

## **Annex**

## **Annex 1. Interim report on the baseline survey for the pilot project in the Neuquen province**

**PROYECTO DE FORTALECIMIENTO DEL MDL F/R EN LA REPÚBLICA ARGENTINA**

**JICA-SAyDS/ INTA/ CIEFAP y Entidades Vinculadas (SAGPyA, AUSMA-UNC)**

---



# **EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE FORESTACIÓN Y REFORESTACIÓN EN LA ESTANCIA PULMARI Y COMUNIDADES DE ALUMINE, NEUQUÉN**

Informe preliminar de evaluaciones a campo realizadas durante los meses de enero a abril de 2008 para determinar sitios candidatos para un proyecto forestal MDL F/R, solicitado por la Corporación Interestadual Pulmarí

---

Equipo de trabajo (campo, gabinete y edición de informe): Dr. Pablo Laclau (coordinador, INTA), Téc.Ftal. Gabriel Stecher (AUSMA, convenio AUSMA-INTA), Ing. Ftal. Gonzalo Caballé (INTA), Ing. Ftal. Cecilia Monte (CIP), Est.Ftal. Ezequiel Libardi (CIP).

Colaboradores: Ing. Agr. Macarena Pérez Correa (MRI), Ing. Agr. Fernando López Espinosa (CIP), Gustavo Jongstad (CIP), Raúl Torres (CIP).

Información general, logística y facilitación local: CIP, MRI/JICA, Comunidades Currumil y Catalán

---

**SAN MARTIN DE LOS ANDES, NEUQUÉN**

**MAYO DE 2008**

## CONTENIDO

<b>INTRODUCCION .....</b>	<b>40</b>
<b>AREA NORTE ESTANCIA PULMARI (EJERCITO) .....</b>	<b>42</b>
<i>Ubicación y descripción general de los sitios recorridos .....</i>	<i>42</i>
<i>Transectas y puntos de evaluación .....</i>	<i>43</i>
<i>Superficie evaluada con potencial plantable .....</i>	<i>44</i>
<b>AREA POLCAHUE, ESTANCIA PULMARI .....</b>	<b>45</b>
<i>Ubicación y descripción general de los sitios recorridos .....</i>	<i>45</i>
<i>Transectas y puntos de evaluación .....</i>	<i>46</i>
<i>Superficie evaluada con potencial plantable .....</i>	<i>47</i>
<b>AREA DE LA COMUNIDAD CURRUMIL .....</b>	<b>49</b>
<i>Ubicación y descripción general de los sitios recorridos .....</i>	<i>49</i>
<i>Transectas y puntos de evaluación .....</i>	<i>50</i>
<i>Superficie evaluada con potencial plantable .....</i>	<i>50</i>
<b>AREA DE LA COMUNIDAD CATALAN .....</b>	<b>51</b>
<i>Ubicación y descripción general de los sitios recorridos .....</i>	<i>51</i>
<i>Transectas y puntos de evaluación .....</i>	<i>52</i>
<i>Superficie evaluada con potencial plantable .....</i>	<i>54</i>
<b>CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>55</b>
<b>ANEXO I. FOTOGRAFIAS DE COBERTURA VEGETAL Y PANORAMICAS .....</b>	<b>57</b>
<b>ANEXO II. PLAN DE ACTIVIDADES PARA LA FORMULACION DE UN PROYECTO MDL F/R (PPD) EN PULMARI .....</b>	<b>58</b>

## INTRODUCCION

En el marco del proyecto promovido por la Corporación Interestadual Pulmarí, de realización de una forestación bajo el Mecanismo para el Desarrollo Limpio del Protocolo de Kyoto (PK) en tierras propias y en comunidades aledañas, el INTA, con asistencia de la cooperación japonesa (JICA), comenzó la evaluación de las tierras, con el objetivo de:

- Determinar áreas elegibles según las condiciones que impone el PK para este tipo de proyectos, basado en el mapa de elegibilidad regional (sur de Neuquén) recientemente elaborado con asistencia de JICA. Este mapa (preliminar) de pequeña escala (1:250000, ampliado a 1:100000) permitió discriminar sitios con bosques nativos establecidos que no son elegibles, y también matorrales, que según sus características estructurales podrían ser elegibles, y que requieren de evaluaciones de terreno para definir esto.
- Determinar la superficie, cobertura vegetal y condición de las tierras potencialmente disponibles para plantar forestales.
- Realizar una evaluación preliminar de la aptitud forestal de los sitios observados.

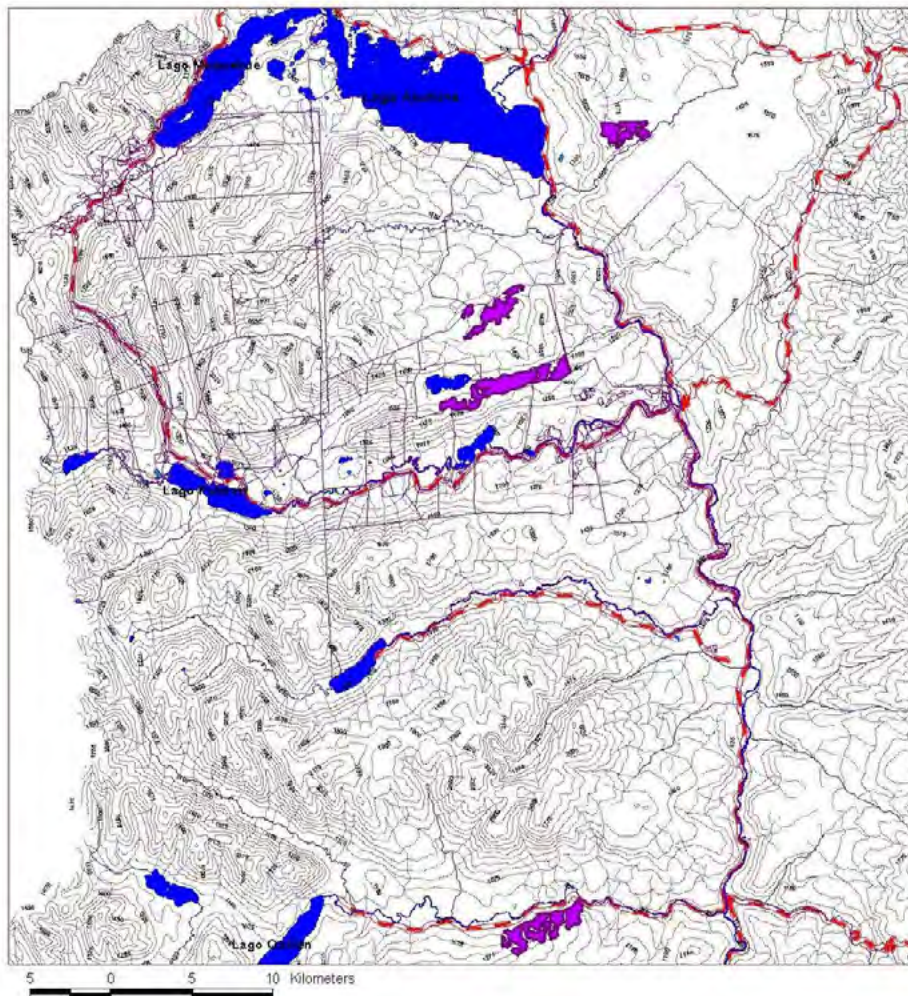
Para ello se propuso a la CIP la ejecución de una evaluación rápida de las tierras, cuyos resultados sirvieran de herramienta de análisis y decisión a las partes que conformarían el proyecto (la CIP, comunidades aborígenes interesadas y eventualmente productores privados). Este material serviría también para establecer acuerdos de participación de inversores forestales, que financiarían las plantaciones. La propuesta inicial consistió en realizar estos estudios durante todo el verano de 2008 (enero a abril), cubriendo la mayor cantidad de áreas que los actores locales consideraran como posibles de plantar, de modo de disponer de información suficiente para resolver luego la superficie y localización de las forestaciones. Esto se cumplió parcialmente por diversas razones, realizándose unas seis visitas de dos a tres días cada una entre enero y abril, con observaciones sobre cuatro áreas candidatas.

La metodología de evaluación aplicada prosiguió estos pasos:

- 1) Tareas preparatorias de la evaluación de campo. Se realizó el análisis (en oficina) de imágenes satelitales y se elaboraron mapas preliminares con el diseño de transectas y puntos de muestreo. También se prepararon planillas de datos y se organizaron las tareas de campo. Los productos de esta etapa fueron (a) los mapas preliminares donde se aislaron los grandes paños elegibles y manchas incluidas de elegibilidad dudosa (matorrales, bosquetes), y (b) los puntos de arranque de transectas predefinidos geográficamente.
- 2) Muestreo a campo, siguiendo transectas. Se optó por realizar observaciones puntuales que espacialmente representaran de 2 a 4 ha de terreno (equidistancias de 100 o 200 m entre puntos de muestreo y transectas). Esta densidad de puntos fue establecida en función del compromiso entre el tiempo disponible y la necesidad de contar con una alta cobertura de puntos (ver mapas más adelante). En cada punto de muestreo se registró la localización geográfica y se realizaron tomas fotográficas, de cobertura vertical y panorámicas. Además de la toma de fotografías (que se analizaron posteriormente en computadora), en el campo se apreciaron y registraron los siguientes atributos: tipo vegetacional presente, composición específica, cobertura estimada, altura de la vegetación, textura del suelo, grado de pedregosidad y otras características salientes observables.
- 3) Elaboración de datos recolectados. Se prosiguió con el análisis visual en computadora de las coberturas de cada foto vertical tomada (ver referencias de los puntos fotografiados más adelante), clasificando el grado de cobertura de (a) plantas vivas, (b) mantillo, (c) piedras y (d) suelo desnudo. Se aplicó una grilla de 100 cuadros a cada foto, estableciendo las coberturas mencionadas como porcentaje. Paralelamente, mediante las fotografías digitales obtenidas y las planillas de campo, se ajustaron los límites potencialmente plantables que cumplieran lo exigido por el PK (áreas sin bosque, o con paños boscosos incluidos menores de una ha). De estas tareas se obtuvo el detalle ajustado de coberturas de vegetación, mantillo y piedras de cada punto, y un mapa de polígonos ajustados con potencial plantable.

- 4) Evaluación e interpretación de la información. La cartografía elaborada superpuesta a las imágenes, los datos asentados en planillas y la información fotográfica analizada fueron el material utilizado en la evaluación de cada sector, y que se incluyen en el presente informe. Los resultados de esta evaluación se presentan separadamente por sector visitado en las páginas siguientes.

En el Mapa n°1 se indican los cuatro sectores evaluados durante el verano: (a) Comunidad Catalán, en planicies de sitios de veranada de su propiedad en jurisdicción provincial, (b) Norte (CIP), en planicies de campos utilizados por el Ejército Nacional, (c) Polcahue (CIP), en laderas de exposición norte de la cuenca del A° China Muerta y Lago Polcahue, y (d) Currumil, en laderas de exposición norte de la cuenca del Río Quillén.



Mapa n°1. Sectores candidatos evaluados para forestación. En el mapa se indican las rutas principales (líneas interrumpidas), los ríos, arroyos y lagos, las curvas de nivel (con sus cotas respectivas) y el croquis de las áreas candidatas: Catalán, Pulmarí (Ejército), Polcahue, y Currumil).

La superficie total evaluada superó las 1900 ha, de las cuales 1650 ha son potencialmente plantables en macizos continuos densos o ralos, y algo más de 200 ha de franjas perimetrales con potencial de restauración y expansión de los bosques y matorrales nativos contiguos (Tabla n°1).

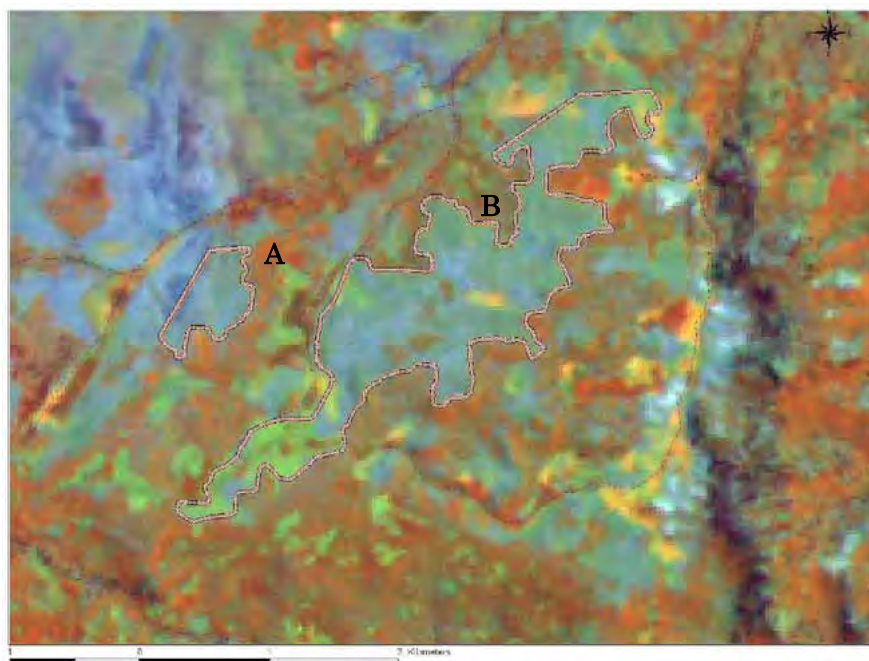
Tabla n°1. Superficie potencialmente plantable (ha), de áreas candidatas en tierras de Pulmarí y Comunidades Catalán y Currumil. Se consigna el perímetro total de los sectores delimitados (m) y el área (ha) de una franja perimetral de 20 m de ancho (buffer) susceptibles de restauración forestal con especies leñosas nativas

AREAS	SUP. TOTAL	PERIM. TOTAL	SUP. PERIMETRAL
NORTE (CIP)	286,2	19458	38,9
POLCAHUE (CIP)	624,8	32153	64,3
CATALAN, PROVINCIAL	259,7	24600	49,2
CURRUMIL	477,3	31764	63,5
<b>TOTAL</b>	<b>1648,0</b>	<b>107975</b>	<b>215,9</b>

## AREA NORTE ESTANCIA PULMARI (EJERCITO)

### *Ubicación y descripción general de los sitios recorridos.*

Esta área, colindante al norte con los campos de CORFONE del sector Relem, y al oeste con tierras utilizadas por la Comunidad Puel, corresponde a una vasta planicie de altura (por encima de 1400 msnm) con algunas ondulaciones, que se extiende hacia el este del Cerro Puntigudo. En el Mapa n°2 se muestran los lotes delimitados.



Mapa n°2. Imagen satelital con el contorno de las dos áreas potencialmente plantables en el sector norte de Pulmarí bajo utilización del Ejército Nacional. En la imagen los colores celestes y azules corresponden a estepas muy degradadas o eriales, los naranjas y rojos a matorrales y bosques nativos y los verdes a mosaicos de caña colihue, vegetación de mallín y pastizales.

La vegetación en todo el sector comprende varios tipos forestales: bosques de pehuén (*Araucaria araucana*); matorrales y bosques bajos de ñire, con regeneración de pehuén; matorrales de caña colihue (*Chusquea* spp) mallines con gramíneas y ciperáceas o chapel; y estepas arbustivo-graminosas, o de arbustos enanos (abrojo) de baja cobertura. Todos estos sistemas se encuentran altamente degradados tanto en su cobertura como en el suelo, con evidencias de sobrepastoreo y erosión importante y sostenida. En algunas estepas puede apreciarse que la resistencia de las comunidades vegetales ha sido quebrada, observándose sitios con



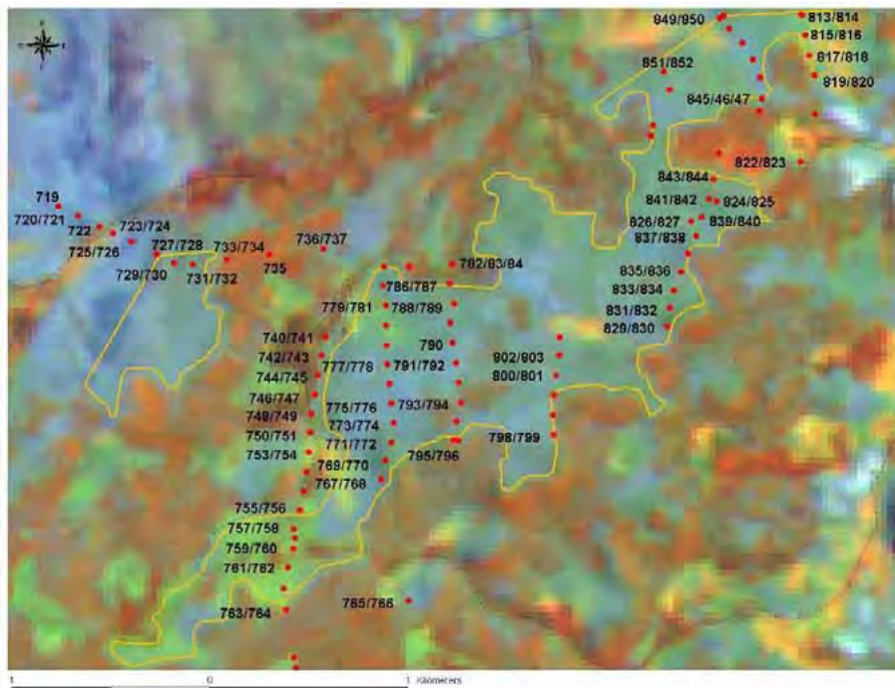
desertificación avanzada, con presencia de plantas rastreras y cobertura vegetal menor al 5-10%. Hay zonas con suelo totalmente denudado, de constitución guijarrosa (con predominancia de pumicita y arenas gruesas), que evidencian una alta permeabilidad y ausencia de materia orgánica desde la superficie. Es posible que en esta meseta se combine la juventud del paisaje, producto de deposiciones volcánicas relativamente recientes –sobre las que la acción climática y la co-evolución del material volcánico con la vegetación no han llegado a formar un suelo orgánico profundo-, con los efectos del fuerte pastoreo de ganado desde hace al menos cien años y de incendios recurrentes.

Durante las recorridas se observaron vacunos en baja cantidad, posiblemente no más de 30-50 animales en todo el sector, que incluyendo los sitios con bosque superaría las 400 ha.

Para la posible plantación se identificaron dos sectores en esa área (A y B en el Mapa n°2), separados entre sí por un arroyo y un alambrado interno. El paño menor, hacia el oeste (sitio A) es una estepa fuertemente degradada de muy baja cobertura general, con algunas inclusiones de bloques basálticos de gran tamaño (campos de piedras). El sector mayor (sitio B), presenta un mosaico de diversa cobertura y composición de estepas, con suelos que van desde franco arenosos hasta totalmente guijarrosos (de pumicitas), con inclusiones de matorrales ralos de caña colihue y algunos arbustos. Algunas ingresiones de ñire arbóreo, asociados a líneas de drenaje, dan el aspecto irregular de los paños y aumentan el área de contacto entre estas formaciones leñosas y las estepas. Estos bordes podrían ser áreas de expansión del matorral o bosque nativo a partir de medidas de restauración forestal.

#### *Transectas y puntos de evaluación*

En este sector, las observaciones se realizaron a lo largo de siete transectas con orientación aproximada norte-sur, separadas unos 200 m entre sí, con puntos de observación cada 100 m. En el Mapa n°3 se indican estos puntos y los números de las fotografías correspondientes. También se realizaron observaciones en puntos suplementarios. En las fotografías anexas puede observarse la cobertura vegetal y la visión panorámica desde cada punto en que se realizaron tomas, y establecer su correspondencia con los colores o tonos de la imagen presentada en el mapa.



Mapa n° 3. Imagen satelital con puntos de muestreo geo-referenciados a lo largo de transectas equidistantes (aprox. 200 m) con puntos de observación cada 100 m aproximadamente. Los números corresponden

a las fotografías tomadas en la mayor parte de los puntos. Se incluyen también puntos suplementarios fuera de las transectas. En la imagen los colores celestes y azules corresponden a estepas muy degradadas o eriales, los naranja y rojos a matorrales y bosques nativos y los verdes a mosaicos de caña colihue, vegetación de mallín y pastizales.

*Superficie evaluada con potencial plantable*

En la Tabla n°2 se indica la distribución de la superficie plantable delimitada, entre los distintos tipos de vegetación presentes, agrupada a su vez por el grado de cobertura y altura observada. Estas unidades vegetales y su estructura definen el estado de referencia de la línea base de carbono, y por lo tanto resulta importante esta cuantificación de superficies para proseguir luego con la determinación de la biomasa y carbono secuestrado, y establecer supuestos relativos a sus cambios temporales (dinámica). Puede observarse en la tabla que de las 286 ha definidas, unas 214 ha corresponden a estepas muy ralas o de vegetación ausente, ya que un 95% de ellas tiene (igual o) menos del 50% de cobertura.

Tabla n° 2. Area Pulmarí Norte (Ejército). Superficie de áreas candidatas para plantación, distribuida según los tipos de vegetación observados (estepas/ eriales, praderas y matorrales). Estos tipos se clasifican a la vez según la cobertura aérea, y la altura de la vegetación.

TIPO Y ESTRUCTURA DE VEGETACION	NORTE (CIP)			TOTAL
	ESTEPAS/ ERIALES	PRADERAS	MATORRALES	
<b>COBERTURA 0-25%</b>				
0-25 CM	25,8			25,8
25-50 CM	25,8			25,8
50-75 CM			11,4	11,4
>75 CM	5,7			5,7
<b>COBERTURA 25-50%</b>				
0-25 CM	31,5			31,5
25-50 CM	120,2			120,2
50-75 CM			14,3	14,3
>75 CM			14,3	14,3
<b>COBERTURA 50-75%</b>				
0-25 CM	5,7			5,7
25-50 CM			5,7	5,7
50-75 CM			0,0	0,0
>75 CM		5,7	20,0	25,8
<b>COBERTURA &gt;75%</b>				
0-25 CM				
25-50 CM				
50-75 CM				
>75 CM				
<b>TOTAL</b>	214,6	5,7	65,8	286,2

En estos sectores aparecen una variedad de calidad de sitios forestales, aunque espacialmente dominan aquellos que pueden caracterizarse como excesivamente drenados, con texturas gruesas o esqueléticos, poco estructurados a masivos, y con muy bajo (o nulo) contenido de materia orgánica. Estos atributos son válidos para al menos la mitad del sector, y el prendimiento y rendimiento esperable de las plantaciones sería bajo. Los sitios más fértiles, que contienen praderas y matorrales bajos, presumiblemente con una mayor dotación de materia orgánica y nutrientes, y una mejor condición textural, constituyen un 25% de la superficie total delimitada, y tendrían una mejor respuesta forestal. Por la altura y exposición abierta de todos los sectores, las limitantes por frío excesivo, desecamiento por vientos y acumulación de nieve son esperables en forma homogénea en todo el sector. Todas estas condiciones sugieren la necesidad de utilizar

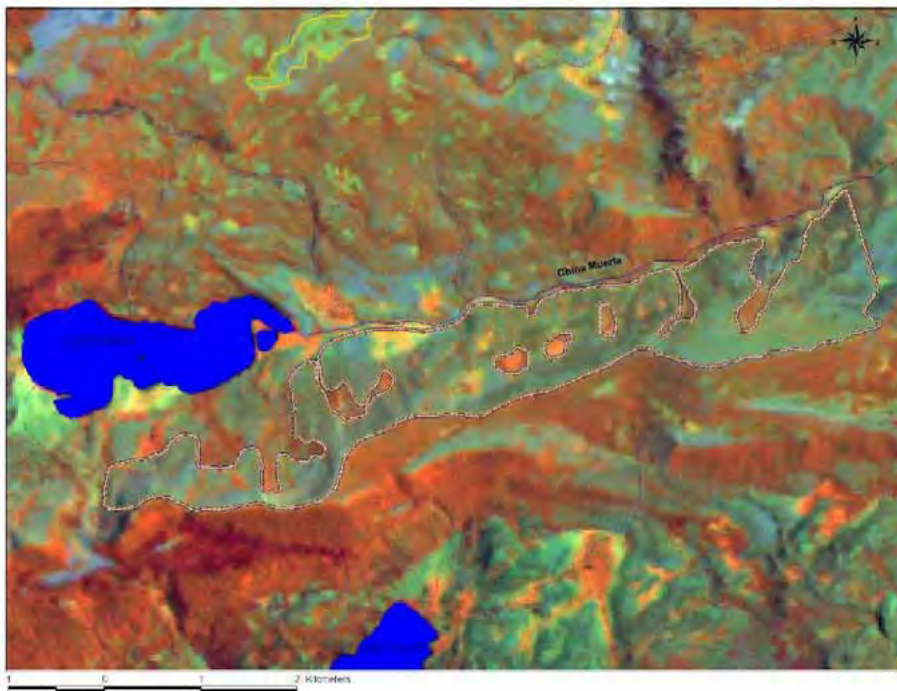


especies resistentes y frugales, con densidades que minimicen la competencia por recursos del suelo una vez establecidas las plantas, y un diseño que aproveche la protección y fertilidad de los micrositios disponibles, proteja el impacto de los vientos dominantes y excluya hasta donde sea posible el pastoreo doméstico o silvestre. La vecindad de las plantaciones de CORFONE confirman la posibilidad de implantar pinos en los sitios denudados, aunque en estas plantaciones se observan crecimientos muy diferentes entre sitios contiguos de distinta calidad (con fuerte contraste de crecimiento entre los que retienen suelo organo-mineral vs los suelos esqueléticos de los eriales), y aún dentro de cada sitio, presumiblemente por la distribución diferencial de nutrientes en el suelo. Para aproximar un índice de calidad de sitio, se medirán parcelas forestales en áreas contiguas similares. Esta información permitirá simular el crecimiento de forestaciones y proponer un manejo apropiado en términos ecológicos y económicos.

## **AREA POLCAHUE, ESTANCIA PULMARI (EJERCITO y ex\_CONCESIONES)**

### *Ubicación y descripción general de los sitios recorridos.*

El sector definido con este nombre corresponde a un área en el interior de la Estancia Pulmarí con exposición norte, correspondiente a laderas de la vertiente sur del Cerro Polcahue (1479 m) hacia el lago homónimo y en su desagüe, el Arroyo China Muerta. La pendiente general es suave en las partes más altas (<10%) y más abrupta en baja ladera, con un promedio general del 15 al 20%, y el rango de alturas del terreno es de 1225-1450 msnm. En el Mapa n°4 se muestran una vista general del área y el parche delimitado.



Mapa n°4. Imagen satelital con el contorno del área potencialmente plantables en el sector Polcahue (Pulmarí). En la imagen los colores azul intenso corresponde a los lagos, los celestes y azules del terreno a estepas muy degradadas o eriales, los naranjas a matorrales y bosques nativos de ñire o lenga, los rojo intensos a bosques de pehuén, y los verdes a mosaicos de caña colihue, arbustales de llaqui, vegetación de mallín y pastizales.

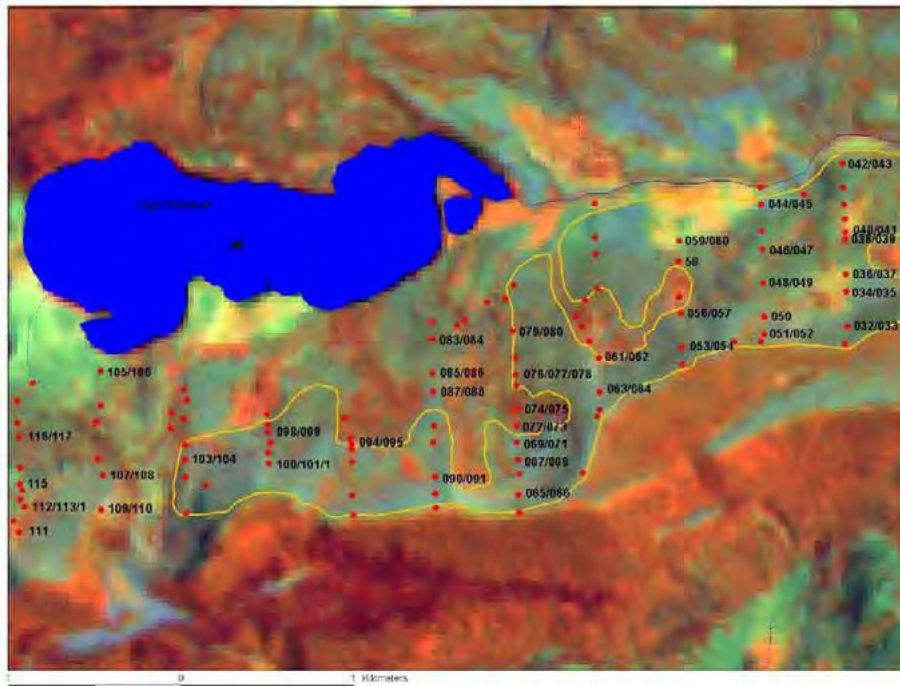
Este sector es el que presenta la mayor cobertura vegetal y la mejor calidad de sitio de todos los observados, además de condiciones microclimáticas presumiblemente más benignas debido a la menor altura y al relieve. La vegetación en todo el sector comprende varios tipos forestales: bosques de pehuén; matorrales y bosques bajos de ñire con regeneración de pehuén; algunos matorrales con caña colihue y arbustales de espino negro o llaqui (*Colletia* spp) alternando con

estepas de media a muy baja cobertura, algunas muy degradadas, particularmente en el borde sur del área mapeada. Al igual que en los demás sectores hay degradación de la cobertura vegetal, sustitución de gramíneas de estepa por abrojos, y evidencias de sobrepastoreo y erosión. Los suelos en general son franco-arenosos y arenosos, aunque también hay presencia de arcillas en media ladera, típicas de estos ambientes próximos al Río Aluminé, lo mismo que otros sectores con grandes bloques y columnas basálticas. En bosques de pehuén y ñire se observaron marcas de fuego. En el sitio pastorea ganado vacuno y equino, en el momento del recorrido habría unos 30 animales en el sector utilizado por el Ejército Nacional.

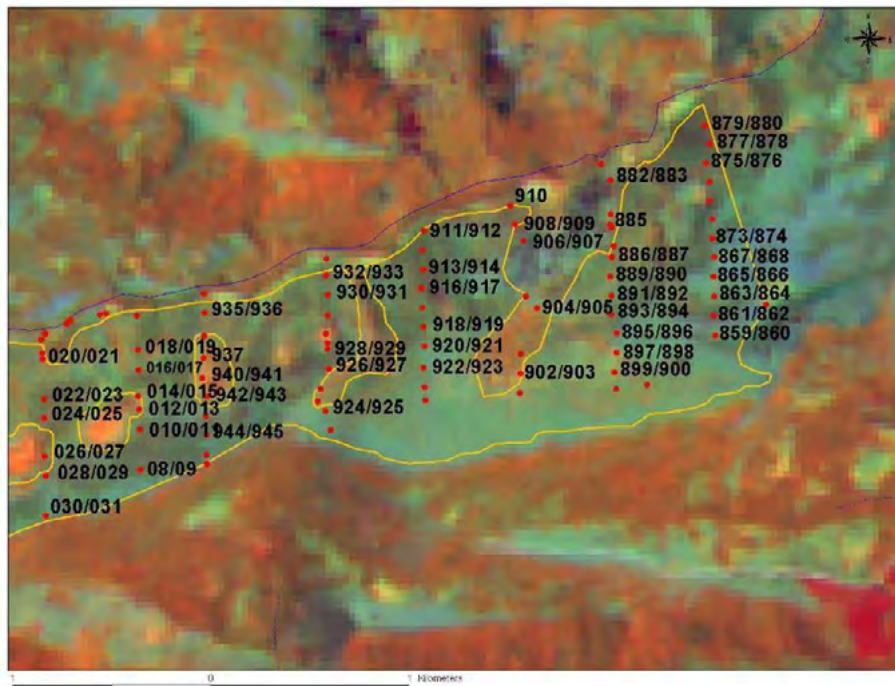
Para la posible plantación se mapeó un amplio sector de la ladera excluyendo bosques en cañadones y algunas manchas significativas de ñirantal (Mapa n°4). Aunque potencialmente todo el área delimitada es plantable según las condiciones exigibles para un proyecto MDL, hay áreas menores que por la presencia de mantos de piedra podrían ser inconvenientes, lo mismo que otras que podrían ser excluidas debido a restricciones de conservación que deriven del futuro estudio de impacto ambiental.

#### *Transectas y puntos de evaluación*

En este sector, las observaciones se realizaron a lo largo de diecinueve transectas con orientación aproximada norte-sur, de aproximadamente mil metros cada una y separadas unos 200 m entre sí, con puntos de observación cada 100 m. En los Mapas n°5 y 6 se indican estos puntos y los números de las fotografías correspondientes. También se realizaron observaciones en puntos suplementarios. En las fotografías anexas puede observarse la cobertura vegetal y la visión panorámica desde cada punto en que se realizaron tomas, y establecer su correspondencia con los colores o tonos de la imagen presentada en el mapa.



Mapa n°5. ver leyenda mapa n°6



Mapa n° 6. Imagen satelital con puntos de muestreo geo-referenciados a lo largo de transectas equidistantes (aprox. 200 m) con puntos de observación cada 100 m aproximadamente. Los números corresponden a las fotografías tomadas en la mayor parte de los puntos. Se incluyen también puntos suplementarios fuera de las transectas. En la imagen los colores celestes y azules del terreno corresponden a estepas muy degradadas o eriales, los naranjas a matorrales y bosques nativos de ñire o lenga, los rojo intensos a bosques de pehuén (en Mapa n°5) o de pino (en este mapa), y los verdes a mosaicos de estepa con caña colihue, arbustales de llaqui y vegetación de pradera.

#### *Superficie evaluada con potencial plantable*

En la Tabla n°3 se indica la distribución de la superficie plantable delimitada, entre los distintos tipos de vegetación presentes, agrupada a su vez por el grado de cobertura y altura observada. Estas unidades vegetales y su estructura definen el estado de referencia de la línea base de carbono, y por lo tanto resulta importante esta cuantificación de superficies para proseguir luego con la determinación de la biomasa y carbono secuestrado, y establecer supuestos relativos a sus cambios temporales (dinámica). Puede observarse en la tabla que de las 625 ha definidas, más de la mitad corresponden a estepas con coberturas dominantes del 25-50%, y presencia de arbustivas o pastos de hasta 50 cm de altura. Por otro lado, un 40% corresponde a matorrales, en este caso mayormente de llaqui, y en menor medida de chacay, michay y otras especies de bajo porte. En ese sentido cabe esperar que el stock de carbono actual de este sector sea muy superior al de los restantes sectores evaluados.

Tabla n°3. Area Polcahue (Pulmarí). Superficie de áreas candidatas para plantación, distribuida según los tipos de vegetación observados (estepas/eriales, praderas y matorrales). Estos tipos se clasifican a la vez según la cobertura aérea, y la altura de la vegetación.

TIPO Y ESTRUCTURA DE VEGETACION	POLCAHUE (CIP)			TOTAL
	ESTEPAS/ERIALES	PRADERAS	MATORRALES	
<b>COBERTURA 0-25%</b>				
0-25 CM	6,2			6,2
25-50 CM	6,2			6,2
50-75 CM				
>75 CM				
<b>COBERTURA 25-50%</b>				
0-25 CM	87,5			87,5
25-50 CM	168,7		6,2	175,0
50-75 CM	6,2		50,0	56,2
>75 CM			12,5	12,5
<b>COBERTURA 50-75%</b>				
0-25 CM	12,5			12,5
25-50 CM	43,7	6,2	18,7	68,7
50-75 CM			25,0	25,0
>75 CM			62,5	62,5
<b>COBERTURA &gt;75%</b>				
0-25 CM		25,0		25,0
25-50 CM			37,5	37,5
50-75 CM			37,5	37,5
>75 CM			12,5	12,5
<b>TOTAL</b>	<b>331,2</b>	<b>31,2</b>	<b>262,4</b>	<b>624,8</b>

En el sector Polcahue la productividad forestal variaría fundamentalmente entre cuatro grupos de calidad de sitio; (a) los suelos con estepas degradadas de muy baja cobertura, -presumiblemente con excesivo drenaje y bajo tenor de materia orgánica-, (b) las estepas algo más cubiertas con arbustales intercalados, con mejores condiciones de fertilidad, y (c) los sitios con alta densidad de arbustos (espino negro y otras arbustivas) y las praderas, posiblemente los sitios más fértiles del sector, y (d) las áreas con importante desarrollo de mantos rocosos o bloques basálticos.

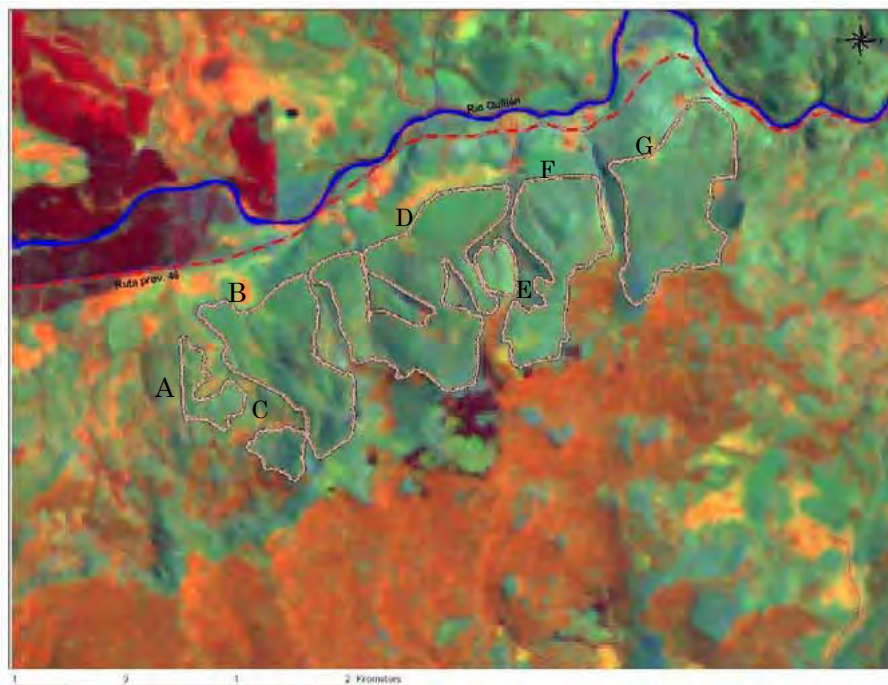
Las mayores limitantes a la forestación pueden encontrarse en la presencia de piedras, que dificultarían la plantación y limitarían la exploración del suelo, afectando tanto el prendimiento como el crecimiento en algunas zonas del sector y el déficit hídrico estival combinados por el desecamiento por vientos predominantes del oeste. El efecto protector de la vegetación arbustiva y la pendiente del terreno moderarían el impacto del frío en las forestales. Si bien se puede esperar una buena implantación y crecimiento de las especies de pino comúnmente utilizadas (contorta y ponderosa), algunas especies nativas podrían implantarse con éxito al abrigo de arbustos y en bordes de los bosques y matorrales presentes. Las plantaciones de la ladera de exposición sur del Cerro Polcahue (camino de la antena), aunque en una situación topográfica diferente, seguramente con mayor fertilidad de suelos y mejor condición de humedad, podrían constituir (con algún descuento debido a estas mejores condiciones) una referencia útil sobre los crecimientos esperables. Esta información permitirá simular el crecimiento de forestaciones y proponer un manejo apropiado en términos ecológicos y económicos.



## AREA DE LA COMUNIDAD CURRUMIL

### *Ubicación y descripción general de los sitios recorridos.*

El área evaluada es propiedad de la Comunidad Currumil y se encuentra en el valle del Río Quillén, en faldeos de exposición norte. La mayor parte del sector evaluado se encuentra entre los 1100 y 1300 msnm. En el Mapa n°7 se muestran los lotes delimitados, separados por cañadones o remanentes de bosque nativo.



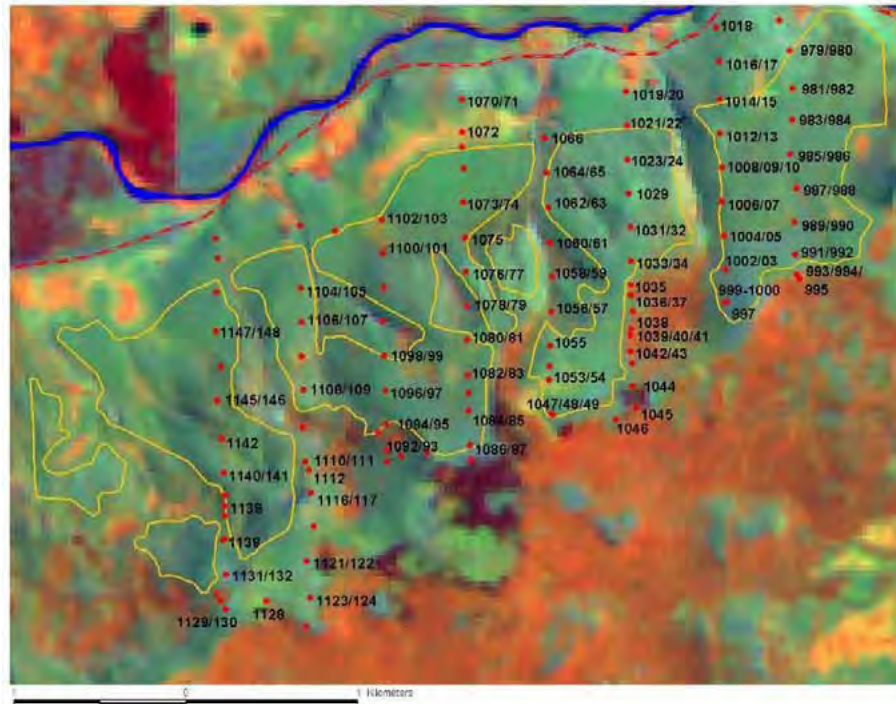
Mapa n°7. Imagen satelital con el contorno de las áreas potencialmente plantables en tierras de la Comunidad Currumil. En la imagen los colores celestes y azules corresponden a estepas degradadas o eriales, los rojos a bosque nativo de araucaria (centro) o plantaciones de pinos (arriba, izq.), los naranjas a matorral nativo y los verdes, a mosaicos de caña y arbustivas.

La vegetación en todo el sector comprende varios tipos forestales: bosques de pehuén; matorrales y bosques bajos de ñire, mosaicos de matorral ñire, caña colihue y mallines; y estepas arbustivo-graminosas, o de arbustos enanos (abrojo) de baja cobertura. Todos estos sistemas se encuentran altamente degradados tanto en su cobertura como en el suelo, con evidencias de sobrepastoreo y erosión importante y sostenida. En las estepas puede apreciarse un grado de degradación muy alto, observándose sitios fuertemente erosionados con presencia de plantas rastreras y cobertura vegetal menor al 20%. En el suelo predominan las fracciones gruesas, arenosas y presencia de mantos o bloques de roca. La pérdida histórica de fertilidad y de materia orgánica por sobrepastoreo es evidente y perceptible en todo el sector y fuertemente contrastante con sistemas ganaderos vecinos, de menor carga y sin pastoreo de lanares. Estos sitios son utilizados por el ganado lanar, vacuno y equino durante todo el año, con el consiguiente deterioro y desaparición de las especies más palatables.

Para la posible plantación se identificaron y delimitaron varios sectores en esa área (desde A a G en el Mapa n°7) que forman parte de una misma ladera, pero donde se han separado deliberadamente algunos cañadones y manchas de bosque con objetivos de mantener corredores naturales, espacios de circulación de hacienda, y áreas de refugio de especies. Sin embargo, estos sitios excluidos y los bordes de las forestaciones reservados como 'buffers' (franjas de hasta 30-50 m alrededor de los lotes plantables) podrían ser susceptibles de restauración forestal, previa exclusión de la ganadería.

### *Transectas y puntos de evaluación*

Las observaciones se realizaron a lo largo de ocho transectas de 1500 m con orientación aproximada norte-sur, con separación de 200 m entre transectas y entre puntos. En el Mapa n°8 se indican estos puntos y los números de las fotografías correspondientes. También se realizaron observaciones en puntos suplementarios. En las fotografías anexas puede observarse la cobertura vegetal y la visión panorámica desde cada punto en que se realizaron tomas, y establecer su correspondencia con los colores o tonos de la imagen presentada en el mapa.



Mapa n° 8. Imagen satelital con puntos de muestreo geo-referenciados a lo largo de transectas en puntos equidistantes a 200 m. Los números corresponden a las fotografías tomadas en la mayor parte de los puntos. En la imagen los colores celestes y azules corresponden a estepas degradadas o eriales, los rojos a bosque nativo de araucaria (centro) o plantaciones de pinos (arriba, izq.), los naranjas a matorral nativo y los verdes, a mosaicos de caña y arbustivas.

### *Superficie evaluada con potencial plantable*

En la Tabla n°4 se indica la distribución de la superficie plantable delimitada, en los distintos tipos de vegetación presentes, y agrupada por el grado de cobertura/ altura observada. Estas unidades vegetales y su estructura definen el estado de referencia de la línea base de carbono, y por lo tanto resulta importante esta cuantificación de superficies para proseguir luego con la determinación de la biomasa y carbono secuestrado, y establecer supuestos relativos a sus cambios temporales (dinámica). Puede observarse en la tabla que de las 477 ha definidas, un 90% corresponde a estepas de baja o muy baja cobertura (eventualmente con arbustos aislados). Por lo tanto el almacenaje de carbono de referencia en el sector es presumiblemente muy bajo.



Tabla n°4. Area Currumil (Quillén). Superficie de áreas candidatas para plantación, distribuida según los tipos de vegetación observados (estepas/ eriales, praderas y matorrales). Estos tipos se clasifican a la vez según la cobertura aérea, y la altura de la vegetación.

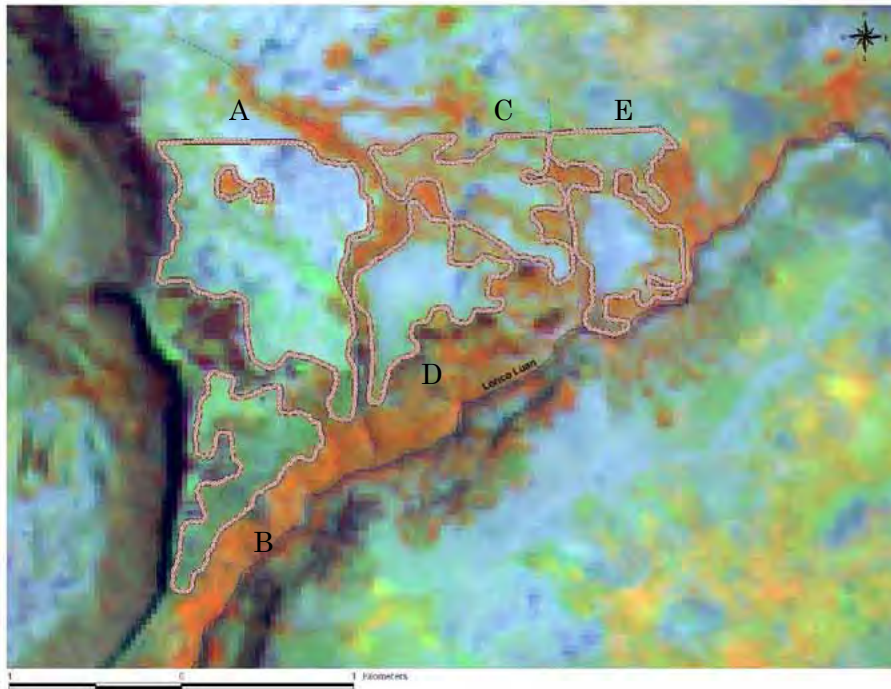
TIPO Y ESTRUCTURA DE VEGETACION	CURRUMIL			TOTAL
	ESTEPAS/ ERIALES	PRADERAS	MATORRALES	
<b>COBERTURA 0-25%</b>				
0-25 CM	28,6			28,6
25-50 CM	28,6			28,6
50-75 CM	9,5			9,5
>75 CM				
<b>COBERTURA 25-50%</b>				
0-25 CM	128,9			128,9
25-50 CM	176,6			176,6
50-75 CM				
>75 CM			9,5	9,5
<b>COBERTURA 50-75%</b>				
0-25 CM	38,2			38,2
25-50 CM	9,5			9,5
50-75 CM			9,5	9,5
>75 CM				
<b>COBERTURA &gt;75%</b>				
0-25 CM	9,5	9,5		19,1
25-50 CM		9,5		9,5
50-75 CM			9,5	9,5
>75 CM				
<b>TOTAL</b>	<b>429,6</b>	<b>19,1</b>	<b>28,6</b>	<b>477,3</b>

En faldeos contiguos de otras propiedades del valle del Quillén se han realizado plantaciones de pinos con crecimientos considerados aceptables en la región. Al igual que en esos sitios el área plantable de la Comunidad Currumil presenta condiciones aptas para la implantación de forestaciones (con pinos). Las limitantes a la implantación y al crecimiento se encuentran en la presencia de alta pedregosidad en sectores (que disminuye el suelo orgánico explorable por las raíces y produce obstrucciones a su desarrollo), el drenaje excesivo debido a las texturas gruesas pero mucho más favorecido por la eliminación de cobertura combinado con la pendiente, y el bajo contenido de materia orgánica, producto del sobrepastoreo y erosión consecuente. A pesar de estas limitaciones, las forestaciones implantadas, una vez superada la etapa de implantación, que puede ser la más crítica en esos sitios, podrían tener un buen desarrollo y calidad.

## AREA DE LA COMUNIDAD CATALAN EN JURISDICCION PROVINCIAL

### *Ubicación y descripción general de los sitios recorridos.*

Esta área corresponde a campos de la Comunidad Catalán en jurisdicción provincial, al norte de los lotes de la misma Comunidad en la CIP, en la margen norte del Arroyo Lonco Luan. Las tierras evaluadas constituyen parte de la Pampa de Lonco Luan, planicie de altura que en el sector oscila en los 1500 msnm. En el Mapa n°9 se muestran los lotes delimitados.



Mapa n°9. Imagen satelital con el contorno de las cinco áreas potencialmente plantables hacia el norte del Arroyo Lonco Luan en la Comunidad Catalán (Pampa de Lonco Luan). En la imagen los colores celestes y azules corresponden a estepas muy degradadas o eriales, los naranja y rojos a matorrales y bosques nativos y los verdes a mosaicos de caña colihue, vegetación de mallín, varios arbustos y pastizales.

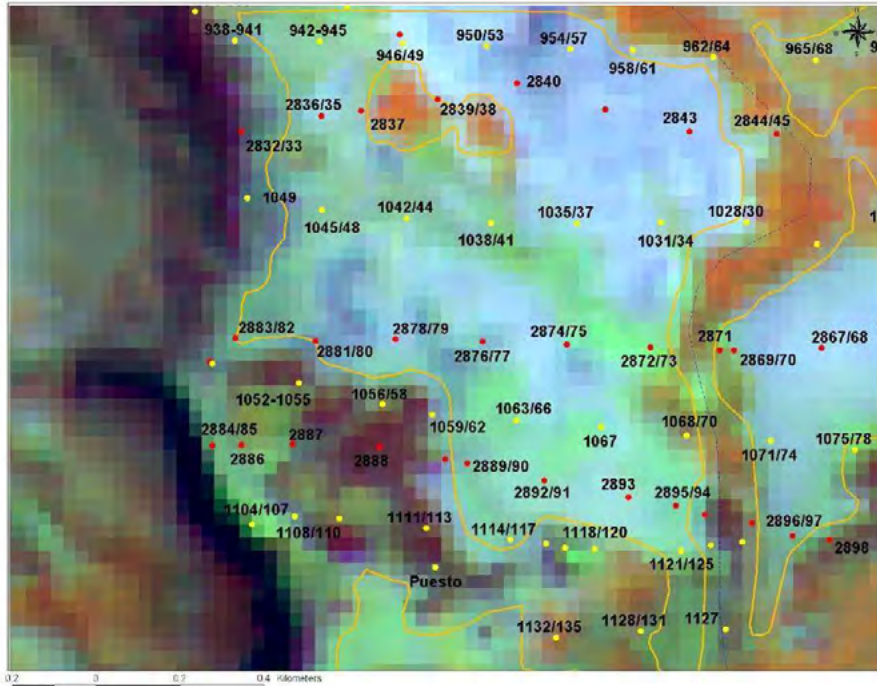
La vegetación en todo el sector comprende varios tipos forestales: bosques de pehuén; matorrales y bosques bajos de ñire mayormente asociados a cursos de agua, matorrales de caña colihue, y estepas arbustivo-graminosas, o de arbustos enanos (abrojo) de baja cobertura. Todos estos sistemas se encuentran altamente degradados tanto en su cobertura vegetal como en el suelo, con evidencias de sobrepastoreo y erosión importante y sostenida. En amplios parches la resistencia de las comunidades vegetales ha sido quebrada, observándose sitios con desertificación avanzada, con presencia de plantas rastreras y cobertura vegetal menor al 5%. Hay zonas con suelo totalmente denudado, de constitución guijarrosa (con predominancia de pumicita y arenas gruesas), que evidencian una alta permeabilidad y ausencia de materia orgánica desde la superficie. Estos efectos serían consecuencia directa del sobrepastoreo desde hace al menos cien años y de incendios recurrentes. Como son campos de veranada sujetos a inclemencias climáticas, el ganado suele retirarse con las primeras nevadas. Durante las recorridas realizadas, en el mes de abril solamente se observaron algunos yeguarizos, aunque en el área pastorea principalmente el ganado caprino.

Para la posible plantación se identificaron cinco sectores (desde A a E en el Mapa n°9), separados entre sí por bosques o matorrales asociados a líneas de drenaje. Con excepción del sector B, que presenta mayor cobertura de caña, gramíneas y arbustos bajos de ñire, todos los parches delimitados se encuentran severamente degradados, en el caso del sector A, con bajísima cobertura y fuerte erosión en toda su extensión, y en los restantes, con alternancia de la misma situación y matorrales bajos más o menos ralos de ñire. Los bordes de contacto de los lotes con los matorrales y bosques remanentes que los bordean, podrían ser destinadas a la restauración del matorral o bosque nativo, mediante medidas específicas de plantación y protección del suelo.

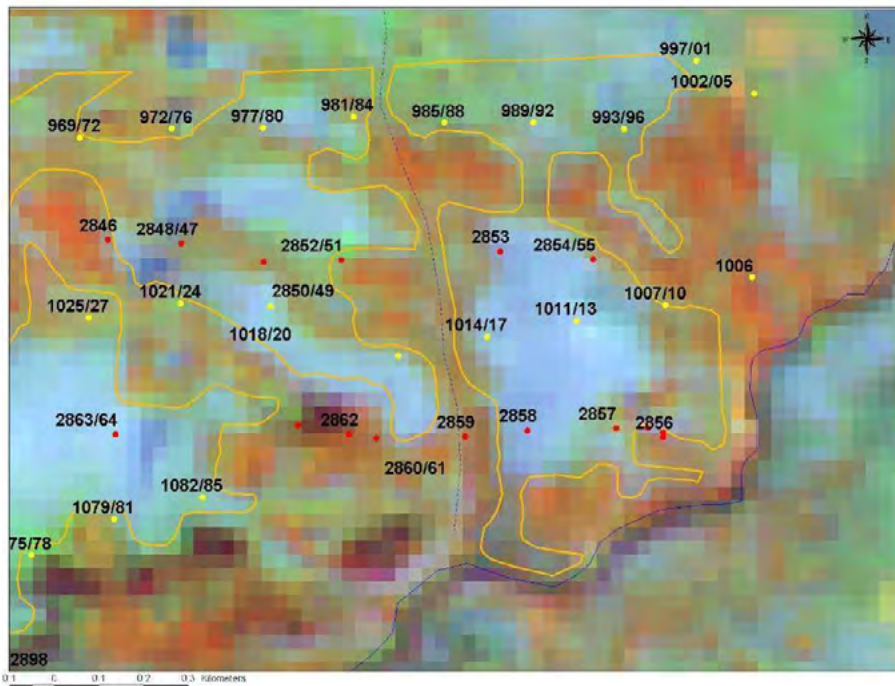
#### *Transectas y puntos de evaluación*

En este sector, las observaciones se realizaron a lo largo de ocho transectas con orientación aproximada este-oeste, separadas unos 200 m entre sí, y con puntos de observación cada 200 m. En los Mapas n°10 y 11 se indican estos puntos y los números de las fotografías correspondientes. También se realizaron observaciones en puntos suplementarios. En las fotografías anexas puede

observarse la cobertura vegetal y la visión panorámica desde cada punto en que se realizaron tomas, y establecer su correspondencia con los colores o tonos de la imagen presentada en el mapa.



Mapa n°10. ver leyenda Mapa n°11



Mapa n°11. Imagen satelital con puntos de muestreo geo-referenciados a lo largo de transectas con puntos de observación (equidistancia 200m). Los números corresponden a las fotografías tomadas en la mayor parte de los puntos. Se incluyen también puntos suplementarios afuera de las transectas. En la imagen los colores celestes y azules corresponden a estepas muy degradadas o eriales, los naranja y rojos a matorrales y bosques nativos y los verdes a mosaicos de caña colihue, vegetación de mallín, otros arbustos y pastizales.

### *Superficie evaluada con potencial plantable*

En la Tabla n°5 se indica la distribución de la superficie plantable delimitada, entre los distintos tipos de vegetación presentes, agrupada a su vez por el grado de cobertura y altura observada. Estas unidades vegetales y su estructura definen el estado de referencia de la línea base de carbono, y por lo tanto resulta importante esta cuantificación de superficies para proseguir luego con la determinación de la biomasa y carbono secuestrado, y establecer supuestos relativos a sus cambios temporales (dinámica). En total hay 260 ha delimitadas como plantables, entre las que predominan ampliamente los eriales. Efectivamente, un 70% de las tierras evaluadas aquí corresponde a estepas de coberturas menores al 25%, y un 15% más a la clase siguiente de cobertura (25-50%).

Tabla n° 5. Area Catalán (Pampa de Lonco Luan, en jurisdicción provincial). Superficie de áreas candidatas para plantación, distribuida según los tipos de vegetación observados (estepas/ eriales, praderas y matorrales). Estos tipos se clasifican a la vez según la cobertura aérea, y la altura de la vegetación.

TIPO Y ESTRUCTURA DE VEGETACION	CATALAN, PROVINCIAL			
	ESTEPAS Y ERIALES	PRADERAS	MATORRALES	TOTAL
<b>COBERTURA 0-25%</b>				
0-25 CM	176,6	0,0	0,0	176,6
25-50 CM	7,8	0,0	0,0	7,8
50-75 CM	0,0	0,0	7,8	7,8
>75 CM	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>COBERTURA 25-50%</b>				
0-25 CM	31,2	0,0	0,0	31,2
25-50 CM	0,0	0,0	5,2	5,2
50-75 CM	0,0	0,0	0,0	0,0
>75 CM	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>COBERTURA 50-75%</b>				
0-25 CM	7,8	0,0	0,0	7,8
25-50 CM	0,0	0,0	0,0	0,0
50-75 CM	0,0	0,0	5,2	5,2
>75 CM	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>COBERTURA &gt;75%</b>				
0-25 CM	0,0	5,2	0,0	5,2
25-50 CM	0,0	0,0	0,0	0,0
50-75 CM	0,0	0,0	0,0	0,0
>75 CM	0,0	0,0	13,0	13,0
<b>TOTAL</b>	<b>223,4</b>	<b>5,2</b>	<b>31,2</b>	<b>259,7</b>

Es decir, la calidad de sitio forestal aquí es uniforme y pobre. La presencia de parcelas experimentales y de una forestación de pinos contigua corrobora tanto el bajo potencial de crecimiento, como la factibilidad de la implantación de pinos, si se excluye la ganadería. Los espacios plantables entonces pueden caracterizarse como excesivamente drenados, con texturas gruesas o esqueléticas, poco estructurados a masivos, y con muy bajo (o nulo) contenido de materia orgánica. En los sectores que sostienen matorrales de ñire, (algo menos del 15% del total) estas características desfavorables estarían atenuadas. Al igual que en otros campos de altura evaluados, las limitantes por frío excesivo, desecamiento por vientos y acumulación de nieve son esperables en forma homogénea en todo el sector. Todas estas condiciones sugieren la necesidad de utilizar especies resistentes y frugales, con densidades que minimicen la competencia por recursos del suelo una vez establecidas las plantas, y un diseño que aproveche la protección y fertilidad de los micrositos disponibles, proteja el impacto de los vientos dominantes y excluya hasta donde sea posible el pastoreo doméstico o silvestre.

## CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES

- En las áreas evaluadas, hay en conjunto unas 1650 ha de tierras que podrían plantarse bajo los requisitos del MDL. Suplementariamente, otras 200 ha de bordes o franjas buffer de protección de formaciones leñosas nativas, podrían ser susceptibles de restauración ambiental, incluyendo la reforestación con especies nativas.
- Considerando un diseño forestal que incluya caminos, cortafuegos, áreas de preservación de valores escénicos, corredores biológicos o refugios de fauna, esta superficie total disminuiría en un 10-20%, aunque estos porcentajes dependen fuertemente de la forma de cada lote, de la superficie continua máxima y mínima de las forestaciones, y de las exclusiones ya realizadas al confeccionar los mapas preliminares.
- Aproximadamente un 75% de esta superficie corresponde a estepas y eriales, de baja cobertura, en algunos casos totalmente ausente y con pérdida total del suelo orgánico como consecuencia del sobrepastoreo y subsecuente erosión. El porcentaje restante también se encuentra en variable estado de degradación, generalmente marcado, aunque con una cobertura herbácea o arbustiva protectora.
- La calidad de sitio forestal para estos sectores, cuya productividad actual es baja (respecto del potencial edafo-climático de la zona) sería relativamente baja para la forestación con pinos, y una medida de referencia de su producción estaría dada por el crecimiento observado en forestaciones aledañas en sitios similares. La productividad de especies nativas plantadas en estos sitios (coníferas o latifoliadas) es desconocida, aunque por las condiciones ambientales observadas, se estima que distintas limitantes del suelo y microclimáticas dificultarían su implementación. Debe señalarse que experiencias pasadas de la Dirección de Bosques provincial, de plantación de nativas en la zona (Litrán, Pampa de Lonco Luan) no fueron exitosas.
- En caso de incorporarse al proyecto especies latifoliadas nativas como ñire o lenga, de importante valor ambiental y sociocultural, deberían plantarse en sitios con protección lateral, con un tenor aceptable de suelo orgánico, en pequeños parches y con importante esfuerzo tecnológico en las etapas de implantación (calidad de plantas, técnicas de plantación, uso de geles, lebrifugos, etc). En caso de optarse por especies nativas se sugiere priorizar coníferas (araucaria, ciprés), aunque su adicionalidad de carbono será seguramente muy reducida.
- Posiblemente sea una mejor opción de plantación de nativas, sea su incorporación bajo el dosel de plantaciones de pinos establecidas en una segunda etapa de la forestación, una vez logradas condiciones micro-ambientales apropiadas, disminuyendo fuertemente los riesgos de pérdidas y con mejores condiciones de crecimiento. Es factible y existen experiencias al respecto en varios pinares de la región. Estas introducciones además promoverían la diversificación forestal y atenuarían eventuales impactos biológicos o visuales no deseados de las plantaciones de pinos.
- Para cualquier proyecto forestal que se emprenda en el área, es necesario una exclusión total del ganado hasta que los árboles desarrollen un tamaño suficiente para resistir daños de animales. El período de exclusión dependerá por lo tanto de la calidad de cada sitio, y en los eriales y estepas altamente degradadas -y en tanto se logre la implantación en los primeros años-, posiblemente este período se extienda por más de 15-20 años. Sin embargo en estos casos, la restricción al pastoreo no afectaría a los animales desplazados, ya que la oferta forrajera actual es prácticamente nula.
- En áreas muy expuestas al viento (Pulmarí sector norte, y Catalán, en particular) donde hay suelos muy sueltos y arenosos, el tendido de las plantaciones debería contemplar la creación de barreras a tormentas de arena que lesionan mecánicamente los árboles, por ejemplo, con plantaciones densas en el perímetro. El diseño debería contemplar además la preservación del panorama natural, considerando la riqueza escénica de todo el área, especialmente en las tierras de la CIP estudiadas.
- En los sitios muy erosionados no es esperable una alta producción forestal, pero como sin embargo la línea base de carbono actual es mínima (tendiente a cero), la adicionalidad de carbono podría resultar interesante y justificar económicamente la forestación. Es necesario sin embargo avanzar en el análisis de modelos de producción posibles para determinarlo. En los sectores de mejor condición ambiental (asociada a la cobertura y a aspectos fisiográficos), la producción de madera conjuntamente con la adicionalidad de carbono serían *a priori*

económicamente aceptables.

- En todos los casos, incluyendo fracasos de prendimiento o errores de diseño o implementación del proyecto, el peor escenario (aunque siempre puede haber peores) parece ser el actual; un círculo vicioso de degradación de los recursos naturales, pérdida de funciones sociales y servicios ambientales de los bosques y ecosistemas naturales asociados, desintegración de los sistemas productivos y pobreza social y natural crecientes.

San Martín de los Andes, 23 de mayo de 2008



## ANEXO I. FOTOGRAFIAS DE COBERTURA VEGETAL Y PANORAMICAS

Se adjuntan páginas siguientes el conjunto de fotografías digitales tomadas en los puntos indicados en los mapas anteriores. Se detallan las localizaciones en la Tabla n°1.

Tabla n°1. Identificación y de las fotografías adjuntas

<b>AEREA</b>	<b>MAPA CON REFERENCIAS</b>	<b>FOTOGRAFIAS DESDE</b>	<b>HASTA</b>
<b>NORTE (PULMARI)</b>	N° 3	719 854	852 950
<b>POLCAHUE (PULMARI)</b>	N° 5-6	008	116
<b>COMUNIDAD CURRUMIL (QUILLEN)</b>	N° 8	979 IM 934	1148 IM 1135
<b>COMUN. CATALAN (LONCO LUAN)</b>	N° 10	2832	2898

## ANEXO II. PLAN DE ACTIVIDADES PARA LA FORMULACION DE UN PROYECTO MDL F/R (PPD) EN PULMARI<sup>1</sup>

En la Figura n°1, y en las Tablas n°1 y n°2, se enumeran las actividades que se estiman necesarias para la consecución del proyecto, la dependencia entre ellas, las principales tareas que involucran, y el cronograma propuesto. Debido a limitaciones climáticas y a distintos avances que resulta necesario lograr para la adhesión de los distintos actores y la definición de los sitios de ejecución del proyecto, el esquema siguiente propuesto debe considerarse tentativo, aunque con los necesarios ajustes permitirá ordenar las múltiples acciones que es necesario llevar a cabo, y distribuir el trabajo entre las diferentes partes, o buscar si es necesario, asistencia suplementaria.

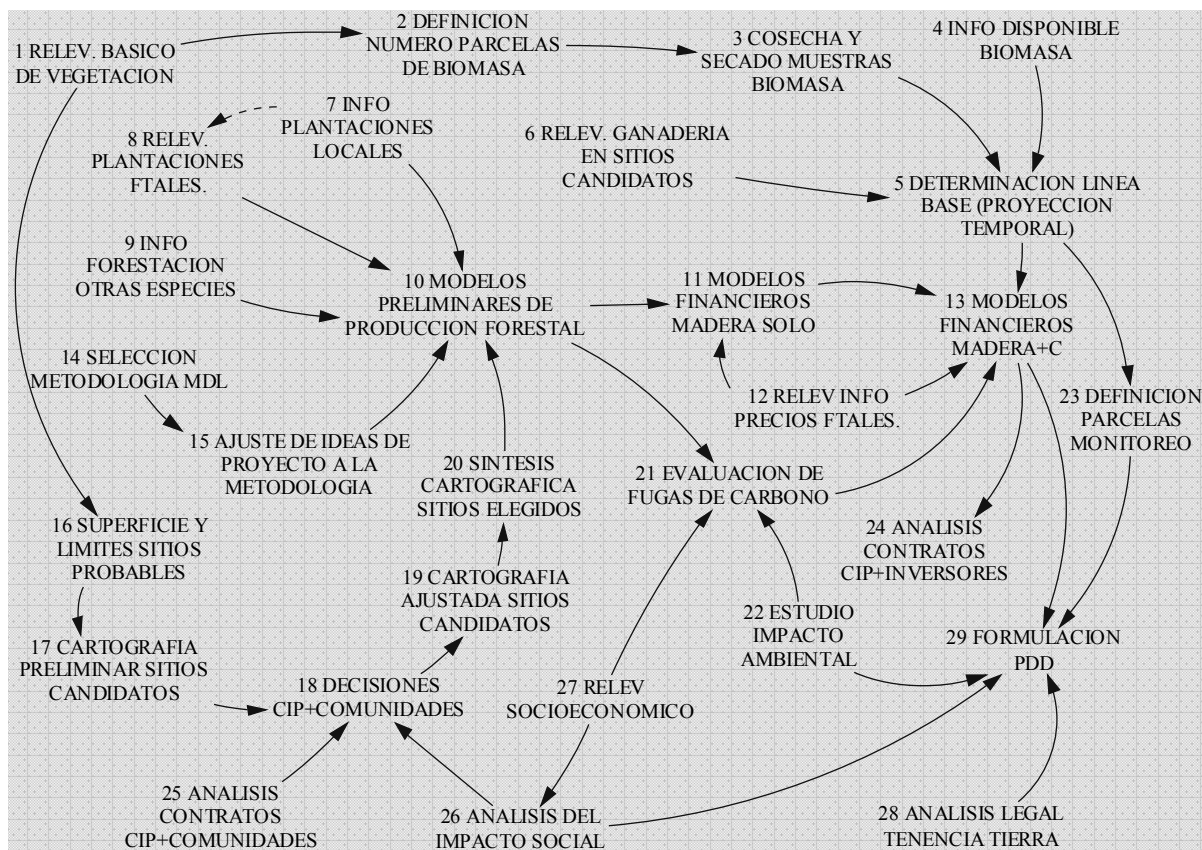


Figura n°1. Diagrama de actividades propuestas y dependencia entre ellas

<sup>1</sup> propuesta Pablo Laclau, INTA AER San Martín de los Andes

Tabla n°1. Detalle de actividades, responsables, tareas incluidas y oportunidad de ejecución

ACTIVIDAD	RESP. PRIMARIA	APOYO	TAREAS PREVISTAS	MESES	ACTIV. ANTEC.
1 RELEVAM. BASICO DE LA VEGETACION	INTA y PULMARI	PULMARI (asistentes, gastos terreno)	Transectas de análisis de composición y estructura de la vegetación	ABR- SEPT- OCT- NOV	--
2 DEFINICION NUMERO DE PARCELAS DE BIOMASA	INTA		Análisis estadístico y método de muestreo	ABR- SEPT- OCT- NOV	1
3 COSECHA Y SECADO DE MUESTRAS DE BIOMASA	INTA y PULMARI	PULMARI (asistentes, gastos terreno) en	Recolección, transporte, secado y elaboración de datos	SEPT- OCT- NOV	1,2
4 INFORMAC. DISPONIBLE SOBRE BIOMASA	INTA		Recopilación de datos útiles de vegetación similar	JUN – AGO- SEPT	--
5 DETERMIN. LINEA BASE (PROYECCION TEMPORAL)	INTA y PULMARI		Estudio de la estructura y dinámica de la línea base	JUN – AGO – SEPT	3,4,6
6 RELEVAM. GANADERIA EN SITIOS CANDIDATOS	CONSULT. ESTUDIO SOCIOEC. y PULMARI	PULMARI (recolecc. Inform. local, gastos talleres con comunidades) JICA (asistencia estudio socioec.)	Entrevistas a referentes clave, captación de información en talleres, encuesta dirigida en el estudio socioeconómico	ABR– MAY- JUN – JUL– AGO– SEPT- OCT	--
7 INFORMAC. SOBRE PLANTAC. LOCALES	PULMARI		Recopilación de datos de crecimiento de parcelas de CORFONE y otras aplicables al proyecto	ABR -MAY	--
8 RELEVAM. PLANTAC. LOCALES	INTA Y PULMARI	PULMARI (asistentes, gastos terreno)	Medición complementaria de parcelas forestales en sitios similares	SEPT- OCT- NOV	7
9 INFORMAC. FORESTACION CON OTRAS ESPECIES	INTA	PULMARI (asistentes, gastos terreno) en	Recopilación de datos y muestreo complementario de árboles en terreno (ñire)	AGO- SEPT- OCT- NOV	--
10 MODELOS PRELIM. DE PROD. FTAL.	INTA Y PULMARI		Aplicación de los datos obtenidos a la elaboración de modelos temporales	MAY- JUN	7, 8, 9
11 MODELOS FINANCIEROS, MADERA SOLAMENTE	INTA Y PULMARI		Confección de planillas de cálculo específicas y estimación de TIR y otros indicadores	MAY-JUN	10
12 RELEVAM. DE PRECIOS FORESTALES	INTA	DF SAGPyA (relevamiento en Río Negro)	Entrevista a referentes clave	ABR	--
ACTIVIDAD	RESP. PRIMARIA	APOYO	TAREAS PREVISTAS	MESES	ACTIV. ANTEC.
13 MODELOS FINANCIEROS, MADERA MAS CARBONO	INTA Y PULMARI		Confección de planillas de cálculo específicas y estimación de TIR y otros indicadores	SEPT	10, 11, 12
14 SELECCIÓN METODOLOG. MDL	INTA Y PULMARI	JICA (saldo para consultoría y asistencia experta)	Análisis conjunto de todas las variables involucradas	ABR- MAY	--
15 AJUSTE DE IDEAS DE PROYECTO METODOLOG. A	INTA Y PULMARI		Análisis conjunto de los= sitios candidatos, modelos preliminares de producción, y adaptación a metodología	JUL- AGO	14
16 SUPERFICIE Y LIMITES SITIOS	INTA		Cuantificación e identificación en gabinete	MAY- JUN (SEPT-	1

PROBABLES			de las áreas plantables	OCT-NOV)	
17 CARTOGR. PRELIMINAR SITIOS CANDIDATOS	INTA		Elaboración mapas de cada sitio candidato con unidades de veget., línea base, áreas buffer, etc.	MAY- JUN (SEPT-OCT-NOV)	16
18 DECISION CIP + COMUNIDAD	PULMARI	INTA (asistencia experta en talleres) JICA (financiación parcial estudio socioeconóm. y talleres)	Actividades de intercambio y negociación definidas entre esas partes	MAY- JUN- JUL- AGO- SEPT- OCT- NOV	17, 25, 26
19 CARTOGR. AJUSTADA SITIOS CANDIDATOS	INTA Y PULMARI		Acuerdos sobre ajustes, reelaboración e impresión de mapas preliminares	SEPT- OCT	18
20 SINTESIS CARTOGRAF. SITIOS ELEGIDOS	INTA		Elaboración de mapas y memorias acompañantes conforme a los requerimientos para un PDD	SEPT- OCT	19
21 EVALUAC. DE FUGAS DE CARBONO	INTA Y PULMARI		Análisis de actividades derivadas del proyecto que producen fugas y cuantificación	JUL- AGO- SEPT	10, 22
22 ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	CONSULT. EIA	JICA (financiación EIA)	TDR y contr. Consultora, discusiones conjuntas, análisis borradores, rev. informe final, incorporac. recomendaciones a los mapas, modelos y otros aspectos del proyecto	SEPT-OCT	--
23 DEFINICION PARCELAS MONITOREO	INTA y PULMARI		Establecimiento cartográfico (en gabinete) de los sitios de monitoreo	SEPT- OCT- NOV	5

ACTIVIDAD	RESP. PRIMARIA	APOYO	TAREAS PREVISTAS	MESES	ACTIV. ANTEC.
24 ANALISIS CONTRATOS CIP+ INVERSORES	PULMARI	JICA (¿asistencia experta?)	Actividad interna CIP (asistencia INTA o JICA según conveniencia)	¿?	--
25 ANALISIS CONTRATOS CIP+COMUNID	PULMARI	JICA (¿asistencia experta?)	Actividad interna CIP (asistencia INTA o JICA según conveniencia)	¿?	--
26 ANALISIS DEL IMPACTO SOCIAL	INTA Y PULMARI	JICA (financ. estudio socioec. y asist. experta)	Extracción conclusiones y recomendaciones para la formulación del PDD	OCT-NOV	27
27 RELEVAM. SOCIOECON.	CONSULT. ESTUDIO SOCIOECO NOMICO	INTA (asistencia G.Stecher, en reuniones y encuestas) PULMARI (organizac. local y gastos terreno) JICA (financiac. estudio socioec.)	Contratac. Consult., organizac. reuniones con comunidad, encuestas, elaboración datos, discusion conjunta con CIP, lectura borradores, revisión informe final e incorporación de recomendaciones a los mapas, modelos y otros aspectos del proyecto	MAY- JUN- JUL- AGO- SEPT- OCT	--
28 ANALISIS LEGAL TENENCIA DE LA TIERRA	PULMARI		Actividad interna CIP (asistencia INTA o JICA según conveniencia)	¿?	--
29 FORMULAC. DEL PDD	INTA Y PULMARI	JICA (asistencia en revisión puntos críticos)	Elaboración preliminar, revisión redacción final	NOV-DIC- ENE	13, 22, 23, 26, 28

Tabla n°2. Cronograma propuesto, año 2008, de actividades en función de la Tabla n°1

ACTIV	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ENE
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										

## **Annex 2. Report on the baseline survey and the forestation planning for the pilot project in the Neuquen province**

**PROYECTO DE FORTALECIMIENTO DEL MDL F/R EN LA REPÚBLICA ARGENTINA**

**JICA-SAyDS/ INTA/ CIEFAP y Entidades Vinculadas (SAGPyA, AUSMA-UNC)**



# **EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE FORESTACIÓN Y REFORESTACIÓN EN LA ESTANCIA PULMARI Y COMUNIDADES DE ALUMINE, NEUQUÉN**

## **II PARTE: LINEA BASE, FORESTACION Y SECUESTRO DE CARBONO PARA LA FORMULACIÓN DE UN PROYECTO MDL F/R**

Informe de determinaciones a campo, laboratorio y elaboración de datos, de las evaluaciones realizadas durante enero a julio de 2009 para determinar la línea base de los sitios candidatos y las rotaciones forestales aplicables para un proyecto forestal MDL F/R, solicitado por la Corporación Interstadual Pulmarí

Equipo de trabajo (campo, gabinete y edición de informe): Pablo Laclau (coordinador, INTA), Gabriel Stecher (AUSMA, convenio AUSMA-INTA), Fernando López Espinosa; Cecilia Monte (CIP), Leandro Inostroza (CIP); Macarena Pérez Correa (MRI).

Colaboradores: Gustavo Jongstad (CIP), Beatriz Marques (consultoría MRI), Raúl Torres (CIP) y personal de campo y administrativo de la CIP.

Información general, logística y facilitación local: CIP, MRI/JICA, Comunidades Currumil, Salazar, Estancias Rahue y Ea. Quillén

**SAN MARTIN DE LOS ANDES, NEUQUÉN**

**AGOSTO DE 2009**



## CONTENIDO

### INTRODUCCION .....

*Objetivos*

*Productos obtenidos*

### MÉTODOS .....

*Mapas*

*Biomasa de vegetación de línea base*

*Calidad de sitio forestal*

*Simulación de rotaciones forestales*

*Costos forestales, cash flow y rentabilidad*

### RESULTADOS .....

**1- Diseño de la forestación en los campos**

**2- Biomasa de la línea base**

**3- Calidad de sitio y modelos forestales**

*3.1 Sitios de referencia e índices adoptados*

*3.2 Modelos forestales basados en IS*

**4- Costos anuales, flujo de fondos y rentabilidad**

**ANEXO A – MAPAS DEL ÁREA DE PROYECTO Y RODALES, POR CAMPO....**

**ANEXO B. ANALISIS ESTADISTICO DE LOS DATOS DE MUESTREO DE ESTEPAS Y MATORRALES .....**

**ANEXO C. SINTESIS DE DATOS DE ESTRUCTURA DE RODALES DE IS DE REFERENCIA .....**

**ANEXO D- MODELOS DE ROTACION FORESTAL SEGÚN ÍNDICE DE SITIO Y DENSIDAD INICIAL DE PLANTAS .....**

## **INTRODUCCION**

Este informe es el resultado de las evaluaciones finales de terreno y análisis de información aplicables a campos de comunidades indígenas y propietarios privados interesados en participar en el proyecto promovido por la Corporación Interestadual Pulmarí (CIP), de forestación bajo el Mecanismo para el Desarrollo Limpio del Protocolo de Kyoto (PK).

### *Objetivos*

Con asistencia de INTA, la cooperación japonesa (JICA) con su grupo técnico de Mitsubishi Research Institute (MRI), y recursos propios de la CIP, se realizó esta etapa con los siguientes objetivos:

- Delimitar los límites cartográficos del proyecto forestal en los sitios candidatos de que finalmente resultaron seleccionados a partir del acuerdo alcanzado con las partes correspondientes, a saber: lotes Ignacio Norte (1) e Ignacio Sur (2) de la CIP, tierras privadas de la Estancia Quillén (3), de la Estancia Rahue (4), y tierras comunitarias de las comunidades Currumil (5) y Salazar (6).
- Cualicuantificar la cobertura vegetal de los cuatro tipos de vegetación dominantes en los sitios de plantación: eriales (1), estepas (2), praderas (3) y matorrales (4) identificados y caracterizados en el informe anterior (Mayo 2008)
- Medir a través de un muestreo estratificado, la biomasa actual de estos cuatro tipos vegetales y expandir los resultados de la muestra observada a las áreas de plantación para establecer la línea base de carbono.
- Determinar la calidad de sitio forestal, mediante la observación de plantaciones desarrolladas en sitios de referencia cercanos y fisiográficamente similares, para estimar el crecimiento de las forestaciones en los sitios del proyecto.
- Formular modelos dinámicos aplicables a cada campo, de crecimiento forestal, rendimiento maderable y secuestro de carbono por la biomasa aérea y subterránea, y el mantillo forestales. Estos se basan en un modelo de simulación desarrollado por técnicos de INTA (Andenmatten y Letourneau 1999, Laclau 2006).
- Estimar costos de plantación y manejo forestal durante una rotación aplicados a las superficies forestadas y sus modalidades en cada campo, considerando la inversión inicial y posterior en caminos, alambrados, forestación y silvicultura.
- Formular el flujo de fondos y rentabilidad esperada de la venta de madera para cada campo. Para analizar la venta de carbono (CERs) será necesario un paso ulterior, de cálculo de fugas de carbono durante el proyecto debido a: deforestación de áreas con caminos o por hoyos de plantación, construcción de alambrados, consumos de combustibles fósiles durante el manejo, y desplazamiento ganadero de los campos, si lo hubiera.

### *Productos obtenidos*

Los productos de estos estudios, que constituyen los insumos necesarios para la redacción del Documento de Diseño del Proyecto (PDD, siglas en inglés) son los siguientes:

- 1- Mapas a escala de los campos a forestar donde constan los tipos de vegetación involucrados (en imágenes), los límites cercados del proyecto, el tendido de rodales y de caminos y cortafuegos.

VER RESULTADOS, PUNTO 1, Y ANEXO A. FALTA DEFINIR SOBRE ALGUNOS CAMINOS DE ACCESO, EN LAS COMUNIDADES, SI SON NECESARIOS (INCLUIRLOS) O NO. POR OTRO LADO, LAS RECOMENDACIONES DEL EIA, AUN PENDIENTES, PUEDEN MODIFICAR EL DISEÑO ADOPTADO

- 2- Las tablas de datos asociadas a estos mapas, que contienen la superficie de forestación bruta, neta, la de caminos, cortafuegos, y las áreas con diferente cobertura vegetal, por campo y agregadas.

VER RESULTADOS, PUNTO 1.  
SIN EMBARGO, LAS RECOMENDACIONES DEL EIA, AUN PENDIENTES, PUEDEN MODIFICAR EL DISEÑO ADOPTADO, SI ESTO OCURRE, DEBERÁN REAJUSTARSE UNIDADES Y RECALCULAR LAS AREAS O LONGITUDES ESTABLECIDAS EN LOS MAPAS.

- 3- La biomasa de la línea base para cada tipo de vegetación, aplicada a la superficie total de cada campo reemplazada por forestaciones o caminos.

VER RESULTADOS, PUNTO 2.  
SOLO ESTAN LOS VALORES CALCULADOS POR HA Y SU ANALISIS EN ANEXO B. FALTAN DATOS DE LA CANTIDAD DE HECTAREAS POR TIPO DE VEGETACION DE TODOS LOS CAMPOS PARA ESTIMAR LA BIOMASA TOTAL DE LÍNEA BASE DEL PROYECTO (LA ESTIMACION BASADA EN LOS MAPAS DE AUSMA DEBE AJUSTARSE PARA QUE NO QUEDEN UNIDADES DE "VEGETACION SIN CLASIFICAR").

- 4- Los datos de crecimiento forestal de sitios de referencia, el análisis de la calidad de sitio, y la calidad de sitio adoptada para cada situación de plantación.

VER RESULTADOS, PUNTO 3 y ANEXO C. CON ESTOS DATOS SE CORRIERON LOS MODELOS DE SIMULACION DE UNA ROTACION PARA CADA DENSIDAD (1100 Y 800 PL/HA) Y CALIDAD DE SITIO

- 5- Los modelos forestales de plantación de pinos aplicables a cada campo en función de la calidad de sitio y modalidad de plantación adoptada en cada caso. Incluyen el rendimiento maderable y el carbono secuestrado en biomasa y mantillo.

VER RESULTADOS, PUNTO 4 y ANEXO D. FALTA:  
(a) CONFIRMAR SI ES ACEPTABLE INICIAR LA FORESTACION EN COMUNIDADES INDIGENAS CON 800 PLANTAS SIMILAR AL CAMPO QUILLÉN (o en caso contrario, correr un nuevo modelo de simulación) (c) REVISAR LOS ELEMENTOS DE SALIDA DE LOS MODELOS EN ANEXO Y VER SI LA METODOLOGIA REQUIERE ELEMENTOS ADICIONALES

ACLARACION SOBRE LOS MODELOS FORESTALES: LOS MISMOS FUERON BASADOS EN UN MODELO DE CRECIMIENTO DE ANDENMATTEN Y LETOURNEAU (INTA) Y ADOPTADOS Y REFORMULADOS EN UN MODELO DE CRECIMIENTO DE BIOMASA Y CARBONO DE LA CLAU (2006, TESIS DOCTORAL). CON ALGUNOS NUEVOS SUPUESTOS SOBRE LA BIOMASA ELIMINADA EN PODAS SUPLEMENTARIAS SE CORRIERON MODELOS SILVOPASTORILES. EL DETALLE DEL MODELO ESTA DISPONIBLE EN ESA TESIS Y SUS BASES EN LA BIBLIOGRAFIA CITADA, Y PUEDEN INCORPORARSE COMO ANEXOS DE CALCULO AL PROYECTO MDL

6- Los costos asociados a la forestación de las áreas para cada año de la forestación.

NO REALIZADO AUN, SE PODRA INICIAR LUEGO QUE HAYA ACUERDO SOBRE LAS ROTACIONES PROPUESTAS O SE AJUSTEN LAS MISMAS, Y EL TOTAL DE ALAMBRADOS Y CAMINOS, A PARTIR DE COSTOS UNITARIOS AUN FALTANTES. FALTA UN DESARROLLO DE LOS COSTOS:

(a) FORESTALES= POR TAREA SILVICOLA. Los datos más recientes que tengo son de un contratista:

- PLANTACION: \$/HA1650-2000, según precio de plantas, para densidad 1111 pl/ha.
- PRIMERA PODA \$/PL 1,
- SEGUNDA PODA \$/PL 1,20,
- PRIMER RALVEO 45 \$/M3 (volteo; trozado; arrastre, sin considerar leña que cuesta 20 \$/M3);
- SEGUNDO RALEO 42 \$/M3 (volteo; trozado; arrastre),
- TERCER RALEO 30 \$/M3 (volteo; trozado; arrastre),
- CORTA FINAL \$34/M3 (volteo; trozado; arrastre)

DEBEN REVISARSE LOCALMENTE PARA SU ACEPTACION O AJUSTARSE A LAS CONDICIONES EN QUE SE REALICE EL PROYECTO (CON CONTRATISTAS o POR ADMINISTRACION). TAMBIEN HAY QUE ESTIMAR COSTOS DE LAS PODAS INTERMEDIAS EN LOS SISTEMAS ABIERTOS (SSP) DE 4 PODAS

(b) FORESTALES= DEBEN ESTIMARSE LOS COSTOS DE ADMINISTRACIÓN, PROTECCIÓN Y MANTENIMIENTO ANUALES PARA LAS ROTACIONES, INDIVIDUALMENTE PARA CADA CAMPO O AGREGADO.

(c) ALAMBRADOS= DEBEN ESTIMARSE LOS COSTOS DE ALAMBRADOS, A PARTIR DE LOS DATOS DE LA TABLA 2 DEL PUNTO 1 DE RESULTADOS

(d) CAMINOS= DEBEN ESTIMARSE LOS COSTOS DE APERTURA DE CAMINOS DE ACCESO E INTERNOS A PARTIR DE LOS DATOS DE LA TABLA 2 DEL PUNTO 1 DE RESULTADOS

(e ) OTROS COSTOS? TODOS LOS VINCULADOS A LA GESTIÓN DEL PROYECTO DE CARBONO (INSCRIPCIÓN MDL, EOD, etc) Y ¿?

7- El flujo de fondos y la rentabilidad esperada de la forestación por producción de madera.

NO REALIZADO AUN, FALTA ESTABLECER

(a) RENDIMIENTO MADERABLE DURANTE LA ROTACION, PARA CADA ROTACION (DENSA Y ABIERTA), Y PARA CADA TIPO DE PRODUCTO OBTENIDO (MADERA ESTRUCTURAL, POSTES, LEÑA u OTROS). HAY FUNCIONES O ESTIMACIONES LOCALES QUE PUEDEN USARSE PARA ESTA DISCRIMINACIÓN, A PARTIR DEL VOLUMEN RALEADO O CORTADO EN CADA OPORTUNIDAD, SEGÚN TAMAÑO DE PLANTA

(b) PRECIOS DE CADA PRODUCTO OBTENIDO, EN LAS CONDICIONES EN QUE SE VENDE (EN PIE, ACANCHADO EN EL CAMPO, EN ASERRADERO)

FALTARIA TAMBIEN, MAS ALLA DE ESTE INFORME

ESTABLECER LAS FUGAS PARA EL BALANCE DE CARBONO, DEBIDAS A

- (a) PLANTACION INICIAL (HOYOS),
- (b) TASA DE DESAPARICION DE LA VEGETACION DE LINEA BASE SEGÚN MODELO FORESTAL (ABIERTO O DENSO),
- (c) CONSUMOS DE COMBUSTIBLES EN FUNCION DE LAS TAREAS DE MANEJO FORESTAL,
- (d) ELIMINACION DE VEGETACION POR APERTURA DE CAMINOS,
- (e) ELIMINACION DE VEGETACION POR MATERIALES DE ALAMBRADOS,
- (f) EFECTOS DE DESPLAZAMIENTO DEL GANADO

ESTAS NECESIDADES DEBEN REVISARSE DE ACUERDO CON LOS REQUERIMIENTOS DE LA METODOLOGIA

DISEÑAR LA ESTRATEGIA DE VENTA DE CERs (tCERs, ICERs), LA OPORTUNIDAD DE VENTA Y SELECCIONAR EL PRECIO DE REFERENCIA A UTILIZAR. CON TODO ELLO SE HARA LA EVALUACION ECONOMICA FINAL COMPLETA (MADERA MAS CARBONO)

INCORPORAR LAS CONSIDERACIONES DE LOS ESTUDIOS DE IMPACTO SOCIAL Y AMBIENTAL

DEFINIR EL MONITOREO DE LA LINEA BASE Y LA EVALUACION FORESTAL PERIODICA, ETC...

## MÉTODOS

### *Mapas*

En base a la cartografía preliminar de los sitios candidatos y los acuerdos alcanzados con cada propietario, se ajustaron las áreas mapeadas originalmente determinándose el área de proyecto en cada campo, y definiéndose las líneas de alambrado. Estas últimas fueron aplicadas con el mejor criterio de aprovechamiento de la topografía (accidentes naturales, como arroyos o cañadores, etc) y la minimización de su tendido, evitando quiebres excesivos. De este modo quedan incluidos algunos sectores que no serán alterados por la forestación, dentro de los límites del proyecto, como algunos bosquetes o matorrales boscosos, que no son considerados en los cambios de biomasa debido al proyecto.

El tendido de caminos también fue establecido en función de la topografía, y el diseño de rodales y cortafuegos en función de los requerimientos de tamaño, forma y disposición de acuerdo al uso en la región.

La cobertura vegetal por tipo de vegetación fue determinada por clasificación visual sobre

imágenes Landsat TM recientes (año 2006) en base al muestreo de campo practicado en el año 2008 que fue descrito en el primer informe, de Mayo de 2008

#### *Biomasa de vegetación de línea base*

En áreas representativas de los sitios plantables de los campos Ignacio Norte, Ignacio Sur, Quillén y Rahue se tomaron muestras de biomasa aérea y subterránea de la vegetación de estepa, erial, pradera y matorral. No se consideró el mantillo por su presencia exigua o nula en estos tipos de vegetación. En los campos donde no se hicieron levantamientos de biomasa (comunidades Currumil y Salazar), se aplicaron los datos obtenidos del muestreo, en función de su similitud fisiográfica y de la clasificación visual de los tipos de vegetación de estas tierras, reportado (en el caso de Currumil) en el informe de mayo de 2008.

Para el levantamiento de muestras se establecieron puntos de muestreo cada 50 m a lo largo de transectas distanciadas aproximadamente a 50-70 m y de longitud variable, recorriéndose en gran parte los sitios que luego quedaron incluidos en los límites del proyecto en cada campo. Para la disposición y ubicación de las transectas se tuvo en cuenta la accesibilidad y las diferentes condiciones de terreno. Por este motivo no todos los puntos se encuentran dentro del área a forestar pero si en un sitio próximo y representativo. Se levantaron aproximadamente un promedio 150 muestras por campo.

Cada punto situado a lo largo de la transecta fue establecido al azar sobre la misma dentro de los 5 m próximos una vez que se alcanzaba una distancia de 50 m del punto anterior, y ubicado geográficamente con GPS. Cada punto hallado constituyó un vértice predeterminado de una parcela rectangular de 45x26 cm delimitada con un marco de hierro y manteniendo una orientación prefijada del eje principal. La vegetación incluida dentro del marco fue clasificada según tipo de vegetación (estepa, erial, pradera o matorral), cobertura vegetal en pie (proyección vertical de la biomasa aérea) en un rango 0-100%, y clase de altura (0-25, 25-50, 50-75, 75+ cm).

Con una pala se excavó desde los límites de la parcela hacia adentro, para cortar y separar la vegetación del material externo a la parcela, continuándose luego con la cosecha de la parte aérea con tijera de podar y serrucho en caso de arbustos leñosos. Para la extracción de la parte subterránea se utilizaron pala y eventualmente serrucho y hacha. El material fue cuidadosamente zarandeado para que perdiera la mayor cantidad de tierra posible, y una vez recolectado fue colocado en bolsas de polietileno y rotulado con una letra que identificatoria de su procedencia, tipo vegetal y número de muestra.



Las bolsas fueron llevadas a laboratorio, donde, previa separación de las fracciones aérea y subterránea, y tamizado con zaranda de 2 mm, se llevaron a bolsas de papel (de peso conocido) para secado en estufa. Estas bolsas fueron pesadas en fresco y secadas durante 60-72 h a temperatura constante de 65-70°C aproximadamente y pesándose finalmente en seco. En el caso de muestras pequeñas se secó la totalidad de las mismas, pero en muestras muy voluminosas se tomaron sub-muestras del 20% del total del peso de la muestra original. El material se colocaba en bolsas de papel madera previamente pesadas. De esta manera se evitó subestimar los valores de pesado.

Los valores de peso seco obtenidos fueron listados, agrupados por campo y expandidos a Ha para cada tipo vegetal. Luego de ello se procedió a la evaluación estadística para establecer valores medios representativos y posibles diferencias dentro de un mismo tipo vegetal entre campos diferentes. Los valores finalmente adoptados en función de este análisis, fueron aplicados para determinar la biomasa actual de las áreas del proyecto.

#### *Calidad de sitio forestal*

En sitios semejantes a los campos del proyecto, con forestaciones de pino ponderosa ya desarrolladas se identificaron rodales que por las características del terreno (exposición, altitud, pendiente, vegetación) fueran asimilables en calidad. En 5 sitios se establecieron y midieron los siguientes atributos en parcelas de plantación de 1000 m<sup>2</sup>: densidad de plantas, diámetros (dap), volumen de fuste, altura de una submuestra de árboles dominantes y longitud de los cinco entrenudos por encima del pecho. Estas últimas variables son necesarias para la estimación del *índice de sitio (IS)*, valor necesario de conocer para estimar el crecimiento en las respectivas parcelas.

#### *Simulación de rotaciones forestales*

En función de los acuerdos alcanzados con los distintos actores se predefinió que los modelos forestales aplicables serían de la especie pino ponderosa, bajo dos modalidades de forestación: (i) densa con cobertura completa de copas y mínima competencia durante toda la rotación, que se iniciaría con una plantación de 1100 plantas/ha (3x3), y (ii) abierta, con destino silvopastoril, manteniendo gran parte de la cobertura vegetal original del suelo, que se iniciaría con una plantación de aproximadamente 800 pl/ha (3x4m), con alta frecuencia de podas y raleos.

Utilizando el índice de sitio adoptado para cada campo como variable de entrada, y la densidad de plantas, se aplicó un modelo desarrollado por Andenmatten y Letourneau (1999, ver explicación en Laclau et al. 2003) de crecimiento forestal, estableciéndose el rendimiento maderable y la biomasa producida en combinación con otro modelo de

simulación desarrollado por Laclau (2006). Con estos modelos en base a las variables de entrada mencionadas y a objetivos de manejo (podas, raleos y corta) preestablecidos, es posible predecir: el crecimiento anual en volumen, la densidad relativa, el diámetro medio alcanzado, la madera obtenida y el carbono secuestrado en biomasa y mantillo. Para correr los modelos se utilizó el software Stella®, y las ecuaciones correspondientes de cálculo de biomasa y mantillo corresponden a estimaciones propias sobre mediciones de estas fracciones en forestaciones de la misma especie en la región (Laclau 2006).

#### *Costos forestales, cash flow y rentabilidad*

Los costos de implantación, podas y raleos fueron estimados en función de datos del 2008 y 2009 provistos a través de consultas a expertos forestales de la región (datos propios de la CIP, y comunicaciones personales de técnicos de Corfone SA y de M. Mazzuchelli). Se asumieron costos adicionales de supervisión y control anuales. Asimismo también se estimaron costos de alambrados en función de datos y coeficientes técnicos de la CIP y otras fuentes para este tipo de obra.

## RESULTADOS

### 1- Diseño de la forestación en los campos (productos 1 y 2)

En la Fig.1 se muestran las áreas del proyecto en un mapa a escala.1:125.000 (reducido), y en el Anexo A se incluyen los mapas de rodales y detalles de superficie destinada a forestación, longitud de caminos de acceso e internos, y de alambrados perimetrales.



Fig. 1. Mapa de ubicación de los sitios candidatos del proyecto MDL y delimitación de las propiedades involucradas.

Como resultado del análisis cartográfico el área total destinada al proyecto asciende a 1330 ha de terreno distribuidas en cinco propiedades (Corporación Pulmarí, en cuadros Ignacio

Norte e Ignacio Sur; Estancia Quillén, Estancia Rahue, en cuadros Rahue Norte y Rahue Sur, y comunidades Currumil, y Salazar), con una superficie neta a forestar de aproximadamente 917 ha (615 ha de forestaciones densas y 302 ha en sistemas abiertos o silvopastoriles, y una diferencia de algo más de 460 ha conformada por áreas de caminos, cortafuegos y áreas incluidas de vegetación natural dentro de los lotes cercados (Tabla 1).

Tabla 1. Síntesis de las áreas a forestar (total cercado, áreas de caminos y cortafuegos y neto a plantar) a partir de la cartografía elaborada. Los valores se expresan en ha.

	IGNACIO NORTE	IGNACIO SUR	QUILLEN	RAHUE NORTE	RAHUE SUR	CURRUMIL	SALAZAR	TOTALES
<b>Forestaciones de densidad completa</b>								
SUP NETA FTAL	212,2	272,6		74,0	56,2			614,9
CAMINOS	4,7	4,7		1,3	0,8			11,4
CORTAFUEGOS	130,9	201,8		22,6	13,3			368,6
OTROS								0,0
SUP TOTAL CERCADA	347,7	479,1		97,8	70,3			994,8
<b>Forestaciones abiertas (SSP)</b>								
SUP NETA FTAL			230,1			32,3	39,9	302,3
CAMINOS			3,9			1,5	1,0	6,3
CORTAFUEGOS			55,3			12,4	9,5	77,2
OTROS								0,0
SUP TOTAL CERCADA			289,2			46,2	50,4	385,8
SUP TOTAL PROYECTO <sup>1</sup>	<b>347,7</b>	<b>479,1</b>	<b>289,2</b>	<b>97,8</b>	<b>70,3</b>	<b>46,2</b>	<b>50,4</b>	<b>1380,6</b>

<sup>1</sup> SUP NETA FTAL TOTAL = 917,2 ha

A los efectos de la cuantificación de emisiones de carbono por construcción de caminos y cercado de lotes, así como también para el cálculo económico, en las Tablas 2 y 3 se detallan los datos básicos de alambrados y caminos necesarios para el proyecto.

Tabla 2. Detalle de longitud de alambrados, esquineros, y tranqueras necesarias por lote y totales del proyecto, y de extensión de caminos de acceso e internos. Las unidades de longitud se expresan en metros.

	IGNACIO NORTE	IGNACIO SUR	QUILLEN	RAHUE NORTE	RAHUE SUR	CURRUMIL	SALAZAR	TOTALES
<b>Alambrados</b>								
LONG ALAMBRADOS	10360	12000	14800	5800	4600	4330	3117	55007,0
N° DE ESQUINEROS DOBLES	11	11	22	12	12	12	3	83,0
N° DE ESQUINEROS SIMPLES	12	15	19	9	9	9	5	78,0
N° DE TRANQUERAS	1	2	3	2	1	2	1	12,0
<b>Caminos</b>								
LONG CAMINOS INTERNOS CONSTRUIR	9300	9320	7700	2530	1500	2902	2019	35271,0
LONG CAMINOS DE ACCESO A CONSTRUIR	1844	0	0	200	3500	sd	sd	5544,0
TOTAL CAMINOS	11144	9320	7700	2730	5000	2902	2019	40815,0

## 2- Biomasa de la línea base (producto 3)

Los valores hallados de biomasa total (aérea más subterránea) de la vegetación viva o muerta en pie (no se consideró el mantillo, de muy baja presencia en todos los tipos vegetales observados), a partir del muestreo y posterior secado se presentan en la Tabla 3. En el caso de la biomasa total de los *eriales*, el valor asumido (0,20 tn/ha) corresponde a la media aritmética de 72 muestras, de las cuales 61 no tenían biomasa alguna (suelo desnudo). En el caso de las *praderas*, el número de muestras totales fue muy bajo (n=10), consistentes con la baja presencia de este tipo vegetal en los sitios de plantación, adoptándose también la media aritmética de estas observaciones. En cambio, con estepas y matorrales se contó con un número considerable de muestras, que permitieron analizar posibles diferencias entre predios para cada uno de estos tipos vegetales, previa comprobación de la normalidad de las distribuciones (ANEXO B). Para ambos análisis se utilizó el software Statistica®. Los valores hallados de biomasa total de estepa no difirieron entre sitios, por lo que se tomó la media del valor promedio hallado en cada sitio (n= 309 observaciones tomadas en tres sitios). En el caso del matorral se encontraron diferencias significativas entre el sector Ignacio Norte (n=10) y los restantes relevados (Ignacio Sur, n=49 y Quillén, n=23). En el sector Ignacio Norte la vegetación de matorral correspondía a sitios con arbustos de ñire (*Nothofagus antarctica*) y otras especies asociadas, en tanto que en los restantes sitios, el matorral dominante era de Espino Negro (*Colletia* spp) y en menor medida de chacay (*Discaria* spp). Se adoptó entonces el valor hallado para el cuadro Ignacio Norte, y para todos los restantes, el promedio entre estos últimos dos sitios.

Tabla 3. Biomasa de vegetación herbácea y arbustiva asumida para los distintos tipos vegetales en cada sitio a forestar. Valores en Tn/ha.

SITIO/TIPO	ERIAL	ESTEPA	PRADERA	MATORRAL
IGNACIO NORTE	0,20	7,00	5,78	12,22
IGNACIO SUR, QUILLÉN, RAHUE CURRUMIL, SALAZAR	0,20	7,00	5,78	25,94

## 3- Calidad de sitio y modelos forestales (productos 4 y 5)

### 3.1 Sitios de referencia e índices adoptados

Los sitios de referencia seleccionados en base a su similitud con las áreas candidatas corresponden a forestaciones de la empresa Corfone SA en la región. Los lotes forestados próximos a la CIP y cercanos al Lago Aluminé (Relem, Pino Guacho, Lonco Luan, Litrán 16, son consistentes en su potencial forestal con los sitios de las comunidades indígenas (Currumil y Salazar), Quillén, Ignacio sur e Ignacio Norte respectivamente, en tanto que la forestación de Abra Ancha 11 es comparable a los sitios de la Estancia Rahue (Tabla 4).

Algunos aspectos considerados en el análisis de esta correspondencia de crecimiento son los siguientes:

Las forestaciones de Abra Ancha tienen condiciones particulares de crecimiento, por su buena calidad de suelos y también por el origen de las semillas utilizadas en ese sector (región 711, estado de Oregón, USA) que se continúa en una misma meseta alta al otro lado del río Aluminé, en la pampa de Rahue, adonde se encuentran los lotes a forestar del proyecto. En el caso de Abra Ancha, el cerro Trujillo (en Mapa Fig. 1) genera mayor protección de vientos predominantes del noroeste y también es fuente de retención de humedad para los déficits estivales. Si bien la pampa de Rahue estaría algo más expuesta, sus suelos son más profundos (Andosoles) y el cordón de Catan Lil (cerros próximos al este del área a forestar) es una buena fuente de humedad. En el caso de la Estancia Quillén, muy próxima, las condiciones de precipitación anual son mejores, pero los suelos son más pesados y menos profundos y se asocian a los de corredor del río Aluminé (Alfisoles, con inclusiones de ceniza volcánica), como los forestados en el sitio llamado Pino Guacho. También los cambios en heliofanía (menor radiación en este campo respecto de la meseta de Abra ancha-Rahue) pueden ser limitantes del crecimiento en ciertas épocas del año. En cuanto al cuadro de Ignacio Norte, este área se encuentra mejor expuesta al sol, y se asemeja también por sus condiciones de suelo rodal identificado en campo Litrán (Litrán 16). En cambio, la forestación de Lonco Luan, en un valle más frío y de diferente calidad de suelo y exposición, se asemejaría más a la del sitio a forestar Ignacio Sur. Del mismo modo, el sector forestado Relem, ubicado hacia el oeste del río Aluminé y en tierras alternantes con bosques nativos, sería de condición similar a las áreas propuestas para forestar de las comunidades indígenas.

Tabla 4. Índices de sitio adoptados; se expresan como la altura (m) de los árboles dominantes a los veinte años de edad al pecho ( $IS_{20}$ ) en función de los valores hallados por dos métodos diferentes en rodales cercanos de referencia.

SITIO DE REFERENCIA =	RELEM	PINO GUACHO	A. ANCHA 11	LONCO LUAN	LITRAN 16
PARA SITIOS PROYECTO =	SALAZAR-CURRUMIL	QUILLEN	RAHUE	IGNACIO SUR	IGNACIO NORTE
$IS_1$ (por altura dominante)	10,38	11,15	14,39	11,31	12,31
$IS_2$ (por intercepción entrenudos)	14,74	12,87	14,53	13,17	13,97
<b>IS PROMEDIO</b>	12,56	12,01	14,46	12,24	13,14
<b>IS ADOPTADO PARA ANALISIS</b>	<b>12,00</b>	<b>12,00</b>	<b>14,00</b>	<b>12,00</b>	<b>13,00</b>

En la Figura 2 pueden apreciarse los índices de sitio promedio encontrados, que finalmente fueron agrupados en tres niveles ( $IS= 12$  para las comunidades indígenas, Ea. Quillén y lote Ignacio Sur,  $13$  para Ignacio Norte y  $14$  para Ea. Rahue). Finalmente, se muestran en el ANEXO C los datos de estructura de los rodales observados y las alturas medidas para el

cálculo del Índice de Sitio.

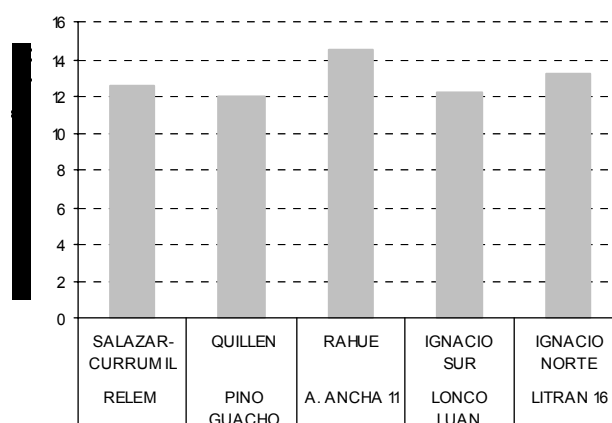


Fig. 2. Índice de sitio estimado para plantaciones de pino ponderosa de rodales cercanos comparables a los predios del proyecto

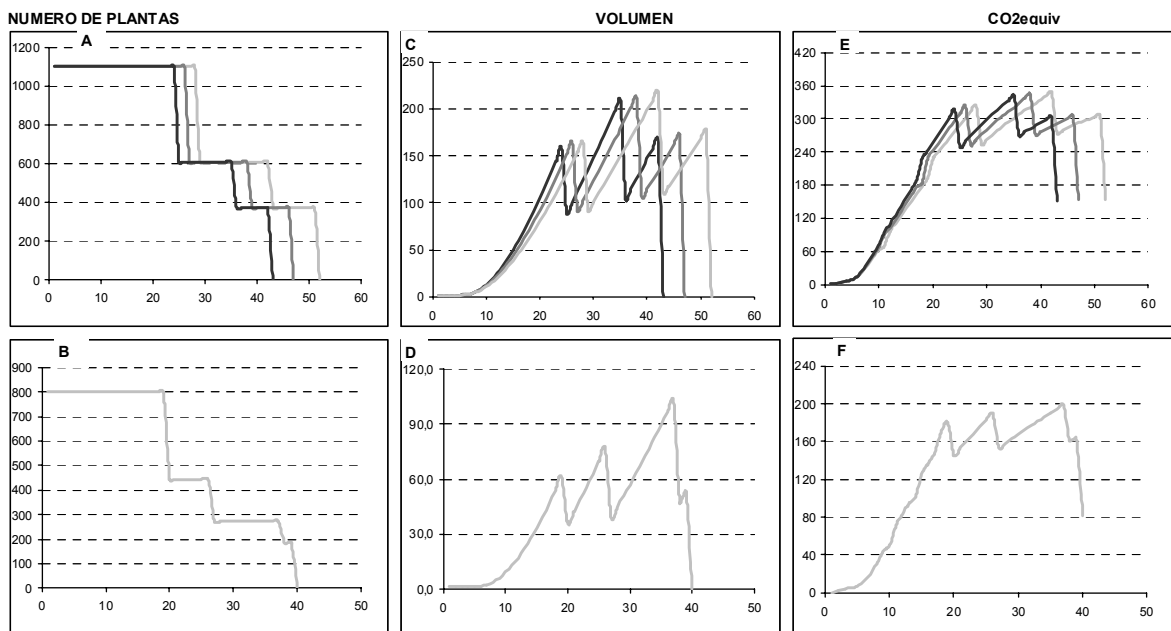
### 3.2 Modelos forestales basados en IS

En la Figura 3 se muestran algunas curvas de salida de los modelos de rotación forestal para los dos sistemas de forestación (denso y abierto) seleccionados para pino ponderosa. La primera columna de gráficos representa el número de plantas a lo largo de la rotación para sitios de IS= 12, 13 y 14 para forestaciones densas (gráfico A, trazado negro, gris oscuro y gris claro respectivamente) y para sitio de IS=12 para forestaciones abiertas en plantaciones con destino silvopastoril (gráfico B). Para similares sitios y manejo forestal se representan las curvas de volumen de madera acumulado durante la rotación (gráficos C y D), y el carbono secuestrado en la biomasa aérea, subterránea y mantillo en Tn/ha de CO<sub>2</sub> equivalente (gráficos E y F). Las curvas de los gráficos superiores corresponden a simulaciones de forestaciones a realizar en los cuadros Ignacio Norte, Ignacio Sur y Estancia Rahue; y las de los inferiores en la Estancia Quillén y comunidad Currumil o Salazar. El desarrollo anual de las forestaciones junto con otras variables no graficadas aquí, como la acumulación de mantillo, la altura dominante, la densidad relativa, el diámetro medio (cuadrático), y las intervenciones de poda (P), raleo (R) y corta final (C) del rodal, se muestran en el ANEXO D. El modelo de simulación permite además correr otras variables asociadas, no presentadas en este informe. La estructura y explicación del modelo junto con la bibliografía asociada puede consultarse en Laclau (2006).

Los objetivos de manejo, establecidos en el modelo en términos de umbrales de densidad relativa (DR) crítica (mayores para las forestaciones densas, de aproximadamente un 45% de la DR máxima observada para la especie en la región, y menores en las forestaciones

abiertas, de aproximadamente un 30% de la DR máxima) y de un diámetro medio objetivo para la corta final (de 40 cm de dap), produjeron curvas del rodal de forma similar, aunque desplazadas en el tiempo según la calidad de sitio de forestación. Para los sistemas de forestación densa, en el sitio de mejor calidad (IS=14, Rahue) la rotación culmina a los 41 años, a los 46 en el de calidad intermedia (IS=13, Ignacio Norte) y a los 50 en el de menor calidad (IS=12, Ignacio Sur). En los sistemas silvopastoriles, aunque los sitios son de la menor calidad (IS=12, Ea. Quillén y comunidades Currumil y Salazar) la plantación más rala alcanza el diámetro objetivo más tempranamente, a los 38 años.

Por otra parte, en los sistemas densos, las intervenciones silvícolas sumaron dos podas (baja y levante de poda) y dos raleos, previo a la corta final. En cambio en los sistemas silvopastoriles, que privilegian la entrada de luz al suelo y la minimización de la competencia intraespecífica, el número de podas fue de cuatro, con tres raleos antes de llegar a la corta final.

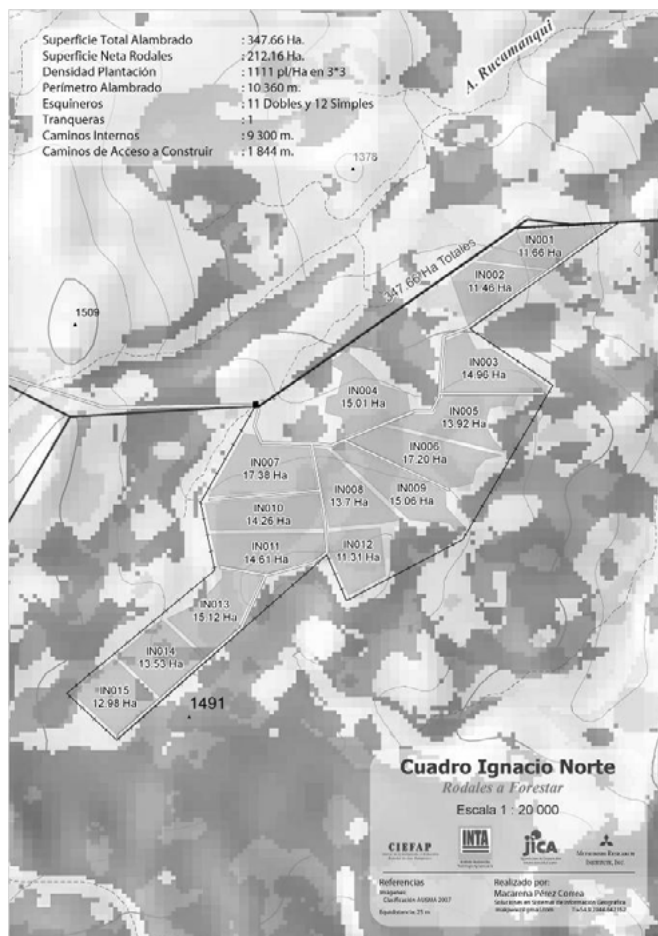


#### 4- Costos anuales, flujo de fondos y rentabilidad (productos 6 y 7)



## ANEXO A – MAPAS DEL ÁREA DE PROYECTO Y RODALES, POR CAMPO

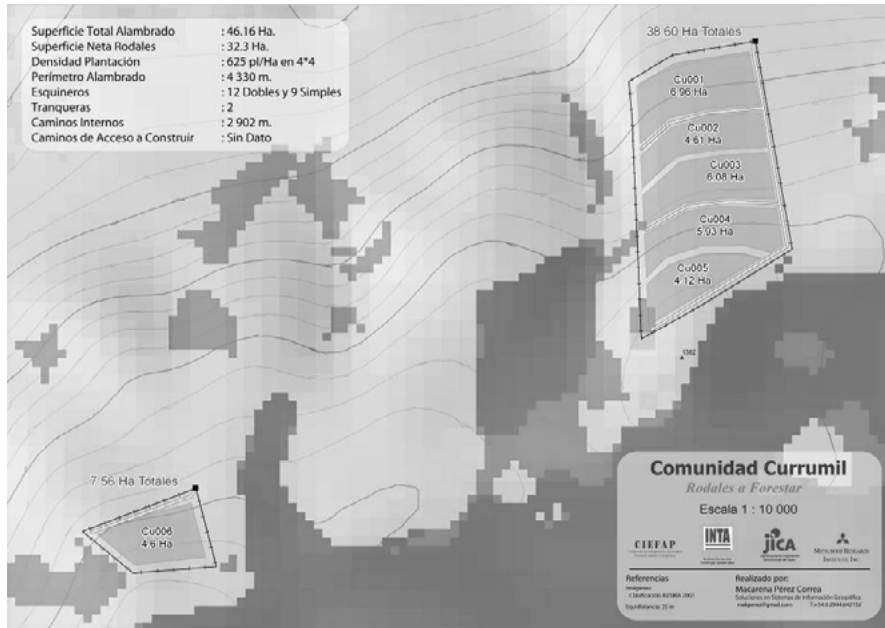
### 1- Propiedad CIP – cuadro Ignacio Norte



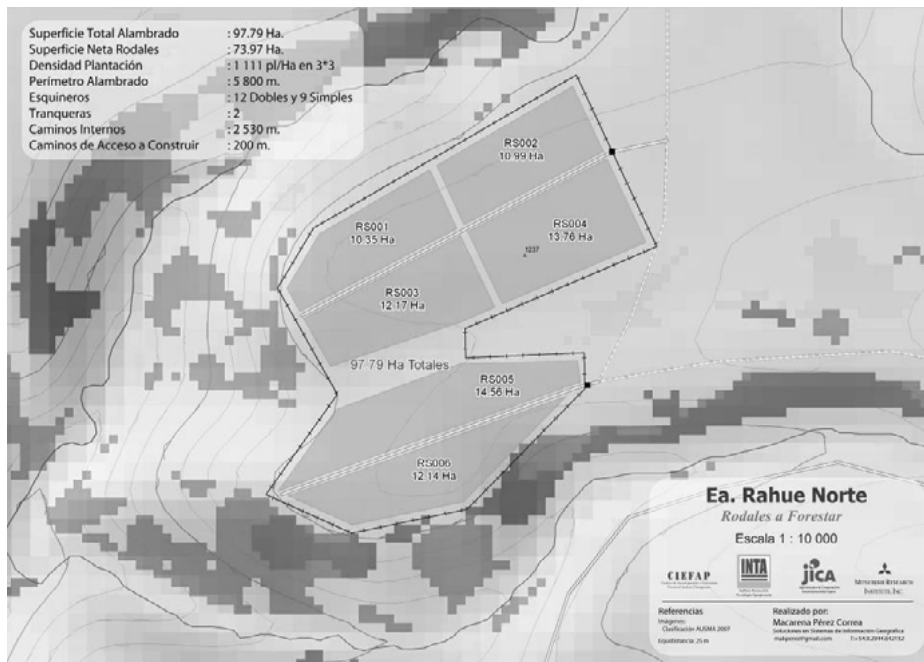
### 2- Propiedad CIP – cuadro Ignacio Sur



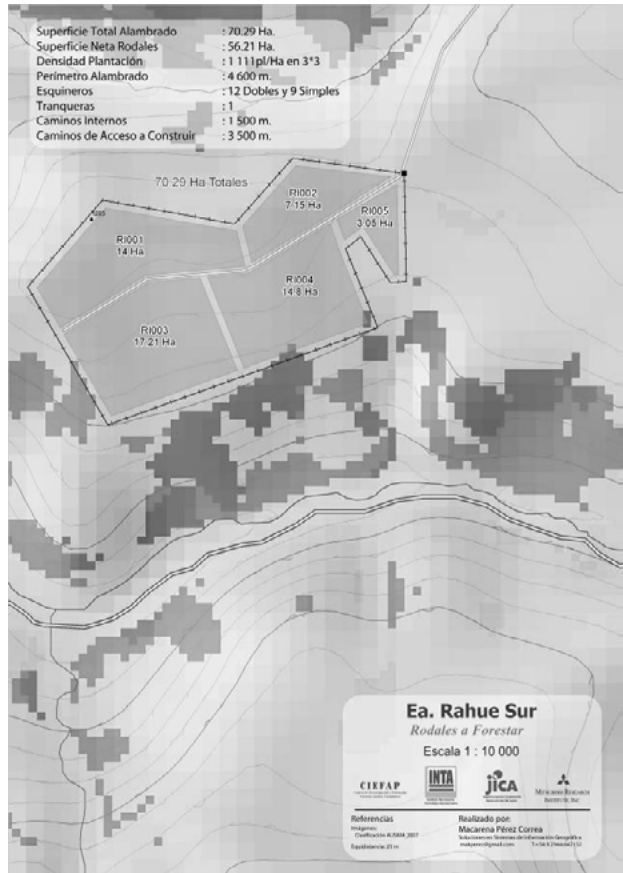
### 3- Propiedad Currumil



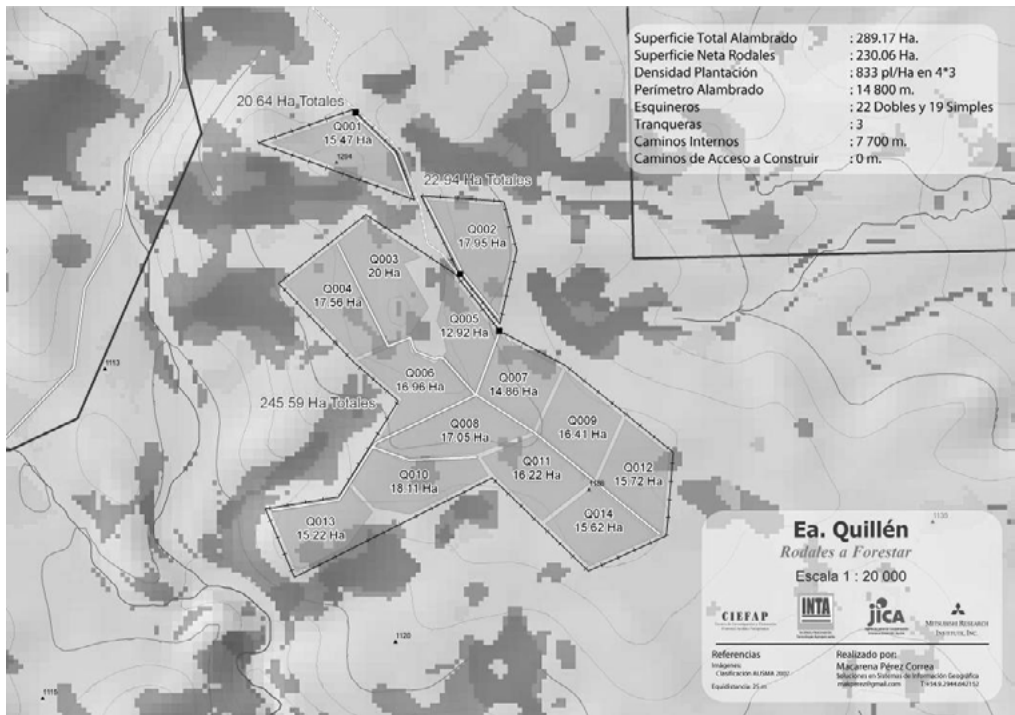
#### 4- Propiedad Estancia Rahue – cuadro Rahue Norte



#### 5- Propiedad Estancia Rahue – cuadro Rahue Sur



**6- Propiedad Estancia Quillén**



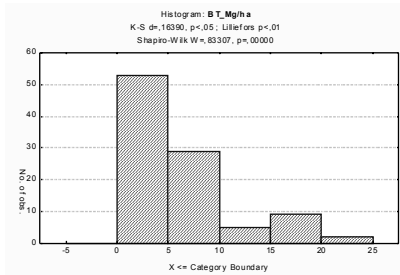
# ANEXO B. ANALISIS ESTADISTICO DE LOS DATOS DE MUESTREO DE ESTEPAS Y MATORRALES

## 1- Supuestos de normalidad de distribución de datos

### Estadísticos descriptivos Quillen. Biomasa Total

ESTEPA	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev.
BT_Mg/ha	98	5,982653	0,200000	22,10000	5,357316

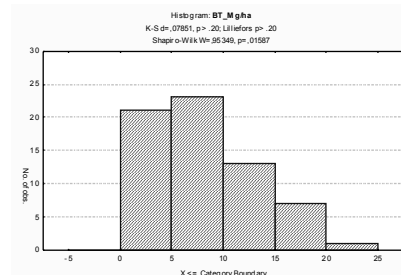
HO: aceptada, entonces hay normalidad.



### Estadísticos descriptivos Ignacio Sur. Biomasa Total

ESTEPA	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev.
BT_Mg/ha	65	8,173846	0,300000	21,30000	5,311376

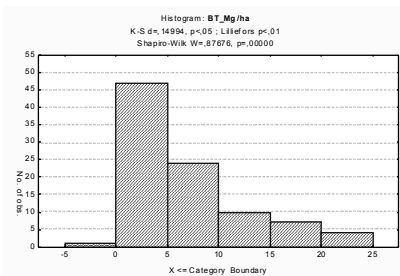
HO: aceptada, entonces hay normalidad.



### Estadísticos descriptivos Rahue. Biomasa Total

ESTEPA	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev.
BT_Mg/ha	93	6,433333	0,00	22,50000	5,837870

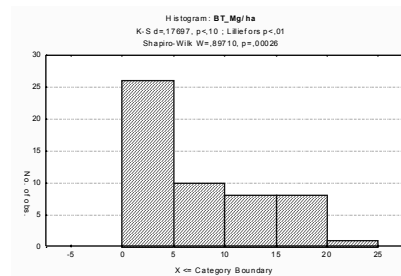
HO: aceptada, entonces hay normalidad.



### Estadísticos descriptivos Ignacio Norte. Biomasa Total

ESTEPA	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev.
BT_Mg/ha	53	7,433962	0,600000	21,60000	5,836916

HO: aceptada, entonces hay normalidad.

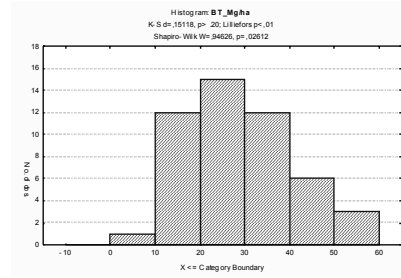


Rahue: sin presencia de matorral en el área relevada

Estadísticos descriptivos Ignacio Sur. Biomasa Total

MATORRAL	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev.
BT_Mg/ha	49	28,74490	2,700000	52,00000	12,78758

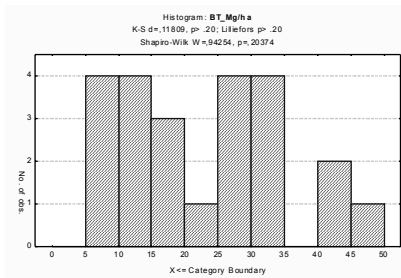
HO: aceptada, entonces hay normalidad.



Estadísticos descriptivos Quillen. Biomasa Total

MATORRAL	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev.
BT_Mg/ha	23	23,35217	5,700000	46,60000	12,26921

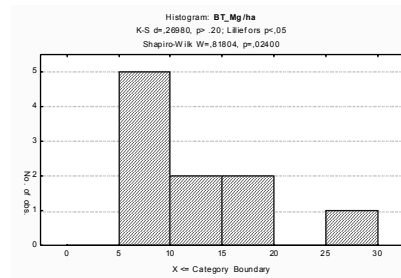
HO: aceptada, entonces hay normalidad.



Estadísticos descriptivos Ignacio Norte. Biomasa Total

MATORRAL	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev.
BT_Mg/ha	10	12,22000	6,000000	28,10000	6,936666

HO: aceptada, entonces hay normalidad.



## 2- Análisis de varianza

### BIOMASA TOTAL ESTEPA

#### Tests of Homogeneity of Variances Effect: "Sector"

	Hartley	Cochran	Bartlett	df	p
BT_Mg/ha	1,208077	0,272511	1,211991	3	0,750130

**Se cumple el supuesto de homocedasticidad**

#### Univariate Tests of Significance for BT\_Mg/ha Sigma-restricted parameterization

##### Effective hypothesis decomposition

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	14224,65	1	14224,65	456,8539	0,000000
Sector	221,71	3	73,90	2,3736	0,070308
Error	9496,51	305	31,14		

**NO HAY DIFERENCIAS**

### BIOMASA TOTAL MATORRAL

#### Tests of Homogeneity of Variances Effect: "Sector"

	Hartley	Cochran	Bartlett	df	p
BT_Mg/ha	3,398403	0,451503	4,170923	2	0,124250

**Se cumple el supuesto de homocedácea**

#### Univariate Tests of Significance for BT\_Mg/ha Sigma-restricted parameterization

##### Effective hypothesis decomposition

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	25241,17	1	25241,17	171,9922	0,000000
Sector	2379,06	2	1189,53	8,1054	0,000628
Error	11593,85	79	146,76		

**HAY DIFERENCIAS**

#### Unequal N HSD; variable BT\_Mg/ha Approximate Probabilities for Post Hoc Tests

Error: Between MS = 146,76, df = 79,000

Sector	{1}	{2}	{3}
1 IGNACIO NORTE		0,106168	0,008749
2 QUILLEN	0,106168		0,292041
3 IGNACIO SUR	0,008749	0,292041	

**ANEXO C. SINTESIS DE DATOS DE ESTRUCTURA DE RODALES DE IS DE REFERENCIA**

**PARCELA DE SITIO SEMEJANTE A IGNACIO NORTE**

RODAL N°:	16	SUP. DEL RODAL:	10,7 ha
CAMPO:	LITRAN CORFONE	FECHA:	15/04/2009
INTERVENCION:	PODA	SUP. PARCELA:	1000 m2
DENSIDAD INICIAL:	1111	IND./PARCELA:	99 pl
DISEÑO DE PLANTACION:	3X 3 M	IND./HECTAREA:	990 pl/ha.

DAP Cuad.	20,3 cm	VOL TOT parc	14,37 m3/parc
DAP MINIMO	8,8 cm	VOL TOT promedio	0,145 m3/m2
DAP MAXIMO	30,6 cm	VOL TOT m3/ha	143,71 m3/ha
		Vol Tot del Rodal	1537,7 m3/ha
AREA BASAL parc.	3,21 m2/ha		
AREA BASAL promedio	0,032 m2/ha	ALT DOM PROM	9,8 m
AREA BASAL m²/Ha.	32,10 m2/ha	DAP DOM PROM	26,1 cm
		IDR:	709,9
		DR	7,1

**Alturas**

N° Arbol	DAP (cm)						Ht(m)
27	30,40						9,8
34	26,10						10,2
93	24,30						9,1
94	24,10						9,8
95	25,60						10
MEDIDAS DE ENTRENUDOS A PARTIR DE 1,30 METROS							
N° Arbol	DAP (cm)	1	2	3	4	5	Ht (m)
27	30,40	67	62	63	60	71	9,8

**PARCELA DE SITIO SEMEJANTE A IGNACIO SUR**

RODAL N°:	4	SUP. DEL RODAL:	16,71 ha
CAMPO:	LONCO LUAN CORFONE	FECHA:	03/06/2009
INTERVENCION:	PODA	SUP. PARCELA:	1000 m2
DENSIDAD INICIAL:	1200	IND./PARCELA:	117 pl
DISEÑO DE PLANTACION:	3X 3 M	IND./HECTAREA:	1170 pl/ha.

DAP Cuad.	20,6 cm	VOL TOT parc	16,14 m3/parc
DAP MINIMO	11,1 cm	VOL TOT promedio	0,138 m3/m2
DAP MAXIMO	29,1 cm	VOL TOT m3/ha	161,36 m3/ha
		Vol Tot del Rodal	2696,36 m3/ha
AREA BASAL parc.	3,89 m2/ha		
AREA BASAL promedio	0,033 m2/ha	ALT DOM PROM	9,0 m
AREA BASAL m²/Ha.	38,87 m2/ha	DAP DOM PROM	0,0 cm
		IDR:	855,4
		DR	8,6

**Alturas**

N° Arbol	DAP (cm)						Ht (m)
5	26,00						10,1
32	25,40						8,6
71	25,40						9,2
75	25,80						7,7
87	27,50						10
89	27,40						9
116	29,10						8,5
MEDIDAS DE ENTRENUDOS A PARTIR DE 1,30 METROS							
N° Arbol	DAP (cm)	1	2	3	4	5	Ht (m)
89	27,40	61	57	58	56	64,00	9

**PARCELA DE SITIO SEMEJANTE A ESTANCIA RAHUE**

RODAL N°:	11	SUP. DEL RODAL:	20 ha
CAMPO:	A. ANCHA - CORFONE	FECHA:	03/06/2009
INTERVENCION:	PODA Y RALEO	SUP. PARCELA:	1000 m2
DENSIDAD INICIAL:	1900 pl/ha.	IND. PARCELA:	26 pl
DISEÑO DE PLANTACION	2 X 2,5 M	IND./HECTAREA:	260 pl/ha.

DAP Cuad,	31,2 cm	VOL TOT parc	14,52 m3/parc
DAP MAXIMO	40,8 cm	VOL TOT promedio	0,559 m3/m2
		VOL TOT m3/ha	145,22 m3/ha
AREA BASAL parc,	1,98	Vol Tot del Rodal	2904,4 m3/ha
AREA BASAL promedio	0,076 m2/ha		
AREA BASAL m <sup>2</sup> /Ha,	19,83 m2/ha	ALT DOM PROM	16,6 m
		DAP DOM PROM	36,1 cm
		IDR:	370,4
		DR	3,6

Alturas							
N° Arbol	DAP (cm)						Ht (m)
28	34,6						16,10
31	40,8						18,00
66	37,4						14,90
109	31,4						17,20
115	36,4						16,80
MEDIDAS DE ENTRENUDOS A PARTIR DE 1,30 METROS							
N° Arbol	DAP (cm)	1	2	3	4	5	Ht (m)
115	36,4	68	64	71	71	68	16,80

**PARCELA DE SITIO SEMEJANTE A ESTANCIA QUILLEN**

RODAL N°:	A P. GUACHO	SUP. DEL RODAL:	12,2 ha
CAMPO:	EA. C.I. PULMARI	FECHA:	03/06/2009
INTERVENCION:	NO	SUP. PARCELA:	250 m2
DENSIDAD INICIAL:	1111pl/ha.	IND./PARCELA:	28 pl.
DISEÑO DE PLANTACION:	3X3M	IND./HECTAREA:	1100 pl/ha.

DAP Cuad.	35,8 cm	VOL TOT parc	10,17 m3/parc
DAP MINIMO	34,1 cm	VOL TOT promedio	0,363 m3/m2
DAP MAXIMO	37,5 cm	VOL TOT m3/ha	101,69 m3/ha
		Vol Tot del Rodal	1240,7 m3/ha
AREA BASAL parc.	2,82 m2/ha		
AREA BASAL promedio	0,101 m2/ha	ALT DOM PROM	8,3 m
AREA BASAL m <sup>2</sup> /Ha.	28,25 m2/ha	DAP DOM PROM	45,7 cm
		IDR:	1961,2
		DR	4,7

Alturas							
N° Arbol	DAP (cm)						Ht (m)
4	37,40						8,13
7	35,50						7,25
10	36,80						9,85
	0,00						
	0,00						
	0,00						
	0,00						
MEDIDAS DE ENTRE NUDOS A PARTIR DE 1,30 METROS							
N° Arbol	DAP (cm)	1	2	3	4	5	Ht(m)
4	37,4	54	60	58	61	40	8,13
7	35,5	43	47	41	62	60	7,25
10	36,8	68	67	77	50	70	9,85



**PARCELA DE SITIO SEMEJANTE A COMUNIDADES CURRUMIL Y SALAZAR**

RODAL N°:	44	SUP. DEL RODAL:	8,97 ha
CAMPO:	RELEN CORFONE	FECHA:	03/06/2009
INTERVENCION:	PODA	SUP. PARCELA:	250 m2
DENSIDAD INICIAL:	1111	IND./PARCELA:	25 pl
DISEÑO DE PLANTACION:	3X3M	IND./HECTAREA:	1000 pl/ha.

DAP Cuad.	35,0 cm	VOL TOT parc	8,05 m3/parc
DAP MINIMO	33,0 cm	VOL TOT promedio	0,322 m3/m2
DAP MAXIMO	37,4 cm	VOL TOT m3/ha	80,47 m3/ha
		Vol Tot del Rodal	721,8 m3/ha
AREA BASAL parc.	2,41 m2/ha		
AREA BASAL promedio	0,096 m2/ha		m
AREA BASAL m2/Ha.	24,07 m2/ha	ALT DOM PROM	7,8 cm
		DAP DOM PROM	47,7
		IDR:	1717,0
		DR	4,1

Alturas							
N° Arbol	DAP (cm)	Ht 2008 (m)					
1	36,50	7,76					
16	35,10	7,95					
	0,00						
	0,00						
	0,00						
	0,00						
	0,00						
MEDIDAS DE ENTRE NUDOS A PARTIR DE 1,30 METROS							
N° Arbol		1	2	3	4	5	
1	36,50	76	51	60	68	72	7,76
16	35,10	64	71	89	64	83	7,95

## ANEXO D- MODELOS DE ROTACION FORESTAL SEGÚN ÍNDICE DE SITIO Y DENSIDAD INICIAL DE PLANTAS

### 1- Estancia Rahue

AÑO	PLANTAS	VOLUMEN M3/HA	MANTILLO TN/HA	CARBONO (BA+BS+MANT)	ALTURA DOM, m	DAPc, cm	DR	CO2eq, TN/HA	MANEJO
0	1100	1,3	0	0,1	0,1	0,24	0,0	0,367	
1	1100	1,3	0	0,6	0,2	0,95	0,1	2,202	
2	1100	1,3	0,1	1,2	0,3	1,44	0,2	4,404	
3	1100	1,4	0,1	1,7	0,4	1,86	0,2	6,239	
4	1100	1,5	0,1	2,2	0,5	2,24	0,3	8,074	
5	1100	1,9	0,1	4	0,8	3,35	0,5	14,68	
6	1100	3,0	0,1	7	1,4	4,82	0,9	25,69	
7	1100	5,2	0,2	10,8	2,1	6,39	1,4	39,636	
8	1100	8,5	0,3	14,9	2,8	7,88	1,9	54,683	
9	1100	12,9	0,5	19,2	3,6	9,26	2,4	70,464	<b>P1</b>
10	1100	18,4	4,6	25,5	4,3	10,55	3,0	93,585	
11	1100	24,9	4,7	29,9	5,1	11,75	3,5	109,733	
12	1100	32,3	5	34,2	5,8	12,87	4,0	125,514	
13	1100	40,6	5,4	38,6	6,5	13,92	4,5	141,662	
14	1100	49,7	6	43,1	7,2	14,91	5,0	158,177	
15	1100	59,5	6,6	47,4	7,9	15,85	5,5	173,958	
16	1100	69,9	7,4	51,8	8,6	16,75	5,9	190,106	<b>P2</b>
17	1100	81,0	20	62	9,3	17,6	6,4	227,54	
18	1100	92,7	20,5	66,1	9,9	18,41	6,8	242,587	
19	1100	104,9	21	70,2	10,5	19,19	7,3	257,634	
20	1100	117,6	21,7	74,2	11,2	19,94	7,7	272,314	
21	1100	130,8	22,4	78,2	11,8	20,66	8,1	286,994	
22	1100	144,4	22,9	82,1	12,4	21,35	8,5	301,307	
23	1100	158,4	23,8	86,1	12,9	22,01	9,0	315,987	<b>R1</b>
24	608,6	88,6	32,9	67,7	13,5	25,88	6,3	248,459	
25	608,6	99,8	33,5	70,5	14,1	26,66	6,6	258,735	
26	608,6	111,2	34,1	73,2	14,6	27,42	6,9	268,644	
27	608,6	123	34,8	76	15,1	28,15	7,2	278,92	
28	608,6	134,9	35,6	78,7	15,7	28,86	7,4	288,829	
29	608,6	147	36	81,3	16,2	29,55	7,7	298,371	
30	608,6	159,3	36,2	83,7	16,7	30,22	8,0	307,179	
31	608,6	171,8	36,5	86,1	17,2	30,87	8,2	315,987	
32	608,6	184,5	36,8	88,4	17,7	31,51	8,5	324,428	
33	608,6	197,4	37,1	90,8	18,2	32,12	8,7	333,236	
34	608,6	210,4	37,5	93,2	18,6	32,73	9,0	342,044	<b>R2</b>
35	370,6	103,9	46,1	73,5	19,1	35,64	6,2	269,745	
36	370,6	114,5	46,2	75,1	19,6	36,35	6,4	275,617	
37	370,6	125,1	46,3	76,7	20	37,04	6,6	281,489	
38	370,6	135,9	46,4	78,4	20,5	37,72	6,8	287,728	
39	370,6	146,8	46,6	80	20,9	38,38	6,9	293,6	
40	370,6	157,7	46,5	81,5	21,4	39,02	7,1	299,105	
41	370,6	168,7	46,2	82,8	21,8	39,65	7,3	303,876	<b>CF</b>
41,1	0,0	0,0	82,8	41,4	0,0	0,0	0,0	151,938	

## 2- Cuadro Ignacio Norte

AÑO	PLANTAS	VOLUMEN M3/HA	MANTILLO TN/HA	CARBONO (BA+BS+MANT)	ALTURA DOM, m	DAPc, cm	DR	CO2eq, TN/HA	MANEJO
0	1100	1,3	0	0,1	0,1	0,24	0,0	0,367	
1	1100	1,3	0	0,6	0,2	0,95	0,1	2,202	
2	1100	1,3	0,1	1,2	0,3	1,44	0,2	4,404	
3	1100	1,4	0,1	1,7	0,4	1,86	0,2	6,239	
4	1100	1,5	0,1	2,2	0,5	2,24	0,3	8,074	
5	1100	1,9	0,1	4	0,8	3,32	0,5	14,68	
6	1100	2,9	0,1	6,7	1,3	4,7	0,9	24,589	
7	1100	4,9	0,2	10,3	2	6,18	1,3	37,801	
8	1100	7,8	0,3	14,1	2,7	7,59	1,8	51,747	
9	1100	11,7	0,5	18,1	3,4	8,9	2,3	66,427	<b>P1</b>
10	1100	16,5	4,6	24,1	4,1	10,12	2,8	88,447	
11	1100	22,2	4,7	28,1	4,8	11,25	3,3	103,127	
12	1100	28,7	5	32,1	5,5	12,32	3,7	117,807	
13	1100	36,0	5,4	36,2	6,1	13,31	4,2	132,854	
14	1100	43,9	6	40,3	6,8	14,26	4,7	147,901	
15	1100	52,4	6,5	44,3	7,4	15,15	5,1	162,581	
16	1100	61,6	7,3	48,4	8	16	5,5	177,628	
17	1100	71,3	8,2	50	8,7	16,81	6,0	183,5	<b>P2</b>
18	1100	81,4	20,7	62,3	9,3	17,58	6,4	228,641	
19	1100	92,1	21,1	66	9,8	18,32	6,8	242,22	
20	1100	103,1	21,7	69,7	10,4	19,03	7,2	255,799	
21	1100	114,6	22,3	73,4	11	19,71	7,6	269,378	
22	1100	126,5	23	77,1	11,5	20,37	8,0	282,957	
23	1100	138,7	23,5	80,6	12,1	21	8,3	295,802	
24	1100	151,2	24,4	84,2	12,6	21,62	8,7	309,014	
25	1100	164,0	25,2	87,8	13,1	22,21	9,1	322,226	<b>R1</b>
26	608,5	92	34,3	68,9	13,6	26,02	6,4	252,863	
27	608,5	102,1	34,9	71,4	14,1	26,72	6,6	262,038	
28	608,5	112,5	35,5	73,9	14,6	27,4	6,9	271,213	
29	608,5	123,1	36,1	76,3	15,1	28,06	7,1	280,021	
30	608,5	133,8	36,9	78,8	15,6	28,7	7,4	289,196	
31	608,5	144,7	37,1	81	16	29,32	7,6	297,27	
32	608,5	155,7	37,3	83,2	16,5	29,92	7,8	305,344	
33	608,5	166,9	37,5	85,3	16,9	30,51	8,1	313,051	
34	608,5	178,2	37,7	87,4	17,4	31,08	8,3	320,758	
35	608,5	189,6	38	89,5	17,8	31,64	8,5	328,465	
36	608,5	201,2	38,3	91,6	18,2	32,19	8,8	336,172	
37	608,5	212,8	38,7	93,7	18,7	32,72	9,0	343,879	<b>R2</b>
38	370,8	105,3	47,2	73,8	19,1	35,54	6,2	270,846	
39	370,8	114,7	47,3	75,3	19,5	36,17	6,4	276,351	
40	370,8	124,2	47,3	76,7	19,9	36,78	6,5	281,489	
41	370,8	133,8	47,5	78,2	20,3	37,39	6,7	286,994	
42	370,8	143,5	47,6	79,6	20,7	37,98	6,8	292,132	
43	370,8	153,2	47,5	80,9	21,1	38,56	7,0	296,903	
44	370,8	163	47,1	82	21,4	39,12	7,2	300,94	
45	370,8	172,8	46,7	83,2	21,8	39,68	7,3	305,344	<b>CF</b>
45,1	0,0	0,0	83,2	41,6	0,0	0,0	0,0	152,672	

### 3- Cuadro Ignacio Sur

AÑO	PLANTAS	VOLUMEN M3/HA	MANTILLO TN/HA	CARBONO (BA+BS+MANT)	ALTURA DOM, m	DAPc, cm	DR	CO2eq, TN/HA	MANEJO
0	1100	1,3	0	0,1	0,1	0,24	0,0	0,367	
1	1100	1,3	0	0,6	0,2	0,95	0,1	2,202	
2	1100	1,3	0,1	1,2	0,3	1,44	0,2	4,404	
3	1100	1,4	0,1	1,7	0,4	1,86	0,2	6,239	
4	1100	1,5	0,1	2,2	0,5	2,24	0,3	8,074	
5	1100	1,9	0,1	3,9	0,8	3,29	0,5	14,313	
6	1100	2,8	0,1	6,5	1,3	4,57	0,8	23,855	
7	1100	4,5	0,2	9,7	1,9	5,96	1,3	35,599	<b>P1</b>
8	1100	7,1	0,3	13,3	2,5	7,29	1,7	48,811	
9	1100	10,5	0,5	16,9	3,2	8,52	2,2	62,023	
10	1100	14,7	0,7	18,9	3,8	9,67	2,6	69,363	
11	1100	19,7	4,8	26,3	4,5	10,75	3,1	96,521	
12	1100	25,3	5,1	30,1	5,1	11,75	3,5	110,467	
13	1100	31,6	5,5	33,8	5,7	12,69	3,9	124,046	
14	1100	38,5	6	37,6	6,3	13,59	4,3	137,992	
15	1100	45,8	6,6	41,3	6,9	14,43	4,8	151,571	
16	1100	53,7	7,2	45	7,5	15,23	5,2	165,15	
17	1100	62,1	8	48,7	8	16	5,5	178,729	
18	1100	70,9	8,9	52,4	8,6	16,73	5,9	192,308	<b>P2</b>
19	1100	80,1	21,6	62	9,1	17,43	6,3	227,54	
20	1100	89,6	22	65,4	9,7	18,1	6,7	240,018	
21	1100	99,5	22,5	68,7	10,2	18,75	7,0	252,129	
22	1100	109,7	23,1	72,1	10,7	19,37	7,4	264,607	
23	1100	120,2	23,8	75,4	11,2	19,97	7,7	276,718	
24	1100	131,0	24,2	78,6	11,7	20,55	8,1	288,462	
25	1100	142,1	25	81,9	12,2	21,11	8,4	300,573	
26	1100	153,4	25,8	85,2	12,6	21,65	8,7	312,684	
27	1100	164,9	26,7	88,4	13,1	22,18	9,1	324,428	<b>R1</b>
28	608,6	92	35,7	69,2	13,5	25,9	6,3	253,964	
29	608,6	101,1	36,2	71,4	14	26,53	6,6	262,038	
30	608,6	110,3	36,8	73,7	14,4	27,13	6,8	270,479	
31	608,6	119,7	37,4	75,9	14,8	27,72	7,0	278,553	
32	608,6	129,2	38	78,1	15,3	28,3	7,2	286,627	
33	608,6	138,8	38,2	80	15,7	28,86	7,4	293,6	
34	608,6	148,5	38,3	81,9	16,1	29,4	7,6	300,573	
35	608,6	158,3	38,4	83,8	16,5	29,93	7,9	307,546	
36	608,6	168,3	38,6	85,7	16,9	30,45	8,1	314,519	
37	608,6	178,3	38,8	87,5	17,3	30,96	8,3	321,125	
38	608,6	188,4	39,1	89,4	17,7	31,45	8,5	328,098	
39	608,6	198,6	39,4	91,3	18	31,94	8,7	335,071	
40	608,6	208,9	39,7	93,1	18,4	32,41	8,9	341,677	
41	608,6	219,3	40	95	18,8	32,87	9,0	348,65	<b>R2</b>
42	370,9	109,8	48,5	74,7	19,1	35,63	6,2	274,149	
43	370,9	118,1	48,5	75,9	19,5	36,18	6,4	278,553	
44	370,9	126,5	48,5	77,2	19,9	36,72	6,5	283,324	
45	370,9	135	48,6	78,4	20,2	37,25	6,6	287,728	
46	370,9	143,5	48,7	79,7	20,5	37,77	6,8	292,499	
47	370,9	152	48,4	80,7	20,9	38,27	6,9	296,169	
48	370,9	160,6	47,9	81,6	21,2	38,77	7,1	299,472	
49	370,9	169,2	47,5	82,6	21,6	39,26	7,2	303,142	
50	370,9	177,9	47,2	83,6	21,9	39,74	7,3	306,812	<b>CF</b>
50,1	0,0	0,0	83,6	41,8	0,0	0,0	0,0	153,406	

#### 4- Estancia Quillén y comunidades indígenas Currumil o Salazar

AÑO	PLANTAS	VOLUMEN M3/HA	MANTILLO TN/HA	CARBONO (BA+BS+MANT)	ALTURA DOM, m	DAPc, cm	DR	CO2eq, TN/HA	MANEJO
0	800	1,3	0	0,1	0,1	0,29	0,01	0,4	
1	800	1,3	0	0,6	0,2	1,07	0,07	2,2	
2	800	1,3	0,1	1	0,3	1,62	0,13	3,7	
3	800	1,4	0,1	1,5	0,4	2,08	0,19	5,5	
4	800,0	1,5	0,1	1,9	0,5	2,5	0,25	7,0	
5	800	1,8	0,1	3,4	0,8	3,66	0,44	12,5	
6	800	2,6	0,1	5,5	1,3	5,09	0,72	20,2	
7	800	4,1	0,2	8,3	1,9	6,63	1,07	30,5	P1
8	800	6,3	1,7	12	2,5	8,11	1,45	44,0	
9	800	9,3	1,8	13,8	3,2	9,48	1,84	50,6	P2
10	800	12,9	4,7	19,6	3,8	10,76	2,22	71,9	
11	800	17,2	4,8	22,7	4,5	11,95	2,6	83,3	
12	800	22	5	25,8	5,1	13,07	2,97	94,7	
13	800	27,5	5,2	27,6	5,7	14,12	3,34	101,3	P3
14	800	33,4	10,1	34,3	6,3	15,11	3,7	125,9	
15	800	39,8	10,3	37,3	6,9	16,05	4,05	136,9	
16	800	46,6	10,7	40,4	7,5	16,95	4,39	148,3	P4
17	800	53,8	16,7	46,2	8	17,8	4,73	169,6	
18	800	61,4	17	49,1	8,6	18,61	5,06	180,2	R1
19	444,8	36,2	21,7	39,7	9,1	22,14	3,65	145,7	
20	444,8	42,5	22	41,8	9,7	23,08	3,88	153,4	
21	444,8	49	22,3	43,9	10,2	23,98	4,11	161,1	
22	444,8	55,7	22,6	45,9	10,7	24,84	4,34	168,5	
23	444,8	62,7	23	47,9	11,2	25,67	4,56	175,8	
24	444,8	69,8	23,3	49,9	11,7	26,48	4,77	183,1	
25	444,8	77,1	23,4	51,7	12,2	27,25	4,98	189,7	R2
26	271,9	38,6	28,1	41,7	12,6	29,94	3,51	153,0	
27	271,9	44,7	28,1	43,1	13,1	30,84	3,67	158,2	
28	271,9	50,9	28,2	44,4	13,5	31,71	3,82	162,9	
29	271,9	57,1	28,4	45,8	14	32,55	3,98	168,1	
30	271,9	63,5	28,6	47,1	14,4	33,37	4,13	172,9	
31	271,9	70	28,6	48,4	14,8	34,16	4,28	177,6	
32	271,9	76,5	28,5	49,5	15,3	34,94	4,42	181,7	
33	271,9	83,2	28,4	50,7	15,7	35,69	4,57	186,1	
34	271,9	89,9	28,4	51,9	16,1	36,42	4,71	190,5	
35	271,9	96,6	28,3	53	16,5	37,14	4,85	194,5	
36	271,9	103,5	28,4	54,2	16,9	37,83	4,98	198,9	R3
37	182,3	47,6	32,9	43,7	17,3	38,66	3,45	160,4	
38	182,3	53,4	32,8	44,5	17,7	39,47	3,56	163,3	CF
38,1	0,0	0,0	44,5	22,3	0,0	0,0	0,0	81,6575	