaria y luego se asignaron los números correspondientes. Además, cabe aclarar que se dividió el área total de trabajo en 3 zonas notoriamente marcadas en la figura antes presentada, la primera sobre la ruta No. 10 y cercana a las cabañas de RENARE por lo cual se le nombró “zona cabañas”, la segunda en el centro de la imagen y cercana a la costa y a Cabo Polonio, la misma se nombró “zona Cabo Polonio” y por último hacia el Este sobre Valizas, “zona Valizas”.

3.2.4 Descripción de los instrumentos

Para realizar el trabajo de campo se utilizó un medidor de distancia vertex, el relascopio de Bitterlich y la forcípula.

Medidor de distancia vertex: es un instrumento que puede utilizarse tanto para medir distancias como alturas. Se debe colocar el sensor a 1,30 metros de altura, el mismo

cuenta con dos clavos para poder colocarlo en el árbol objetivo, luego se debe tomar una distancia aproximadamente igual a la altura del árbol objetivo y que desde ese punto se vea claramente el punto a medir (por ejemplo, el ápice). Presionando el botón de encendido y dirigiéndolo hacia el sensor el vertex medirá la distancia horizontal y la pendiente hacia el objetivo y luego la altura. Como ventaja tiene la particularidad de tener una pantalla alfanumérica la cual hace fácil ver los resultados, es preciso, confiable, es excelente para medir radios y alturas en parcelas y como desventaja solo mide hasta 30 metros horizontalmente y debe apuntarse directamente al sensor, por lo que debe cambiarse de posición en el árbol objetivo u otra persona debe girar con el sensor sobre el árbol objetivo.

Relascopio de Bitterlich: es un instrumento utilizado para la determinación del área basal de los rodales y también permite medir alturas y diámetro a cualquier altura del árbol. El aparato está compuesto de una ventana de iluminación, un botón para controlar el movimiento de las escalas interiores, un objetivo y una barra metálica que controla la luminosidad. Observando a través del ocular se ven dos semicírculos, en el superior se observan los árboles y en el inferior las escalas dispuestas en forma vertical. Dependiendo del objetivo es la escala que se debe utilizar, las mismas se denominan de numeración, de distancias e hipsométricas. Para determinar el diámetro a cualquier altura, se utilizan las escalas de numeración, previamente el operador deberá haberse ubicado a una distancia predeterminada del árbol, se enfoca el objetivo y dependiendo la distancia operador - árbol existe una equivalencia entre el diámetro del tronco y el ancho de la banda que lo cubren. Utilizando un cuadro de relación entre los valores de los anchos de cada banda y el diámetro de los árboles, de acuerdo a la distancia del operador, se llega al valor correspondiente.

Cuadro No. 3. Ancho que cubre cada banda a diferentes distancias

	15 m	20 m	25 m	30 m
Una banda angosta	7,5 cm	10 cm	12,5 cm	15 cm
Dos bandas angostas	15 cm	20 cm	25 cm	30 cm
Cuatro bandas angostas	30 cm	40 cm	50 cm	60 cm
Banda "1"	30 cm	40 cm	50 cm	60 cm
Banda "1" más las 4 angostas	60 cm	80 cm	100 cm	120 cm

Fuente: adaptado de Sorrentino (1994).

Forcípula: consiste en una regla graduada, con dos brazos paralelos entre sí, uno de ellos es fijo y el otro móvil, ambos se ubican perpendicularmente a la regla. La forma correcta de medir el diámetro es colocar la forcípula a 1,30 metros de altura de forma perpendicular al fuste del árbol de tal forma que el brazo fijo coincida con uno de los costados del mismo, desplazando el brazo móvil hasta el otro costado. La medida del

diámetro se obtiene realizando la lectura de la regla. La precisión de este instrumento puede llegar a milímetros.

3.2.5 Procedimiento de medición

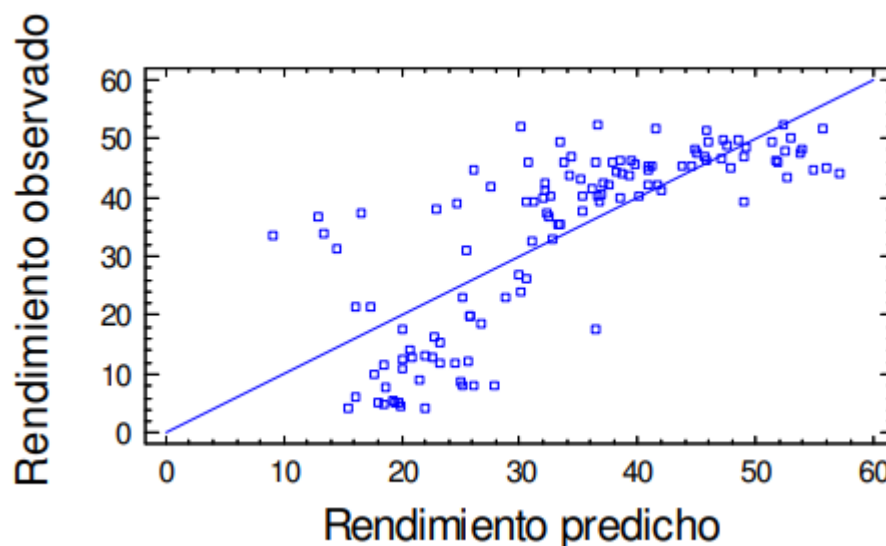
Con lo que respecta a las variables dasométricas y dendrométricas recabadas, teniendo en cuenta el objetivo del inventario, se decidió obtener las mediciones de: diámetro a la altura del pecho (dn), altura total y altura comercial de cada especie.

El procedimiento de medición establecido para un trabajo eficiente fue utilizar el medidor de distancias vertex para marcar los límites de cada parcela, los cuales serían señalados utilizando cada árbol borde con aerosol o tiza, luego se tomó dato de cada dn utilizando la forcípula, y por último la altura comercial y total de la fila central de la parcela y de los 3 árboles más altos de la misma con el relascopio de Bitterlich.

Para la medición de la altura comercial es necesario definir el diámetro en punta fina que se quiere medir, el cual está relacionado directamente con la industria que se hará cargo de la madera.

Para Alberti y Mastrandrea (2007), el diámetro en punta fina de las trozas está relacionado directamente con el rendimiento en el aserrado, siendo la misma la variable más influyente.

Figura No. 8. Relación entre el rendimiento y el diámetro en punta fina



Fuente: tomado de Alberti y Mastrandrea (2007).

El diámetro en punta fina utilizado fue de 20 cm, ya que es el normalmente utilizado en aserraderos y también es práctico de medir con el instrumental utilizado.

3.3 SEGUNDA ETAPA DE GABINETE

3.3.1 Procesamiento de datos

En esta etapa, lo primero que se corrigieron fueron los límites de los rodales, remarcando y modificando sobre lo que fue el mapa realizado previo a la actividad de campo en el cual se tenía desconocimiento de la actualidad de los rodales en la reserva forestal de Cabo Polonio, puesto que las imágenes sobre la cual se trabajó en la etapa previa no eran actuales.

Algunos de los rodales marcados, que en las imágenes del IDE se observan como si estuviesen en pie, ya habían sido cosechados durante este año y algunos un par de años atrás. Estos rodales pertenecían principalmente a *Eucalyptus grandis* y *Pinus taeda*, cercanos a la entrada principal.

Luego de remarcar rodales y quitar aquellos que ya habían sido cosechados se llegó a una superficie efectiva de bosque bajo estudio de 451,46 hectáreas.

Cuadro No. 4. Superficie ocupada en hectáreas según especies

Especie	Área (há)
<i>Pinus pinaster</i>	355,4
<i>Pinus taeda</i>	42,9
<i>Eucalyptus grandis</i>	48,7
Eucalipto colorado	4,5

Del total de las 451,46 hectáreas, la mayor parte de la superficie es ocupada por *Pinus pinaster* seguido por *Eucalyptus grandis* y *Pinus taeda*, por último ocupando la mínima parte se encuentran los rodales de Eucalipto colorado.

En las siguientes imágenes se presenta la nueva marcación de los rodales delimitada por zona de trabajo. Aquellos rodales que se ven sin marcar son los que actualmente no se encuentran en pie o los rebrotes aún eran muy jóvenes para poder relevarlos.

Figura No. 9. Rodales “zona cabañas”



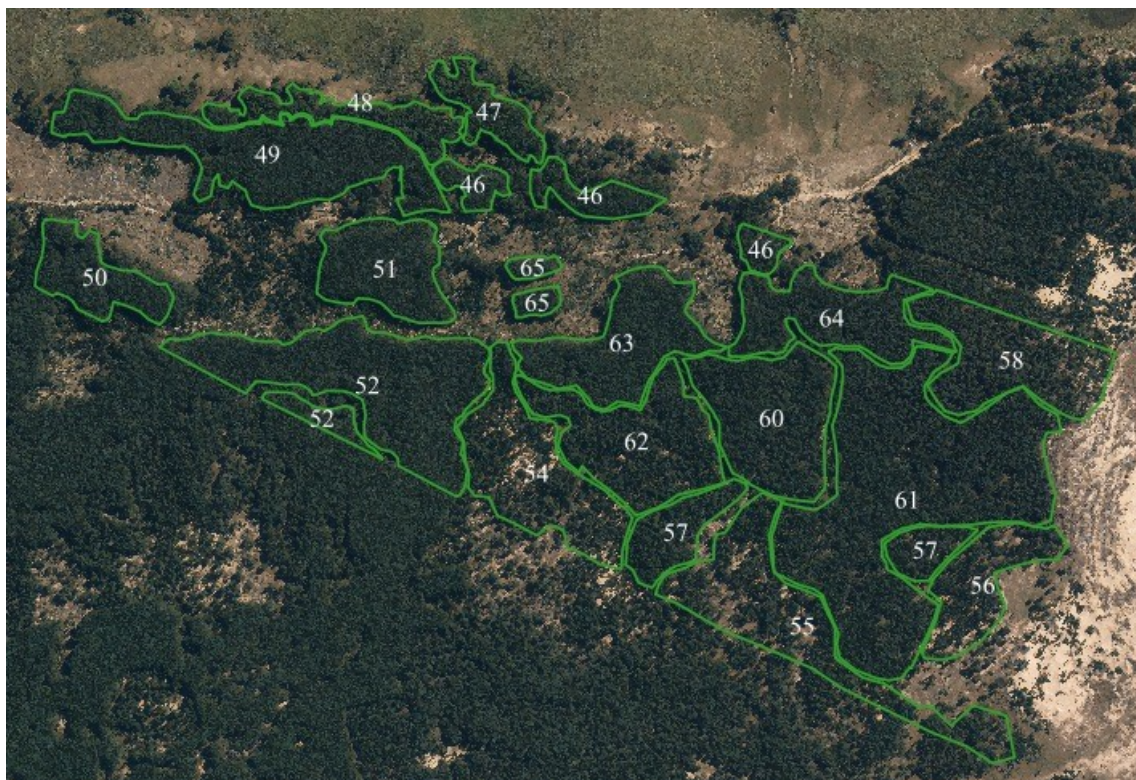
En la anterior imagen, se visualiza la primer área de trabajo, cercana a las cabañas y que se extiende desde la ruta No. 10 hasta la playa. La numeración de los rodales marca el camino de trabajo.

Figura No. 10. Rodales “zona Cabo Polonio”



La figura No. 10, muestra el área central, muy cercana a Cabo Polonio y se encuentra compuesta de 3 rodales de gran extensión.

Figura No. 11. Rodales “zona Valizas”



En la imagen anterior se aprecia la zona Este, hacia el lado de Valizas.

3.3.2 Inventario

En total se obtuvo información correspondiente a 65 rodales y 168 parcelas, para procesar dicha información y obtener el volumen final es necesario aplicar un factor de forma, diferencial en cada especie. Al haberse realizado sólo mediciones de árboles en pie y no poderse establecer un factor de forma real, se utilizaron valores de diferentes trabajos realizados previamente por otros autores.

Según Carro e Iglesias (2014), el factor de forma calculado en su trabajo de tesis para *Pinus pinaster* es de 0,47. Para la especie *Eucalyptus grandis* el factor de forma es de 0,41 (Balmelli y Resquín, 2000). En el caso de *Pinus taeda*, se utilizó un promedio de dos autores, según MGAP. DGF (2019), el factor de forma para esta especie es de 0,43 y para INIA (2004), es de 0,5, por lo que se llegó al valor promedio de 0,465. Por último para eucalipto colorado el valor utilizado fue de 0,4 (Balmelli y Rasquín, 2006).

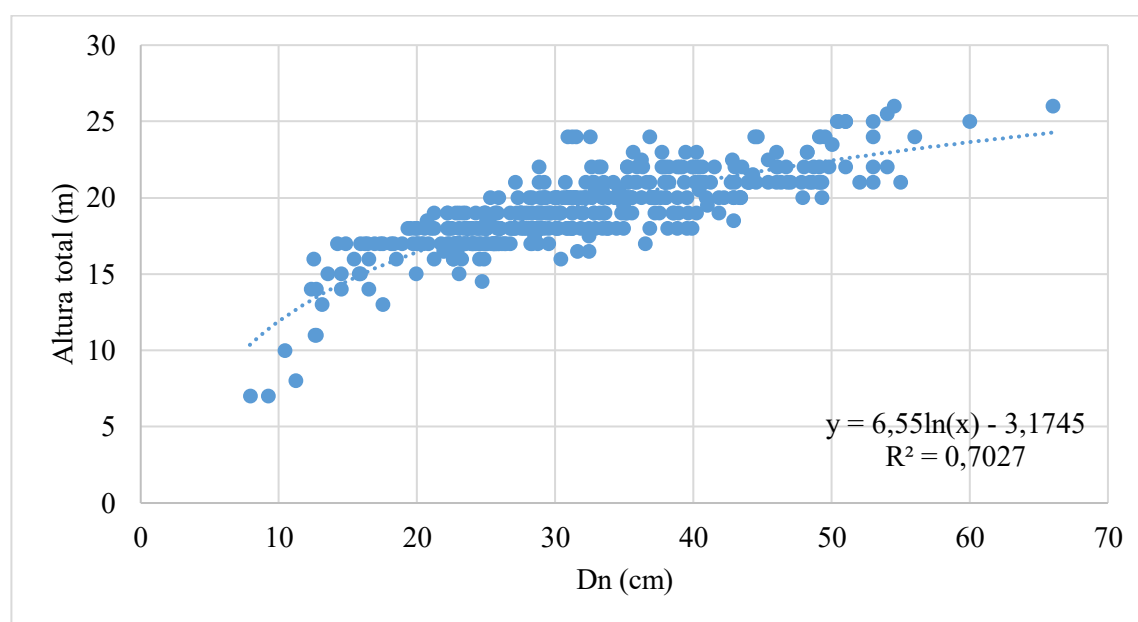
Si bien está claro que el factor de forma para el cálculo de volumen comercial debería ser mayor al utilizado para volumen total, estos valores se utilizaron tanto para volumen total como para comercial, utilizando la altura correspondiente para cada caso.

3.3.2.1 *Pinus pinaster*

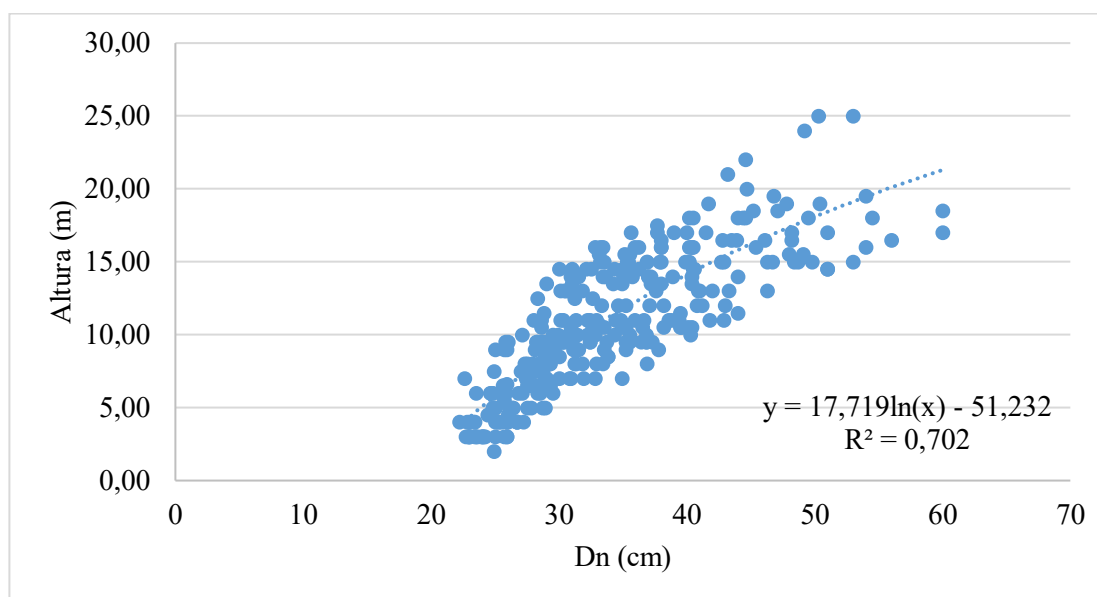
Los rodales correspondientes a esta especie son los siguientes: 4, 5, 6, 7, 8, 9, 13, 14, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 46, 49, 50, 51, 52, 54, 55, 56, 57, 58, 60, 61, 62, 63, 64, 65. Dichos rodales ocupan una superficie total de 355,4 hectáreas.

La siguiente imagen muestra la curva hipsométrica ajustada para el cálculo de las alturas totales. En el margen superior se aprecia la función obtenida y utilizada para dicho cálculo. Dicho procedimiento se realiza para determinar la altura de todos los árboles en función de los diámetros medidos.

Figura No. 12. Curva hipsométrica para altura total en *Pinus pinaster*



Además, en la imagen anterior, se aprecia el R^2 o coeficiente de determinación, el cual informa sobre la fiabilidad del ajuste realizado. El mismo toma valores entre 0 y 1, e indica, en qué porcentaje la función de regresión obtenida $y=f(x)$, explica la variación de y , en función de x .

Figura No. 13. Curva hipsométrica para altura comercial en *Pinus pinaster*

La gráfica anterior muestra la curva hipsométrica ajustada para el cálculo de las alturas comerciales, tanto para este caso como para casi todos los demás se utilizó una función logarítmica, ya que es el modelo que mejor ajusta.

Luego de obtener las alturas correspondientes para cada individuo se calculó, número de árboles por hectárea (n/há), área basal en metros cuadrados por hectárea (gi/há) y finalmente el volumen total (vt/há) y comercial (vc/há), utilizando la altura correspondiente para cada uno y el mismo factor de forma de 0,47.

El n/ha indica cuanto árboles representa cada individuo en la hectárea y depende del tamaño de la parcela. El gi/há es el área basimétrica que el individuo representa y se calcula como $gi/há = \pi/4 * dn^2 / 10000 * n/há$.

Cuadro No. 5. Ejemplo de planilla para cálculo de volumen

Árbol No.	Rodal No.	Parcela No.	Diámetro (cm)	Ht (m)	Hc (m)	N/há	Gi/há (m2/há)	Vt (m3/há)	Vc (m3/há)
1	8	19	52	22,71	18,78	20,0	4,25	45,33	37,49
2	8	19	31,5	24,00	17,00	20,0	1,56	17,58	12,45
3	8	19	38,9	20,81	13,64	20,0	2,38	23,24	15,23
4	8	19	43,5	21,54	15,62	20,0	2,97	30,09	21,82
5	8	19	28,8	18,84	8,31	20,0	1,30	11,53	5,09
6	8	19	48,6	22,26	17,58	20,0	3,71	38,82	30,66
7	8	19	33	19,73	10,72	20,0	1,71	15,86	8,62
8	8	19	36	20,30	12,26	20,0	2,04	19,42	11,73
9	8	19	48	22,18	17,36	20,0	3,62	37,73	29,53
10	8	19	33,7	19,87	11,09	20,0	1,78	16,66	9,30

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de volumen total y comercial en m³ de madera, para llegar al valor se multiplicaron los m³ por há, por la superficie total de cada rodal.

Cuadro No. 6. Volumen total y comercial en m³ por rodal para *Pinus pinaster*

Rodal No.	Vt (m ³)	Vc (m ³)
4	1492,73	955,78
5	2436,30	1478,34
6	616,07	393,04
7	4418,15	2923,70
8	9068,56	6205,81
9	3284,05	1712,10
13	4649,93	3060,00
14	6676,17	4471,34
35	5398,38	2391,14
36	4547,86	2250,92
37	2092,27	1039,34
38	656,61	427,57
39	8556,04	4593,63
40	13542,21	6288,54
41	6632,92	2954,31
42	2493,31	1116,92
43	3494,67	1137,16
44	1401,56	353,72
46	3876,41	2576,70
49	8814,57	5269,82
50	10785,79	7909,24
51	4492,13	3159,46
52	7559,74	3571,23
54	1490,69	461,58
55	4402,04	3032,69
56	1923,75	1137,15
57	3103,79	2177,56
58	5232,62	2952,90
60	2293,80	1499,61
61	9070,78	4097,73
62	5149,62	3387,05
63	6510,53	4216,11
64	4089,20	2054,04
65	953,33	638,58
Total	161206,59	91894,79

El volumen total para *Pinus pinaster* es de 161.206,59 m³ sólidos de madera y 91.894,79 m³ sólidos de madera comercial.

Por último, se realizó un cálculo de los parámetros estadísticos de todos los rodales tomando como unidad muestral las parcelas y se obtuvieron los siguientes resultados.

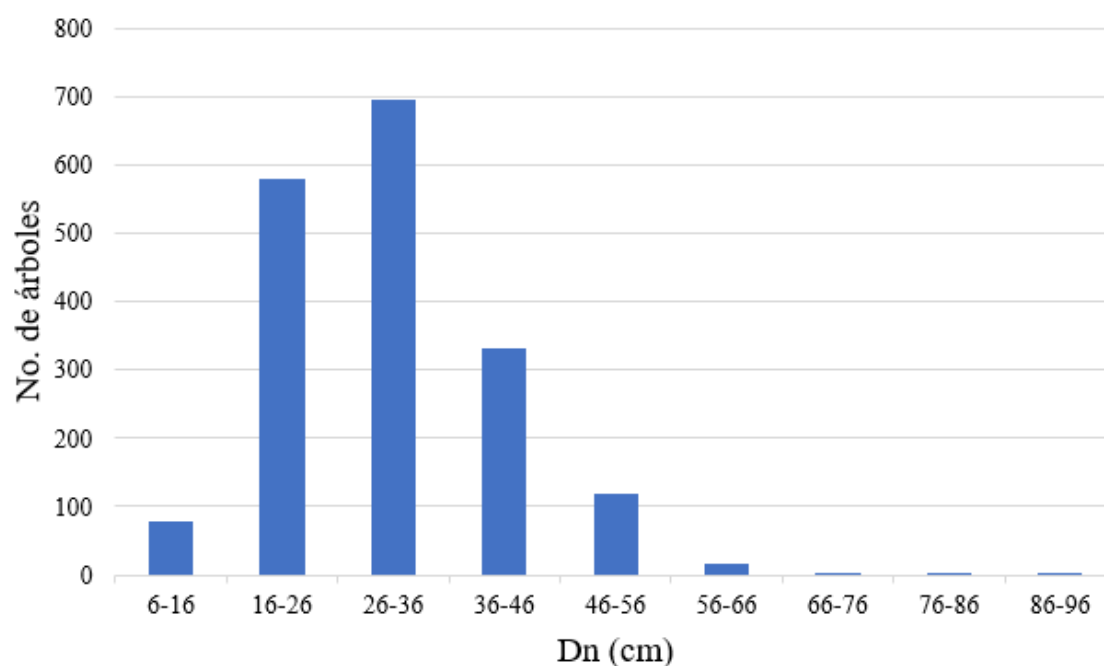
Cuadro No. 7. Parámetros estadísticos sobre el volumen de *Pinus pinaster*

	Vol. total	Vol. comercial
Media	470,08	264,93
Varianza	23953,39	19772,40
Desvio	154,77	140,61
Cv	0,33	0,53
Límite inferior	212,80	31,18
Límite superior	727,36	498,68
t	1,66	
Máx.	879,47	703,67
Mín.	140,63	23,75
Error	6%	9%

En el cuadro anterior, se reflejan los parámetros estadísticos aplicados sobre el total de rodales de la especie tomando como unidad de muestreo las parcelas. Para el volumen total, el promedio por hectárea es de 470 m³/há con un valor máximo de 879,47 m³/há y mínimo de 140,63 m³/há. El error de inventario para volumen total fue de 6 %, cifra admisible para el volumen muestreado, este parámetro es de suma importancia ya que se estimó una población a través de una muestra, por lo cual los resultados están sujetos a un error de muestreo. Para el caso del volumen comercial el promedio es de 264,93 m³/há con un máximo de 703,67 m³/há y un mínimo de 23,75 m³/há. El error fue de 9 %, valor mayor al de volumen total debido a un mayor coeficiente de variación. Los valores de límite superior e inferior reflejan con un 95 % de confianza la probabilidad de que el verdadero volumen promedio por hectárea esté comprendido entre el valor medio y el rango por encima y por debajo de ese valor.

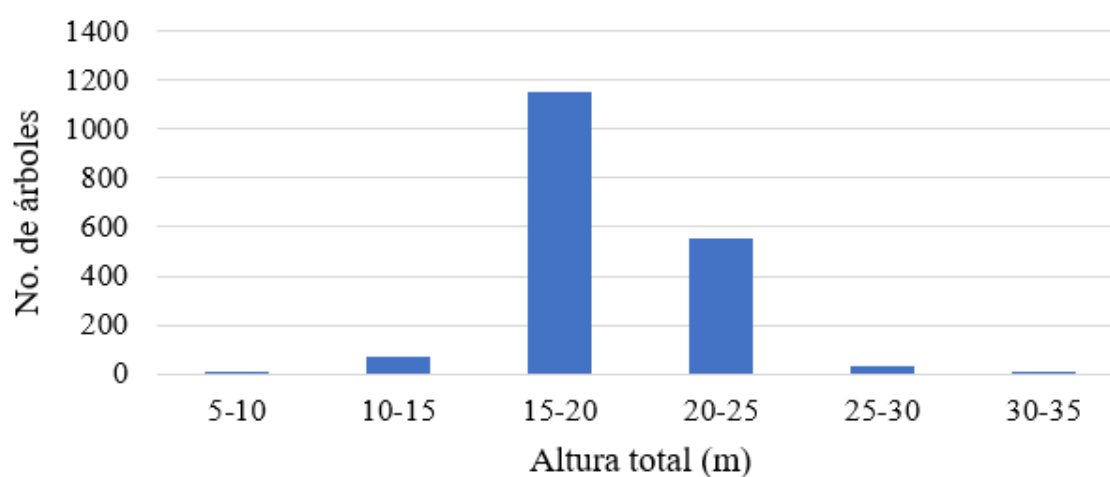
Otros parámetros de relevancia para conocer las variables dasométricas pueden ser las frecuencias de diámetro, altura total y comercial de la especie.

Figura No. 14. Histograma de frecuencias de diámetro en *Pinus pinaster*



El histograma de frecuencias de diámetro indica que la mayor proporción de los individuos medidos, tienen un diámetro de entre 26 a 36 centímetros.

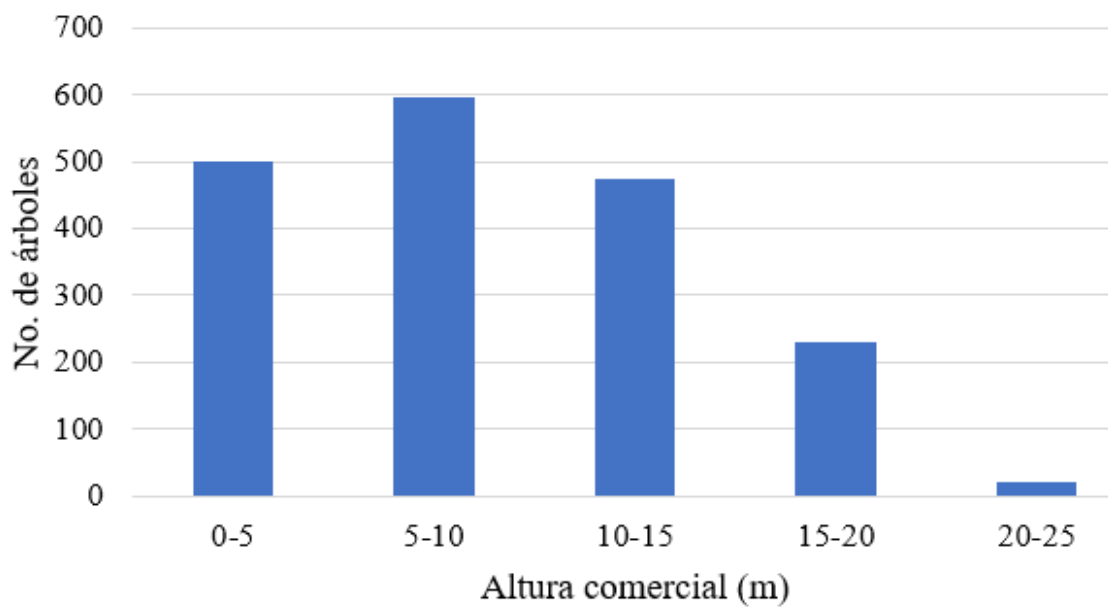
Figura No. 15. Histograma de frecuencias de altura total en *Pinus pinaster*



Como comentario al gráfico anterior, se puede afirmar que el 65 % de los individuos estudiados poseen una altura total de entre 15 a 20 metros. En esta especie, las diferencias en alturas pueden estar influenciadas por el sitio donde se encuentran ubicados,

ya que, una proporción de los rodales se encontraba sobre los médanos y otra sobre la ruta No. 10, en suelos menos arenosos.

Figura No. 16. Histograma de frecuencias de altura comercial en *Pinus pinaster*



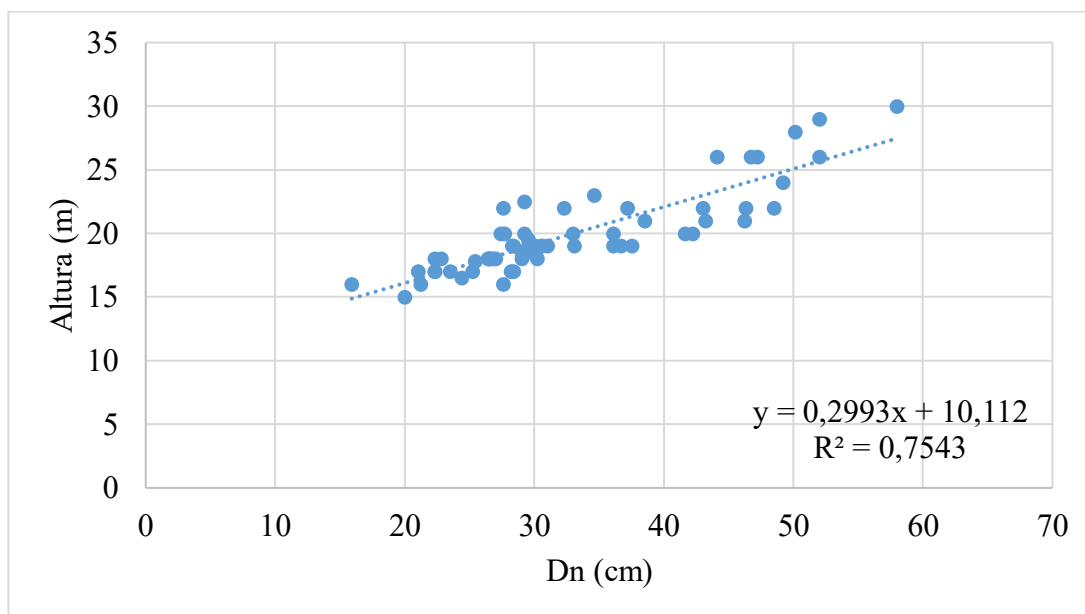
La primera columna del gráfico anteriormente presentado muestra los individuos que no llegaron a tener una altura comercial o que si la tienen fue menor a los 5 metros, de esos aproximadamente 500 árboles, la mayoría no poseen altura comercial, es decir cero metros, esto se debe al diámetro en punta fina fijado, para aquellos árboles que el diámetro a la altura del pecho daba menor a 20 centímetros directamente se les otorga una altura comercial de cero. Además de esto, se muestra que la mayor proporción de individuos presentan una altura comercial de entre 5 a 10 metros.

3.3.2.2 *Pinus taeda*

Los rodales correspondientes a esta especie son: 1, 2, 3, 10, 15, 16, 17, 28, 29, 33, 34, 47, y 48. La superficie total ocupada por dichos rodales es de 42,9 hectáreas. La plantación se encuentra en muy buen estado y homogénea, con un marco de plantación claro de 3 metros en la entrefila por 2 metros en la fila.

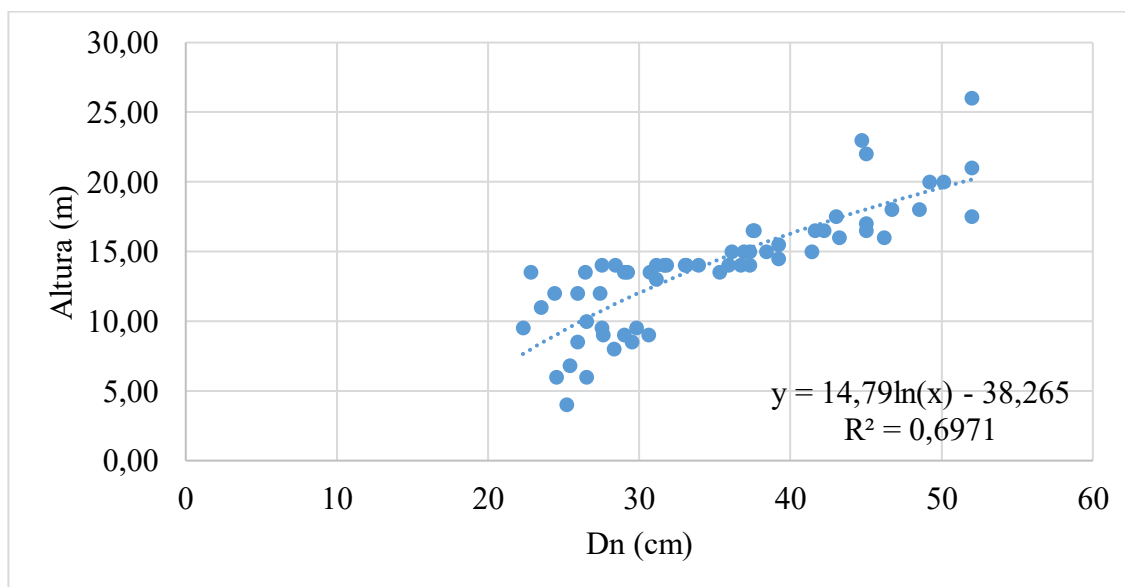
A continuación, se presentan los gráficos correspondientes a las curvas hipsométricas y funciones obtenidas a partir de la misma para el cálculo de las alturas de los individuos no medidos.

Figura No. 17. Curva hipsométrica para altura total en *Pinus taeda*



El gráfico de altura total tuvo un coeficiente de determinación mayor, siendo el mismo de 0,75, esto quiere decir que es más fiable el ajuste realizado que para las alturas comerciales en la cual el valor no alcanza a 0,70. A excepción de los demás ajustes realizados en este caso se utilizó el modelo polinómico.

Figura No. 18. Curva hipsométrica para altura comercial en *Pinus taeda*



En cuanto al volumen, el total en las 42,9 hectáreas fue de 22.841,07 m³ mientras que el comercial fue de 15.782,19 m³. La relación volumen total/comercial es más alta que en *Pinus pinaster* y esto se debe a características propias de la especie, es así, que el diámetro en *Pinus taeda* disminuye menos a mayor altura que en *Pinus pinaster*.

Cuadro No. 8. Volumen total y comercial en m³ por rodal para *Pinus taeda*

Rodal No.	Vt (m ³)	Vc (m ³)
1	2166,56	1557,14
2	1245,82	926,18
3	612,61	456,67
10	1419,25	985,34
15	1181,74	790,68
16	1031,61	614,01
17	2439,92	1588,85
28	1810,44	1339,70
29	436,98	333,30
33	236,96	159,61
34	4014,94	2815,29
47	2973,47	1904,18
48	3270,77	2311,25
Total	22841,07	15782,19

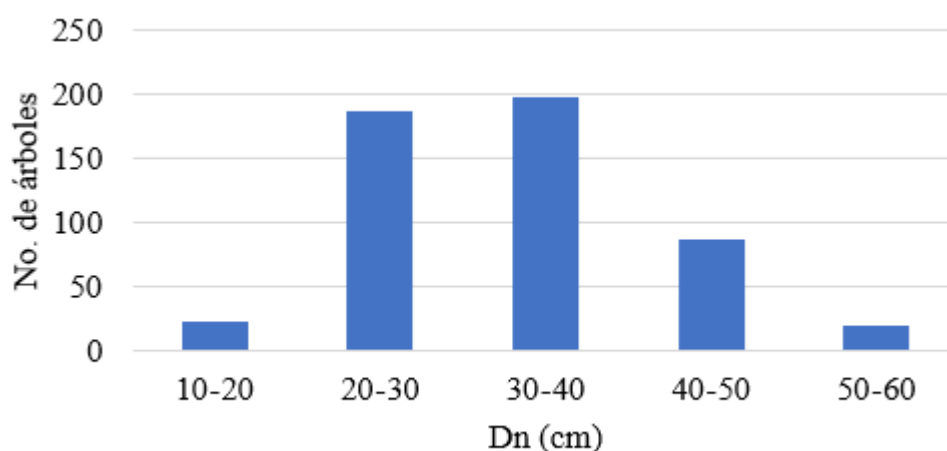
Cuadro No. 9. Parámetros estadísticos sobre el volumen de *Pinus taeda*

	Vol. total	Vol. comercial
Media	607,99	419,98
Varianza	54220,72	32453,38
Desvio	232,85	180,15
Cv	0,38	0,43
Límite inferior	208,91	111,23
Límite superior	1007,07	728,73
t	1,71	
Máx.	1092,45	833,24
Mín.	306,56	185,72
Error	13%	15%

Para la totalidad de los rodales el volumen medio total fue de 607,99 m³/há y el volumen medio comercial de 419,98 m³/há. El valor máximo de parcela para volumen total fue de 1092,45 m³/há y el mínimo de 306,56 m³/há, mientras que para volumen

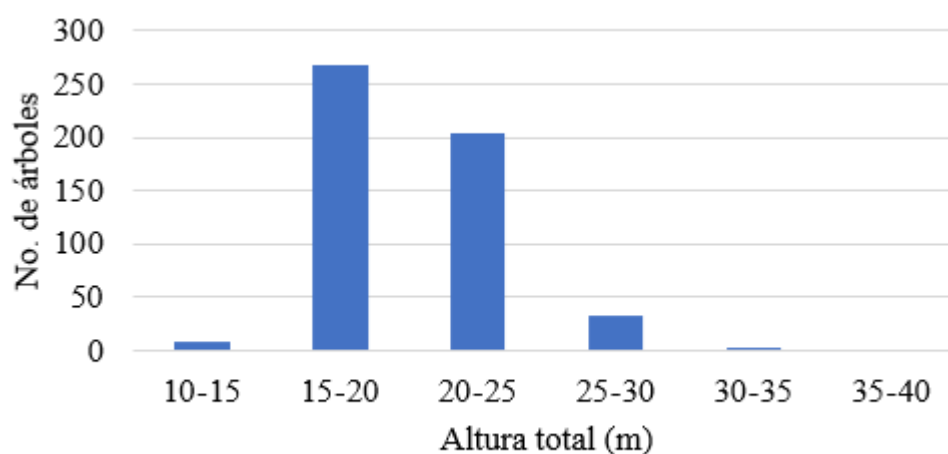
comercial el máximo alcanzó los 833,24 m³/há y el mínimo 185,72 m³/há. A modo de diferencia con *P. pinaster* es que en este caso el porcentaje de error es mayor, esto se debe a que hay un menor número de muestras, por lo que se admiten porcentajes mayor.

Figura No. 19. Histograma de frecuencias de diámetro en *Pinus taeda*



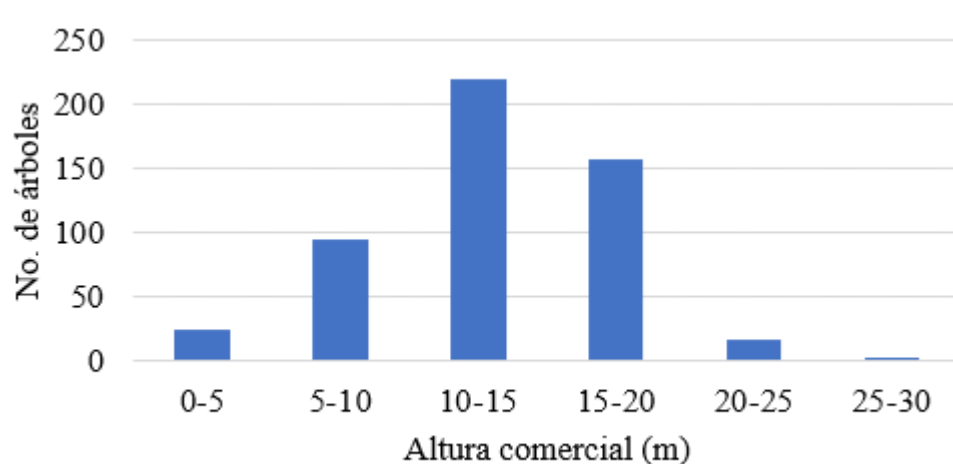
El histograma anterior muestra que la mayoría de los individuos muestreados presentan un diámetro a la altura del pecho en un rango entre 30 a 40 cm. La gráfica presenta forma de campana de Gauss aunque tendiendo a valores menores al rango medio antes mencionado.

Figura No. 20. Histograma de frecuencias de altura total en *Pinus taeda*



En cuanto a la altura total la mayor parte tiende a medir entre 15 y 20 metros, aunque muchos individuos presentan valores mayores y muy pocos están por debajo de ese rango.

Figura No. 21. Histograma de frecuencias de altura comercial en *Pinus taeda*



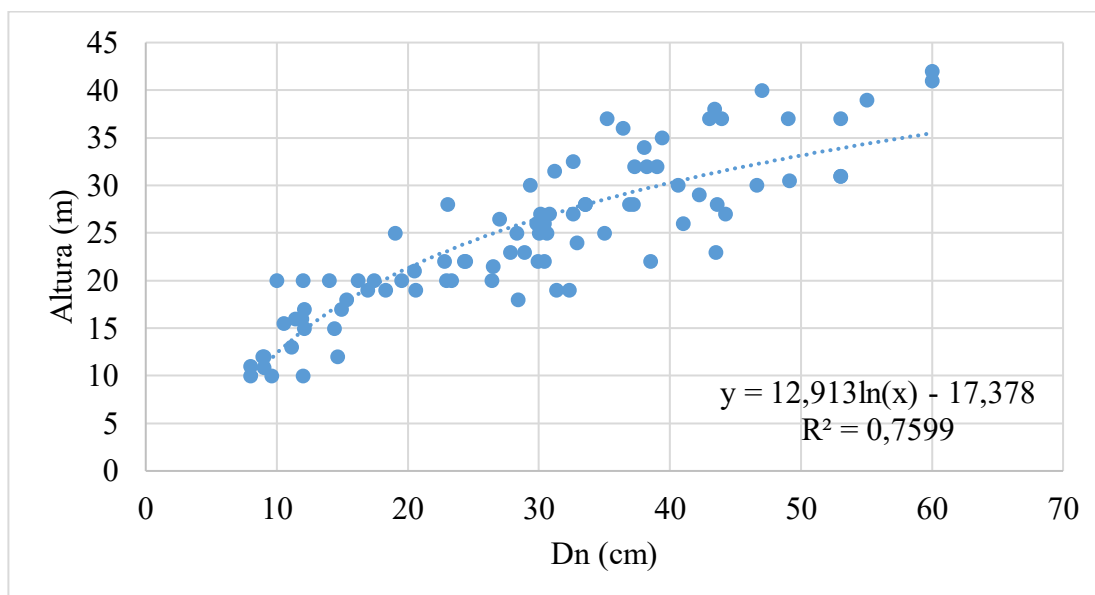
El histograma de altura comercial muestra más de 200 individuos muestreados con una altura de entre 10 a 15 metros de madera aprovechable para aserrío, también representan una cantidad importante aquellos individuos de entre 15 a 20 metros.

3.3.2.3 *Eucalyptus grandis*

Los rodales correspondientes a esta especie son: 11, 12, 18, 19, 20, 21, 22, 30 y 32. La superficie que ocupan dichos rodales es de 48,7 hectáreas.

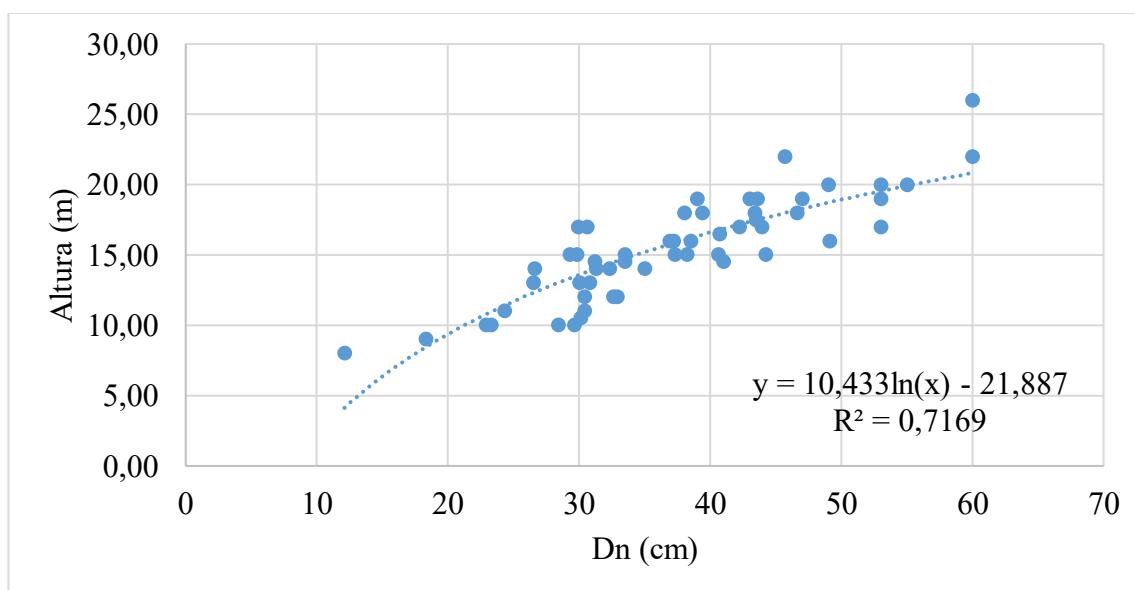
Como se observa en el gráfico No. 23, el coeficiente de determinación para estimar las alturas totales de *Eucalyptus grandis* muestra buena fiabilidad del ajuste realizado, el valor del mismo es de 0,7599.

Figura No. 22. Curva hipsométrica para altura total en *Eucalyptus grandis*



En la figura No. 23, se muestra la relación entre dn y altura comercial, en este caso el coeficiente de determinación fue de 0,7169, utilizándose el modelo logarítmico.

Figura No. 23. Curva hipsométrica para altura comercial en *Eucalyptus grandis*



El cuadro No. 10, muestra para cada rodal su correspondiente volumen total y comercial expresado en metros cúbicos, como se mencionó anteriormente los valores presentados son el resultado de la multiplicación entre el volumen por hectárea y área de cada rodal.

Cuadro No. 10. Volumen total y comercial en m³ por rodal para *Eucalyptus grandis*

Rodal No.	Vt (m ³)	Vc (m ³)
11	6439,45	3419,39
12	1492,96	430,67
18	3606,66	1684,60
19	766,65	349,23
20	470,81	194,36
21	9524,04	4240,72
22	1042,43	532,95
30	201,86	125,83
32	5863,99	2949,53
Total	29.408,84	13.927,28

El volumen total para *Eucalyptus grandis* es de 29408,84 m³, mientras que el comercial es de 13927,28 m³.

Para los volúmenes calculados se estimaron los parámetros estadísticos correspondientes para su mayor interpretación.

Cuadro No. 11. Parámetros estadísticos sobre el volumen de *Eucalyptus grandis*

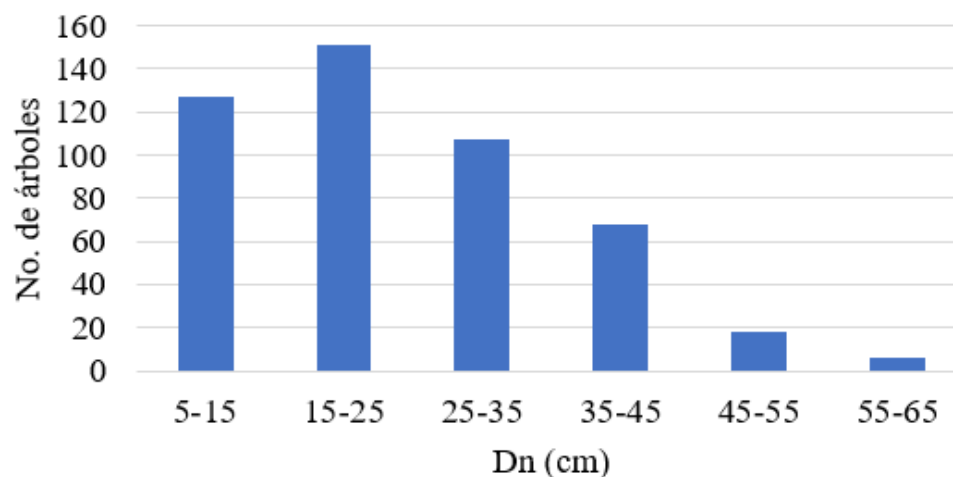
	Vol. total	Vol. comercial
Media	626,20	306,61
Varianza	86462,28	28246,83
Desvio	294,04	168,07
Cv	0,47	0,55
Límite inferior	110,72	11,98
Límite superior	1141,67	601,24
t	1,75	
Máx.	1521,51	801,84
Mín.	174,37	71,99
Error	20%	24%

El cuadro No. 11, muestra la media para el volumen total, siendo el valor de la misma de 626,2 m³/há, el máximo observado es de 1521,5 m³/há y el mínimo 174,37 m³/há. El error aumenta en comparación con las especies antes estudiadas y esto se debe a la menor cantidad de individuos muestreados, lo cual hace menos confiable los estimadores poblacionales calculados. Además, claro está, el alto valor de la varianza, se debe recordar que los cuadros realizados de parámetros estadísticos están realizados sobre la totalidad de parcelas y esto involucra trabajar con poblaciones de diferentes edades, así

como también, en el caso de esta especie la presencia de talleres jóvenes. La presencia de talleres también produce que el volumen comercial sea bajo en proporción al volumen total, es decir, solo un 48 % es comercializable.

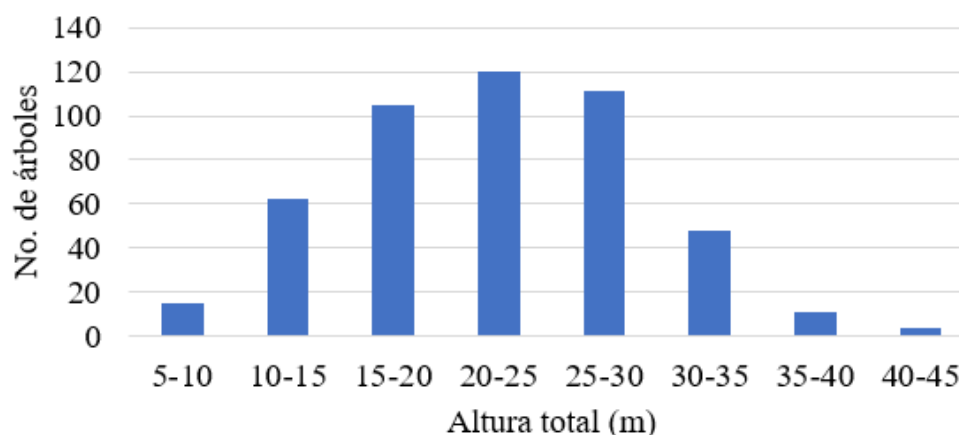
En la figura No. 24, se observa la distribución diamétrica de la especie. La forma del gráfico se asemeja a una campana de Gausse pero tiende a inclinarse a clases diamétricas mayores. Esto puede ser explicado por la presencia de talleres, los cuales conforman las dos primeras clases diamétricas con una gran cantidad de individuos y por otro lado representando las clases mayores a 25 cm de dn, fustales con individuos de gran porte y en menor proporción numérica.

Figura No. 24. Histograma de frecuencias de diámetro en *Eucalyptus grandis*



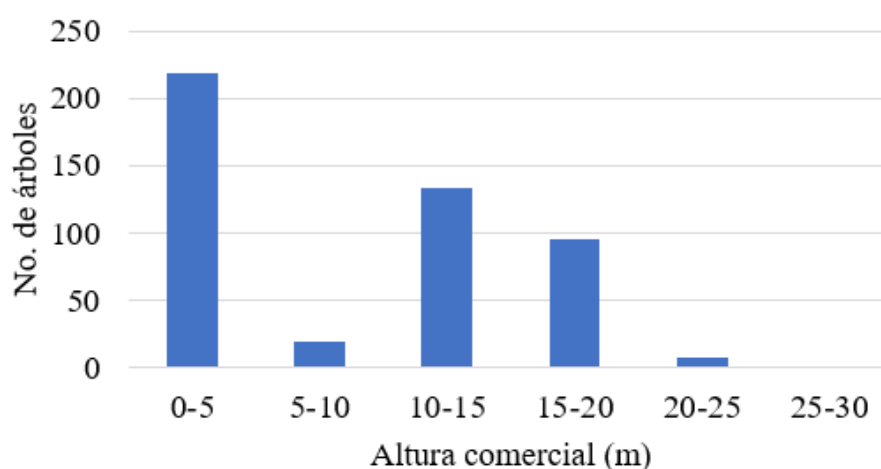
La figura No. 25, corresponde a las clases de altura total para *Eucalyptus grandis*, en el mismo se ve que la mayor cantidad de individuos poseen una altura total de entre 15 a 30 metros, mientras que algunos llegan a alturas de 45 metros.

Figura No. 25. Histograma de frecuencias de altura total en *Eucalyptus grandis*



La figura No. 26, muestra las frecuencias de altura comercial, como se mencionó anteriormente debido a la presencia de tallares jóvenes, muchos individuos no poseen una altura comercial. Analizando los árboles que, si alcanzan una altura comercial, se observa que la mayoría poseen entre 10 a 20 metros de altura y en minoría se presentan árboles con más de 20 metros hasta un límite de 30 metros.

Figura No. 26. Histograma de frecuencias de altura comercial en *Eucalyptus grandis*

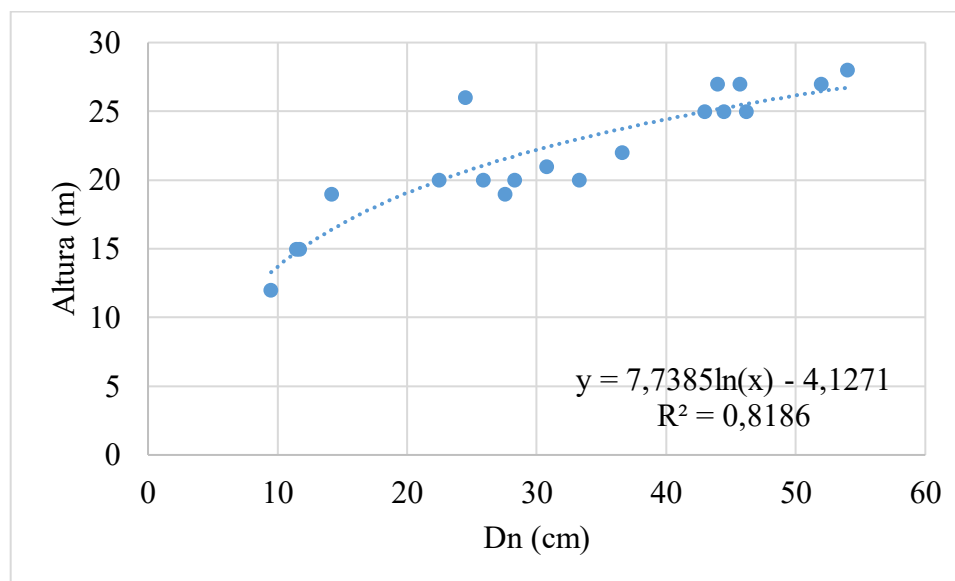


3.3.2.4 Eucaliptos colorados

Los rodales correspondientes a esta especie son: 23, 24, 27 y 31, ocupando una superficie total de 4,5 hectáreas.

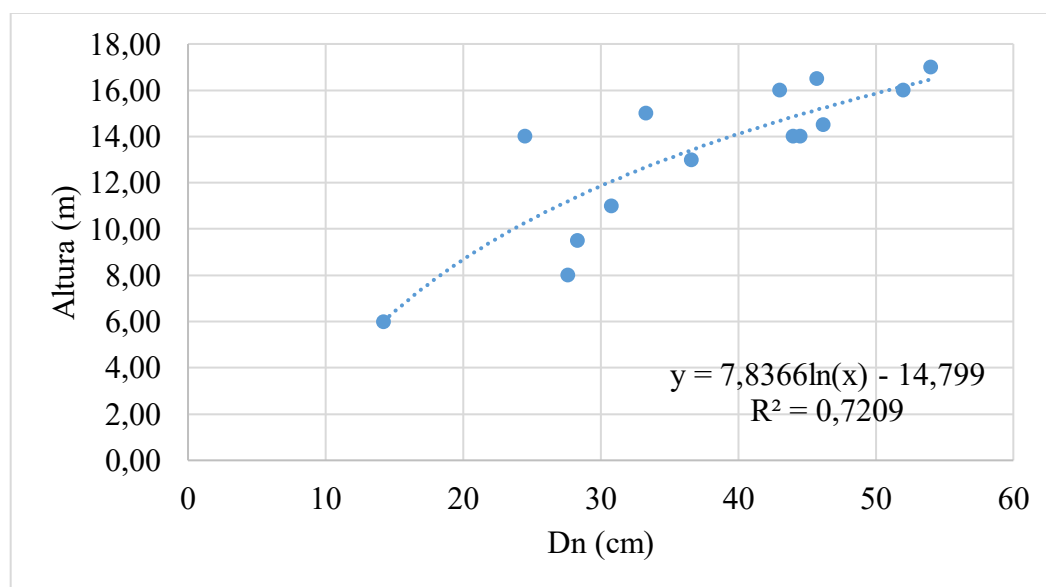
La figura No. 27, muestra el ajuste realizado para la estimación de alturas totales, el mismo posee una fiabilidad de 0,8186 lo cual refleja una buena estimación.

Figura No. 27. Curva hipsométrica para altura total en eucalipto colorado



La siguiente gráfica corresponde a la curva hipsométrica, función y R^2 que se obtuvieron de la relación entre dn y alturas comerciales medidas para eucalipto colorado.

Figura No. 28. Curva hipsométrica para altura comercial en eucalipto colorado



A continuación se presenta un cuadro donde se calculó el volumen total y comercial en m^3 para cada rodal. El volumen total fue de $1655,67 m^3$ y el comercial $843,5 m^3$, utilizándose para éste último un coeficiente de forma de 0,4.

Cuadro No. 12. Volumen total y comercial en m³ por rodal para eucalipto colorado

Rodal No.	Vt (m ³)	Vc (m ³)
23	273,99	142,21
24	288,02	154,56
27	412,47	188,76
31	681,19	357,97
Total	1655,67	843,50

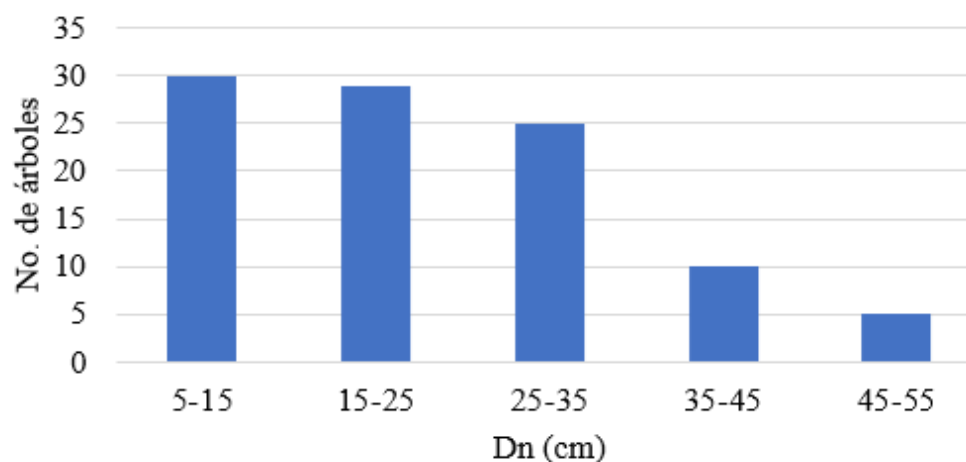
El cuadro No. 12, muestra un volumen medio total de 383 m³/há y un volumen medio comercial de 195,2 m³/há. El valor máximo para el primero mencionado fue de 456,65 m³/há y el mínimo de 340,59 m³/há, mientras que para el volumen comercial estos valores fueron de 237 m³/há y 171,6 m³/há. El error de inventario para volumen total de 16% y de 18% para volumen comercial, al igual que para *Eucalyptus grandis* se presentan valores altos. A diferencia de esta especie antes mencionada la varianza en este caso es más baja, debido a una mayor homogeneidad entre parcelas.

Cuadro No. 13. Parámetros estadísticos sobre el volumen de eucalipto colorado

	Vol. total	Vol. comercial
Media	383,06	195,20
Varianza	2605,00	857,44
Desvío	51,04	29,28
Cv	0,13	0,15
Límite inferior	262,95	126,29
Límite superior	503,18	264,11
t	2,35	
Máx.	456,65	237,01
Mín.	340,59	171,60
Error	16%	18%

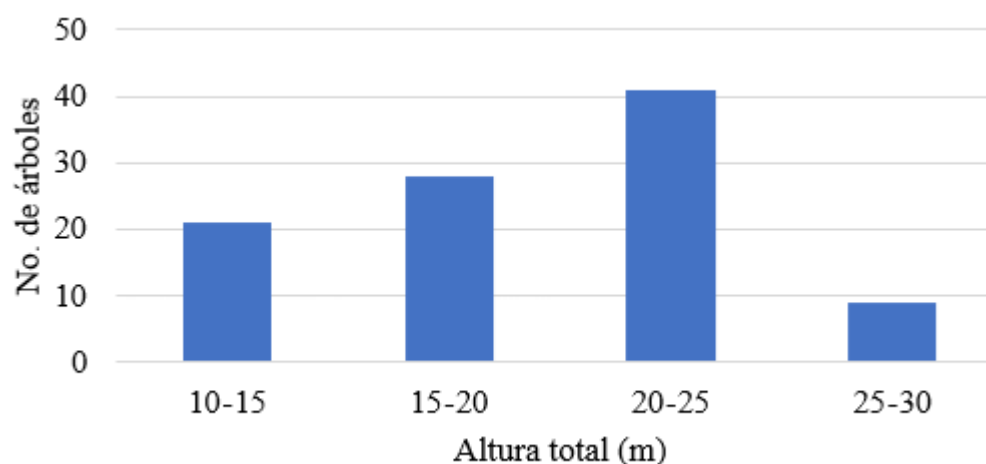
En el gráfico siguiente se observa la distribución diamétrica obtenida para eucalipto colorado. Claramente las clases diamétricas menores son las que mayor proporción de individuos acumulan.

Figura No. 29. Histograma de frecuencias de diámetro en eucalipto colorado



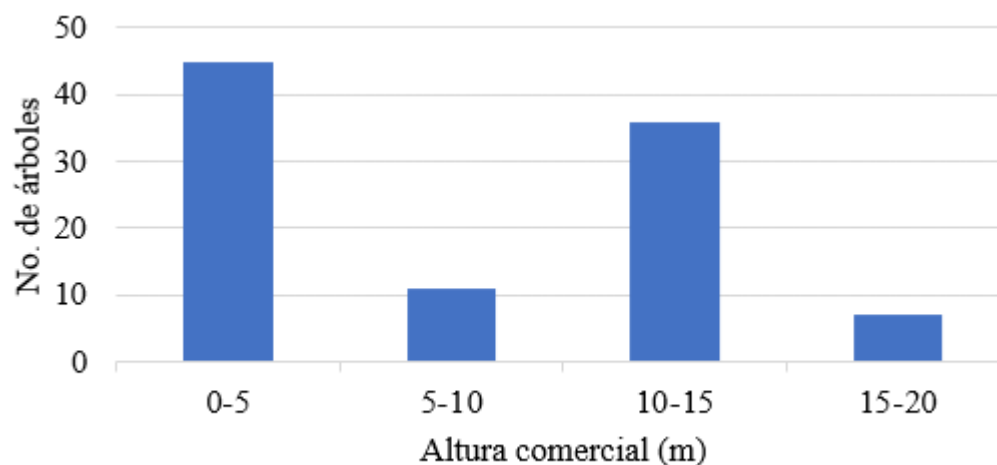
En cuanto a la altura total el gráfico siguiente muestra que la mayoría de los individuos muestreados presentan un diámetro a la altura del pecho en un rango entre 20 y 25 metros. En comparación con *Eucalyptus grandis* hay menos clases de altura, es decir son más homogéneos y los valores máximos de esta especie son menores, 30 metros versus 45 metros en *Eucalyptus.grandis*.

Figura No. 30. Histograma de frecuencias de altura total en eucalipto colorado



La figura No. 31, muestra las frecuencias de altura comercial, en esta especie los individuos que alcanzan una altura comercial o que la misma supera los 5 metros, la mayoría de estos poseen una altura de entre 10 a 15 metros de troza extraíble y aprovechable, algunos de ellos llegando hasta los 20 metros.

Figura No. 31. Histograma de frecuencias de altura comercial en eucalipto colorado



3.3.3 Caminería

En la siguiente sección se encuentran las imágenes divididas por zona de trabajo con su caminería correspondiente actual. Para realizar dicho trabajo, durante las mediciones de inventario se relevaron los caminos ya existentes, luego a través del programa QGIS se sobrepuso una capa con las curvas de nivel de la zona y se trazaron los caminos restantes para la extracción de madera.

Figura No. 32. Caminería existente en zona cabañas sobre ruta No. 10



Como se ve, la “zona cabañas”, es la que posee mejores accesos para la extracción y apilamiento de madera. De hecho esa zona como puede apreciarse en la imagen anterior ya está siendo cosechada.

Figura No. 33. Caminería existente en “zona cabañas” (parte Sur)

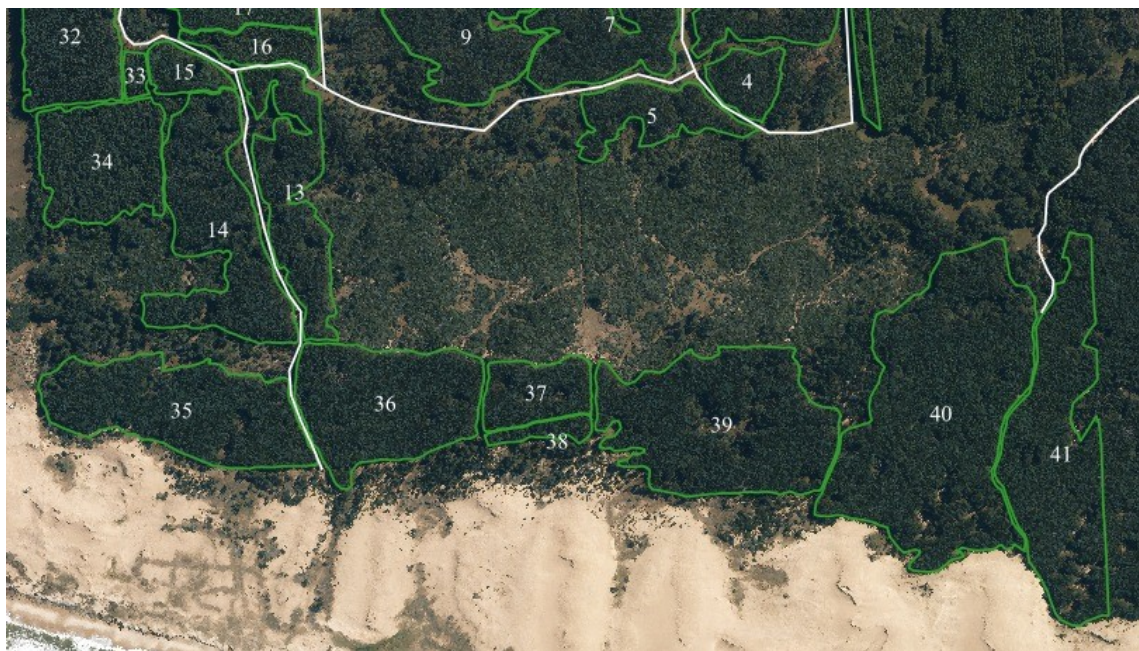
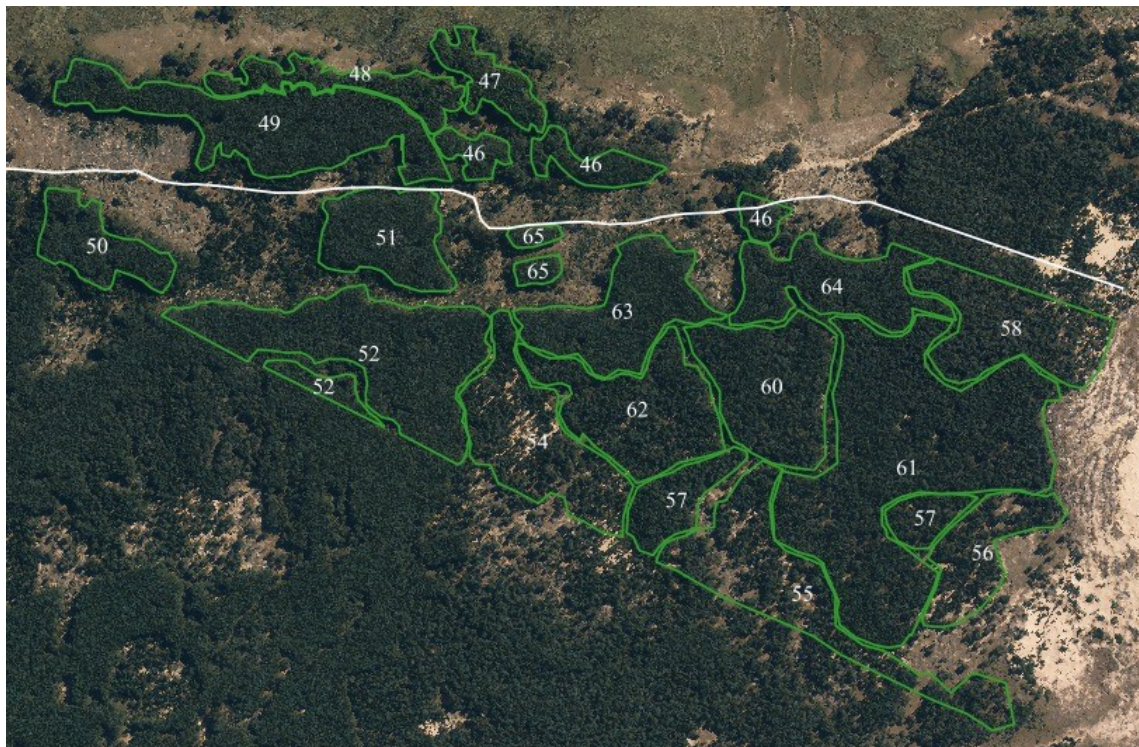


Figura No. 34. Caminería existente en “zona Cabo Polonio”



Para llegar a los rodales de la figura anterior, no existen caminos existentes. Por lo cual, para llegar al área se debe ingresar por el camino que lleva a Cabo Polonio (marcado con la línea continua blanca) y luego caminar hasta la zona de interés.

Figura No. 35. Caminería existente en “zona de Valizas”



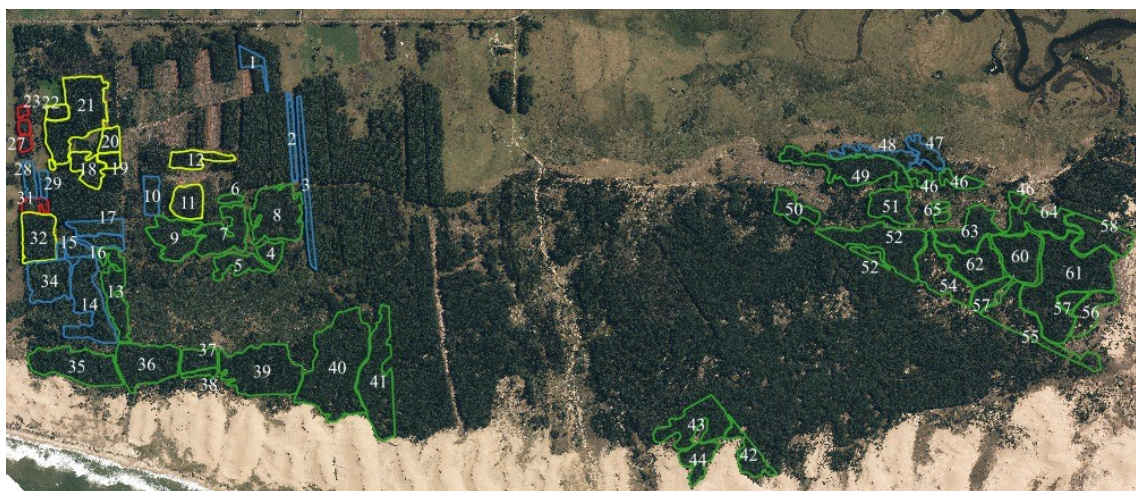
Este conjunto de rodales es el que más kilómetros de caminería primaria de extracción requiere, además de que cuenta con poca caminería existente, la misma es única vía de acceso a estancias cercanas, condicionando esto su uso.

4 RESULTADOS

4.1 MAPEO Y CÁLCULOS DE SUPERFICIE

Como resultado al trabajo de campo y posteriormente su análisis de gabinete, se pudo obtener un mapa con sus correspondientes rodales, se logró identificar la especie, correspondiente a cada rodal y la superficie de los mismos.

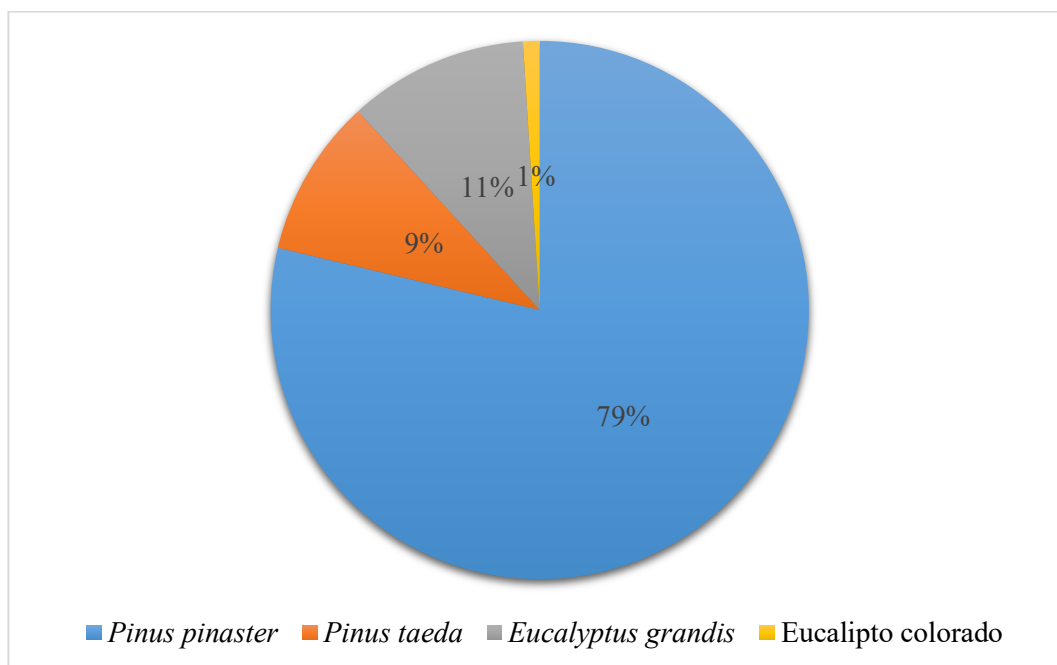
Figura No. 36. Distribución de rodales según especies de la Reserva Forestal de Cabo Polonio



Referencias: con el color azul se representa la especie *Pinus taeda*, con el color verde *Pinus pinaster*, con el color amarillo *Eucalyptus grandis* y con el rojo eucalipto colorado.

Como puede observarse en el siguiente gráfico, en el área de trabajo, la especie predominante es *Pinus pinaster*, seguido por *Eucalyptus grandis* y muy cerca en superficie ocupada se encuentra *Pinus taeda*, por último con menos de 5 hectáreas y representando el 1%, eucalipto colorado.

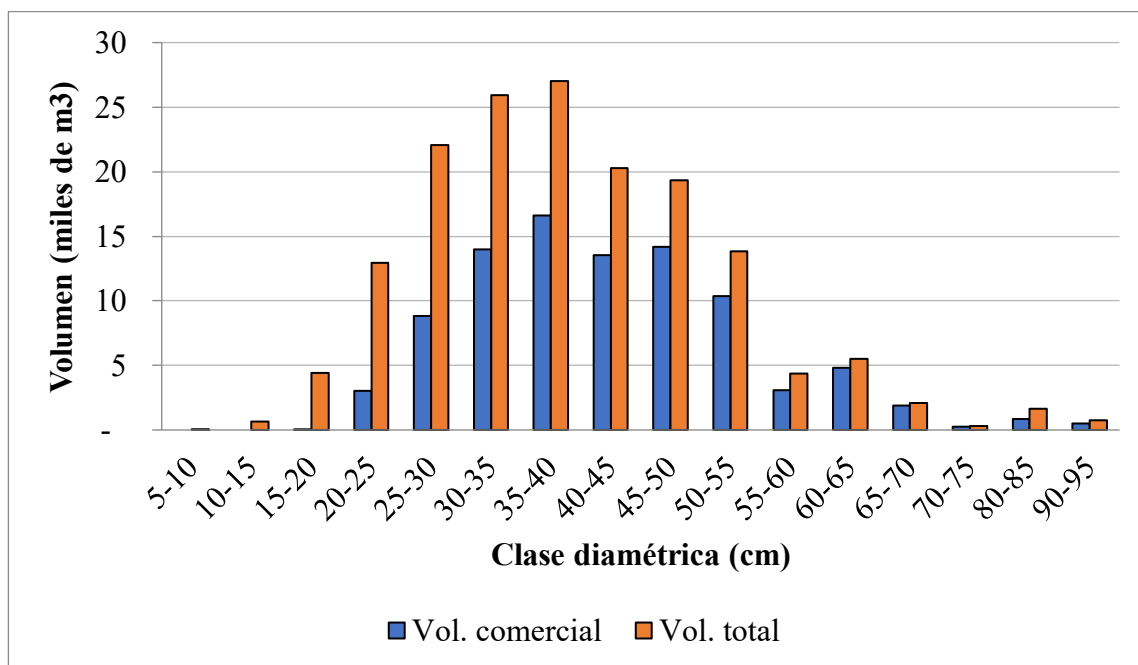
Figura No. 37. Superficie ocupada en porcentaje según especies



4.2 INVENTARIO

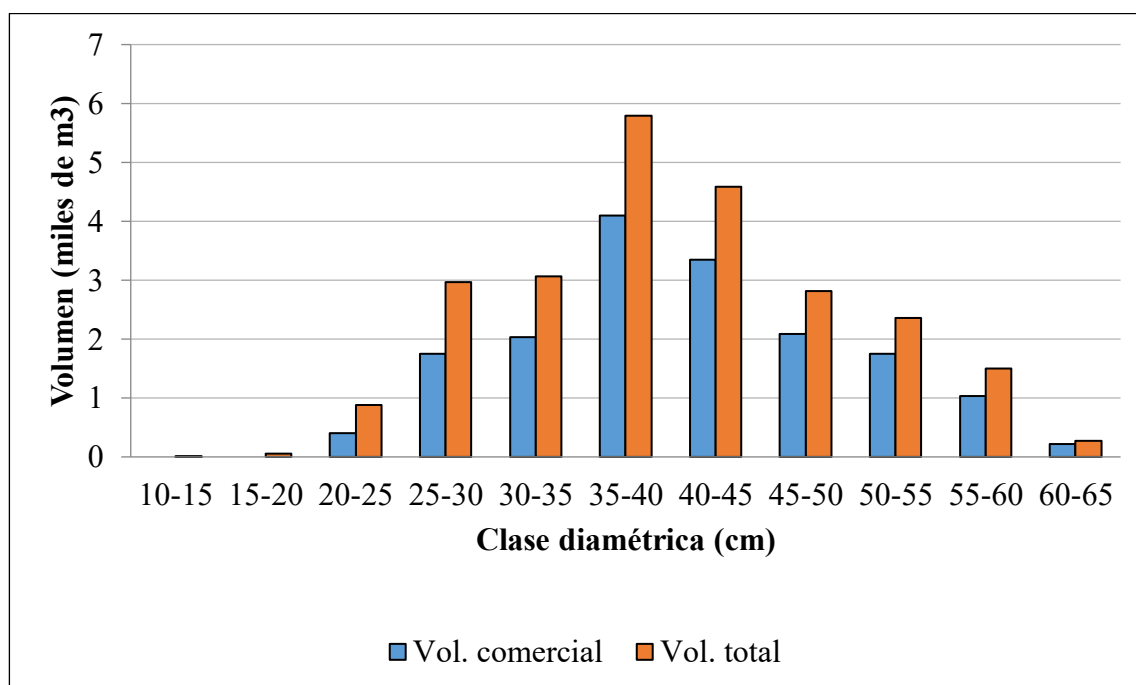
A través de las mediciones tomadas en campo, se logró llegar al volumen total y comercial de madera por especie. A continuación se presentan los mismos distribuidos en clases diamétricas, de esta forma se puede tomar una idea sin conocer físicamente el área de trabajo la clase de árboles que cada especie presenta.

Figura No. 38. Suma de volumen según clase diamétrica para *Pinus pinaster*



En el gráfico anterior se refleja que la clase diamétrica que más aporta en volumen total y comercial respectivamente para la especie *Pinus pinaster* es la del rango de 35 a 40 cm de diámetro, siendo el volumen superior a los 25.000 m³.

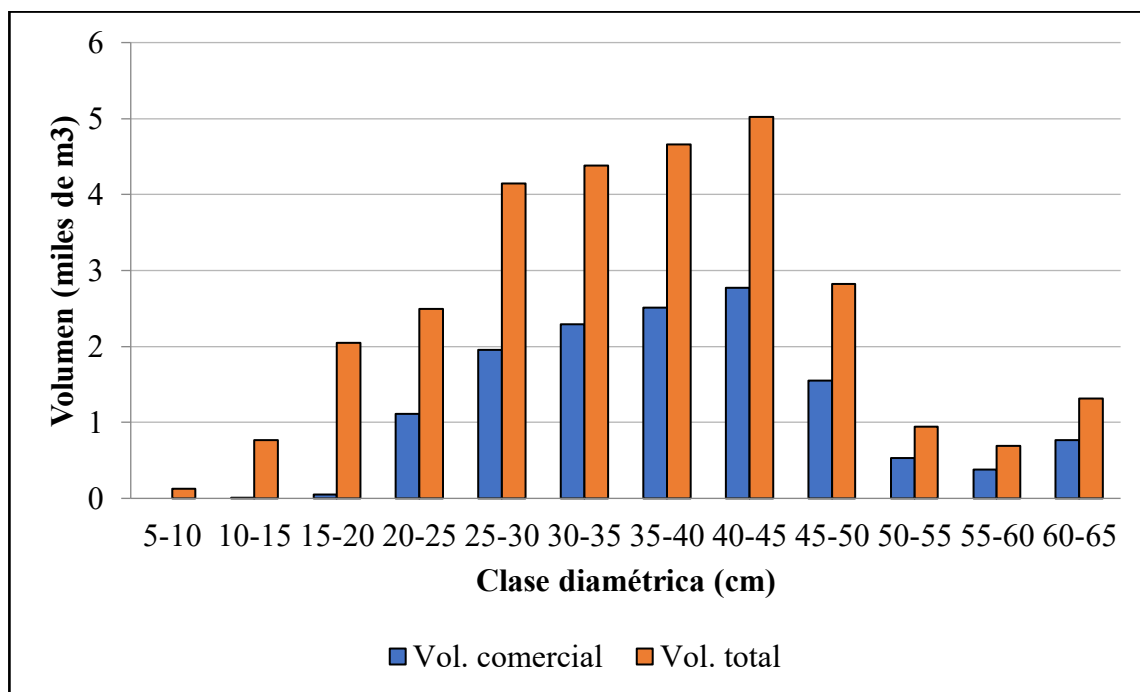
Figura No. 39. Suma de volumen según clase diamétrica para *Pinus taeda*



Para el caso de *Pinus taeda* según la figura No. 39, al igual que para *Pinus pinaster* la clase diamétrica con mayor suma de volumen total y comercial es la de 35 a 40 cm de diámetro.

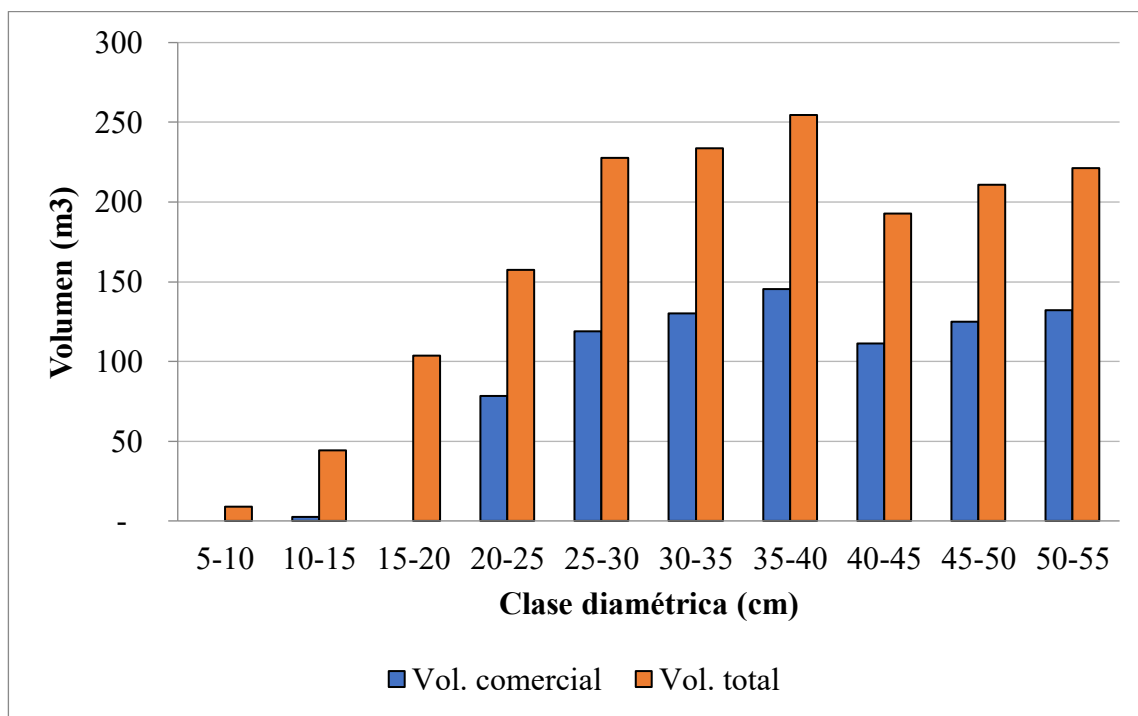
En la siguiente gráfica se observa que la clase diamétrica de 40 a 45 cm, representa la mayor proporción de volumen en la especie *Eucalyptus grandis*. El mismo alcanza un valor cercano a los 5.000 m³.

Figura No. 40. Suma de volumen según clase diamétrica para *Eucalyptus grandis*



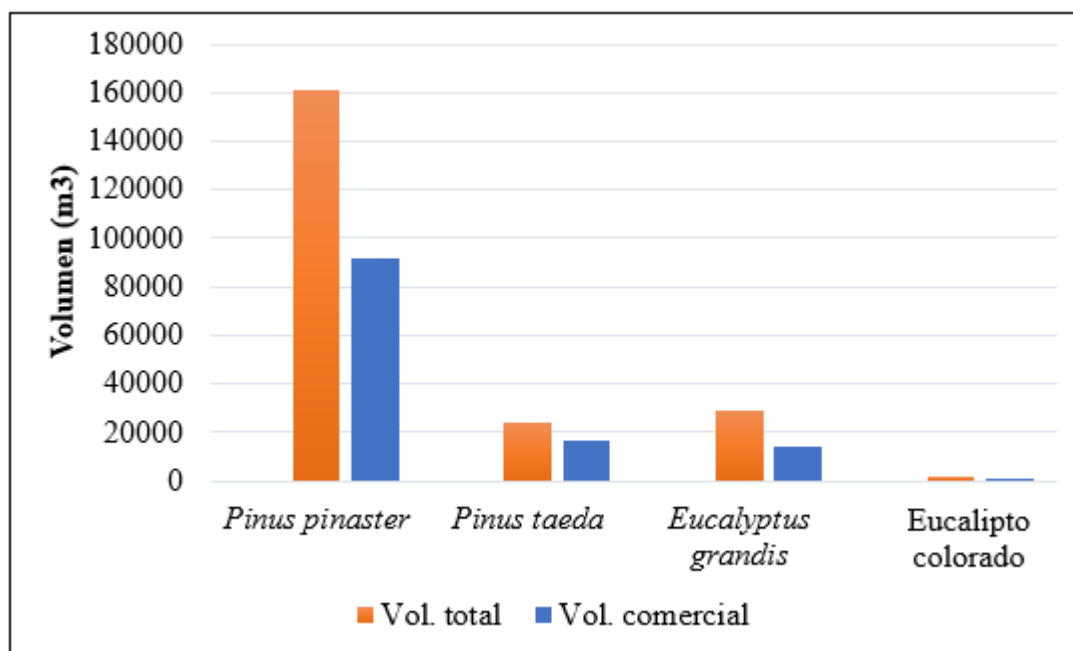
En la siguiente gráfica, correspondiente a la suma de volumen según clases diamétricas para eucalipto colorado, si bien la clase diamétrica de 35 a 40 cm es la que aporta mayor volumen, no se ve una superioridad muy notoria con respecto a las demás clases diamétricas, hay mayor homogeneidad que en las demás especies.

Figura No. 41. Suma de volumen según clase diamétrica para eucalipto colorado



La figura No. 42, sintetiza los volúmenes totales y comerciales de cada especie en la Reserva Forestal de Cabo Polonio, logrando así, cumplir con el principal objetivo de este trabajo, el cual hace referencia a la cuantificación de madera a través de un inventario forestal.

Figura No. 42. Volumen total y comercial en m³ según especies



En el siguiente cuadro se muestran los valores reales vistos en el gráfico anterior para una mejor visualización de los resultados obtenidos.

Cuadro No. 14. Volumen total y comercial según especies

Especie:	Vol. total	Vol. comercial
<i>Pinus pinaster</i>	161206,6	91894,8
<i>Pinus taeda</i>	24325,3	16737,7
<i>Eucalyptus grandis</i>	29408,8	13927,3
<i>Eucalipto colorado</i>	1655,7	843,5

4.3 CAMINERÍA

Con respecto a la caminería de extracción de la zona, se elaboraron mapas a través de los datos recabados en el trabajo de campo, donde se pudieron marcar todos los caminos ya existentes y agregar posteriormente los necesarios para la optimización de la cosecha.

Figura No. 43. Caminería de extracción en “zona cabañas” sobre ruta No. 10



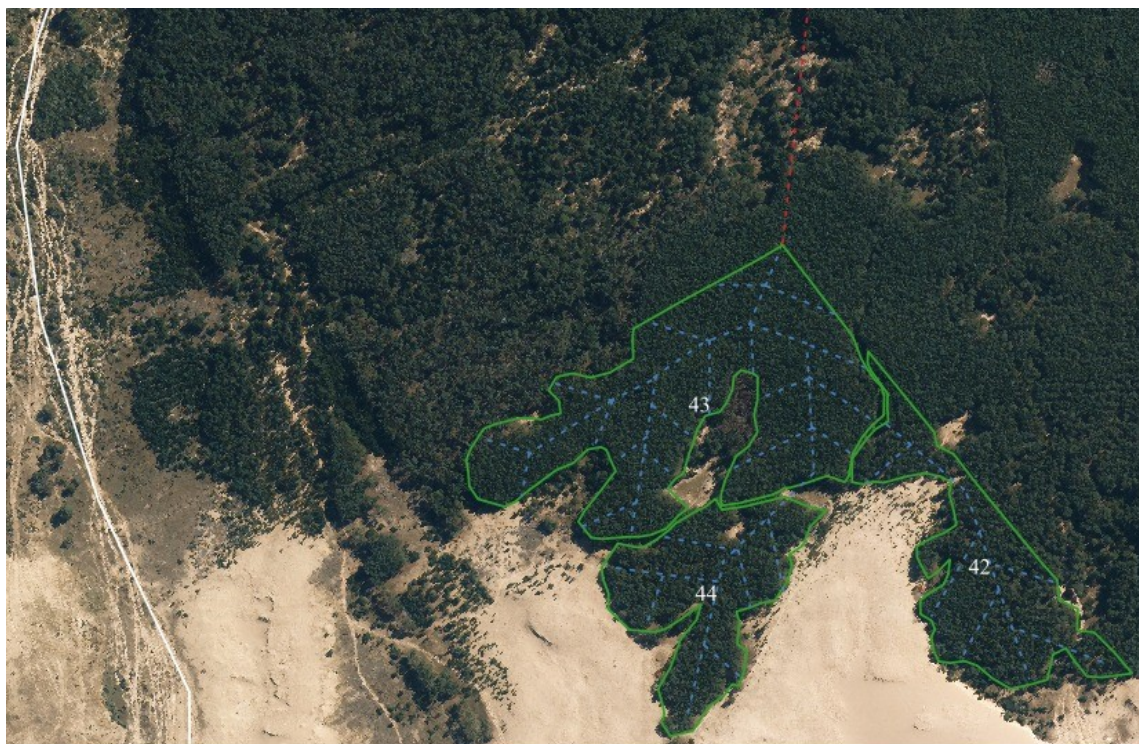
La línea roja continua, representa la ruta No. 10, las líneas continuas blancas marcan la caminería existente en la zona, con la línea roja punteada se delimitó la caminería de extracción primaria y con la línea azul punteada la caminería de extracción secundaria, ambas últimas planteadas como propuesta frente a una futura cosecha. Para las siguientes imágenes se utilizarán las mismas referencias descritas para la figura No. 32.

Figura No. 44. Caminería de extracción en “zona cabañas” (parte Sur)



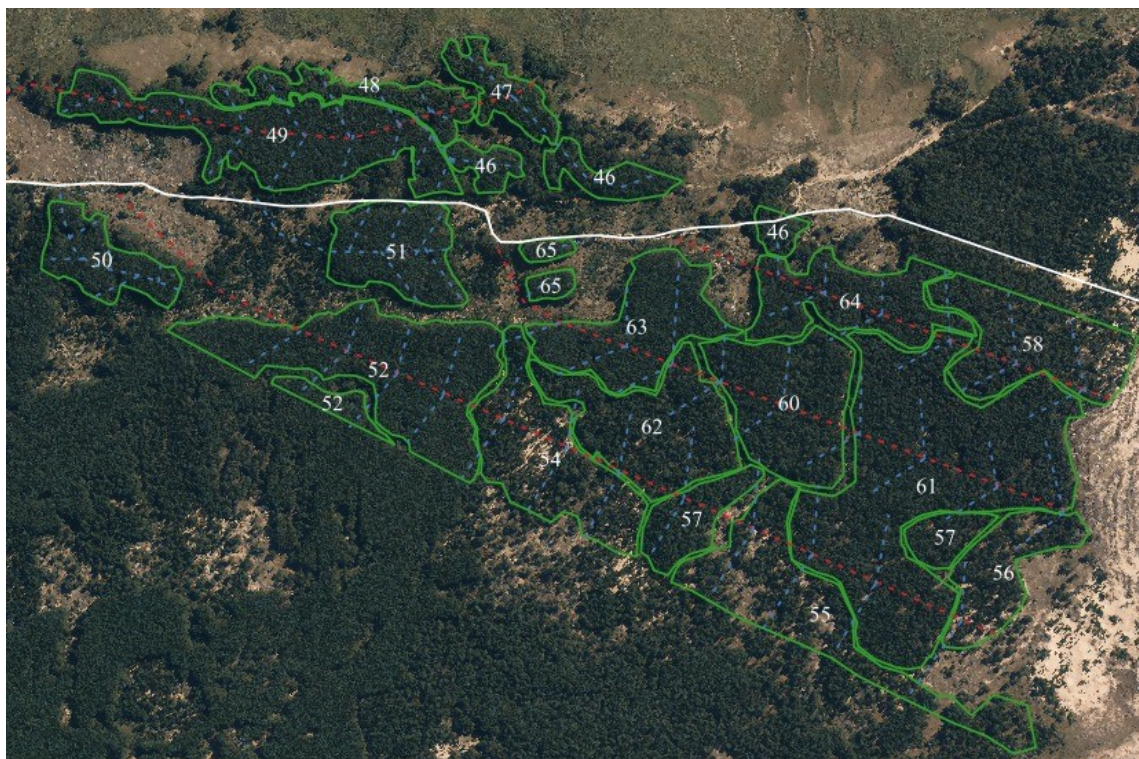
Las vías de extracción primarias planteadas en este caso se disponen de modo tal que no causen deterioro en el monte indígena allí presente, a su vez distribuyen mejor la extracción de la cosecha y apilado.

Figura No. 45. Caminería de extracción en “zona Cabo Polonio”



La caminería primaria de extracción en este conjunto de rodales fue trazada de modo tal de no interferir con la visual proveniente desde el camino principal de acceso a Cabo Polonio, que se encuentra hacia la izquierda de la imagen, sin perder de vista la optimización de la distancia de extracción.

Figura No. 46. Caminería de extracción en “zona de Valizas”



En la zona cercana a Valizas, si bien se trazaron los caminos correspondientes, la arena juega un rol importante. Hay que tener en cuenta que es inaccesible para un camión y que además la distancia de extracción es muy larga para recorrerla en tractor.

5 CONCLUSIONES

Se logró evaluar la cantidad de madera existente en pie en los padrones 1577, 1578, 1589, 1597, 1600, 3803, 66511 y 66512, correspondientes a la Reserva Forestal de Cabo Polonio, así como también la superficie ocupada por cada especie.

La metodología de inventario utilizada resultó acorde al trabajo que se requería realizar, así pues, no hubo mayores inconvenientes a la hora de recabar datos y los resultados fueron buenos.

Como recomendación a futuro, se pueden incorporar otros instrumentos más modernos, esto llevaría a una mayor precisión y eficiencia del trabajo, tanto instrumental a campo como imágenes satelitales actuales, esto último trajo como consecuencia corregir la rodalización de toda la zona posteriormente al trabajo de campo.

En cuanto a los factores de forma utilizados, fue muy difícil encontrar datos de la zona, se debieron haber apeado arboles de cada especie para tener un factor de forma más exacto.

Se notó una diferencia visual notoria entre los individuos de *Pinus pinaster* en cuanto a su crecimiento según la zona en que se encuentran.

La conclusión anterior, lleva a recomendar un futuro estudio de la especie *Pinus pinaster* y su caracterización por zona dentro de la reserva forestal.

En cuanto al área arbórea, la varianza en *Pinus taeda* es mayor a la de *Pinus pinaster*, esto se debe a que *Pinus taeda* es muy homogéneo entre parcelas del mismo rodal pero no entre rodales.

En el caso de las especies correspondientes al género *Eucalyptus* hubiese sido más preciso haber tomado un mayor número de muestras, reduciendo así el error de muestreo.

Con respecto a la caminería, para el área cercana a Valizas, como recomendación a los problemas de extracción de madera, se podría considerar en el caso de que se autorice, colocar balasto en los caminos primarios, logrando así extraer la madera en camiones.

En el caso de extraer trozas tanto de la “zona Valizas” como de la “zona Cabo Polonio”, que se encuentran a una distancia importante de la ruta No. 10 y el ingreso para camiones es dificultoso, se recomendaría extraer solo la troza basal.

Para *Pinus pinaster* se puede considerar que el verdadero volumen comercial sería solo la troza basal, por lo que sería menos al dato calculado en el trabajo, ya que esa especie no posee un tallo principal muy uniforme.

Como recomendación al Plan de Manejo actual de la reserva, se considera relevante tener en cuenta la dirección de avance de la cosecha, evitando la repoblación de Pinus en monte indígena y el sistema de dunas, así como también evitar daños de la producidos por maquinaria.

Con respecto a los residuos de la cosecha, los cuales corresponden a un gran volumen, se debería de elaborar un plan de manejo, el cual incluya, como deberían de apilarse los mismos, evitando riesgo de incendio y además teniendo en cuenta el problema de la regeneración que se presentara post cosecha.

Una recomendación al momento de la cosecha, es la época de la misma, por lo cual se recomienda no realizarla durante el verano. Los motivos son, el riesgo de incendio para la maquinaria y la perdida escénica ya que es temporada alta de turismo.

6 RESUMEN

Se estudió la forestación exótica presente en la Reserva Forestal de Cabo Polonio, Rocha, Uruguay, con el propósito de elaborar un inventario de madera en pie y además la caminería de cosecha para el MVOTMA. SNAP. El trabajo cuenta con una reseña histórica tanto de la forestación como de las características ecológicas, suelos, clima y vegetación; también con los antecedentes de inventarios previos y una descripción de la especie predominante en la reserva, *Pinus pinaster*. Se realizó un reconocimiento y mapeo del sitio, identificación de especies, marcación de rodales y parcelas para poder recabar mediciones y a partir de ello generar datos de volumen total y comercial por especie y los parámetros estadísticos correspondientes para un mejor análisis. Se elaboraron mapas de caminería para una futura cosecha a partir de los caminos ya existentes y se trazaron nuevos caminos, respetando la topografía y haciendo énfasis en la optimización del trabajo y cuidado de los recursos naturales como lo es el monte nativo y el manejo de la repoblación natural.

Palabras clave: *Pinus pinaster*; Inventario forestal; Dasometría; Caminería; Cosecha; Extracción; Plan de manejo; Forestación; Volumen en pie; Medición; Diámetro a la altura del pecho; MVOTMA. SNAP.

7 SUMMARY

The purpose of this work is to study the exotic forestation that is found in Cabo Polonio National Park, a natural reserve in Rocha, Uruguay. The aim is to elaborate an inventory of the standing wood and also the harvest roads for the Ministry of housing and land use planning (MVOTMA) and the National System of Protected Areas (SNAP). This work includes a historical review about the forestation as well as the ecological characteristics, soil, climate and vegetation. It includes previous inventories and the description of the predominant species, *Pinus pinaster*. A recognition and a site mapping, an identification of species, marking of stands and plots in order to collect measurements and from there, generate data of the total volume and commercial per species, and the statistical parameters that correspond for a better analysis. Roads maps are made for future harvest, they are based on the existing ones, new roads are made, taking into account and respecting the topography and emphasizing the optimization of the work and the care of the natural resources like the Native mount and the natural restocking.

Keywords: *Pinus pinaster*; Forest inventory; Dasonometry; Roads; Harvest; Extraction; Management plan; Afforestation; Growing stock; Measurement; Diameter at chest height; MVOTMA. SNAP.

8 BIBLIOGRAFÍA

1. Alberti, S.; Mastrandrea, C. 2007. Características de las trozas de *Eucalyptus grandis* (W. Hill ex Maiden) y su relación con el rendimiento de aserrado. (en línea). Buenos Aires, Argentina, s.e. 3 p. Consultado 4 abr. 2020. Disponible en https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-042111_3_mastrandrea_caractersticas_de_las_trozas.pdf
2. Alia, R.; Martin, S. 2003. EUFORGEN Technical guidelines for genetic conservation and use for Maritime pine (*Pinus pinaster*). (en línea). Roma, s.e. 6 p. Consultado 4 abr. 2020. Disponible en <http://www.euforgen.org/publications/publication/ipinus-pinasteri-technical-guidelines-for-genetic-conservation-and-use-for-maritime-pine/>
3. Balmelli, G.; Resquín, F. 2000. Evaluación de especies de Eucalyptus al quinto año. Montevideo, INIA. 28 p. (Serie Técnica no. 114).
4. _____.; _____. 2006. Productividad de diferentes especies de Eucalyptus sobre areniscas de Tacuarembó - Rivera. In: Bemhaja, M.; Pittaluga, O. eds. 30 años de investigación en suelos de areniscas INIA Tacuarembó. Montevideo, INIA. pp. 305 - 312 (Serie Técnica no. 159).
5. Bonomi, L.; López, R.; Pérez, D.; Pizzatti, M. 1994. Contribución al plan de manejo del área de Cabo Polonio. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 180 p.
6. Cámpora, J.; Terra, M. 2008. Comparación de tres métodos de muestreo en inventario forestal. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 80 p.
7. Carro, G.; Iglesias, A. 2014. Índices de densidad de rodal y su aplicación en plantaciones costeras de pino marítimo (*Pinus pinaster* ait.) en la Reserva Forestal de Cabo Polonio, Rocha. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 148 p.
8. Crechi, E; Keller, A; Fassola, H. 2009. Desarrollo de una ecuación de forma para la estimación de diámetros - volúmenes a diferentes alturas en *Grevillea robusta* A. cultivado en Misiones, Argentina. Buenos Aires, Argentina, s.e. 10 p.
9. de Álava, D. 2007. Incidencia del proceso de transformación antrópico en el sistema costero La Paloma-Cabo Polonio, Rocha, Uruguay. Tesis Maestría en Ciencias Ambientales. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Ciencias. 82 p.

10. IMR; MINTUR; MGAP; MVOTMA; PROBIDES; SNAP (Intendencia Municipal de Rocha, UY; Ministerio de Turismo, UY; Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, UY; Ministerio de Vivienda Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente, UY; Programa de Conservación de la Biodiversidad y Desarrollo Sustentable en los Humedales del Este, UY; Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Uruguay, UY). s.f. Propuesta de ingreso del área protegida marino-costera de Cabo Polonio al Sistema Nacional de Áreas Protegidas. (en línea). s.n.t. 22 p. Consultado 28 may. 2020. Disponible en https://web.archive.org/web/20141015172414/http://www.elpolonio.com/fs_files/user_img/_propuesta%20ESTADO.pdf
11. Latorre, A.; Lemes, J. M. 1995. Trabajos efectuados para la determinación de madera aprovechable y recursos disponibles Reserva Forestal Área Cabo Polonio. Trabajo final técnico forestal. Montevideo, Uruguay. Universidad de Trabajo del Uruguay. s.p.
12. MAP. DSF (Ministerio de Agricultura y Pesca. Dirección de Suelos y Fertilizantes, UY). 1979. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay: descripción de suelos. Montevideo. t. 3, 452 p.
13. MGAP. DGF (Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. Dirección General Forestal, UY). 2019. Resultados del inventario forestal nacional de coníferas. Montevideo. 34 p.
14. MVOTMA. SNAP (Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente. Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Uruguay, UY). 2019. Plan de manejo Parque Nacional Cabo Polonio. (en línea). Montevideo. 83 p. Consultado 16 may. 2020. Disponible en <http://www.mvotma.gub.uy/ambiente/conservacion-de-ecosistemas-y-biodiversidad/areas-protegidas/areas-protegidas/item/10012156-plan-de-manejo-cabo-polonio>
15. O'Neill, H. 2004. Propiedades físicas y mecánicas de *Pinus taeda* L. de Uruguay: mejoramiento genético, calidad de madera y tendencias de mercado de *Pinus taeda*. In: Seminario de Actualización Técnica (2004, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 22-31 (Serie Técnica no. 389).
16. Pinto, L.; Villalba, J. 1998. Plan de gestión de la Reserva Forestal de Cabo Polonio y Aguas Dulces. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 120 p.

17. Prodan, M.; Peters, R.; Cox, F.; Real, P. 1997. Mensura forestal. San José, Costa Rica, IICA/GTZ. 561 p.
18. Remacha, A. 1987. Ficha tecnológica: la madera del Pino Gallego. (en línea). Revista de la Asociación de Investigación Técnica de las Industrias de la Madera. no. 128:1-3. Consultado 9 abr. 2020. Disponible en https://infomadera.net/uploads/articulos/archivo_1335_17206.pdf
19. Sorrentino, A. 1994a. Manual teórico-práctico del curso de dasometría. Técnicas e instrumentos de medición forestal. 3ª. reimp. Montevideo, Facultad de Agronomía. v. 1, 100 p.
20. _____. 1994b. Manual teórico-práctico del curso de dasometría. Técnicas e instrumentos de medición forestal. 3ª. reimp. Montevideo, Facultad de Agronomía. v. 2, 212 p.
21. _____. 1997. Manual para diseño y ejecución de inventarios forestales. Montevideo, Hemisferio Sur. 350 p.
22. Ugalde, L. 1981. Conceptos básicos de dasometría. (en línea). Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 23 p. Consultado 16 may. 2020. Disponible en http://201.207.189.89/bitstream/handle/11554/886/Conceptos_basicos_de_dasometria.pdf?sequence=1&isAllowed=y

9 ANEXOSAnexo No. 1. Tablas correspondientes al inventario para la especie *Pinus pinaster*

Rodal No. 4								
	Volumen por há				Volumen total (2,7 há)			
Clase diamétrica	Vc (m3/há)	Vt (m3/há)	N/há	Gi (m2/há)	Vc (m3)	Vt (m3)	N(No. de árboles)	Gi (m2)
20-25	3,70	14,06	40,00	1,71	10,00	37,97	108,00	4,63
25-30	11,59	28,11	60,00	3,32	31,30	75,90	162,00	8,96
30-35	97,83	175,10	220,00	18,70	264,15	472,76	594,00	50,48
35-40	78,35	122,64	120,00	12,53	211,54	331,12	324,00	33,84
40-45	38,24	54,63	40,00	5,47	103,24	147,51	108,00	14,76
45-50	86,79	112,99	60,00	10,43	234,32	305,08	162,00	28,17
50-55	37,49	45,33	20,00	4,25	101,22	122,39	54,00	11,47
Total general	353,99	552,86	560,00	56,41	955,78	1492,73	1512,00	152,31

Rodal No. 5								
	Volumen por há				Volumen total (5 há)			
Clase diamétrica	Vc (m3/há)	Vt (m3/há)	N/há	Gi (m2/há)	Vc (m3)	Vt (m3)	N(No. de árboles)	Gi (m2)
20-25	4,00	10,40	30,00	1,24	20,02	51,99	150,00	6,20
25-30	33,13	75,21	140,00	8,42	165,64	376,06	700,00	42,09
30-35	67,60	123,06	160,00	13,17	338,00	615,29	800,00	65,84
35-40	91,60	140,86	130,00	14,33	458,00	704,31	650,00	71,64
40-45	86,71	120,96	80,00	11,36	433,53	604,81	400,00	56,78
45-50	12,63	16,77	10,00	1,63	63,14	83,84	50,00	8,17
Total general	295,67	487,26	550,00	50,15	1478,34	2436,30	2750,00	250,73

Rodal No. 6								
	Volumen por há				Volumen total (1,1 há)			
Clase diamétrica	Vc (m3/há)	Vt (m3/há)	N/há	Gi (m2/há)	Vc (m3)	Vt (m3)	N(No. de árboles)	Gi (m2)
20-25	4,50	15,25	40,00	1,83	4,95	16,78	44,00	2,02
25-30	29,26	69,95	140,00	8,11	32,19	76,94	154,00	8,93
30-35	56,38	97,32	120,00	10,42	62,02	107,05	132,00	11,46
35-40	81,62	128,77	120,00	13,31	89,78	141,65	132,00	14,64
40-45	119,08	166,26	120,00	16,61	130,99	182,88	132,00	18,27
45-50	28,98	37,19	20,00	3,57	31,88	40,91	22,00	3,93
50-55	37,49	45,33	20,00	4,25	41,24	49,86	22,00	4,67
Total general	357,31	560,06	580,00	58,11	393,04	616,07	638,00	63,92

Rodal No. 7								
	Volumen por há				Volumen total (9,6)			
Clase diamétrica	Vc (m3/há)	Vt (m3/há)	N/há	Gi (m2/há)	Vc (m3)	Vt (m3)	N(No. de árboles)	Gi (m2)
20-25	1,68	5,35	13,33	0,64	16,12	51,40	128,00	6,13
25-30	27,10	57,28	106,67	6,53	260,17	549,92	1024,00	62,73
30-35	50,12	88,66	113,33	9,65	481,13	851,18	1088,00	92,61
35-40	47,78	74,98	73,33	7,96	458,66	719,78	704,00	76,41
40-45	60,82	85,74	60,00	8,56	583,91	823,15	576,00	82,17
45-50	64,83	85,70	46,67	8,17	622,35	822,73	448,00	78,45
50-55	37,50	45,32	20,00	4,25	360,05	435,10	192,00	40,76
55-60	14,72	17,18	6,67	1,58	141,31	164,89	64,00	15,21
Total general	304,55	460,22	440,00	47,34	2923,70	4418,15	4224,00	454,48

Rodal No. 8								
	Volumen por há				Volumen total (14 há)			
Clase diamétrica	Vc (m3/há)	Vt (m3/há)	N/há	Gi (m2/há)	Vc (m3)	Vt (m3)	N(No. de árboles)	Gi (m2)
15-20	0,00	2,82	13,33	0,37	0,00	39,48	186,67	5,22
20-25	8,23	22,56	63,33	2,72	115,26	315,88	886,67	38,03
25-30	11,56	27,99	51,67	3,14	161,79	391,82	723,33	43,93
30-35	55,57	96,08	118,33	10,16	777,92	1345,06	1656,67	142,18
35-40	60,32	88,57	76,67	8,73	844,47	1240,02	1073,33	122,16
40-45	120,70	169,49	111,67	15,71	1689,80	2372,91	1563,33	219,91
45-50	83,14	108,23	58,33	10,30	1164,00	1515,26	816,67	144,19
50-55	92,24	115,86	48,33	10,16	1291,31	1622,04	676,67	142,23
55-60	11,52	16,15	5,00	1,23	161,26	226,08	70,00	17,24
Total general	443,27	647,75	546,67	62,51	6205,81	9068,56	7653,33	875,09

Rodal No. 9								
	Volumen por há				Volumen total (9 há)			
Clase diamétrica	Vc (m3/há)	Vt (m3/há)	N/há	Gi (m2/há)	Vc (m3)	Vt (m3)	N(No. de árboles)	Gi (m2)
15-20	0,00	11,89	58,33	1,58	0,00	107,00	525,00	14,24
20-25	7,41	29,15	91,67	3,73	66,65	262,32	825,00	33,57
25-30	26,64	63,22	116,67	7,20	239,72	568,97	1050,00	64,83
30-35	45,24	88,19	125,00	10,08	407,13	793,70	1125,00	90,68
35-40	48,21	75,94	75,00	8,04	433,91	683,46	675,00	72,37
40-45	38,58	66,22	50,00	6,99	347,24	595,95	450,00	62,94
45-50	24,16	30,29	16,67	2,98	217,45	272,64	150,00	26,81
Total general	190,23	364,89	533,33	40,60	1712,10	3284,05	4800,00	365,44

Rodal No. 13								
	Volumen por há				Volumen total (9,2 há)			
Clase diamétrica	Vc (m3/há)	Vt (m3/há)	N/há	Gi (m2/há)	Vc (m3)	Vt (m3)	N(No. de árboles)	Gi (m2)
20-25	0,88	2,01	6,67	0,27	8,09	18,50	61,33	2,46
25-30	28,81	71,79	146,67	8,31	265,06	660,46	1349,33	76,44
30-35	28,35	51,01	66,67	5,49	260,84	469,29	613,33	50,54
35-40	61,71	98,19	93,33	10,21	567,72	903,36	858,67	93,96
40-45	65,59	92,83	66,67	9,34	603,39	854,01	613,33	85,93
45-50	38,60	47,37	26,67	4,69	355,09	435,83	245,33	43,17
50-55	48,65	65,13	26,67	5,83	447,55	599,24	245,33	53,67
55-60	12,73	18,52	6,67	1,64	117,15	170,40	61,33	15,11
65-70	17,15	27,87	6,67	2,28	157,79	256,42	61,33	20,98
70-75	30,14	30,70	6,67	2,64	277,32	282,43	61,33	24,28
Total general	332,61	505,43	453,33	50,71	3060,00	4649,93	4170,67	466,54

Rodal No. 14								
	Volumen por há				Volumen total (13,7 há)			
Clase diamétrica	Vc (m3/há)	Vt (m3/há)	N/há	Gi (m2/há)	Vc (m3)	Vt (m3)	N(No. de árboles)	Gi (m2)
20-25	0,90	3,13	8,33	0,38	12,33	42,82	114,17	5,16
25-30	15,94	32,55	66,67	3,78	218,33	445,94	913,33	51,79
30-35	45,70	77,95	100,00	8,46	626,15	1067,91	1370,00	115,88
35-40	73,34	116,12	108,33	11,71	1004,78	1590,90	1484,17	160,37
40-45	51,08	70,75	50,00	7,07	699,79	969,31	685,00	96,82
45-50	122,89	167,08	91,67	16,31	1683,65	2289,01	1255,83	223,45
50-55	16,52	19,73	8,33	1,84	226,31	270,27	114,17	25,19
Total general	326,38	487,31	433,33	49,54	4471,34	6676,17	5936,67	678,66

Rodal No. 35								
	Volumen por há				Volumen total (14,4 há)			
Clase diamétrica	Vc (m3/há)	Vt (m3/há)	N/há	Gi (m2/há)	Vc (m3)	Vt (m3)	N(No. de árboles)	Gi (m2)
10-15	0,00	1,71	20,00	0,27	0,00	24,59	288,00	3,83
15-20	0,00	18,28	100,00	2,48	0,00	263,21	1440,00	35,67
20-25	15,05	66,24	206,67	8,16	216,65	953,88	2976,00	117,45
25-30	48,49	126,08	253,33	14,64	698,21	1815,62	3648,00	210,87
30-35	38,53	70,01	93,33	7,66	554,88	1008,11	1344,00	110,34
35-40	36,73	54,42	53,33	5,82	528,88	783,66	768,00	83,84
40-45	19,35	27,07	20,00	2,77	278,57	389,78	288,00	39,86
45-50	7,91	11,08	6,67	1,12	113,95	159,53	96,00	16,16
Total general	166,05	374,89	753,33	42,92	2391,14	5398,38	10848,00	618,03

Rodal No. 36								
	Volumen por há				Volumen total (13,3 há)			
Clase diamétrica	Vc (m3/há)	Vt (m3/há)	N/há	Gi (m2/há)	Vc (m3)	Vt (m3)	N(No. de árboles)	Gi (m2)
10-15	0,00	1,36	16,67	0,21	0,00	18,06	221,67	2,83
15-20	0,00	12,93	66,67	1,73	0,00	171,93	886,67	23,01
20-25	9,26	40,41	122,22	4,97	123,19	537,39	1625,56	66,10
25-30	29,87	72,65	138,89	8,32	397,22	966,26	1847,22	110,64
30-35	58,47	110,75	150,00	12,20	777,66	1473,00	1995,00	162,29
35-40	18,60	28,55	27,78	2,99	247,38	379,72	369,44	39,79
40-45	53,04	75,30	55,56	7,45	705,47	1001,48	738,89	99,02
Total general	169,24	341,94	577,78	37,87	2250,92	4547,86	7684,44	503,67

Rodal No. 37								
	Volumen por há				Volumen total (4,4 há)			
Clase diamétrica	Vc (m3/há)	Vt (m3/há)	N/há	Gi (m2/há)	Vc (m3)	Vt (m3)	N(No. de árboles)	Gi (m2)
15-20	0,00	20,47	116,67	2,76	0,00	90,09	513,33	12,13
20-25	15,69	69,82	216,67	8,48	69,03	307,21	953,33	37,30
25-30	40,11	102,80	200,00	11,77	176,47	452,34	880,00	51,81
30-35	73,34	136,04	183,33	14,61	322,68	598,56	806,67	64,28
35-40	31,62	51,06	50,00	5,31	139,14	224,65	220,00	23,38
45-50	42,42	55,87	33,33	5,47	186,65	245,83	146,67	24,06
50-55	33,04	39,46	16,67	3,68	145,37	173,61	73,33	16,18
Total general	236,21	475,52	816,67	52,08	1039,34	2092,27	3593,33	229,13

Rodal No. 38								
	Volumen por há				Volumen total (1,2 há)			
Clase diamétrica	Vc (m3/há)	Vt (m3/há)	N/há	Gi (m2/há)	Vc (m3)	Vt (m3)	N(No. de árboles)	Gi (m2)
20-25	6,57	24,04	66,67	2,92	7,88	28,85	80,00	3,50
25-30	17,89	47,27	100,00	5,51	21,46	56,72	120,00	6,61
30-35	31,99	49,96	66,67	5,27	38,39	59,95	80,00	6,32
35-40	123,17	180,61	166,67	18,21	147,80	216,74	200,00	21,85
40-45	134,31	189,12	133,33	18,82	161,18	226,94	160,00	22,59
45-50	42,38	56,18	33,33	5,47	50,86	67,41	40,00	6,56
Total general	356,31	547,17	566,67	56,20	427,57	656,61	680,00	67,44

Rodal No. 39								
	Volumen por há				Volumen total (19,2 há)			
Clase diamétrica	Vc (m3/há)	Vt (m3/há)	N/há	Gi (m2/há)	Vc (m3)	Vt (m3)	N(No. de árboles)	Gi (m2)
15-20	0,00	4,34	22,22	0,57	0,00	83,32	426,67	10,99
20-25	11,17	52,12	161,11	6,36	214,53	1000,71	3093,33	122,21
25-30	35,08	89,88	177,78	10,36	673,61	1725,77	3413,33	198,93
30-35	64,33	111,77	150,00	12,06	1235,15	2145,94	2880,00	231,62
35-40	71,95	109,88	105,56	11,38	1381,49	2109,78	2026,67	218,56
40-45	35,20	48,52	33,33	4,71	675,84	931,50	640,00	90,39
45-50	21,51	29,12	16,67	2,77	413,02	559,02	320,00	53,26
Total general	239,25	445,63	666,67	48,23	4593,63	8556,04	12800,00	925,96

Rodal No. 40								
	Volumen por há				Volumen total (30,2 há)			
Clase diamétrica	Vc (m3/há)	Vt (m3/há)	N/há	Gi (m2/há)	Vc (m3)	Vt (m3)	N(No. de árboles)	Gi (m2)
10-15	0,00	2,36	23,81	0,35	0,00	71,23	719,05	10,43
15-20	0,00	19,03	104,76	2,56	0,00	574,66	3163,81	77,45
20-25	19,15	80,97	247,62	10,00	578,20	2445,32	7478,10	302,06
25-30	39,67	99,98	190,48	11,46	1198,11	3019,28	5752,38	346,22
30-35	57,05	105,85	142,86	11,50	1722,83	3196,61	4314,29	347,26
35-40	61,32	96,77	95,24	10,15	1851,90	2922,48	2876,19	306,41
40-45	25,11	35,56	23,81	3,41	758,32	1073,92	719,05	102,97
45-50	5,93	7,90	4,76	0,77	179,17	238,72	143,81	23,28
Total general	208,23	448,42	833,33	50,20	6288,54	13542,21	25166,67	1516,08

Rodal No. 41								
	Volumen por há				Volumen total (17,3 há)			
Clase diamétrica	Vc (m3/há)	Vt (m3/há)	N/há	Gi (m2/há)	Vc (m3)	Vt (m3)	N(No. de árboles)	Gi (m2)
10-15	0,00	5,04	50,00	0,74	0,00	87,11	865,00	12,81
15-20	0,00	32,60	166,67	4,31	0,00	563,92	2883,33	74,52
20-25	15,08	65,24	200,00	8,00	260,82	1128,57	3460,00	138,48
25-30	38,72	100,19	200,00	11,63	669,85	1733,29	3460,00	201,15
30-35	34,73	65,23	88,89	7,13	600,89	1128,51	1537,78	123,29
35-40	20,97	34,38	33,33	3,63	362,77	594,81	576,67	62,72
40-45	22,09	32,10	22,22	2,99	382,16	555,35	384,44	51,76
45-50	16,99	22,21	11,11	2,00	293,85	384,21	192,22	34,65
50-55	9,27	11,51	5,56	1,09	160,41	199,11	96,11	18,87
55-60	12,92	14,91	5,56	1,37	223,56	258,03	96,11	23,67
Total general	170,77	383,41	783,33	42,89	2954,31	6632,92	13551,67	741,92

Rodal No. 42								
	Volumen por há				Volumen total (5,7 há)			
Clase diamétrica	Vc (m3/há)	Vt (m3/há)	N/há	Gi (m2/há)	Vc (m3)	Vt (m3)	N(No. de árboles)	Gi (m2)
10-15	0,00	1,82	16,67	0,27	0,00	10,40	95,00	1,55
15-20	0,00	20,33	100,00	2,70	0,00	115,89	570,00	15,41
20-25	17,41	74,99	233,33	9,34	99,23	427,44	1330,00	53,22
25-30	29,84	72,19	133,33	8,25	170,06	411,48	760,00	47,02
30-35	86,81	165,54	216,67	17,75	494,83	943,56	1235,00	101,19
35-40	61,89	102,55	100,00	10,62	352,80	584,54	570,00	60,55
Total general	195,95	437,42	800,00	48,94	1116,92	2493,31	4560,00	278,93

Rodal No. 43								
	Volumen por há				Volumen total (11,8 há)			
Clase diamétrica	Vc (m3/há)	Vt (m3/há)	N/há	Gi (m2/há)	Vc (m3)	Vt (m3)	N(No. de árboles)	Gi (m2)
10-15	0,00	4,43	46,67	0,66	0,00	52,26	550,67	7,82
15-20	0,00	28,75	153,33	3,86	0,00	339,24	1809,33	45,50
20-25	21,51	87,16	260,00	10,71	253,79	1028,50	3068,00	126,34
25-30	37,55	97,52	186,67	11,21	443,05	1150,77	2202,67	132,34
30-35	24,77	52,57	73,33	5,73	292,33	620,32	865,33	67,56
35-40	12,54	25,73	26,67	2,69	147,98	303,58	314,67	31,77
Total general	96,37	296,16	746,67	34,86	1137,16	3494,67	8810,67	411,32

Rodal No. 44								
	Volumen por há				Volumen total (5,1 há)			
Clase diamétrica	Vc (m3/há)	Vt (m3/há)	N/há	Gi (m2/há)	Vc (m3)	Vt (m3)	N(No. de árboles)	Gi (m2)
10-15	0,00	2,89	33,33	0,45	0,00	14,73	170,00	2,29
15-20	0,00	40,06	233,33	5,44	0,00	204,30	1190,00	27,75
20-25	19,24	102,74	333,33	12,61	98,15	523,98	1700,00	64,29
25-30	23,13	74,73	166,67	8,90	117,94	381,10	850,00	45,38
30-35	26,99	54,40	66,67	5,78	137,62	277,45	340,00	29,49
Total general	69,36	274,82	833,33	33,18	353,72	1401,56	4250,00	169,20

Rodal No. 46								
	Volumen por há				Volumen total (5,1 há)			
Clase diamétrica	Vc (m3/há)	Vt (m3/há)	N/há	Gi (m2/há)	Vc (m3)	Vt (m3)	N(No. de árboles)	Gi (m2)
25-30	7,69	18,12	33,33	2,06	39,21	92,41	170,00	10,52
35-40	67,97	126,88	116,67	12,55	346,63	647,07	595,00	63,99
40-45	30,63	49,97	33,33	4,64	156,21	254,84	170,00	23,66
45-50	86,12	131,91	66,67	12,03	439,21	672,74	340,00	61,36
50-55	140,37	183,73	83,33	16,96	715,90	937,04	425,00	86,48
55-60	36,80	42,94	16,67	3,96	187,68	219,00	85,00	20,19
60-65	40,97	62,02	16,67	4,71	208,97	316,28	85,00	24,03
90-95	94,68	144,52	16,67	10,60	482,89	737,04	85,00	54,07
Total general	505,24	760,08	383,33	67,51	2576,70	3876,41	1955,00	344,32

Rodal No. 49								
	Volumen por há				Volumen total (13,8 há)			
Clase diamétrica	Vc (m3/há)	Vt (m3/há)	N/há	Gi (m2/há)	Vc (m3)	Vt (m3)	N(No. de árboles)	Gi (m2)
15-20	0,00	2,54	11,11	0,33	0,00	35,04	153,33	4,58
20-25	3,60	14,82	44,44	1,82	49,71	204,46	613,33	25,12
25-30	36,66	86,55	155,56	9,54	505,93	1194,35	2146,67	131,66
30-35	58,32	112,90	144,44	12,02	804,88	1557,96	1993,33	165,85
35-40	64,81	112,69	100,00	11,22	894,33	1555,16	1380,00	154,80
40-45	45,04	69,38	44,44	6,52	621,55	957,49	613,33	90,03
45-50	95,17	122,52	66,67	11,79	1313,40	1690,71	920,00	162,67
50-55	53,16	80,43	33,33	6,99	733,62	1109,99	460,00	96,47
60-65	25,10	36,91	11,11	3,14	346,40	509,41	153,33	43,35
Total general	381,87	638,74	611,11	63,37	5269,82	8814,57	8433,33	874,54

Rodal No. 50								
	Volumen por há				Volumen total (13,8 há)			
Clase diamétrica	Vc (m3/há)	Vt (m3/há)	N/há	Gi (m2/há)	Vc (m3)	Vt (m3)	N(No. de árboles)	Gi (m2)
20-25	2,31	12,21	33,33	1,43	31,84	168,48	460,00	19,72
25-30	16,91	42,32	83,33	4,87	233,32	584,02	1150,00	67,18
30-35	37,78	70,70	100,00	7,77	521,41	975,68	1380,00	107,22
35-40	39,92	66,80	66,67	7,05	550,88	921,79	920,00	97,33
40-45	62,28	93,28	66,67	9,46	859,47	1287,28	920,00	130,56
45-50	123,52	157,55	83,33	15,10	1704,52	2174,22	1150,00	208,41
50-55	80,37	111,00	50,00	10,62	1109,08	1531,77	690,00	146,57
55-60	36,80	42,94	16,67	3,96	507,85	592,59	230,00	54,64
60-65	47,21	52,37	16,67	4,71	651,50	722,65	230,00	65,03
65-70	126,04	132,41	33,33	11,58	1739,38	1827,31	460,00	159,85
Total general	573,13	781,58	550,00	76,56	7909,24	10785,79	7590,00	1056,52

Rodal No. 51								
	Volumen por há				Volumen total (6,8 há)			
Clase diamétrica	Vc (m3/há)	Vt (m3/há)	N/há	Gi (m2/há)	Vc (m3)	vt (m3)	N(No. de árboles)	Gi (m2)
25-30	29,24	79,87	150,00	8,81	198,85	543,12	1020,00	59,93
30-35	49,95	92,22	116,67	9,64	339,65	627,10	793,33	65,58
35-40	33,41	57,98	50,00	5,75	227,22	394,29	340,00	39,10
45-50	123,98	151,53	83,33	14,39	843,05	1030,38	566,67	97,88
50-55	189,28	234,26	100,00	20,91	1287,08	1592,98	680,00	142,21
55-60	38,77	44,74	16,67	4,11	263,62	304,26	113,33	27,91
Total general	464,63	660,61	516,67	63,62	3159,46	4492,13	3513,33	432,62

Rodal No. 52								
	Volumen por há				Volumen total (17,2 há)			
Clase diamétrica	Vc (m3/há)	Vt (m3/há)	N/há	Gi (m2/há)	Vc (m3)	Vt (m3)	N(No. de árboles)	Gi (m2)
10-15	0,00	2,00	22,22	0,30	0,00	34,45	382,22	5,21
15-20	1,26	15,06	77,78	2,00	21,73	259,02	1337,78	34,35
20-25	16,02	63,86	188,89	7,82	275,56	1098,45	3248,89	134,51
25-30	45,49	108,79	222,22	12,64	782,51	1871,25	3822,22	217,43
30-35	63,21	120,04	155,56	12,99	1087,26	2064,61	2675,56	223,46
35-40	55,75	93,01	88,89	9,70	958,86	1599,85	1528,89	166,92
40-45	12,47	17,07	11,11	1,68	214,54	293,63	191,11	28,93
45-50	13,42	19,68	11,11	1,90	230,78	338,48	191,11	32,73
Total general	207,63	439,52	777,78	49,04	3571,23	7559,74	13377,78	843,54

Rodal No. 54								
	Volumen por há				Volumen total (10,6 há)			
Clase diamétrica	Vc (m3/há)	Vt (m3/há)	N/há	Gi (m2/há)	Vc (m3)	Vt (m3)	N(No. de árboles)	Gi (m2)
5-10	0,00	2,51	66,67	0,46	0,00	26,65	706,67	4,92
10-15	0,00	5,39	66,67	0,84	0,00	57,13	706,67	8,95
15-20	0,00	28,91	166,67	4,18	0,00	306,40	1766,67	44,36
20-25	6,84	22,89	66,67	2,96	72,48	242,67	706,67	31,34
35-40	21,09	34,06	33,33	3,55	223,51	361,06	353,33	37,58
45-50	15,62	46,87	33,33	5,54	165,59	496,78	353,33	58,72
Total general	43,54	140,63	433,33	17,53	461,58	1490,69	4593,33	185,87

Rodal No. 55								
	Volumen por há				Volumen total (10,6 há)			
Clase diamétrica	Vc (m3/há)	Vt (m3/há)	N/há	Gi (m2/há)	Vc (m3)	Vt (m3)	N(No. de árboles)	Gi (m2)
5-10	0,00	1,27	66,67	0,38	0,00	13,43	706,67	4,08
10-15	0,00	1,23	33,33	0,33	0,00	13,09	353,33	3,48
15-20	0,00	7,71	33,33	1,01	0,00	81,75	353,33	10,66
35-40	57,11	97,83	100,00	10,87	605,32	1037,03	1060,00	115,19
40-45	89,29	143,47	100,00	14,40	946,49	1520,74	1060,00	152,67
45-50	45,28	59,04	33,33	5,71	480,02	625,85	353,33	60,52
60-65	94,42	104,73	33,33	9,42	1000,86	1110,16	353,33	99,90
Total general	286,10	415,29	400,00	42,12	3032,69	4402,04	4240,00	446,50

Rodal No. 56								
	Volumen por há				Volumen total (5,9 há)			
Clase diamétrica	Vc (m3/há)	Vt (m3/há)	N/há	Gi (m2/há)	Vc (m3)	Vt (m3)	N(No. de árboles)	Gi (m2)
35-40	35,52	66,98	66,67	7,45	209,55	395,17	393,33	43,94
40-45	73,00	128,62	100,00	13,58	430,70	758,85	590,00	80,11
45-50	26,92	59,81	33,33	6,36	158,80	352,89	196,67	37,54
50-55	57,30	70,65	33,33	6,68	338,09	416,83	196,67	39,39
Total general	192,74	326,06	233,33	34,07	1137,15	1923,75	1376,67	200,98

Rodal No. 57								
	Volumen por há				Volumen total (5,8 há)			
Clase diamétrica	Vc (m3/há)	Vt (m3/há)	N/há	Gi (m2/há)	Vc (m3)	Vt (m3)	N(No. de árboles)	Gi (m2)
20-25	3,60	20,41	66,67	2,42	20,86	118,40	386,67	14,05
25-30	16,54	53,63	100,00	5,97	95,96	311,04	580,00	34,64
35-40	39,77	66,51	66,67	6,83	230,68	385,76	386,67	39,60
40-45	33,79	47,53	33,33	4,73	196,01	275,66	193,33	27,43
45-50	51,41	65,01	33,33	6,21	298,21	377,05	193,33	36,01
50-55	41,48	72,58	33,33	7,35	240,56	420,98	193,33	42,65
60-65	188,84	209,46	66,67	18,85	1095,28	1214,89	386,67	109,33
Total general	375,44	535,14	400,00	52,37	2177,56	3103,79	2320,00	303,72

Rodal No. 58								
	Volumen por há				Volumen total (9,6 há)			
Clase diamétrica	Vc (m3/há)	Vt (m3/há)	N/há	Gi (m2/há)	Vc (m3)	Vt (m3)	N(No. de árboles)	Gi (m2)
25-30	7,66	17,24	33,33	2,04	73,56	165,51	320,00	19,56
40-45	23,89	50,05	33,33	4,84	229,33	480,50	320,00	46,47
45-50	53,66	67,17	33,33	6,39	515,16	644,85	320,00	61,33
50-55	59,00	72,26	33,33	6,81	566,43	693,72	320,00	65,37
55-60	76,75	165,09	66,67	16,73	736,83	1584,86	640,00	160,57
80-85	86,62	173,25	33,33	16,76	831,59	1663,18	320,00	160,85
Total general	307,59	545,06	233,33	53,56	2952,90	5232,62	2240,00	514,16

Rodal No. 60								
	Volumen por há				Volumen total (10,4 há)			
Clase diamétrica	Vc (m3/há)	Vt (m3/há)	N/há	Gi (m2/há)	Vc (m3)	Vt (m3)	N(No. de árboles)	Gi (m2)
5-10	0,00	0,96	33,33	0,19	0,00	10,03	346,67	1,97
10-15	0,00	2,09	33,33	0,35	0,00	21,70	346,67	3,60
15-20	0,00	23,49	166,67	3,34	0,00	244,30	1733,33	34,70
30-35	10,98	24,71	33,33	2,92	114,20	256,96	346,67	30,37
45-50	29,64	56,46	33,33	6,01	308,29	587,22	346,67	62,47
60-65	103,57	112,85	33,33	10,06	1077,11	1173,60	346,67	104,66
Total general	144,19	220,56	333,33	22,86	1499,61	2293,80	3466,67	237,78

Rodal No. 61								
	Volumen por há				Volumen total (30,2 há)			
Clase diamétrica	Vc (m3/há)	Vt (m3/há)	N/há	Gi (m2/há)	Vc (m3)	Vt (m3)	N(No. de árboles)	Gi (m2)
5-10	0,00	0,72	25,00	0,14	0,00	21,77	755,00	4,24
10-15	0,00	7,60	108,33	1,27	0,00	229,41	3271,67	38,34
15-20	0,00	28,61	158,33	3,90	0,00	864,10	4781,67	117,92
20-25	9,71	48,56	158,33	6,06	293,25	1466,55	4781,67	183,13
25-30	12,64	33,87	66,67	3,99	381,75	1022,94	2013,33	120,36
30-35	14,95	29,26	41,67	3,26	451,52	883,68	1258,33	98,42
35-40	19,58	33,48	33,33	3,67	591,32	1011,13	1006,67	110,72
40-45	32,24	54,49	41,67	5,73	973,52	1645,59	1258,33	172,93
45-50	23,97	30,79	16,67	2,96	723,98	929,88	503,33	89,38
50-55	22,60	32,97	16,67	3,37	682,39	995,72	503,33	101,82
Total general	135,69	300,36	666,67	34,35	4097,73	9070,78	20133,33	1037,25

Rodal No. 62								
	Volumen por há				Volumen total (10,4 há)			
Clase diamétrica	Vc (m3/há)	Vt (m3/há)	N/há	Gi (m2/há)	Vc (m3)	Vt (m3)	N(No. de árboles)	Gi (m2)
25-30	14,53	35,88	66,67	4,24	151,11	373,14	693,33	44,11
30-35	17,03	29,52	33,33	3,13	177,12	306,97	346,67	32,60
35-40	60,66	107,15	100,00	11,21	630,83	1114,38	1040,00	116,57
45-50	82,22	109,83	66,67	10,72	855,08	1142,19	693,33	111,50
50-55	151,24	212,78	100,00	20,56	1572,92	2212,93	1040,00	213,88
Total general	325,68	495,16	366,67	49,87	3387,05	5149,62	3813,33	518,65

Rodal No. 63								
	Volumen por há				Volumen total (8,9 há)			
Clase diamétrica	Vc (m3/há)	Vt (m3/há)	N/há	Gi (m2/há)	Vc (m3)	Vt (m3)	N(No. de árboles)	Gi (m2)
20-25	3,65	18,23	50,00	2,20	32,51	162,28	445,00	19,59
25-30	8,17	24,62	50,00	2,85	72,73	219,08	445,00	25,38
30-35	53,71	102,21	133,33	11,12	478,01	909,67	1186,67	99,01
35-40	102,34	164,73	150,00	17,12	910,79	1466,12	1335,00	152,34
40-45	116,29	183,05	133,33	18,45	1034,99	1629,11	1186,67	164,25
45-50	31,88	57,65	33,33	5,84	283,77	513,09	296,67	51,98
50-55	28,65	35,32	16,67	3,34	255,00	314,39	148,33	29,71
55-60	81,81	93,34	33,33	8,52	728,13	830,73	296,67	75,80
60-65	47,21	52,37	16,67	4,71	420,17	466,06	148,33	41,94
Total general	473,72	731,52	616,67	74,16	4216,11	6510,53	5488,33	660,00

Rodal No. 64								
	Volumen por há				Volumen total (8 há)			
Clase diamétrica	Vc (m3/há)	Vt (m3/há)	N/há	Gi (m2/há)	Vc (m3)	Vt (m3)	N(No. de árboles)	Gi (m2)
15-20	0,00	10,42	50,00	1,38	0,00	83,39	400,00	11,07
20-25	9,07	40,24	116,67	4,92	72,55	321,95	933,33	39,37
25-30	40,22	98,71	183,33	11,21	321,73	789,72	1466,67	89,66
30-35	71,54	137,86	183,33	14,96	572,33	1102,87	1466,67	119,64
35-40	120,50	201,66	183,33	20,54	964,03	1613,32	1466,67	164,30
40-45	15,42	22,24	16,67	2,23	123,39	177,95	133,33	17,86
Total general	256,75	511,15	733,33	55,24	2054,04	4089,20	5866,67	441,90

Rodal No. 65								
	Volumen por há				Volumen total (1,4 há)			
Clase diamétrica	Vc (m3/há)	Vt/há (m3/há)	N/há	Gi/há (m2/há)	Vc (m3)	Vt (m3)	N(No. de árboles)	Gi (m2)
20-25	2,06	12,34	33,33	1,46	2,88	17,27	46,67	2,04
25-30	7,29	17,49	33,33	2,07	10,20	24,48	46,67	2,89
30-35	24,32	47,55	66,67	5,20	34,05	66,57	93,33	7,29
35-40	43,52	69,49	66,67	7,21	60,93	97,28	93,33	10,09
40-45	142,92	197,85	133,33	19,57	200,09	277,00	186,67	27,40
45-50	166,24	253,88	133,33	24,97	232,74	355,43	186,67	34,95
50-55	69,78	82,36	33,33	7,63	97,70	115,30	46,67	10,69
Total general	456,13	680,95	500,00	68,11	638,58	953,33	700,00	95,36

Anexo No. 2. Tablas correspondientes al inventario para la especie *Pinus taeda*

Rodal No. 1								
	Volumen por há				Volumen total(2,2há)			
Clase diamétrica	Vc (m3/há)	Vt (m3/há)	N/há	Gi (m2/há)	Vc (m3)	Vt (m3)	N (No. de árboles)	Gi (m2)
20-25	4,38	19,73	33	1,57	9,65	43,41	73	3,46
25-30	33,55	55,39	100	6,38	73,80	121,86	220	14,05
30-35	44,17	68,31	100	7,57	97,18	150,28	220	16,65
35-40	73,02	102,74	100	10,49	160,64	226,03	220	23,08
40-45	186,21	249,60	167	22,24	409,67	549,12	367	48,92
45-50	45,02	58,80	33	5,35	99,04	129,35	73	11,77
50-55	223,75	307,22	100	21,65	492,26	675,88	220	47,63
60-65	97,69	123,02	33	9,42	214,91	270,64	73	20,73
Total general	707,79	984,80	667	84,67	1557,14	2166,56	1467	186,28

Rodal No. 2								
	Volumen por há				Volumen total(2 há)			
Clase diamétrica	Vc (m3/há)	Vt (m3/há)	N/há	Gi (m2/há)	Vc (m3)	Vt (m3)	N (No. de árboles)	Gi (m2)
20-25	16,95	34,48	100	4,32	33,90	68,96	200	8,64
25-30	8,55	15,39	33	1,84	17,10	30,78	67	3,68
30-35	36,51	54,44	67	5,49	73,02	108,87	133	10,98
35-40	54,63	75,55	67	7,56	109,25	151,09	133	15,12
40-45	118,78	157,02	100	14,65	237,57	314,05	200	29,29
50-55	69,13	85,59	33	7,08	138,25	171,17	67	14,16
55-60	158,55	200,45	67	16,13	317,09	400,90	133	32,26
Total general	463,09	622,91	467	57,07	926,18	1245,82	933	114,14

Rodal No. 3								
	Volumen por há				Volumen total(5 há)			
Clase diamétrica	Vc (m3/ha)	Vt (m3/há)	N/há	Gi (m2/há)	Vc (m3)	Vt (m3)	N (No. de árboles)	Gi (m2)
25-30	0,00	2,99	33	0,46	0,00	13,14	147	2,01
30-35	0,00	2,46	17	0,35	0,00	10,82	73	1,55
35-40	6,61	14,75	50	1,90	29,08	64,92	220	8,35
40-45	8,57	18,09	33	1,89	37,69	79,59	147	8,31
45-50	38,51	61,36	83	6,46	169,45	269,99	367	28,42
55-60	129,83	196,06	167	18,48	571,24	862,66	733	81,31
Total general	183,52	295,71	100	13,32	807,47	1301,12	440	58,62

Rodal No. 10								
	Volumen por há				Volumen total(3,3 há)			
Clase diamétrica	Vc (m3/há)	Vt (m3/há)	N/há	Gi (m2/há)	Vc (m3)	Vt (m3)	N (No. de árboles)	Gi (m2)
15-20	0,00	2,71	17	0,38	0,00	8,95	55	1,26
20-25	13,85	27,19	83	3,45	45,70	89,72	275	11,37
25-30	40,75	67,20	133	7,81	134,49	221,75	440	25,79
30-35	59,28	88,99	117	9,52	195,62	293,66	385	31,43
35-40	80,02	109,38	100	11,18	264,06	360,94	330	36,89
40-45	52,13	68,60	50	6,67	172,03	226,39	165	22,02
45-50	52,56	66,01	33	6,11	173,44	217,84	110	20,16
Total general	298,59	430,08	533	45,13	985,34	1419,25	1760	148,92

Rodal No. 15								
	Volumen por há				Volumen total(2,1 há)			
Clase diamétrica	Vc (m3/há)	Vt (m3/há)	N/há	Gi (m2/há)	Vc (m3)	Vt (m3)	N (No. de árboles)	Gi (m2)
15-20	0,00	2,98	17	0,41	0,00	6,25	35	0,87
20-25	14,96	29,86	100	3,79	31,42	62,70	210	7,97
25-30	113,16	182,32	350	21,17	237,64	382,87	735	44,47
30-35	122,15	175,77	233	19,11	256,51	369,11	490	40,12
35-40	46,75	65,48	67	6,89	98,17	137,51	140	14,47
40-45	32,90	44,40	33	4,29	69,09	93,23	70	9,02
45-50	46,59	61,94	33	5,75	97,85	130,07	70	12,07
Total general	376,51	562,73	833	61,42	790,68	1181,74	1750	128,98

Rodal No. 16								
	Volumen por há				Volumen total(2,8 há)			
Clase diamétrica	Vc (m3/há)	Vt (m3/há)	N/há	Gi (m2/há)	Vc (m3)	Vt (m3)	N (No. de árboles)	Gi (m2)
15-20	0,00	1,37	13	0,21	0,00	3,82	37	0,57
20-25	0,00	14,05	80	1,96	0,00	39,35	224	5,48
25-30	14,48	33,02	109	4,25	40,56	92,46	305	11,90
30-35	45,93	79,54	162	9,45	128,60	222,71	454	26,45
35-40	63,65	99,04	133	10,88	178,22	277,32	373	30,46
40-45	65,23	98,29	96	10,23	182,64	275,21	268	28,64
45-50	30,00	43,12	31	4,43	84,00	120,74	87	12,40
Total general	219,29	368,43	624	41,40	614,01	1031,61	1748	115,91

Rodal No. 17								
	Volumen por há				Volumen total(4,3 há)			
Clase diamétrica	Vc (m3/há)	Vt (m3/há)	N/há	Gi (m2/há)	Vc (m3)	Vt (m3)	N (No. de árboles)	Gi (m2)
20-25	13,31	27,04	78	3,38	57,21	116,25	334	14,54
25-30	78,74	146,79	256	16,43	338,59	631,22	1099	70,64
30-35	30,33	48,00	67	5,27	130,41	206,42	287	22,65
35-40	140,98	203,24	189	20,52	606,19	873,91	812	88,25
40-45	106,15	142,35	89	13,22	456,44	612,11	382	56,86
Total general	369,50	567,42	678	58,83	1588,85	2439,92	2914	252,95

Rodal No. 28								
	Volumen por há				Volumen total(2,3 há)			
Clase diamétrica	Vc (m3/há)	Vt (m3/há)	N/há	Gi (m2/há)	Vc (m3)	Vt (m3)	N (No. de árboles)	Gi (m2)
25-30	37,92	52,59	100	6,10	87,22	120,96	230	14,03
30-35	49,71	70,75	100	7,79	114,32	162,72	230	17,91
35-40	129,33	180,29	167	18,21	297,46	414,66	383	41,88
40-45	180,97	240,74	167	23,21	416,24	553,71	383	53,38
45-50	184,55	242,78	133	22,29	424,46	558,39	307	51,27
Total general	582,48	787,15	667	77,60	1339,70	1810,44	1533	178,48

Rodal No. 29								
	Volumen por há				Volumen total(1,2 há)			
Clase diamétrica	Vc (m3/há)	Vt (m3/há)	N/há	Gi (m2/há)	Vc (m3)	Vt (m3)	N (No. de árboles)	Gi (m2)
25-30	11,68	19,08	33	2,19	14,01	22,89	40	2,62
30-35	38,22	56,06	67	5,96	45,87	67,28	80	7,16
35-40	134,25	183,75	167	18,81	161,10	220,50	200	22,57
40-45	114,18	151,54	100	14,25	137,01	181,85	120	17,10
45-50	205,12	265,08	133	23,98	246,15	318,10	160	28,77
50-55	252,45	319,07	133	27,96	302,94	382,89	160	33,55
55-60	25,78	32,62	11	2,64	30,94	39,14	13	3,17
Total general	277,75	364,15	222	33,69	938,02	1232,65	267	40,43

Rodal No. 33								
	Volumen por há				Volumen total(0,7 há)			
Clase diamétrica	Vc (m3/há)	Vt (m3/há)	N/há	Gi (m2/há)	Vc (m3)	Vt (m3)	N (No. de árboles)	Gi (m2)
15-20	0,00	4,92	33	0,66	0,00	3,45	23	0,46
20-25	12,10	20,09	67	2,50	8,47	14,07	47	1,75
25-30	73,65	123,33	233	14,33	51,55	86,33	163	10,03
30-35	48,67	71,95	100	8,04	34,07	50,37	70	5,63
35-40	23,05	32,72	33	3,37	16,14	22,91	23	2,36
40-45	70,53	85,49	67	9,19	49,37	59,85	47	6,43
Total general	228,01	338,52	533	38,10	159,61	236,96	373	26,67

Rodal No. 34								
	Volumen por há				Volumen total(9,4 há)			
Clase diamétrica	Vc (m3/há)	Vt (m3/há)	N/há	Gi (m2/há)	Vc (m3)	Vt (m3)	N (No. de árboles)	Gi (m2)
15-20	0,00	1,71	8	0,23	0,00	16,11	78	2,20
20-25	9,82	19,20	58	2,43	92,29	180,52	548	22,87
25-30	45,19	71,55	133	8,39	424,80	672,53	1253	78,85
30-35	59,16	83,18	117	9,42	556,11	781,93	1097	88,57
35-40	93,93	124,78	117	13,11	882,96	1172,93	1097	123,24
40-45	53,32	70,07	50	6,88	501,21	658,63	470	64,64
45-50	25,32	32,76	17	2,91	238,01	307,96	157	27,32
50-55	12,76	23,87	8	1,77	119,90	224,33	78	16,64
Total general	299,50	427,12	508	45,14	2815,29	4014,94	4778	424,33

Rodal No. 47								
	Volumen por há				Volumen total(3,2 há)			
Clase diamétrica	Vc (m3/há)	Vt (m3/há)	N/há	Gi (m2/há)	Vc (m3)	Vt (m3)	N (No. de árboles)	Gi (m2)
10-15	0,00	1,01	17	0,16	0,00	3,22	53	0,52
15-20	0,00	2,64	17	0,37	0,00	8,44	53	1,20
20-25	30,27	64,16	200	8,14	96,86	205,30	640	26,04
25-30	89,95	154,30	300	17,77	287,83	493,76	960	56,85
30-35	73,93	116,58	150	12,01	236,57	373,07	480	38,43
35-40	227,10	315,06	283	31,62	726,72	1008,21	907	101,20
40-45	70,49	115,19	67	10,08	225,57	368,62	213	32,26
45-50	66,47	98,84	50	8,42	212,69	316,28	160	26,95
55-60	36,86	61,43	17	4,40	117,94	196,57	53	14,09
Total general	595,06	929,21	1100	92,98	1904,18	2973,47	3520	297,53

Rodal No. 48								
	Volumen por há				Volumen total(4,4 há)			
Clase diamétrica	Vc (m3/há)	Vt (m3/há)	N/há	Gi (m2/há)	Vc (m3)	Vt (m3)	N (No. de árboles)	Gi (m2)
10-15	0,00	2,99	33	0,46	0,00	13,14	147	2,01
15-20	0,00	2,46	17	0,35	0,00	10,82	73	1,55
20-25	6,61	14,75	50	1,90	29,08	64,92	220	8,35
25-30	8,57	18,09	33	1,89	37,69	79,59	147	8,31
30-35	38,51	61,36	83	6,46	169,45	269,99	367	28,42
35-40	129,83	196,06	167	18,48	571,24	862,66	733	81,31
40-45	103,79	139,23	100	13,32	456,67	612,61	440	58,62
45-50	79,01	101,92	50	8,97	347,63	448,46	220	39,49
50-55	158,97	206,50	83	17,10	699,49	908,58	367	75,23
Total general	525,28	743,36	617	68,93	2311,25	3270,77	2713	303,28

Anexo No. 3. Tablas correspondientes al inventario de la especie *Eucalyptus grandis*

Rodal No. 11								
	Volumen por há				Volumen total(4,5 há)			
Clase diamétrica	Vc (m3/há)	Vt (m3/há)	N/há	Gi (m2/há)	Vc (m3)	Vt (m3)	N (No. de árboles)	Gi (m2)
10-15	0,63	5,25	83	0,92	3,52	29,40	467	5,13
15-20	0,00	19,24	117	2,49	0,00	107,74	653	13,93
20-25	19,65	42,44	117	4,55	110,02	237,68	653	25,49
25-30	34,94	74,37	117	6,68	195,67	416,49	653	37,39
30-35	16,20	30,98	33	2,74	90,73	173,46	187	15,36
35-40	39,84	75,25	50	5,39	223,12	421,39	280	30,17
40-45	169,12	310,16	167	23,80	947,07	1736,89	933	133,28
45-50	128,99	238,64	100	16,68	722,37	1336,40	560	93,40
55-60	64,81	119,11	33	7,92	362,95	667,03	187	44,35
60-65	136,42	234,46	50	14,46	763,94	1312,96	280	80,96
Total general	610,60	1149,90	867	85,62	3419,39	6439,45	4853	479,46

Rodal No. 12								
	Volumen por há				Volumen total(5,6 há)			
Clase diamétrica	Vc (m3/há)	Vt (m3/há)	N/há	Gi (m2/há)	Vc (m3)	Vt (m3)	N (No. de árboles)	Gi (m2)
5-10	0,00	3,55	133	0,81	0,00	15,97	600	3,64
10-15	0,00	18,34	233	2,85	0,00	82,53	1050	12,82
15-20	0,00	62,15	300	7,60	0,00	279,66	1350	34,19
20-25	31,90	78,36	233	8,71	143,55	352,63	1050	39,18
25-30	63,80	169,37	267	16,53	287,12	762,17	1200	74,38
Total general	95,70	331,77	1167	36,49	430,67	1492,96	5250	164,21

Rodal no. 18								
	Volumen por ha				Volumen total(4,8 há)			
Clase diamétrica	Vc (m3/há)	Vt (m3/há)	N/ha	Gi (m2/ha)	Vc (m3)	Vt (m3)	N (no. de arboles)	Gi (m2)
10-15	0,00	22,36	283	3,43	0,00	107,34	1360	16,48
15-20	0,00	49,99	267	6,05	0,00	239,94	1280	29,03
20-25	17,43	47,71	133	5,02	83,66	229,01	640	24,11
25-30	23,36	46,55	67	4,23	112,15	223,42	320	20,29
30-35	38,98	74,79	83	6,67	187,12	358,99	400	31,99
35-40	90,00	172,54	117	13,16	432,02	828,21	560	63,15
40-45	80,15	154,53	83	11,33	384,73	741,76	400	54,39
45-50	46,99	82,68	33	6,16	225,53	396,84	160	29,56
50-55	54,04	100,24	33	6,95	259,39	481,16	160	33,36
Total general	350,96	751,39	1100	63,00	1684,60	3606,66	5280	302,38

Rodal No. 19								
	Volumen por há				Volumen total(1,7 há)			
Clase diamétrica	Vc (m3/há)	Vt (m3/há)	N/há	Gi (m2/há)	Vc (m3)	Vt (m3)	N (No. de árboles)	Gi (m2)
5-10	0,00	2,80	100	0,61	0,00	4,76	170	1,04
10-15	0,00	16,90	233	2,73	0,00	28,73	397	4,64
15-20	0,00	41,87	200	5,10	0,00	71,18	340	8,66
20-25	6,97	13,94	33	1,55	11,85	23,70	57	2,63
25-30	46,28	88,60	133	8,41	78,67	150,61	227	14,30
30-35	86,80	168,96	200	15,34	147,56	287,23	340	26,08
35-40	27,95	51,02	33	4,13	47,51	86,74	57	7,01
40-45	37,43	66,87	33	5,16	63,63	113,69	57	8,77
Total general	205,43	450,97	967	43,02	349,23	766,65	1643	73,14

Rodal No. 20								
	Volumen por há				Volumen total(2,7 há)			
Clase diamétrica	Vc (m3/há)	Vt (m3/há)	N/há	Gi (m2/há)	Vc (m3)	Vt (m3)	N (No. de árboles)	Gi (m2)
5-10	0,00	7,72	333	1,82	0,00	20,84	900	4,92
10-15	0,00	8,65	133	1,58	0,00	23,37	360	4,26
15-20	0,00	19,14	100	2,38	0,00	51,66	270	6,42
20-25	6,97	14,63	33	1,51	18,81	39,50	90	4,07
25-30	38,74	74,60	133	7,51	104,59	201,41	360	20,27
30-35	26,28	49,64	67	4,94	70,96	134,02	180	13,33
Total general	71,99	174,37	800	19,73	194,36	470,81	2160	53,26

Rodal No. 21								
	Volumen por há				Volumen total(18,1 há)			
Clase diamétrica	Vc (m3/há)	Vt (m3/há)	N/há	Gi (m2/há)	Vc (m3)	Vt (m3)	N (No. de árboles)	Gi (m2)
5-10	0,00	4,10	167	0,96	0,00	74,24	3017	17,35
10-15	0,36	22,35	283	3,51	6,46	404,47	5128	63,59
15-20	2,83	52,58	267	6,50	51,29	951,71	4827	117,71
20-25	24,69	54,93	150	5,96	446,84	994,21	2715	107,86
25-30	42,73	90,72	150	8,79	773,41	1642,03	2715	159,12
30-35	61,67	116,54	125	10,21	1116,22	2109,33	2263	184,72
35-40	40,03	73,75	58	6,25	724,46	1334,79	1056	113,08
40-45	38,80	69,09	42	5,86	702,20	1250,53	754	106,04
45-50	23,20	42,14	17	2,96	419,86	762,72	302	53,62
Total general	234,29	526,19	1258	51,00	4240,72	9524,04	22776	923,08

Rodal No. 22								
	Volumen por há				Volumen total(1,9 há)			
Clase diamétrica	Vc (m3/há)	Vt (m3/há)	N/há	Gi (m2/há)	Vc (m3)	Vt (m3)	N (No. de árboles)	Gi (m2)
5-10	0,00	1,76	67	0,39	0,00	3,34	127	0,74
10-15	0,00	10,75	133	1,74	0,00	20,42	253	3,30
15-20	0,00	25,78	133	3,21	0,00	48,98	253	6,09
20-25	9,56	21,16	67	2,34	18,16	40,20	127	4,45
25-30	26,49	53,99	100	5,33	50,32	102,58	190	10,12
30-35	48,70	97,27	100	8,59	92,54	184,82	190	16,33
35-40	52,09	95,62	67	7,82	98,97	181,68	127	14,86
45-50	83,36	148,85	67	12,00	158,38	282,82	127	22,79
50-55	60,30	93,47	33	7,35	114,57	177,59	63	13,97
Total general	280,50	548,65	767	48,76	532,95	1042,43	1457	92,65

Rodal No. 30								
	Volumen por há				Volumen total(0,3 há)			
Clase diamétrica	Vc (m3/há)	Vt (m3/há)	N/há	Gi (m2/há)	Vc (m3)	Vt (m3)	N (No. de árboles)	Gi (m2)
25-30	8,66	15,58	33	2,11	2,60	4,68	10	0,63
30-35	49,64	77,47	100	8,41	14,89	23,24	30	2,52
35-40	25,46	35,00	33	3,88	7,64	10,50	10	1,16
40-45	191,87	313,59	200	27,47	57,56	94,08	60	8,24
45-50	88,63	156,55	67	11,77	26,59	46,96	20	3,53
55-60	55,20	74,68	33	7,92	16,56	22,40	10	2,38
Total general	419,44	672,87	467	61,55	125,83	201,86	140	18,47

Rodal No. 32								
	Volumen por há				Volumen total(9,1 há)			
Clase diamétrica	Vc (m3/há)	Vt (m3/há)	N/há	Gi (m2/há)	Vc (m3)	Vt (m3)	N (No. de árboles)	Gi (m2)
5-10	0,00	0,79	22	0,16	0,00	7,21	202	1,48
10-15	0,00	8,08	89	1,20	0,00	73,52	809	10,90
15-20	0,00	33,02	167	4,07	0,00	300,52	1517	37,08
20-25	30,90	63,30	167	6,76	281,19	575,99	1517	61,51
25-30	38,29	70,11	111	6,82	348,47	638,04	1011	62,08
30-35	63,14	121,79	133	10,87	574,58	1108,27	1213	98,88
35-40	107,25	197,28	156	16,58	975,99	1795,26	1416	150,89
40-45	67,45	118,86	67	9,52	613,82	1081,65	607	86,65
50-55	17,09	31,16	11	2,45	155,48	283,52	101	22,31
Total general	324,12	644,39	922	58,44	2949,53	5863,99	8392	531,78

Anexo No. 4. Tablas correspondientes al inventario de la especie eucalipto colorado

Rodal No. 23								
	Volumen por há				Volumen total(0,6 há)			
Clase diamétrica	Vc (m3/há)	Vt (m3/há)	N/há	Gi (m2/há)	Vc (m3)	Vt (m3)	N (No. de árboles)	Gi (m2)
5-10	0,00	4,53	133	0,89	0,00	2,72	80	0,53
10-15	0,00	15,10	233	2,51	0,00	9,06	140	1,51
15-20	0,00	17,52	100	2,42	0,00	10,51	60	1,45
20-25	17,98	36,49	100	4,47	10,79	21,89	60	2,68
25-30	88,50	161,21	300	18,65	53,10	96,73	180	11,19
30-35	30,67	47,56	67	5,58	18,40	28,54	40	3,35
35-40	40,50	71,10	67	7,42	24,30	42,66	40	4,45
40-45	59,36	103,15	67	9,91	35,62	61,89	40	5,95
Total general	237,01	456,65	1067	51,85	142,21	273,99	640	31,11

Rodal No. 24								
	Volumen por há				Volumen total(0,8 há)			
Clase diamétrica	Vc (m3/há)	Vt (m3/há)	N/há	Gi (m2/há)	Vc (m3)	Vt (m3)	N (No. de árboles)	Gi (m2)
5-10	0,00	2,28	67	0,44	0,00	1,82	53	0,35
10-15	0,00	8,80	100	1,38	0,00	7,04	80	1,10
15-20	0,00	13,62	100	1,97	0,00	10,89	80	1,58
20-25	11,88	24,14	67	2,96	9,51	19,31	53	2,37
25-30	25,02	49,76	100	5,95	20,01	39,80	80	4,76
40-45	29,03	51,84	33	5,18	23,23	41,47	27	4,15
45-50	75,36	124,09	67	11,73	60,29	99,27	53	9,38
50-55	51,91	85,50	33	7,63	41,53	68,40	27	6,11
Total general	193,20	360,03	567	37,24	154,56	288,02	453	29,79

Rodal No. 27								
	Volumen por há				Volumen total(1,1 há)			
Clase diamétrica	Vc (m3/há)	Vt (m3/há)	N/há	Gi (m2/há)	Vc (m3)	Vt (m3)	N (No. de árboles)	Gi (m2)
5-10	0,00	4,10	133	0,81	0,00	4,51	147	0,89
10-15	0,00	18,44	300	3,11	0,00	20,28	330	3,42
15-20	0,00	26,66	167	3,75	0,00	29,33	183	4,12
20-25	36,73	75,98	233	9,46	40,40	83,58	257	10,41
25-30	41,54	82,88	167	9,86	45,69	91,17	183	10,85
30-35	52,65	97,01	133	10,82	57,91	106,71	147	11,90
35-40	40,69	69,90	67	7,53	44,75	76,89	73	8,28
Total general	171,60	374,97	1200	45,33	188,76	412,47	1320	49,87

Rodal No. 31								
	Volumen por há				Volumen total(2 há)			
Clase diamétrica	Vc (m3/há)	Vt (m3/há)	N/há	Gi (m2/há)	Vc (m3)	Vt (m3)	N (No. de árboles)	Gi (m2)
10-15	1,27	4,01	33	0,53	2,53	8,02	67	1,06
15-20	0,00	26,39	167	3,72	0,00	52,78	333	7,43
20-25	8,80	16,34	33	1,57	17,60	32,69	67	3,14
30-35	26,88	49,27	67	5,42	53,77	98,54	133	10,83
35-40	38,19	67,44	67	7,09	76,39	134,89	133	14,18
40-45	26,13	44,80	33	4,53	52,25	89,61	67	9,06
45-50	32,41	55,88	33	5,59	64,82	111,76	67	11,18
50-55	45,31	76,45	33	7,08	90,61	152,91	67	14,16
Total general	178,99	340,59	467	35,52	357,97	681,19	933	71,03