

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TEMUCO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y FORESTALES  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORESTALES



**"EVALUACIÓN TÉCNICO-ECONÓMICO DE OBRAS DE RECUPERACIÓN Y  
CONSERVACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS Y FORESTACIÓN  
REALIZADAS EN COMUNIDADES MAPUCHE DE LA COMUNA DE NUEVA  
IMPERIAL, IX REGIÓN DE LA ARAUCANÍA"**

Tesis presentada como parte de los  
requisitos para optar al título de:

INGENIERO FORESTAL

**Profesor Guía:**

JULIO FIGUEROA SILVA

ANDRÉS ALEJANDRO ANTIVIL ALVAREZ

TEMUCO-CHILE  
2004



## CALIFICACIÓN COMISIÓN INFORMANTE

	<b>Nota</b>
Profesor Patrocinante : Julio Figueroa Silva	6,2
Profesor Copatrocinante : Alex Moscoso Bastias	6,7
Profesor Informante : Andrés Duarte Catalán	6,5

---

V°B° Profesor Patrocinante  
Julio Figueroa Silva  
Ingeniero Forestal

---

V°B° Profesor Co-patrocinante  
Alex Moscoso Bastías  
Ingeniero Forestal

---

V°B° Profesor Informante  
Andrés Duarte Catalán  
Ingeniero Forestal

---

V°B° Director de Escuela  
José Saavedra Lucero  
Ingeniero Forestal



## DEDICATORIA

A mis amados hijos Carlos Andrés y Juan Andrés, quienes con su bello nacimiento permitieron que mi Mente se abriera a horizontes para algunos solo imaginados,

A mi amada Esposa Libeth, quien se ha convertido en mi más fuerte pilar en este diario andar y difícil vivir profesional por el que hoy caminamos,

A mi Padre Carlos, el Tata Carlos según Carlitos Andrés, mi mejor y más incondicional amigo,

A mi Madre de la cual heredé el Don de la Confianza en lo que desarrollara,

A mis amigos Juan Rodríguez, y Carmen Gloria Fuentealba quienes en nuestro constante caminar en la vida de Universitario siempre tuve cerca,

A mi gran compañero, colega y amigo Héctor Hugo Castro Morán, muy bien sabes Hugo que fuiste muy importante con tus continuos y permanentes consejos siempre fraternales.

A mis Profesores de Estadística Jorge Cortés por entregarme conocimientos y metodologías distintas, así mismo agradezco a Francisco Rodríguez por enseñarme a desarrollar carácter profesional, firmeza y lealtad,

A mis queridos colegas de la Corporación Nacional Forestal, CONAF IX Región, quienes me dieron la posibilidad de demostrar que personas jóvenes pero con visión, mucho tienen que aportar a nuestro desarrollo regional, entre los que destaco a Héctor Pérez, Ricardo Vargas, sin olvidar a mis queridos y queridos profesores Julio Figueroa, y Andrés Duarte quienes tan desinteresadamente participaron y dedicaron de su valioso tiempo en la elaboración del presente,

A todos los Peñi que participaron en el desarrollo del proyecto en el cual se enmarca el estudio ***Chaltu mei pu peñi***,

A todos y cada uno de los anteriormente citados solo decirles:

**GRACIAS!**

ANDRÉS ALEJANDRO ANTIVIL ALVAREZ



## INDICE DE MATERIAS

	Pág.	
<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>2</b>	<b>REVISIÓN BIIOGRÁFICA</b>	4
2.1	Antecedentes Socioculturales de la Población Mapuche en la IX Región.	4
2.2	Asentamientos Humanos en la Comuna.	6
2.3	Descripción del Recurso Suelo.	7
2.4	Capacidad de Uso de Suelo.	9
2.5	Zonas Erosionadas.	11
2.6	Estructura de la Propiedad Mapuche en la Comuna	17
2.7	Modificaciones del D.L. 701 para Obras de Conservación de suelos.	19
<b>3</b>	<b>MATERIAL Y MÉTODO.</b>	24
3.1	Material.	24
3.1.1	Ubicación Geográfica del Ensayo.	24
3.1.2	Antecedentes del Área de Estudio.	25
3.1.3	Características Climáticas de la Comuna.	25
3.1.4	Caracterización del tipo de suelo	26
3.2	Método.	29
3.2.1	Obras de Conservación de Suelos (OCS)	29
3.2.1.1	Tratamientos de Regulación de Flujos Hídricos.	29
3.2.1.2	Tratamientos de Incremento de la Infiltración.	30
3.2.2	Plantación:	35
3.2.3	Diseño del Ensayo.	36
3.2.4	Manejo del Ensayo.	43

3.2.4.1	Plantación	43
3.2.4.2	Preparación de suelo:	43
3.2.4.3	Control de Malezas	43
3.2.4.4	Trazado y Construcción de Obras de Conservación de Suelos	43
3.3	Unidades Experimentales.	44
3.4	Variables Calculadas.	44
3.5	Variables recopiladas de tipo climático.	45
3.6	Análisis Estadístico	46
<b>4</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>47</b>
4.1	Evaluación de la Forestación.	47
4.2	Zanjas de Infiltración.	48
4.3	Canal de Desviación	58
4.4	Diques de Postes de Madera.	62
4.5	Manual de Procedimientos Prácticos para acceder al Sistema de Bonificación de Forestales que establece el DL 701 de 1974.	68
4.5.1	Verificación de Estado Legal de la Propiedad.	68
4.5.2	Definición de Tipo de Propietario	69
4.5.3	Elaboración y Presentación del Estudio Técnico correspondiente	69
4.5.4	Solicitud de Resolución.	70
4.5.5	Establecimiento de Plantación y Implementación de Obras de Conservación de Suelos.	70
4.5.6	Elaboración y Presentación del Estudio Técnico de Acreditación Forestal.	70
4.5.7	Solicitud de Resolución.	71
4.5.8.	Retirar en Tesorería el Documento de Bonificación Forestal	71

4.6	Nivel de Incorporación de las Obras de Conservación de Suelos a nivel Regional.	73
5	<b>CONCLUSIONES</b>	77
6	<b>RESUMEN</b>	80
7	<b>SUMMARY</b>	81
8	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	82

## INDICE DE FIGURAS

Figura N°		Pág.
1	Capacidades de Uso de Suelo en la Comuna de Nueva Imperial.	10
2	Siembra en suelo no arable en la Comuna de Nueva Imperial.	13
3	Porcentaje de las Unidades Naturales afectadas por riesgo de erosión.	14
4	Superficie con riesgo de erosión en las Unidades Naturales.	15
5	Superficies afectada por distintos grados de erosión en la Comuna de Nueva Imperial	16
6	Estructura parcelaria en las Comunidades Mapuche de la Comuna de Nueva Imperial.	18
7	Zanjas de Infiltración.	31
8	Dique de Postes de Madera	32
9	Puntos de Medición de una Zanja de Infiltración.	38
10	Puntos de medición de un canal de Desviación.	40
11	Precipitaciones comuna Nueva Imperial 1998-2002	46
12	Gráfico de Zanjas de infiltración Situación Antes-Después	48
13	Principales daños registrados por las Zanjas de Infiltración	51
14	Construcción de Zanjas de Infiltración	53
15	Zanjas de Infiltración con problemas estructurales	54

16	Sección transversal Canal Desviación en 94 puntos de control.	58
17	Canal de Desviación	60
18	Diagrama del Manual de Procedimientos	72

## INDICE DE CUADROS

Cuadro N°		Pág.
1	Superficies con las diferentes Capacidades de Uso en el área Comunal.	9
2	Superficie comunal con riesgo de erosión	13
3	Superficie afectada por distintos grados de erosión en la Comuna de Nueva Imperial.	16
4	Estructura parcelaria de los predios menores de 5 ha	18
5	Distribución Regional de las superficies erosionadas según categoría de erosión	20
6	Clasificación de los Tratamientos de Control de Erosión	34
7	Actividades desarrolladas en cada predio.	44
8	Resumen estado de prendimiento de las Plantaciones	47
9	Estadísticos Zanjas de Infiltración	50
10	Prueba de Wilcoxon para comparaciones pareadas.	52
11	Costos y Rendimiento construcción Zanjas de Infiltración	55
12	Montos bonificados e Invertidos	56
13	Bonificaciones para la Higuera 23	57
14	Medidas Colector Canal Desviación situación Inicial-final.	59
15	Costos y Rendimientos construcción Canal de Desviación.	61
16	Resumen de Diques e Informe de Evaluación	62
17	Detalle de técnicas desarrolladas Higuera 32	65
18	Mano de Obra utilizada en la construcción de diques y costos	66
19	Detalle de Bonificaciones para la Higuera 32	67
20	Incorporación al DL 701 por actividades de recuperación de suelos	74



## 1 INTRODUCCIÓN

A partir de la dictación del Decreto Ley 701 de 1974, el desarrollo forestal en Chile tomó un ritmo acelerado, con plantaciones que han llegado a abarcar cerca de dos millones de hectáreas (INFOR, 2000). Sin embargo, esta superficie se encuentra concentrada en un pequeño grupo de empresas que aprovechan las economías de escala para lograr mayor rentabilidad en su negocio.

La actual orientación que se le ha dado a la ley, busca salvaguardar la equidad en la asignación de los recursos del estado modificando la bajísima participación campesina en la asignación de las bonificaciones forestales.

Se considera que el sector campesino está conformado por pequeños propietarios agrícolas, localizados entre la III y XI región; propietarios forestales, presentes en las regiones VIII, IX y X. Comunidades Indígenas, que comprenden los pueblos Aymará de la I y II región; las comunidades Mapuche concentradas entre la VIII y X región. Finalmente, las comunidades históricas, cuyo ejemplo son las comunidades agrícolas de la III a VI Región.

En la novena región un sector importante a considerar son las comunidades Mapuche, las que se ubican preferentemente en la zona del secano costero de la IX región y la costa de Arauco.

De acuerdo al Plan de Desarrollo Agropecuario, en los suelos ocupados por las comunidades, predominan las clases de capacidad de uso IV y VI en la región

costera y valle central de la cuenca del río Imperial. Hacia el sur de éste, se encuentran las clases VII, principalmente en la costa de la comuna de Puerto Saavedra.

En general la superficie de terrenos de Aptitud Preferentemente Forestal (APF) susceptible de ser forestada bajo distintos regímenes, asciende al menos al **40% del territorio mapuche**, 309.522,5 ha, pues aunque son más frecuentes las clases agrícolas las prácticas tradicionales de explotación de los recursos han provocado un severo deterioro del ecosistema, enfrentándose éstas a severos procesos de degradación de sus recursos naturales ya que por años han estado sometidos a una fuerte presión de cultivos, pastoreo y extracción de leña. De hecho se puede constatar que parte de las comunas más pobres de Chile se encuentran en esta zona.

Con lo anteriormente señalado, el poder realizar algunas acciones de evaluación en el ámbito forestal de las actividades de Conservación y Recuperación de Suelos degradados y Forestación en Comunidades Indígenas de la Región es un elemento que puede aportar importantes antecedentes técnicos y económicos de las mismas, que son de gran relevancia para perfeccionar estrategias, planes y acciones vinculadas con estas Comunidades, para relacionar así la Legislación Forestal existente con el mundo rural indígena de nuestra Región.

En el presente estudio se presentan antecedentes relacionados a actividades de Forestación y Construcción de Obras de Recuperación y Conservación de Suelos en pequeñas propiedades Mapuche de la comuna de Nueva Imperial, costos de construcción, montos Bonificados a través del DL 701 de 1974 y metodologías para acceder a este sistema de incentivos. Junto con lo anterior dar a conocer los principales problemas y costos asociados, en conjunto y en concordancia con lo anterior elaborar una propuesta de Manual de

Procedimientos para acceder al sistema de bonificaciones forestales para hacer un poco más amigable instrumentos a través de los cuales podrían encontrar *nichos* laborales aún no fuertemente explorados por las nuevas generaciones de profesionales, en estos difíciles momentos laborales a las que nos enfrentamos.

## 2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

### **2.1 Antecedentes Socioculturales de la Población Mapuche en la IX Región**

En la región de la Araucanía existe una población de 781.242 personas, de las cuales un 18% declara pertenecer a la Etnia Mapuche (pregunta Censal para personas mayores de 14 años). Esta se encuentra distribuida en un 26,6% en la Provincia de Malleco y un 20,3% en la Provincia de Cautín. En esta última las cuatro comunas con mayor presencia de la cultura Mapuche lo constituyen en orden descendente: Puerto Saavedra con un 42,7%, Galvarino con un 37,7%, Nueva Imperial con un 37% y la comuna de Freire con un 32,7% en relación a su población total (INE, 2002).

En lo que respecta a la comuna de Nueva Imperial, la gran mayoría de los habitantes se identifica con la cultura Mapuche, alcanzando al 51,2% de la población rural, equivalente a 11.376 personas según INE (*op cit*).

Es conocido, que aún cuando la población Mapuche, en su gran mayoría, se confesa de religión cristiana, pueden seguir existiendo al mismo tiempo convicciones y creencias tradicionales Mapuche. Por lo tanto, todavía se encuentra un tercio de los Sectores de los lugares tradicionales de congregación ritual, los *Nguillatue* (Finckh *et al.*, 1998).

*Nguillantun* es el acto de oración en el rito Mapuche y al mismo tiempo el nombre para el lugar del acto. Son familias de varias comunidades, que

celebran las oraciones en forma conjunta. Este conjunto de las comunidades define el Sector Mapuche. No sólo comparten el mismo lugar de oración como puede ser el Nguillantue o la Iglesia, sino también el cementerio, una cancha de fútbol o una sede de reunión.

La tradición Mapuche reconoce fuentes de agua (*ngenko*) y pequeños bosques (*ngenmahuida*) como lugares habitados por un espíritu o Dios de la religión Mapuche. La aparición de los Dioses en vinculación con lugares físicos en la naturaleza, indica la íntima relación espiritual del hombre Mapuche con su medio ambiente. Así, como dice su nombre *Mapuche*, “Hombre de la Tierra”, viviendo con la naturaleza en la búsqueda de un equilibrio y una relación pacífica con su medio ambiente. El *Mapuche*, vinculado con los valores tradicionales de su cultura, trata de no tomar más de la naturaleza que lo realmente necesario. Antes de cortar un árbol, solicita permiso a los Dioses y sólo puede cortarlo donde no habita ningún espíritu. Como consecuencia el piensa en la necesidad que tiene un espíritu de tener un lugar de residencia, es decir, un lugar donde estar, que él protege, como por ejemplo un grupo de árboles o un bosque. Esta tradición, al igual que la tradición de proteger fuentes o cursos de agua, tiene entonces sus raíces en la relación espiritual del ser humano con su medio ambiente, lo que no debe ser confundido con una forma de protección al medio ambiente, no es una técnica del mundo científico del “hombre *huinca*” (Finckh *et al.*, 1998).

Se puede estimar, que la forma de ver la necesidad del ser humano, vivir en íntima relación con su medio natural y la búsqueda de un equilibrio con su medio ambiente persistirá aunque la transculturación del pueblo Mapuche y la religión cristiana siguen avanzando. Ver la vida del ser humano como parte de la naturaleza y entender su existencia como “*Hombre de la Tierra*”, es un aporte positivo de la cultura *Mapuche* a la sociedad chilena, a la cual él pertenece.

No hay antecedentes estadísticos sobre el grado de la mezcla o mestizaje de la población Mapuche ni de la población chilena o la de los colonos inmigrantes europeos, resultados de un proceso de integración, que se puede observar en todas partes de la Región de La Frontera (Finckh *et al.*, 1998).

## **2.2 Asentamientos Humanos en la Comuna de Nueva Imperial**

Según los datos del Censo de Población y Vivienda 2002, la Comuna de Nueva Imperial tiene 36.878 habitantes. En los dos centros urbanos de la comuna viven un total 14.675 habitantes, 12.015 en Nueva Imperial y 2.660 en Cholchol. En Almagro, una pequeña aldea en el sur del territorio comunal, viven 392 habitantes.

La mayor parte de la población, 22.203 habitantes o 60.2 % de la población total viven en el ámbito rural de la comuna.

La población rural vive en forma dispersa en el territorio comunal, cuyo tamaño es de 1.150 km<sup>2</sup>. La densidad aritmética de la población rural es de 18,8 habitantes por km<sup>2</sup>.

La distribución de la población rural no es uniforme. Las densidades de la población rural por km<sup>2</sup> real varía entre 0 hasta 131 habitante, 390 km<sup>2</sup> o 33,9% del territorio comunal es inhabitado.

Los principales asentamientos humanos son Chol Chol y Nueva Imperial, ambos ubicados en zonas bajas, cerca de ríos y, por lo tanto, en el pasado con fácil acceso. El principal eje de tráfico (actualmente pavimentado) es la carretera Temuco-Nueva Imperial-Carahue, que sigue la dirección del Río

Cautín Imperial, el mismo camino sigue el ferrocarril que se encuentra en estado de abandono. Un segundo camino de importancia conecta Galvarino con Chol Chol. Nueva Imperial y Teodoro Schmidt, cruzando así la comuna de norte a sur, pero aún sin pavimentar (Finckh *et al*, 1998).

### **2.3 Descripción del Recurso Suelo**

La comuna no está exenta de graves problemas medio ambientales y sociales que se originan por la sobre explotación de los recursos naturales y los sistemas de uso no adaptados. Acarreando con ello problemas tales como; la erosión, la destrucción de las tradiciones culturales del pueblo Mapuche, la pérdida de diversidad biológica y el deterioro de los recursos hídricos son algunos de los problemas ambientales de la comuna (Finckh *et al*, 1998).

El proceso erosivo comprende tres etapas: alteración "*in situ*" con el desprendimiento de partículas, transporte de partículas y depositación del material inerte (DEFOR, 1994).

La mayor importancia del problema de la Erosión como señala DEFOR (*op cit.*), es el impacto que el proceso tiene sobre el recurso natural, tanto en la degradación del suelo y de la cobertura vegetal que lo protege, como en alteraciones de régimen hidrológico y de la disponibilidad de agua en los sectores erosionados. Todo esto genera un gran impacto negativo sobre la actividad productiva campesina, ya que es causa de rendimientos decrecientes en los cultivos, de empobrecimiento progresivo de la familia campesina, y de sobre-explotación de los recursos. El proceso de erosión alcanza hoy en día tal nivel de gravedad, que amenaza con colapsar definitivamente a la agricultura campesina.

En términos generales la erosión y, por ende la pérdida de fertilidad y calidad del suelo aumenta con la velocidad del flujo superficial, la erodabilidad del suelo, la longitud del declive, la pendiente y la escasez de vegetación. Como factores complejos influyen fuertemente las condiciones climáticas (en especial la pluviometría) y el manejo del suelo.

Todos los suelos que fueron trabajados con el arado, sean en tiempo pasado o actual, ubicados en pendiente, muestran daños por erosión superficial. Esto se debe a que el suelo queda, generalmente, sin cubierta vegetal durante el invierno. Como en la zona la mayoría de las lluvias cae en esta época, se produce una erosión superficial y, en casos más extremos, erosión de zanjas, ésta se produce en sitios con pendiente donde el suelo se encuentra sin o con escasa cobertura vegetal (Finckh *et al.*, 1998).

Con la erosión superficial se arrastra el horizonte más rico en nutrientes y materia orgánica, se pierde tanta materia orgánica como también macro y micronutrientes. Por tal motivo, todos los suelos agrícolas en pendiente sin cubierta vegetal en invierno, presentan problemas de erosión y pérdida de fertilidad del suelo. Aquellos sectores que por su textura, estructura y situación topográfica están más susceptibles a erosión, presentan serios problemas de erosión de zanjas(Francke *et al.*,1998).

## 2.4 Capacidad de Uso de Suelo

El sistema de clasificación “Capacidad de Uso” se sustenta en la capacidad de la tierra para la producción agropecuario y forestal. Consiste en una ordenación de los suelos de acuerdo a las dificultades y riesgos que presenta su uso y a su relativa aptitud para ciertos cultivos, señalando limitaciones naturales de los suelos.

Los suelos están ordenados en las clases I a VIII según sus crecientes limitaciones y riesgos. Las clases de capacidad de uso I, II, III y IV corresponden a suelos arables, V, VI y VII a suelos no arables y suelos de capacidad de uso VIII no presentan aptitud agrícola o forestal.

Cuadro N°1: Superficies con las diferentes capacidades de uso en el área comunal

Capacidad de uso:	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Superficie (ha):	3.662	11.412	35.808	250	13.978	46.581	2.016

Fuente: Monografía de Diagnóstico de Situación y Potencial Ambiental-Productiva de la Comuna (Finckh *et al.*, 1998).

Como se observa en el Cuadro N°1, de los suelos arables de la comuna la mayor parte de la superficie total, corresponden a un 31,5 %; se clasifica como IV. Se trata de la capacidad de uso de suelos rojo-arcillosos de las series *Metrenco*, *Araucano* o *Huelche*, que presentan generalmente fuertes limitaciones al uso por sus características físicas.

El 10 % de la comuna tiene una buena aptitud agrícola con clase III, un 3,2 % corresponden, incluso, a la clase II. Las superficies con éstas últimas clasificaciones corresponden mayoritariamente a los suelos derivados de cenizas volcánicas recientes, como por ejemplo los suelos de las series *Freire* y

*Gorbea* (en el sudeste de la comuna), *Temuco* y *3R* (sobre las terrazas superiores a lo largo de los Ríos Cautín e Imperial).

En la siguiente figura se observan las distintas Capacidades de Uso de Suelo que existen en la Comuna de Nueva Imperial, IX Región.

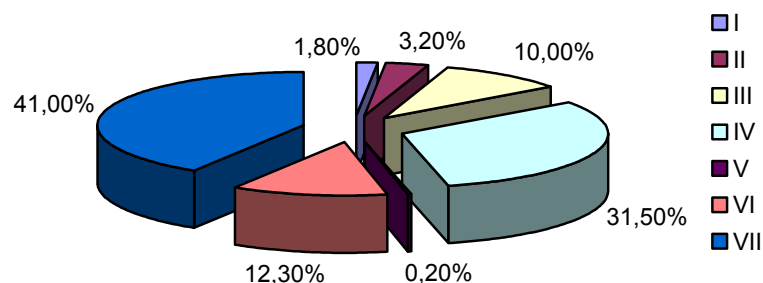


Figura. N° 1: Capacidad de uso del Suelo en la Comuna de Nueva Imperial Fuente: Finckh *et al.*, 1998.

La capacidad de uso varía drásticamente según las respectivas unidades naturales. Las unidades naturales Ribera Norte del Río Cautín, Valles (Cautín, Quepe, Imperial) y Vegas de Boroa tienen 1.070 ha, 740 ha y 1.390 ha de suelos de la clase 2, respectivamente. Las unidades Cordón Molco-Quilimanzano y Altos de Nahuelbuta no poseen hectáreas clasificadas mejor que IV. De los suelos rojo arcillosos, sólo los de la serie Araucano en la unidad natural Ribera Norte del Río Cautín recibieron evaluaciones relativamente buenas con capacidades de uso II ó III. Esta excepción se debe a la topografía que varía de plana a muy levemente ondulada en esta unidad, reduciendo de manera significativa el riesgo de erosión de dichos suelos.

Finckh *et al.* (1998), indican que dentro de la comuna sólo las unidades naturales Ribera Norte del Río Cautín, Valles Cautín, Quepe, Imperial, Vegas de Boroa y Altos de Boroa tienen una aptitud para agricultura intensiva, con perspectivas de competitividad en los mercados para productos agrícolas tradicionales a mediano plazo. La mayor parte de la comuna tiene potenciales más bien para agricultura extensiva o uso forestal, siendo lo último el caso de las unidades Altos de Nahuelbuta, Vertiente Sur-oriental de Nahuelbuta, los Planos Depositionales alrededor de la depresión de Cholchol y los Altos de Molco-Quilimanzano.

Grandes superficies de la Comuna de Nueva Imperial van a presentar a futuro problemas para competir en los mercados tradicionales, lo que implicará fuertes problemas socioeconómicos y sociales para la comuna. El problema se agrava aún más, ya que se trata en su mayoría de sectores rurales con poblaciones Mapuche muy tradicionales, con pocas perspectivas económicas fuera del rubro agropecuario. La sucesiva migración hacia los centros urbanos, es decir, a Nueva Imperial, Temuco o Santiago, significará una pérdida de población rural Mapuche joven y activa, su marginalización en los campamentos y sectores pobres de los centros urbanos y un marcado desapego cultural (Finckh *et al.*, 1998).

Los cambios no necesariamente deben significar la desaparición de la población Mapuche rural, ellos ya mostraron en dos oportunidades anteriores, su capacidad para adaptar tecnologías “modernas” sin dejar de lado sus propias raíces, la primera fue exitosa domesticación del caballo en el siglo XVI y, la implementación del sistema agrícola español en la segunda mitad del siglo pasado. Cambiar o modificar este sistema agrícola (de origen huinca) no toca necesariamente las raíces culturales de la etnia (Finckh *et al.*, 1998).

## **2.5 Zonas Erosionadas**

La erosión es el proceso de transporte de partículas de suelo, a través de los medios agua (erosión hídrica) o aire (erosión eólica). Es la erosión hídrica la que tiene mayor importancia en el área de trabajo (DEFOR, 1994)

Los procesos erosivos se desarrollan mediante Gotas de lluvia destruyen los agregados del suelo y provocan un movimiento de partículas ladera abajo. El deterioro de los agregados causa un sellamiento de los macroporos del suelo, reduciendo la infiltración del agua al suelo aumentando el escurrimiento superficial. Este fenómeno de arrastre de suelo hacia el pie de las laderas se denomina erosión de manto o denudación, y pasa muchas veces, inadvertido para los agricultores. Un segundo aspecto de la erosión son las zanjas que aparecen principalmente en laderas largas o con pendientes superiores a 8%. Las zanjas tienen una mayor visibilidad y se pueden acentuar con lluvias intensas (DEFOR, 1994).

En zonas agrícolas la pérdida de suelo por erosión es exponencialmente mayor a la formación de suelo nuevo desde la roca madre. La visibilidad de ambas formas de erosión puede ser encubierta por labores agrícolas tales como la labranza (Peña, 1985; citado por Finckh *et al.*, 1998), reduciendo la percepción del problema por los agricultores, pero no los daños irreversibles que causa el proceso. La consecuencia más grave de la erosión es el deterioro de la fertilidad del suelo, debido a la disminución de nutrientes y materia orgánica (DEFOR, 1994).

Las causas de la erosión en los suelos de la región, dependen principalmente del uso agrícola inadecuado, el que se centra en tres puntos: Siembra en suelos no arables; Sobrepastoreo y Técnicas deficientes de laboreo o riego. Una ilustración muy gráfica del primer punto mencionado anteriormente es la figura N° 2, que muestra un uso agrícola inadecuado y muy recurrente en la pequeña propiedad Mapuche, que es la Siembra en Suelos no Arables (Finckh *et al.*, 1998).



Figura N° 2: Siembra en suelo no arable en la comuna de Nueva Imperial  
Fuente: (Finckh *et al* 1998)

En el cuadro siguiente, se observa que el 66 % de la Comuna de Nueva Imperial, equivalente a 76.000 ha, corresponden a suelos con un pronunciado riesgo de erosión. Actualmente no se encuentran afectados por este riesgo solamente un 10 % de la superficie se presentan sólo las unidades naturales Vegas de Boroa, Valles de Cautín, Quepe e Imperial y Altos de Nahuelbuta. Los Altos de Boroa; por otro lado la Depresión de Cholchol ya presenta porcentajes considerables (20 % y 40 % respectivamente) de riesgo, todas las otras unidades están casi completamente sometidas a este riesgo (> 90 % de la superficie). Estos valores reflejan la alta fragilidad del recurso suelo dentro de la comuna y la necesidad de encontrar usos de suelo, que respondan a la amenaza de pérdida de éste.

Cuadro N° 2: Superficie comunal con riesgo de erosión.

Riesgo de Erosión	Superficie (ha)	Superficie (%)
Área total comuna	115.900	100 %
Área con riesgo de erosión	75.996	66 %

Fuente: Monografía de Diagnóstico de Situación y Potencial Ambiental-Productiva de la Comuna (Finckh *et al.*, 1998).

En la figura siguiente se observa el porcentaje de unidades naturales afectadas por riesgo de erosión de la comuna de Nueva Imperial.

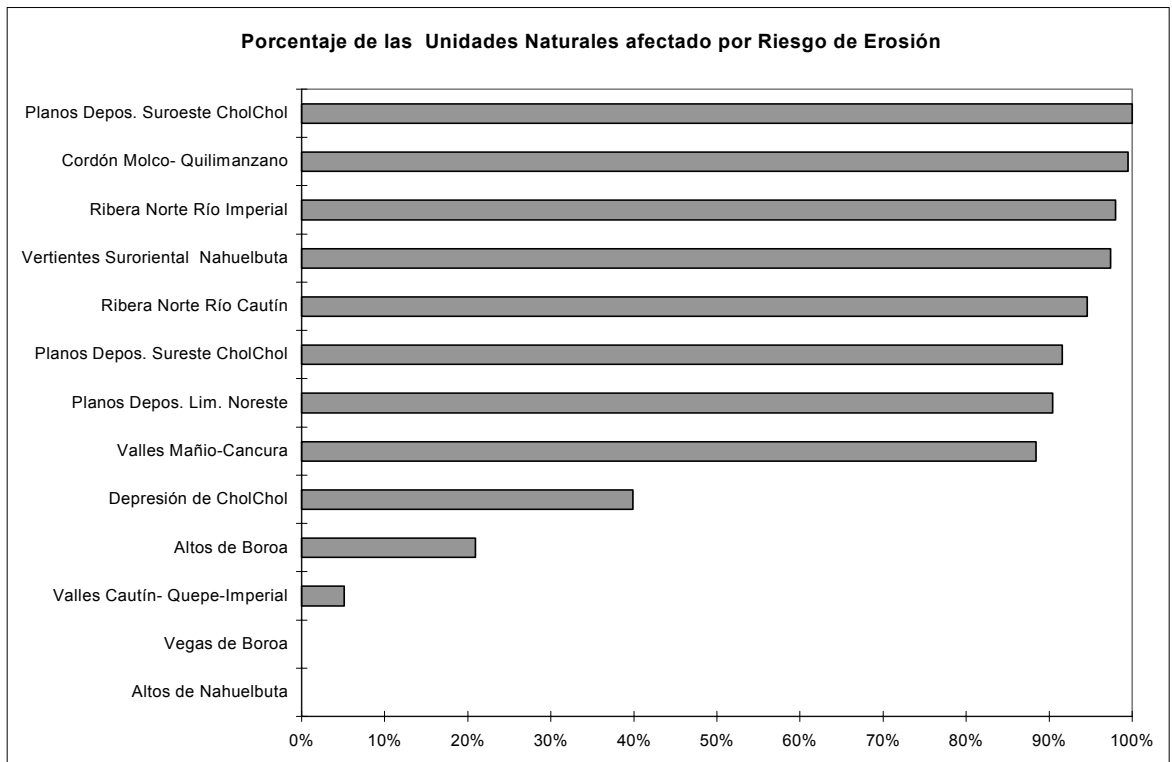


Figura. N° 3: Porcentaje de las Unidades Naturales afectadas por riesgo de erosión. Fuente: Finckh *et al.*, 1998.

Por otro lado, en la siguiente figura se observa las superficies de las unidades naturales afectadas por riesgo de erosión en la comuna de Nueva Imperial, IX Región.

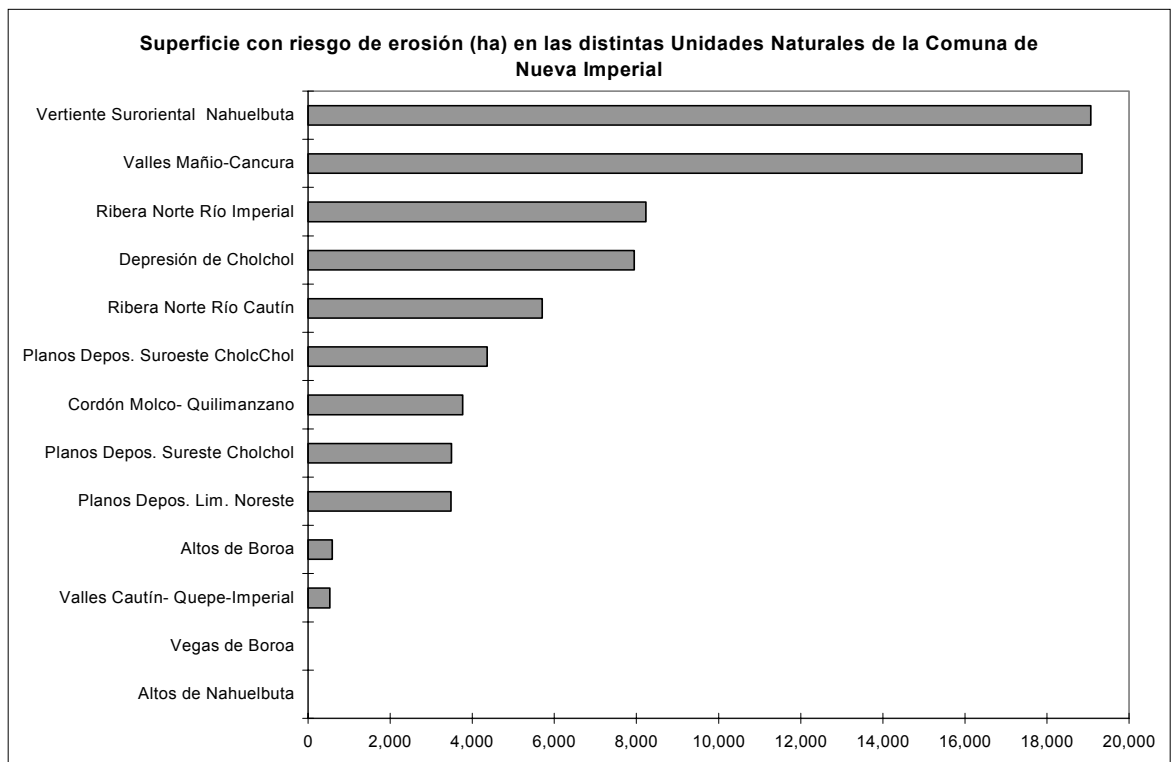


Figura. N° 4: Superficie con riesgo de erosión en las Unidades Naturales.  
Fuente: Finckh *et al.*, 1998.

Calculado en superficies absolutas las mayores zonas con riesgo de erosión corresponden a la *Vertiente Suroriental de Nahuelbuta* y las *Valles Mañío-Cancura*, cada una con una superficie superior de 18.000 ha. (Finckh *et al.*, 1998).

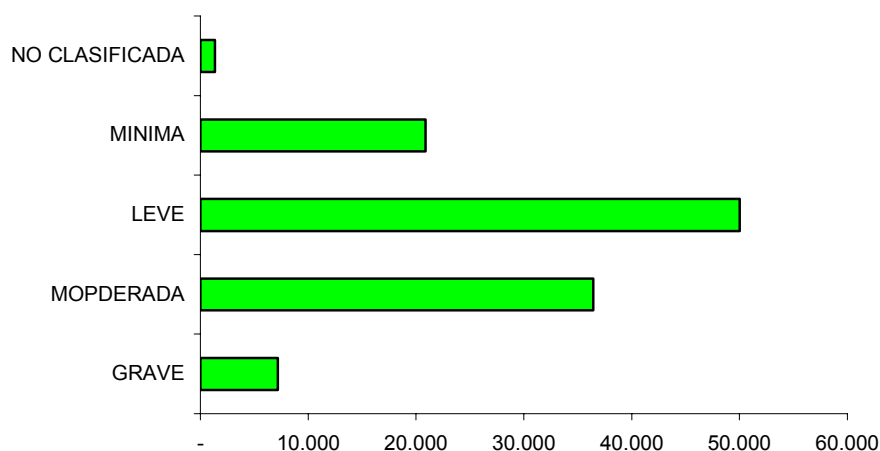


Figura N° 5: Superficie afectada por distintos grados de erosión en la Comuna de Nueva Imperial. Fuente: Finckh *et al.*, 1998.

En la figura anterior se observa que una gran parte de la superficie comunal se encuentra afectada bajo algún grado de erosión (Finckh *et al.*, 1998).

Cuadro N° 3: Superficie afectada por distintos grados de erosión en la Comuna de Nueva Imperial.

Erosión:	Grave	Moderada	leve	mínima	Total erosión	Área total considerada *
Superficie (ha)	7.172	36.435	50.016	20.871	114.494	115.466
Superficie (%)	6,3	31,8	43,7	18,2	100	

\* El área total considerado tiene una diferencia mínima (menos que 0,5 %) con el área total de la comuna (115.900,000 ha) debido a la falta de algunas celdas por falta de fotos aéreas en el límite de la Comuna.

Fuente: (Finckh *et al.*, 1998).

El hecho que 38,1 % de la superficie comunal muestre considerables daños por erosión, significa, que más de la mitad de los suelos presentan elevado riesgo de erosión, evidenciando en forma clara este fenómeno. Es decir, que el

tradicional manejo agrícola destruye en gran escala su recurso fundamental - "el suelo" (Finckh *et al.*, 1998).

El estado actual de erosión en la comuna es el que se presenta, no detectándose la erosión en épocas pasadas. Así, en el caso de plantaciones en terrenos con anterior uso agrícola, principalmente en los sectores Chacamo y Coipuco, se puede estimar que la erosión tuvo un papel importante bajo el uso anterior, ya que generalmente son los terrenos ondulados con bajos rendimientos agrícolas los que se cambian al uso forestal. No obstante, como está ya demostrado, una vez establecida una plantación, la erosión se reduce fuertemente. Es probable que partes de los terrenos forestales que, actualmente, se clasificaron como de erosión leve perdieron en tiempos pasados una buena parte de su potencial productivo por erosión (Finckh *et al.*, 1998).

## **2.6 Estructura de la Propiedad Mapuche en la Comuna**

Las tierras de las Comunidades Mapuche se encuentran subdivididas en pequeños potreros; cada uno para una familia. La organización de los potreros de distintos tamaños son en forma irregular. En la cercanía de los ríos se puede apreciar, que los potreros están agrupados en un conjunto de rectángulos orientados, en su mayoría, hacia la orilla del río (Finckh *et al.*, 1998).

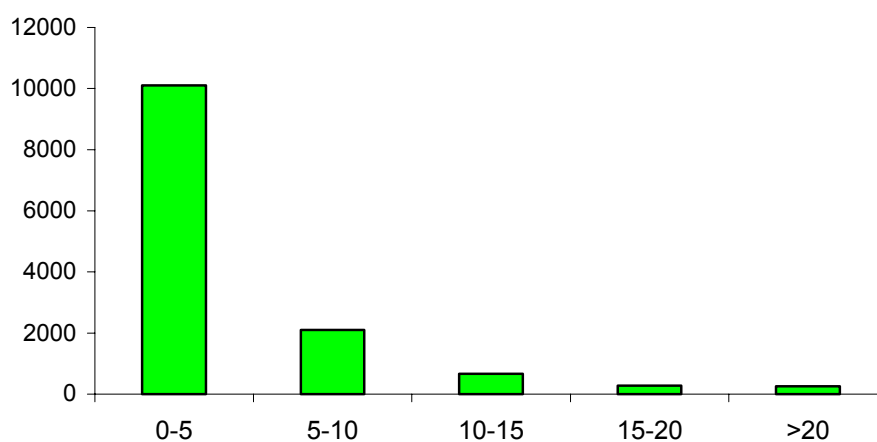


Figura. N° 6: Estructura parcelaria en las Comunidades Mapuche en la comuna de Nueva Imperial. Fuente: Finckh *et al.*, 1998.

La superficie total de todas las comunidades es de 554,2 km<sup>2</sup> y abarca el 47,7 % de la superficie comunal. (Finckh *et al.*, 1998).

Las Comunidades mapuches están afectadas por la extrema subdivisión de la tierra. Solamente 207 parcelas tienen un tamaño mayor a 20 ha (Finckh *et al.*, 1998).

Cuadro N° 4: Estructura parcelaria de los predios menores de 5 ha.

Rango ha	Nº Parcelas	Superficie (ha)
0 a 1	2.546	10.530,5
1 a 2	3.030	12.193,3
2 a 3	2.146	8.867,8
3 a 4	1.445	5.542,4
4 a 5	950	3.879,7

Fuente: Finckh *et al.*, 1998.

Un total de 75,7%, la mayor parte de los predios, tienen un tamaño de menos de 1 ha hasta 5 ha. Predios de tamaños menores de 2 ha, un total de 5.487 predios, que ocupan una superficie de 57.010,2 ha, pueden ser considerados

como propiedades fuera de la posibilidad para una agricultura rentable como única fuente de ingreso. Respecto de la concentración propietaria de la superficie se puede constatar, que un 21% de los campesinos tiene más de un predio (Finckh *et al.*, 1998).

## **2.7 Modificaciones del D.L. 701 para Obras de Conservación de Suelos**

En el año 1998 se publica en el diario oficial, las modificaciones efectuadas al D.L. N° 701 de 1974, por la Ley N° 19.561, en la cual se pretende reenfocar el sistema de incentivos a la actividad Forestal, con un claro énfasis a los medianos y pequeños propietarios(PP). Además de lo anterior se incluye un gran tema y terminología asociada, que son las Obras de Conservación de Suelos (OCS).

La nueva Ley sobre Fomento Forestal Chilena tiene como objetivos regular la actividad forestal en suelos de Aptitud Preferentemente Forestal (APF) y en suelos degradados e incentivar la forestación en especial por parte de medianos y pequeños propietarios forestales(PPF) y aquella es necesaria para la prevención de la degradación, protección y recuperación de los suelos del territorio nacional (Francke *et al.*, 1998).

Un aspecto relevante de esta nueva Ley se centra en la recuperación de los suelos degradados del país, los cuales se encuentran afectados en un 50% por procesos de erosión, representando uno de los principales problemas ambientales y sociales del país (Francke *et al.*, 1998).

Entre los problemas ambientales de Chile se reconoce que la erosión o "cáncer del suelo", constituye, desde el punto de vista ambiental y probablemente en

términos socioeconómicos, el de mayor relevancia en el sector silvoagropecuario (DEFOR, 1994).

En el ámbito nacional, la superficie total de suelos erosionados alcanza a 34.490.800 hectáreas, lo que representa un 46 % del territorio (Francke *et al.*, 1998).

En lo fundamental se hace recomendable propender, desde una perspectiva de gestión moderna e integrar los suelos a la gestión silvícola, de tal forma de lograr, a través del uso forestal de éstos, una gestión que logre compatibilizar la conservación de suelos forestales y la productividad de sitios de ese tipo. (Francke *et al.*, 1998) (Ver Cuadro N°5).

Cuadro N° 5: Distribución Regional de las superficies erosionadas según categoría de erosión (en miles de Hectáreas).

Región	Superf. Regional	Sup Regional Erosionado (%)	Erosión severa y muy severa	Erosión moderada	Erosión leve	Superficie total erosionada
I	5.807,2	43	1.065,3	1.117,8	356,1	2.539,2
II	12.530,6	21	1.435,2	1.120,1	126,3	2.681,6
III	7.826,8	35	1.208,4	809,3	630,4	2.648,1
IV	3.964,7	85	654,2	1.245,6	1.379,6	3.459,4
V	1.637,8	55	283	146,8	463,9	893,7
R.M	1.578,2	36	482,9	58,9	17,1	558,9
VI	1.595	61	742,7	210,8	19,9	973,4
VII	3.051,8	51	814,7	686,6	36,7	1.538,0
VIII	3.600,7	66	994,2	1.167,5	200,4	2.362,1
IX	3.247,2	76	875,1	1.536,5	66,5	2.478,1
X	6.149,4	66	995,2	1.656	2.194,9	4.846,1
XI	10.715,3	45	1054,8	2,179,8	1.389,9	4.624,5
XII	11.231	37	900	3463,5	524,3	4.887,8
<b>Total</b>	<b>72.935,7</b>	<b>46</b>	<b>11.505,7</b>	<b>15.579,2</b>	<b>7.406</b>	<b>34.490,9</b>

Fuente: CONAF, 1998.

A continuación se muestran las principales modificaciones al reglamento del D.L. 701.

### **Principales modificaciones reglamentarias de julio de 2000**

- Eliminación de exigencia de plan de manejo como requisito para bonificaciones.
- Eliminación certificado de avalúo fiscal para calificaciones de terrenos de A.P.F.
- Solicitud de certificado de futura bonificación conjuntamente con solicitud de Calificación de Terrenos de Aptitud Preferentemente Forestal(CTAPF).
- Facilidades para presentación de solicitud de bonificación por parte de cesionarios, cuando exista transferencia de la bonificación.
- Facilidades para acreditación de dominio del predio para segundas y posteriores presentaciones (certificado de dominio o declaración jurada ante notario).
- Acortamiento de plazo para solicitar el pago de bonificación del 15 % restante de PPF.

### **Nuevas modificaciones reglamentarias (09 abril,2001)**

- D.S. N° 51 modifica D.S. N° 192, sobre reglamento para el pago de las bonificaciones forestales.
- D.S. N° 52 modifica D.S. N° 193, sobre reglamento general del D.L. 701.

### **Objetivo de las modificaciones**

- Ampliar la superficie bonificable.
- Flexibilización de requisitos técnicos.

- Facilitar el acceso a los beneficios de la ley.
- Armonizar normas legales.

#### **Tendientes a ampliar la superficie forestable:**

- Suelos ubicados en áreas en proceso de desertificación.
- Eliminación del requisito que sean de secano no arables.
- Flexibilización de requisitos para la determinación de suelos degradados, de erosión moderada, de erosión severa, y erosión muy severa.
- Flexibilización de requisitos para la determinación de suelos frágiles.
- Flexibilización requisitos dunas.

#### **Tendientes a facilitar el acceso a los beneficios de la ley.**

- Eliminación de requisitos técnicos para calificación de terrenos de APF.
- Antecedentes climáticos y fisiográficos.
- Posición relativa en cuenca hidrográfica
- Calificación de terrenos de APF para los que tengan tal aptitud, suelos frágiles, Ñadis, ubicados en áreas en procesos de desertificación, degradados, dunas de propiedad de pequeños propietarios forestales.
- Reconocimiento de suelos forestables(RSF) para suelos que no tienen calidad de A.P.F: Suelos de cualquier clase, degradados, de PPF, suelos de secano arables (clases I A IV) ubicados en zonas degradadas, suelos de secano arables (clases I A IV), degradados, suelos de clase IV de riego, degradados, suelos degradados para cortinas cortavientos.
- Acreditación de dominio en segundas presentaciones mediante certificado de vigencia o declaración jurada ante notario. Exceptúa de la acreditación de dominio en caso de cesionarios, cuando existe transferencia de bonificaciones.

### **Tendientes a armonizar normas legales**

- Eliminación de facultad de la Corporación para tramitación de Plan de Manejo para forestaciones.
- Eliminación de requisito que en solicitud relativa al D.L. 701 se autorice el ingreso a los predios.
- Aclaración respecto a tablas de costos a utilizar cuando no exista fijación de costos para determinadas actividades.

### **Otras disposiciones**

- Exceptúa a cortinas corta vientos de planes de manejo.
- Clarifica la oportunidad para solicitar modificaciones de planes de manejo (PM).
- Aclara composición de bonificación por asesoría profesional y su relación a estudios o planes tipo.

## **3 MATERIAL Y MÉTODO.**

### **3.1 Material**

Los materiales a utilizar para llevar a cabo la presente investigación son:

Materiales de Escritorio:

Computador y Software asociados.

Materiales de Terreno: Huincha (50, 30 y 3 m), brújula y GPS.

#### **3.1.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ENSAYO.**

La Comuna de Nueva Imperial se ubica en la Novena Región de Chile, aproximadamente entre los 30°25' de latitud Sur y los 72°45' a 73°07' longitud Oeste. Diversidad geomorfológica, biológica y cultural son algunas de las características de esta comuna, cuya posición geográfica corresponde a una situación de transición entre las macrounidades geográficas de la Cordillera de la Costa y Llano Central. Esta transición se refleja en las diferentes unidades naturales que se encuentran en el área de la comuna.

La parte noroeste de la comuna es dominada por la Cordillera de Nahuelbuta, la cual tiene aquí su límite sur. En el sudeste de la comuna se ubica el Cordón Montañoso de Molco-Quilimanzano, los dos pertenecen a la Cordillera de la Costa. En la parte centro norte y noreste de la comuna se encuentra la Depresión de Chol Chol, entre la Cordillera de Nahuelbuta al oeste y el cordón

montañoso de los Cerros Huimpil-Ñielol al este. La parte central de la comuna es atravesada por los Ríos Cautín y Quepe, el límite sudeste está en el antiguo cauce del Río Toltén con sus terrazas pleistocénicas.

Las zonas de mayor concentración de población corresponden actualmente a las cercanías de los Ríos Chol Chol, Quepe, Cautín e Imperial, las de menor concentración poblacional a las zonas altas de la Cordillera de Nahuelbuta. Esto coincide con la disponibilidad y fragilidad de los recursos naturales, especialmente del suelo, mostrando una mejor capacidad de uso en estas zonas (Finckh *et al.*, 1998)

### 3.1.2 ANTECEDENTES DEL ÁREA DE ESTUDIO.

El lugar del estudio se encuentra en comuna de Nueva Imperial, en las cercanías de la localidad de Almagro, a 15 Km de Nueva Imperial, denominado Llancahue.

Las coordenadas UTM del sector son: **673.588 E** y **5702.129 N** a 79 m.s.n.m., en *datum* sudamericano 1969.

### 3.1.3 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DE LA COMUNA

El clima de la Comuna de Nueva Imperial refleja en la línea el límite sur del área de influencia del anticiclón del Pacífico. Durante el verano, la zona influenciada alcanza hasta los 42°S, en invierno es menos fuerte y termina, aproximadamente, a los 38°S. Esta situación hace que en verano se produzcan muy pocas lluvias en la zona. El 70% de las precipitaciones caen en otoño o invierno, cuando en el área comunal se encuentran actuando los ciclones de las latitudes medias con sus frentes polares (Finckh *et al.*, 1998).

Otro factor de importancia en la comuna es el relieve. En el sentido oeste-este el movimiento de las masas de aire y lluvias dependen de las barreras

topográficas. Por lo tanto, la parte comunal que corresponde a las zonas altas de la Cordillera de Nahuelbuta reciben precipitaciones mucho mayores, que las tierras bajas del secano interior. Del secano interior, la parte suroeste de la comuna, menos protegida por la reducida altura de la Cordillera de la Costa entre los 38°40'S y los 39°15'S, recibe precipitaciones algo mayores de 1100 mm por año, mientras que la parte norte de la depresión de Chol Chol es la zona más seca de la Comuna (especialmente el valle de Repocura) con precipitaciones menores a 1000 mm/año.

En resumen las características climáticas de la comuna, se observa un clima de tipo mediterráneo con el máximo de las precipitaciones en los meses de invierno (fuera del periodo de vegetación) y una marcada sequía en los meses de verano. Solo las altas zonas de la Cordillera de la Costa están sometidos a un clima marino y perhúmedo que no presenta meses de sequía. Un factor climático importante es la ocurrencia de heladas en la mayor parte del año (Finckh *et al* 1998).

#### 3.1.4 Caracterización del tipo de suelo

Estos son suelos pertenecientes a la serie Araucano, que presentan la siguiente fórmula de suelos **IV AX 724** a continuación se describen con un mayor grado de detalle **e**

Características generales:

Suelos pertenecientes a la serie Araucano (ARC ex AX) Son suelos que se ubican al noroeste de la provincia de Cautín, en la comuna de Nueva Imperial, en altura de 200 a 250 m.s.n.m. Derivados de cenizas volcánicas antiguas y desarrollados sobre planos remanentes. Son suelos profundos, de textura superficial franco arcilla limosa y color pardo grisáceo muy oscuro, de textura franco arcilloso y colores pardo oscuro y pardo a pardo oscuro en profundidad.

El contenido de materia orgánica es ligeramente superior a 7% en la superficie y se reduce rápidamente en profundidad, a menos de 4% a los 40 cm. y a 2.4 % o menos, próximo al substratum.

Descripción de la formula:

7 : Suelos Maduros ( suelo zonal sobre material generador moderadamente bien interperizado)

El perfil de estos suelos está fuertemente desarrollado, con horizontes muy definidos y bien diferenciados. El horizonte B tiene corrientemente una estructura media fuerte a fina del bloque o prismática acompañada de una textura pesada y abundantes películas continuas de arcilla tanto en las caras de las partículas como en la superficie de los poros. Estos suelos aumentan su contenido de arcilla a medida que se descende en su perfil o tienen un horizonte B más grueso y con una textura y estructura más fuerte que aquellos de categoría 5.

2 : Drenaje.

Suelos cuya texturas van desde arena fina a franco-arcillosa, y si la porosidad es adecuada su textura es arcillosa.

4 : Textura Superficial.

Moderadamente fina, franco arcilloso, franco arcilloso arenosa, franco arcilloso limoso.

e : Factor limitante.

Suelos inclinados y muy inclinados susceptibles a moderada erosión. La pendiente del suelo en esta categoría varía con el tipo de suelo. El especialista puede hacer esta diferencia de erosión incipiente, tanto en el tipo de manto como en el de cárcavas, ya sea por observación en el campo o en la fotografía aérea.

## **3.2 Método**

### **3.2.1 Obras de Conservación de Suelos (OCS)**

Ya se han descrito en la presente investigación los problemas que se generan con la erosión que afecta a la comuna, y las zonas más afectadas. Es sabido que los procesos de erosión y degradación de suelos constituyen los de mayor gravedad a nivel nacional, afectando a nivel nacional el 46% de los suelos. Por lo anterior dicho que desarrollar actividades de forestación y recuperación de suelos degradados en la zona conforman una actividad de gran importancia. A continuación se describen algunas de las obras que se implementaron en el sector de estudio.

#### 3.2.1.1 Tratamientos de Regulación de Flujos Hídricos.

Canal de desviación o de Difusión de Aguas:

Dentro de los objetivos principales y que mejor resume a este tipo de OCS se tiene; disminuir el escurrimiento superficial del área de cárcavas activas y disipar el agua retenida hacia las laderas estabilizadas.

De las características del diseño, tenemos que, esta técnica resulta útil para regular gran volumen del flujo directo o de la escorrentía superficial en las zonas semiáridas. La ejecución se realiza sobre la cabecera de las cárcavas y/o en laderas con riesgo de erosión creciente. (Tokugawa *et al*, 1998).

Es una obra de recuperación de suelo, manual o mecanizada, que se sitúa en la parte superior de la ladera para capturar la escorrentía procedente de las cotas superiores. Se construye transversalmente a la pendiente con un ligero desnivel (1%) para transportar el agua a una salida estabilizada. Presenta una sección trapezoidal, con un ancho en la base entre 0,2 a 0,3 metros, una altura de 0,2 a 0,5 metros, una pendiente lateral del talud aguas abajo de 1:z, donde  $z = 0,5$  a

0,7 y una pendiente lateral del talud aguas arriba de 1:z, donde  $z = 0,6$  a  $0,85$ . Las dimensiones deben permitir evacuar un volumen de agua según la precipitación de diseño. Aguas abajo de la obra, se debe construir un camellón de igual altura que el canal y con un ancho similar a la anchura superior de la obra. El largo es variable, no debiendo sobrepasar los 50 metros. Respecto al vertedero de la obra, los últimos 9 a 12 metros del canal se trazan a nivel y sin construcción del camellón.

### 3.2.1.2 Tratamientos de Incremento de la Infiltración.

#### Zanjas de Infiltración

En términos conceptuales se puede decir que son pequeños canales de sección rectangular o trapezoidal y generalmente asimétricos, que se construyen transversalmente a la máxima pendiente del terreno y siguiendo las curvas de nivel (Chang *et al*, 1998). Es decir, es una obra de recuperación de suelos que comprende un conjunto de zanjas, construido de forma manual o mecanizada, que se sitúa en la parte superior o media de una ladera para capturar y almacenar la escorrentía procedente de las cotas superiores. Se construye transversalmente a la pendiente, en la curva de nivel. Presenta una sección trapezoidal, con un ancho en la base de  $0,2$  a  $0,3$  metros, una altura de  $0,2$  a  $0,55$  metros, una pendiente lateral del talud aguas abajo de 1:z, donde  $z = 0,5$  a  $0,7$  y una pendiente lateral del talud aguas arriba de 1:z, donde  $z = 0,8$  a  $1$ . El distanciamiento a través de la pendiente entre las zanjas, se calcula de acuerdo a la precipitación de diseño, estableciéndose un promedio referencial en la horizontal de  $7,5$  metros, lo que puede variar según la inclinación del terreno. El largo fluctúa entre  $3$  a  $6$  metros y la separación o tabique entre zanjas en la curva de nivel, varía entre  $0,7$  a  $1,5$  metros, según la altura de ellas. Aguas abajo de la obra, se tendrá que construir un camellón de similar altura que la zanja y con un ancho adecuado a la anchura superior de ésta (Ver Figura N°7).

Entre sus objetivos encontramos algunos como; disminuir la velocidad de las lluvias, aumentar la infiltración del agua en el suelo, reducir la escorrentía superficial, mejorar y aumentar el crecimiento, producción y establecimiento de pastos, árboles frutales y forestales, retener los sedimentos removidos por el flujo hídrico y acumular el agua de las lluvias para el riego (Tokugawa, 1998).



Figura. N° 7: Zanjales de Infiltración (Fuente: CONAF, 1999).

### Diques

Los diques son construidos a lo largo de la cárcava y pueden ser hechos de sacos llenos de arena y reforzadas con champa, de piedra, de ramas y pajas, de palos de barreras vivas, etc.

Un aspecto importante es el espaciamiento entre diques. El principio fundamental que se debe tener presente para la determinación del espaciamiento entre diques es que este experimento permita que el centro del borde superior de un dique esté al mismo nivel que la base de éste, contiguo aguas arriba.

Un medio sumamente eficaz en el control de una cárcava es permitir el crecimiento de la cubierta vegetal, evitando el pastoreo de animales a lo largo de la cárcava y en la zona circundante a ella, en por lo menos un radio igual a cinco veces la profundidad de la cárcava.

#### Características de los diques

- Espesor del borde superior del dique entre 20 - 30 cm. y el borde inferior de 30 - 50 cm.
- Altura efectiva del dique entre 50 y 100 cm.
- El dique debe ser empotrado de 30 a 50 cm. en el fondo y en las paredes laterales de la cárcava, para darle mayor estabilidad.
- Presentar un aliviadero de forma de parábola en el borde superior del dique a fin de darle mayor capacidad de desagüe y evitar que el agua caiga en forma de chorro y erosione los bordes laterales y la base de éste. La altura efectiva del dique es la distancia entre el centro del borde superior del dique y la superficie del suelo.
- El espaciamiento entre diques depende de la pendiente del cauce de la cárcava. Pero debe tenerse presente como condición básica que el centro del borde superior del dique debe estar al mismo nivel que la base de éste contiguo aguas arriba, determinándose así el espaciamiento entre diques.



Figura N° 8: Dique de Postes de Madera (Fuente: CONAF, 1999)

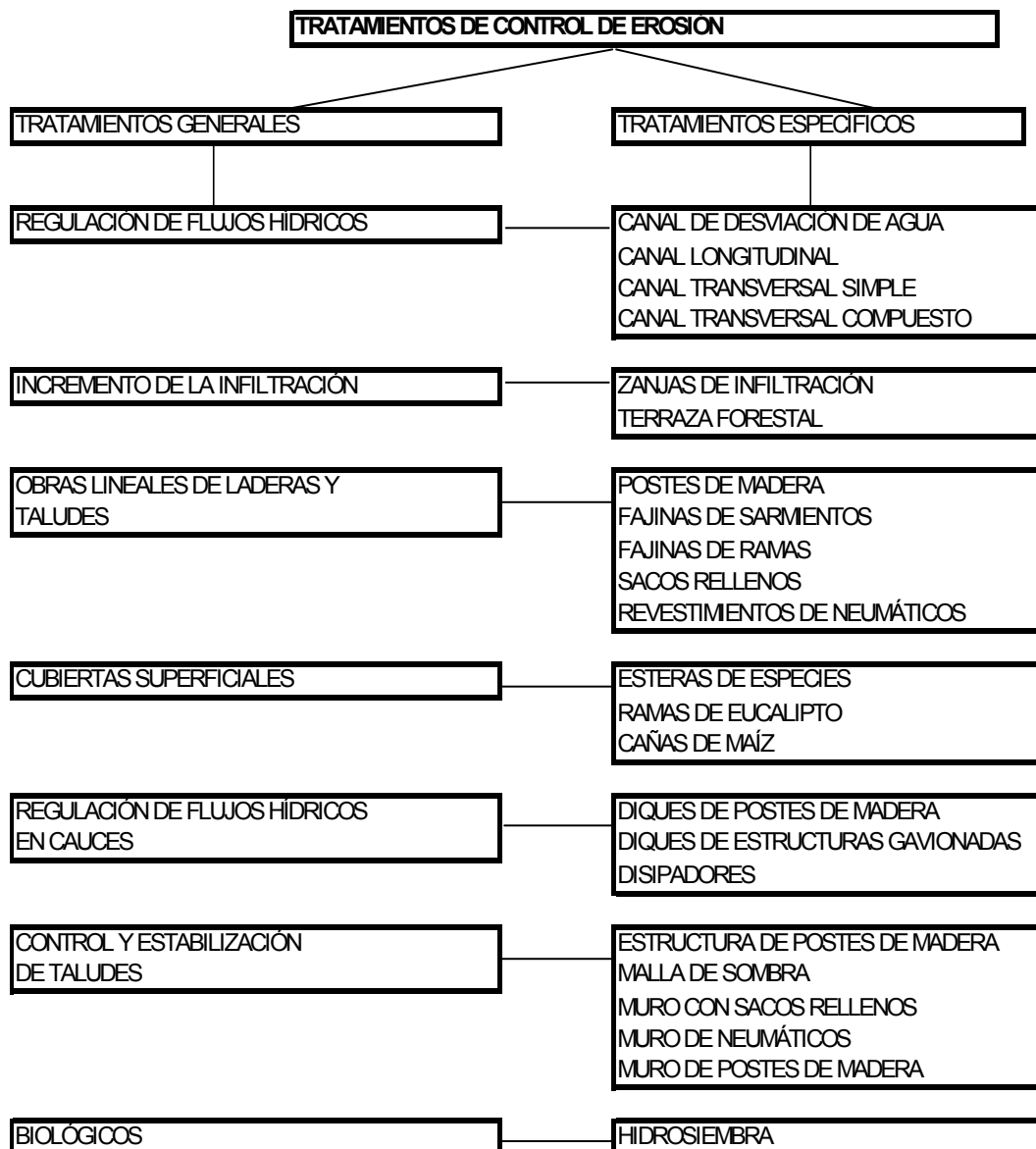
En algunos casos, al pie del dique se construye un colchón hidráulico ya sea de piedras, ramas o paja, a fin de disipar la energía del agua y evitar que el golpe de ésta socave la base del dique y cause el derrumbe y volteo de la estructura.

- Construcción y Ubicación de los Diques:

La construcción y ubicación de los Diques siempre se debe iniciar desde la parte más alta de la cárcava hacia abajo, con el objeto de disminuir o controlar el escurrimiento superficial que se pueda presentar durante la construcción de los Diques a lo largo de la misma, ya que si la construcción se iniciara desde la parte más baja hacia arriba y se presenta un escurrimiento superficial durante la etapa de construcción los diques podrían ser derrumbados dado que la energía del agua no ha ido disipándose desde el inicio de la cárcava. (Chang *et al*, 1998).

A continuación en el cuadro N° 6, se muestra una clasificación de tratamientos sugerida por CONAF en el año 1988:

Cuadro N° 6: Clasificación de los Tratamientos de Control de Erosión:



Fuente. CONAF, 1998.

### **3.2.2 Plantación**

La actividad Forestal en sus inicios estaba orientada a la explotación o cosecha de los bosques, hecho que condujo inevitablemente a la escasez del recurso y posterior reforestación. Tal mencionada reforestación y forestación a comienzos de la década de los 70' estaba casi exclusivamente orientada a especies coníferas, siendo la de mayor importancia el Pino Insigne. Este aumento de la superficie cubierta de Plantaciones y bajo un marco que incentivaba su desarrollo comenzó a ser utilizado principalmente por empresas forestales hasta mediados de la década de los 90. Fue entonces cuando la legislación que fomenta la forestación sufre un cambio radical en lo que a beneficiarios respecta, y se le entrega en manos de los Pequeños Propietarios Forestales una herramienta de incentivo que por sobre todo se orienta al desarrollo forestal en el minifundio.

Dentro de este contexto la CONAF tanto a nivel Nacional como Regional, desde las modificaciones realizadas al DL 701 de 1974, ha orientado su accionar en los Pequeños Propietarios Forestales de la Región. No es equivoco señalar la gran presencia cultural de la Etnia Mapuche, con una alta población rural y que posee una importante superficie con gran potencial forestal. La carencia de Bosques que aflige a una gran cantidad de comunidades indígenas de nuestra región, falta de Leña para su consumo familiar básico, la dificultad de generar ingresos y/o alternativas económicamente rentables en un mediano plazo, hacen de suma relevancia potenciar la componente forestal dentro de su ciclo productivo familiar.

### 3.2.3 Diseño del Ensayo.

#### - Prendimiento de la Forestación:

Se aplicó un Muestreo Aleatorio Simple, con unidades muestrales de 100 m<sup>2</sup>, de forma circular

Para evaluar las obras de recuperación y conservación de suelos degradados y forestación insertadas en el PAMOM fue necesario recopilar la información existente y con ella revisar cada uno de los objetivos con los que se desea cumplir para así en conjunto con el diseño proponer el método más indicado a seguir.

Con relación al costo de construcción de las obras, están tomados de estándares de rendimientos de éstas actividades en distintos sectores donde se desarrolló el Proyecto de Absorción de Mano de Obra Mapuche (PAMOM).

En lo que concierne a la evaluación de la funcionalidad de las obras, se propone el desarrollo de lo siguiente:

#### - Zanjas de Infiltración:

Basándose en las medidas iniciales de construcción ya conocidas, como también el costo asociado, se pretende que la evaluación del grado de funcionalidad se realizaron mediante mediciones en tres puntos de la zanja: inicial, medio y final en los cuales se midió el ancho, alto, base y largo de ésta obteniendo así el volumen en m<sup>3</sup>. Al realizar el proceso de cálculo del volumen inicial (todas las zanjas tiene las mismas medidas iniciales) y el cálculo de volumen final del período de evaluación, se obtendría un diferencial de volumen de las zanjas en el transcurso del período de evaluación. Para evaluar la construcción se recopiló antecedentes de otras experiencias similares obtenidas

por otros programas y/o proyectos que utilicen este mismo tipo de OCS y además se analizaron los principales daños que sufren este tipo de obras en la propiedad de comuneros mapuche como por ejemplo daño de animales, daño antrópico, entre otros.

La evaluación de las zanjas de infiltración se hizo con métodos estadísticos de situación antes y después, según corresponda se utilizó estadística paramétrica o no paramétrica y se procedió a verificar si existen diferencias significativamente válidas entre los momentos de medición.

Así es como al conocerse las dimensiones iniciales (supuesto inicial, todas son iguales) y todas son de las mismas dimensiones se calculará el volumen de cada Zanja, así tenemos que las zanjas son de las siguientes dimensiones; 0.3 m de ancho por 0.3 m de hondo por 2 m de largo, lo que nos entrega un volumen en  $m^3$  de  $0.18 m^3$ , que presentaba cada Zanja en su momento inicial, nosotros a través del presente estudio nos dedicaremos a construir y calcular el nuevo volumen que posee esta Zanja a través de tres mediciones en tres puntos distintos dentro de éstas, es decir, se realizarán tres mediciones de Ancho ( $An_i$ ), Alto (H) y Base (B), como ilustra la figura.

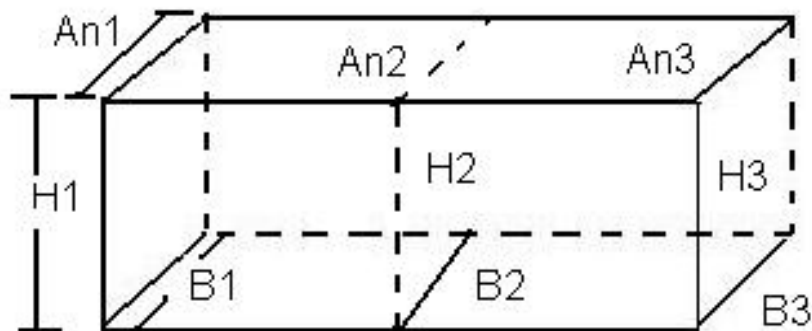


Figura. N° 9 Puntos de Medición de una Zanja de Infiltración (Fuente: elaboración propia).

De lo que se obtendrá un promedio de las tres mediciones por cada Zanja y se calculará el volumen promedio total como se muestra a continuación:

- 1 Vol. Generado Punto 1 =  $H1 \cdot (An1 \cdot B1) / 2 \cdot L$
- 2 Vol. Generado Punto 2 =  $H2 \cdot (An2 \cdot B2) / 2 \cdot L$
- 3 Vol. Generado Punto 3 =  $H3 \cdot (An3 \cdot B3) / 2 \cdot L$

Es así como promediando los valores de 1,2 y 3 se tiene:

$$4 \quad V_{fi} = (\text{Vol. Punto 1} + \text{Vol. Punto 2} + \text{Vol. Punto 3}) / 3$$

En donde  $V_{fi}$  = Volumen Final Zanja i-ésima que concurre al muestreo.

Posterior a esto se realizará una comparación estadística que en el caso que los datos se presenten bajo una distribución normal será la prueba t-Student para muestras pareadas y si no presentasen una distribución normal se realizará a través de la estadística no paramétrica y la prueba de Wilcoxon, las que buscarán probar la siguiente Hipótesis de trabajo:

H0= Las Zanjas antes del período de evaluación poseen el mismo volumen que después del período de evaluación V/S

H1= Las Zanjas antes del período de evaluación poseen un distinto volumen que después del período de evaluación

Con lo anterior se obtendrá valor unitario y total de cuanto son capaces de retener un determinado grupo de OCS que en este caso lo conforman las zanjas de Infiltración.

- Diques:

En lo que a construcción y costos asociados se desarrolla un método similar a lo referido a zanjas de infiltración.

Recolección de costos de construcción. Se tomarán las medidas de construcción (largo, ancho, estado disipadores, nivel de colmatación), se describe cualitativamente el estado de los materiales (grado de descomposición, estado de alambres, estado de clavos, niveles de firmeza, de los postes, posibles mantenciones, etc.).

Para el caso de la funcionalidad se evalúa el grado de colmatación de diques, niveles de retención de materiales a través de las diferencias que se generen desde las medidas iniciales y la situación encontrada al momento de la evaluación. Cabe aquí señalar que la evaluación para esta obra será solo en términos cualitativos.

- Canal de desviación:

Ya que el costo de construcción se conoce, éste se presenta a través de una recopilación de antecedentes de distintas experiencias. En lo que respecta a la funcionalidad, se desarrollará un muestreo sistemático a lo largo del canal, en el

que se delimitarán puntos de registro de información y que estarán distribuidos cada  $k$ -unidades de distancia y en donde se tomarán datos de: ancho, base y alto de modo de poder ir observando las diferencias iniciales y las encontradas al momento de la evaluación, datos que entregarán las diferencias volumétricas que se podrían generar por la retención de partículas de suelo bajo esta técnica.

Para la evaluación de este tipo de obra se desarrolla un Muestreo Sistemático a lo largo del canal en donde se realizaran las mediciones antes dichas, cada  $k$  unidades de distancia que definidas por el análisis estadístico, en donde en cada punto de medición se registrarán las mismas tres mediciones de Alto, Ancho y Base, lo que se ilustra en la figura siguiente:

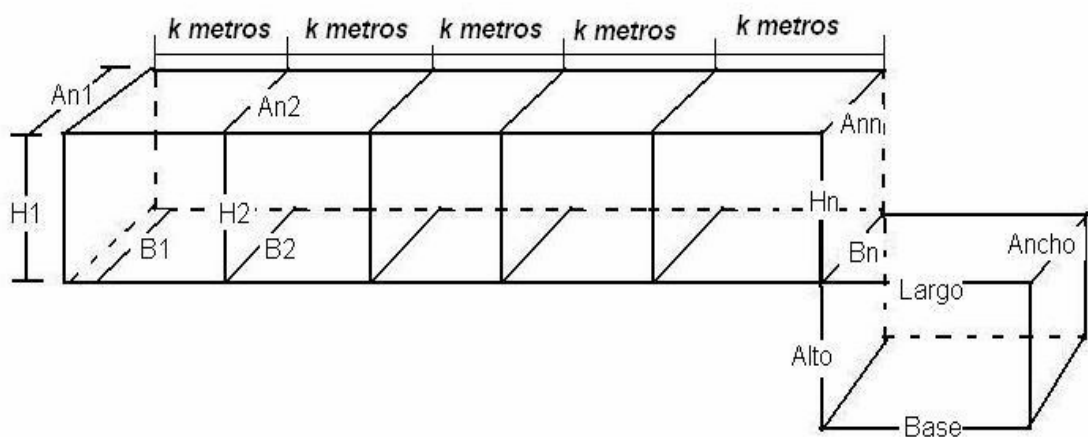


Figura. N° 10: Puntos de Medición de un Canal de Desviación.(Fuente: elaboración propia).

Es así como se realizaron mediciones sistemáticas, a través de puntos distribuidos de la misma forma, entre los cuales se realizará una interpolación de nuevos puntos para reconstruir el volumen final que tiene el canal a término del período de evaluación, verificando diferencias iniciales y finales para así proyectar sus capacidades de retención y sus respectivos vertederos de agua.

En lo que respecta a los receptáculos de agua se evaluaron de la misma forma que las Zanjales de Infiltración, a través de tres mediciones, Ancho, Alto y Base, para luego calcular el volumen total después del período de evaluación, para así restar el volumen inicial (conocido) y el volumen final (desconocido) y cuantificar las diferencias en términos de volumen.

Para verificar si existen o no diferencias significativas se realizan las mismas pruebas estadísticas que para las Zanjales de infiltración referidas a la situación antes y después, bajo una metodología estadísticamente sólida.

En el caso de la construcción se desarrolla un análisis de: las herramientas más idóneas para la construcción y de las consideraciones que se debieran tener para la realización de estas obras en otros sectores.

En el contexto de la evaluación de las Obras de recuperación y conservación de suelos degradados y forestación realizadas en función del monto Bonificado a través del D.L. 701 de 1974 en mano de pequeños propietarios mapuche se presenta la siguiente pauta a desarrollar

- ✓ Construcción de Cartografía Base.
- ✓ Elaboración de inventario de prendimiento Plantación
- ✓ Cuantificación de las OCS
- ✓ Verificación de requerimientos mínimos de ingresos al sistema de bonificaciones forestales por concepto de forestación y OCS
- ✓ Revisión tabla de costos de OCS y forestación del año correspondiente a la plantación
- ✓ Relación económica y costos efectivos versus incentivos del sistema de bonificaciones forestales por concepto de forestación y OCS.

Para Elaborar una Guía Práctica de Procedimientos para acceder al sistema de Bonificaciones Forestales que establece el D.L. 701 de 1974 para el desarrollo de técnicas recuperación y conservación de suelos degradados y forestación en predios de pequeños propietarios, se pretende que en el presente estudio entregue como producto una Guía Práctica de Procedimientos, con las actividades, requisitos y/o exigencias involucradas en las actividades de forestación y recuperación de suelos degradados acogidos al sistema de Bonificaciones Forestales, mediante de una revisión de información asociada al tema,

Para cuantificar a nivel comunal el grado de incorporación de este tipo de técnicas mediante los ingresos de Estudios Técnicos acogidos al DL 701 de 1974 y que son presentados a CONAF IX Región, luego se realiza toda una revisión de antecedentes de estudios técnicos que incorporen OCS, tipos y situación geográfica en donde se están ejecutando, y bajo que sistema de incentivos de operación se encuentren.

### 3.2.4 Manejo del Ensayo.

3.2.4.1 Plantación: En los ensayos a evaluar estableció una plantación de *Eucaliptus globulus* Labill. de un año de edad al momento de la evaluación, establecida durante el mes de septiembre de 1999, en terrenos de lomajes ondulados, en un caso desprovisto de vegetación y en el segundo luego de efectuado un roce de *Ulex europaeus* L. y con un fuerte deterioro por causa de la explotación agrícola, factor común de los terrenos presentes en la comuna. El establecimiento se realizó con un espaciamiento de 4 por 3 metros, arrojando una densidad de 833 árboles por hectárea.

3.2.4.2 Preparación de suelo: La plantación en ambos predios se estableció sobre un suelo surcado con bueyes, en el cual se formó un camellón donde se instalaron las plantas.

3.2.4.3 Control de Malezas: Este fue un control que se realizó posterior a la plantación y correspondió a un control en las líneas de la plantación. Los productos que se utilizaron fueron una mezcla de Roundop y Simazina en dosis de 2,5 litros por hectárea.

3.2.4.4 Trazado y Construcción de Obras de Conservación de Suelos: Para el trazado de las obras de conservación y recuperación de suelos degradados se hace uso del caballete, de tres metros en la base, herramienta ilustrada y ya mencionada anteriormente, con esto se consigue un trazado de manera rápida y fácil de la curva de nivel. Para la construcción de las Zanjias de Infiltración se hacen uso de Palas Rectas, así también para el caso de construcción del Canal de Desviación. En lo que respecta a los Diques de Postes de Madera se utilizan en la construcción algunos materiales como Martillo, clavos, alambre de fardo y palas para realizar el empotrado de las obras.

### **3.3 Unidades Experimentales**

Las unidades experimentales en el estudio la constituyen dos predios muy cercanos entre sí, el primero corresponde a la propiedad del Señor José Huenchumpan Filumil, la Hijueta denominada Hijueta 23 y el segundo predio de propiedad del Señor Juan Huenchumpan Filumil, denominado Hijueta 32. En el cuadro siguiente se presentan las actividades desarrolladas en cada uno:

Cuadro 7. Actividades desarrolladas en cada predio.

<b>Actividades desarrolladas</b>		
<b>Nombre Predio</b>	<b>Forestación</b>	<b>Obras conservación de suelos</b>
Hijueta 23	Eucalipto	Zanjas de Infiltración
Hijueta 32	Eucalipto	Diques de postes de madera y Canal de desviación

Fuente: Elaboración propia

Es así como se conforman estas dos unidades experimentales para la captura y recopilación de información de este estudio.

### **3.4 Variables Calculadas**

La principal variable calculada en el estudios la constituye el volumen, que para cada caso se detalla:

- Volumen Zanjas de Infiltración: Esta dado por el promedio de las secciones transversales de cada Zanja, como se explica a continuación
- 1 Vol. Generado Punto 1 =  $H1 \cdot (An1 \cdot B1) / 2 \cdot L$
  - 2 Vol. Generado Punto 2 =  $H2 \cdot (An2 \cdot B2) / 2 \cdot L$

3 Vol. Generado Punto 3 =  $H3*(An3*B3)/2*L$

Es así como promediando los valores de 1,2 y 3 tenemos:

4  $Vfi = (\text{Vol. Punto 1} + \text{Vol. Punto 2} + \text{Vol. Punto 3})/3$

En donde Vfi = Volumen Final Zanja i-ésima que concurre al muestreo

- Canal de Desviación: Para el cálculo de las dimensiones del volúmetricas finales se calculan a través de una forma similar a la explicada para el caso de las Zanjas con la salvedad que el largo total del canal reemplaza al lado de la Zanja lo que nos entrega un volumen en  $m^3$ .

### **3.5 Variables recopiladas de tipo climático**

- Precipitaciones (pp)

Para hacer un análisis con respecto a como se relacionan las precipitaciones con las variaciones volúmetricas de las obras de conservación y de recuperación de suelos degradados en cuestión, se registraron las precipitaciones de la estación más cercana al lugar de estudio, en términos mensuales, en milímetros a través de a Estación Metereológica de la Empresa de Servicios Sanitarios Araucanía en Imperial.

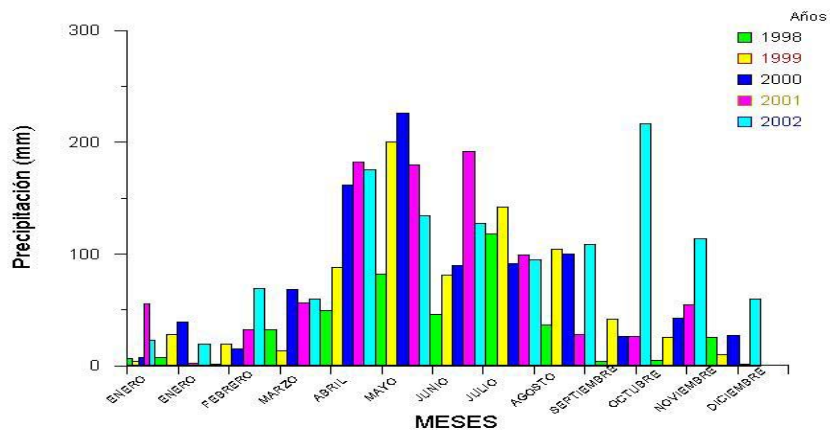


Figura 11. Precipitaciones comuna Nueva Imperial 1998-2002

Como se puede apreciar en el gráfico anterior las precipitaciones de los años 1998, 1999 y 2000 no superan los 1000 mm de agua caída total año tal como se enuncia en la descripción climática de la comuna para el sector del secano interior correspondiente al lugar de estudio. En el año 1999 caen en total 758,63 mm de precipitaciones y el año 2000 alcanzan a 895,5 mm año en el cual se efectúan las mediciones del presente estudio.

### 3.6 Análisis Estadístico

Una vez aplicados los muestreos respectivos para cada caso en estudio y teniendo definida la base de datos de las variables de medición antes y después del período de análisis, se calcularon las diferencias en términos medios del volumen ( $m^3$ ) que existen entre los distintos momentos de medición. Mediante un análisis estadístico de tipo antes después (prueba t-Pareadas) a un 95% de confianza. Todo lo anterior además de llevar el análisis numérico se complementa ampliamente con el análisis gráfico.

## 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### 4.1 Evaluación de la Forestación.

Para desarrollar la evaluación de la forestaciones realizadas en ambos predios se realizó un Muestreo Aleatorio Simple, los datos entregados se resumen en el siguiente cuadro:

Cuadro 8. Resumen estado de prendimiento de las Plantaciones

Predio	Especie	Densidad inicial (pl/ha)	Densidad final(pl/ha)	Error muestral (%)	Porcentaje prendimiento
Hijulela 23	Euca 1 :0	830	740	12	89
Hijuela 32	Euca 1 : 0	830	680	15	82

Fuente: Elaboración propia

En ambos casos la evaluación de la plantación es exitosa para ser incorporada al sistema de bonificaciones forestales que establece DL701 de 1974. Es así como la Hijuela 23 presenta un 89% de prendimiento y la hijuela 32 un 82% respectivamente. Cabe señalar que las actividades de forestación y las de recuperación y conservación de suelos se pagan si y solo si la plantación tiene prendimiento, es decir, son complementarios, para nuestro caso de análisis se pagarían ambas bonificaciones.

## 4.2 Zanjas de Infiltración

Esta actividad se desarrolló en la propiedad denominada Hijueta 23 y a continuación se detallan algunas experiencias.

En la figura siguiente, se muestran las diferencias volumétricas de las Zanjas de Infiltración en un período de evaluación que va desde el mes de octubre de 1999 hasta el mes de noviembre 2000. En el gráfico de cajas se puede observar una clara disminución de la capacidad volumétrica de las Zanjas en términos medios

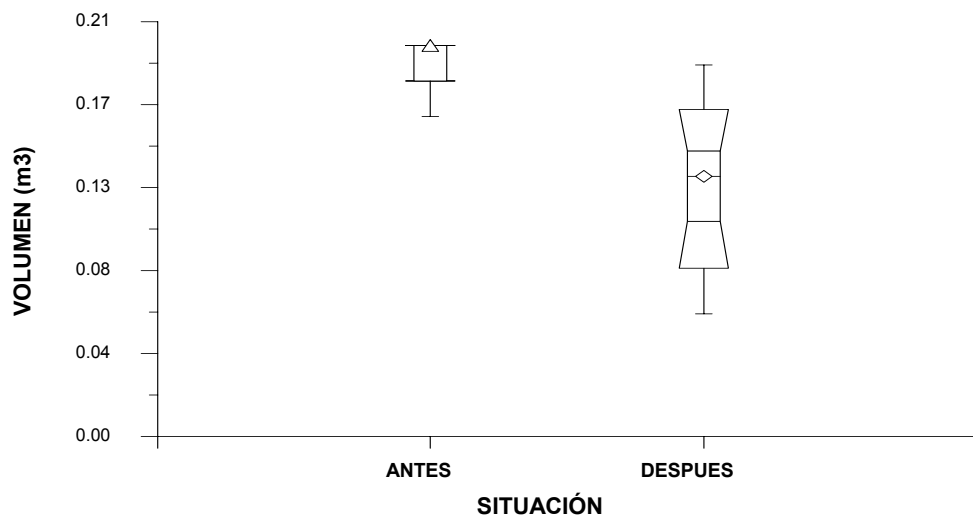


Figura N° 12 Gráfico de Zanjas de infiltración Situación Antes-Después

Se puede observar claramente que existen diferencias gráficamente apreciables y en las que complementadas bajo un análisis numérico se podrían cuantificar de manera más exacta.

A lo anterior se puede agregar que múltiples son los factores que influyen en la variación de volumen de las Zanjas durante el período de evaluación, entre los que observamos en terreno como:

- ✓ Pisoteo Animal
- ✓ Falta de Proporción de talud
- ✓ Colmatación Natural y propia de la funcionalidad de las Zanjas

Además cabe señalar que no se debe olvidar que esta evaluación se desarrolla en propiedades con una gran demanda de uso sobre los terrenos, en donde se incorporan elementos no manejados en los sistemas de forestación tradicional, estamos evaluando sobre un sistema de producción Mapuche.

En el cuadro que sigue, se muestran algunos estadísticos inferidos con las Zanjas de Infiltración en los distintos momentos de evaluación; situación antes-después

Cuadro 9. Estadísticos Zanjas de Infiltración.

<b>Estadígrafos</b>	<b>Volumen Zanjas distintas situaciones</b>		
	<b>Inicial</b>	<b>Final</b>	<b>Diferencial</b>
n	46	46	46
Mínimo	0,162	0,062	0,001
Máximo	0,198	0,188	0,118
Desv. estándar	0,010	0,029	0,027
Error estándar	0,001	0,004	0,004
Coef. Variación	5,115	22,246	41,734
Media	0,192	0,128	0,063
Mediana	0,198	0,132	0,064
Moda	0,211	0,139	0,065
<b>Quartiles</b>			
Primer cuartil	0,180	0,109	0,051
Segundo cuartil	0,198	0,132	0,064
Tercer cuartil	0,198	0,145	0,082
<b>Interv. confianza</b>			
Límite inferior	0,189	0,120	0,056
Límite superior	0,195	0,137	0,071

Fuente: Elaboración propia

Basados en la Cuadro anterior podemos concluir que se produce una diferencia volumétrica de  $0,063 \text{ m}^3$  entre los distintos momentos de medición, así es como podemos hablar de una diferencia en términos porcentuales referidos al volumen de las Zanjas de Infiltración cercano a un 31,1% de variación respecto a su situación inicial.

De manera similar a la anterior se puede inferir en base a información tomada en terreno que los principales daños que sufren este tipo de técnicas de recuperación y conservación de suelos está resumida en el siguiente gráfico:

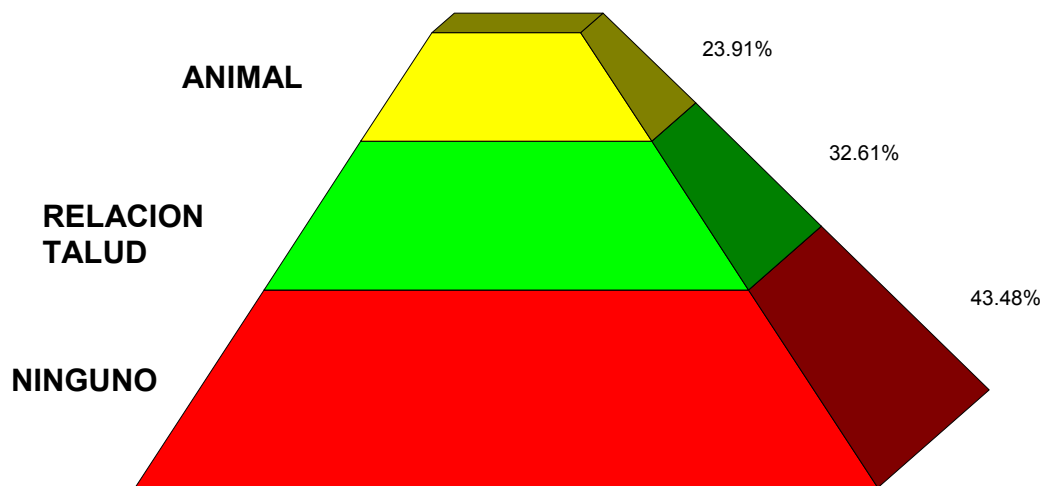


Figura 13. Principales daños registrados por las Zanjas de Infiltración.

En la figura anterior se observa que un 23,91% de las Zanjas sufren de un daño animal en su estructura, un 32,61% presentan deficiencias respecto a la relación de Talud y un 43,48% no presenta ningún daño externo, solo del grado de colmatación funcional de las Zanjas de Infiltración.

Sobre la base de lo anterior es que se desarrollaron los test estadísticamente más convenientes, que para este caso corresponden a los de estadística no paramétrica, puesto que los datos no se distribuyen bajo una distribución estadísticamente conocida ni menos normal. Por lo que se aplica en el software Statmost la prueba de Wilcoxon, que se utiliza para realizar comparaciones entre muestras pareadas y/o dependientes.

En el siguiente cuadro se presenta un resumen de las pruebas estadísticas desarrolladas:

Cuadro 10 Prueba de Wilcoxon para comparaciones pareadas

Tamaño de muestra mínimo	46,0
Positiva suma de Rango	1.081,0
Negativa suma de Rango	0,0
Varianza	91,5
Z-Score	5,9
Dos colas Valor- P	0,0

Fuente: Elaboración propia

En base a los referentes entregados por el análisis anterior y por el bajo valor calculado del **valor P** se observa que no existe evidencia estadísticamente válida como para decir que las Zanjas de Infiltración en el período inicial y final no presentan variaciones respecto de su volumen, por lo que con una base sólida se puede decir que entre el período de evaluación se produce una diferencia de volumen de las Zanjas de Infiltración cercana al **31,1%** respecto de su volumen original.

En la figura siguiente, se muestra la construcción de las Zanjas de Infiltración allí instaladas.



Figura 14 Construcción de Zanjas de Infiltración.(Fuente: CONAF, 1998)

Con relación a las herramientas más idóneas para la construcción de las obras se tiene que:

- ✓ Palas rectas
- ✓ Picotas
- ✓ Azahachas
- ✓ Chuzos

En la figura 15 se ilustran algunos de los principales problemas de las Zanjaz de Infiltración allí realizadas:



Figura 15. Zanjaz de Infiltración con problemas relación Talud.

Fuente: CONAF (1998)

Como se ilustra en al figura anterior la proporción de talud es de gran relevancia al momento realizar este tipo de técnicas, puesto que para lograr la ejecución de estas técnicas muy cerca a lo teórico se debe contar con personal con un elevado grado de capacitación.

En lo que respecta a los costos de construcción de las Zanjias de infiltración tenemos que señalar que uno de los principales costos es la mano de obra, factor común en los costos de las faenas forestales no mecanizadas.

Los datos que a continuación se presentan corresponden a las experiencias del propio proyecto en el marco de la construcción de las obras de conservación y recuperación de suelos degradados y se le anexas a esta información datos recopilados a través del Proyecto de Apoyo al Desarrollo Forestal PADEF IX desarrollado durante el año 2001, por la CONAF.

El cuadro 11 muestra un resumen de costos y rendimientos asociados en las construcción de las Zanjias de Infiltración en las distintas situaciones ya mencionadas:

Cuadro 11. Costos y Rendimiento construcción Zanjias de Infiltración.

<b>Fuente</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Rendimiento (ml/jornada)</b>	<b>Costo Jornada (\$)</b>	<b>Costo Construcción (\$/ml)</b>
PAMOM 1999	Metro lineal	20	4.500	225
PADEF 2001	Metro lineal	16	4.500	281,25

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en el cuadro anterior en base a las experiencias desarrolladas por la Corporación Nacional Forestal CONAF IX región podríamos hablar de rendimientos medios de 18 ml/Jornada.

En lo referido a los incentivos establecidos en la tabla de costos publicada para ese año el monto a Bonificar por concepto de metro lineal de Zanjias de Infiltración construida asciende al valor de 958 \$/metro lineal, los que sin lugar a duda, cubren costos adicionales como lo que respecta a los servicios

profesionales, movilización y logística en general, que claramente no se desprenden y presentan del cuadro anterior.

De esta forma tenemos que determinar el monto invertido las actividades de forestación y de conservación y recuperación de suelos degradados, los cuales se presentan resumidos en el cuadro siguiente:

Cuadro 12. Montos bonificados e Invertidos.

Datos rec. y conservación suelos degradados	u.m	U
Zanjas	Metros lineales	97
Monto mínimo a invertir	Hectárea	\$120,36
Monto mínimo proporcional a invertir	Proporcional	\$ 39,72
Monto invertido	Predial	\$93,79

Fuente: Elaboración propia.

Como se sabe la superficie forestada y en la cual se realizan actividades de RCSD es de 0,3 ha, siendo en forma exclusiva desarrollada la técnica para incrementar la infiltración y regular flujos hídricos **Zanjas de Infiltración**, tenemos que el monto mínimo a invertir proporcional a la superficie es superado ampliamente en un 236% lo cual indica que en superficies pequeñas es muy factible desarrollar este tipo de Obras.

Con relación a los montos de las bonificaciones posibles de acceder en esta situación estas se resumen en el cuadro siguiente:

Cuadro 13. Bonificaciones para la Hijuela 23

Datos bonificaciones	U.M	Monto (\$/U.M)	Monto (\$) Predial	Porcentaje bonificación (%)
<b>FORESTACIÓN</b>				
Costo forestación según tabla	ha	116.270	38.369	
Costo cerco segun tabla	ha	80.000	139.262	
Descuento por recup. de suelos degrad.	U	- 42.000	13.860	
Incremento por PP forestación	ha	31.930	10.537	<b>69</b>
Incremento por PP cerco	ha	80.000	26.400	
Incremento Asesoría profesional	ha	15.000	4.950	
<b>OBRAS DE RECUP. Y CONSERV. DE SUELOS</b>				
Zanjas de infiltración		958	93.788	<b>31</b>
		<b>MONTO TOTAL (\$)</b>	<b>229.446</b>	
		75 %	224.585	
		15 %	44.917	

Como se puede apreciar en el cuadro anterior, el 31% de la bonificación potencial a recibir, la aporta el desarrollo de las actividades de recuperación de suelos degradados. No corresponde en este trabajo evaluar el nivel de utilidades involucrado en el desarrollo de estas actividades pero si se puede decir que existen muchos Consultores, Operadores y Particulares que se dedican a forestar predios contra bonificación forestal y que no desarrollan actividades de recuperación de suelos degradados y su negocio no tiene un margen poco interesante. Esto esta referido al 31% de participación que tiene la bonificación correspondiente a actividades de recuperación de suelos que

podrían ir a contribuir a hacer más atractiva esta actividad, para las nuevas generaciones de profesionales que se reciben de distintas entidades de educación superior y que se enfrentan a este complicado momento laboral que pasa nuestro país.

### **4.3 Canal de Desviación**

En la figura 16, se muestra la variación que presenta la sección transversal de 94 puntos de control durante el período de evaluación, en la cual se observan diferencias gráficamente apreciables.

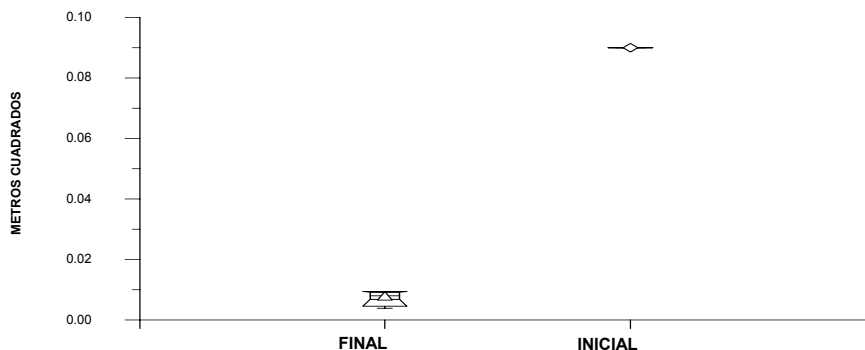


Figura 16. Sección transversal Canal Desviación en 94 puntos de control

La razón de mostrar la sección en los 94 puntos de control que se registraron se basa en el problema que no se puede cuantificar el volumen que genera un punto solo se posee la variación que presenta luego del período de estudio respecto de la situación inicial conocida y homogénea en términos de medidas.

Ante lo anterior aplicar un test estadístico a la situación anterior se convierte en una situación estadísticamente no viable, puesto que en este caso solo se obtiene un gran volumen inicial que presentaba el canal y un gran volumen final que se obtiene al término del período de evaluación, situación ante la cual se decide solo realizar un análisis gráfico y descriptivo y no inferencial.

Así entonces se tiene que el Canal de Desviación construido con una pendiente de un 1% presenta variaciones volumétricas cercanas al 64 %, la información que se cita se presenta en el cuadro a continuación:

Cuadro 14. Medidas Colector Canal Desviación situación Inicial-final.

Medidas	Situación			
	Inicial	Final	Diferencial (%)	Variación (%)
Largo colector (m)	2,5	2,5		0
Ancho (m)	1,0	0,85	0,15	15
Alto (m)	0,5	0,21	0,29	58
Base (m)	1,0	0,85	0,16	16
Volumen (m <sup>3</sup> )	1,25	0,44	0,81	64

Fuente: Elaboración propia.

Como se aprecia en el cuadro anterior se tiene que la variación volumétrica respecto a su capacidad inicial del Canal de Desviación es de un 64%, valores bastante altos si consideramos que estas son obras para que tengan una vida útil de varios años, aquí es entonces donde el tema de **mantención**, cobra una real importancia en el desarrollo de técnicas de recuperación y conservación de suelos degradados.

Es entonces un tema de destacada relevancia pensar en instrumentos que permitan además de incentivar la aplicación de este tipo de técnicas de recuperación y conservación que además incluyan algunos elementos como la

***mantención*** a través de algún otro tipo de incentivos, o a través de mecanismos que permitan incluir este tipo de variables no contempladas en el desarrollo de este tipo de técnicas.

En lo referido a los incentivos establecidos en la tabla de costos publicada para ese año el monto a Bonificar por concepto de metro lineal de Canal de Desviación construida asciende al valor de 896 \$/metro lineal.



Figura 17. Canal de Desviación. Fuente: CONAF (1999)

Como se puede apreciar la situación de dimensiones del Colector y parte del Canal de Desviación el que actualmente se encuentra cubierto por vegetación tanto como la Plantación de *Eucaliptus globulus* allí realizada como de la regeneración natural de *Ulex* spp.

Cuadro 15. Costos y Rendimientos construcción Canal de Desviación.

<b>Fuente</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Rendimiento (ml/jornada)</b>	<b>Costo Jornada (\$)</b>	<b>Costo Construcción (\$/ml)</b>
PAMOM 1999	Metro lineal	20	3.500	159,1
PADEF 2001	Metro lineal	18	4.100	227.8

Fuente. CONAF IX Región

Cabe señalar que los rendimientos obtenidos en la construcción de Zanjas de Infiltración son relativamente similares respecto de esta técnica de control de erosión. Desde ya se hacen notables las diferencias respecto a los montos obtenidos por concepto de bonificación a través del DL 701 de 1974, a través de la aplicación de este tipo de técnicas en conjunto con actividades de Forestación.

Con relación a las herramientas más idóneas para la construcción de las obras, se tienen las siguientes:

- ✓ Palas rectas
- ✓ Picotas
- ✓ Chuzos

Ahora en el tema de daños y problemas estructurales el principal daño que sufren los Canales de Desviación en el lugar de estudio corresponden a daños generados por el pisoteo animal, y en segundo lugar los producidos por la falta de una mayor relación de Talud (avance / altura).

En lo referido a los incentivos establecidos en la tabla de costos publicada para ese año el monto a Bonificar por concepto de metro lineal de Canal de Desviación construida asciende al valor de 896 \$/metro lineal para el año 1999.

#### **4.4 Diques de Postes de Madera**

Como se señaló anteriormente para poder realizar una evaluación referida a los Diques de Postes de Madera se realiza solo en **términos cualitativos**. En base a esto tenemos que en el predio denominado Hijuela N° 23 se ejecutó la construcción de cinco Diques de postes de Madera, que quedo como desecho luego de un raleo, efectuado por la misma cuadrilla que desarrollo las técnicas de conservación y de recuperación de suelos degradados, la información respecto a estas cinco Diques se resumen en el Cuadro 16 que se ilustra a continuación:

Cuadro 16. Resumen de Diques e Informe de Evaluación.

<b>Características Construcción</b>				
<b>N°</b>	<b>Largo (m)</b>	<b>Alto (m)</b>	<b>Sección (m<sup>2</sup>)</b>	<b>% Colmatación</b>
1	2,5	0,6	1,50	100
2	2,1	0,5	1,05	100
3	2,5	0,55	1,38	100
4	2,25	0,3	0,68	100
5	2,8	0,6	1,68	30

Fuente: Elaboración propia

De esta forma se tiene que se construye en el predio indicado la cantidad de 6,8 m<sup>2</sup> de Diques, encontrando que el 80% de estos se encontraban con un total y completo grado de colmatación, Diques y Disipadores ante lo cual se tiene un indicador de funcionalidad que este tipo de obras estaban cumpliendo su función a cabalidad.

Ahora refiriéndose al estado de una forma más cualitativa, existen tres elementos principales a considerar en lo que a estado respecta, éstas las se puede resumir como:

- ✓ Firmeza            1: Muy Firme  
                          2: Medianamente Firme  
                          3: Sin Firmeza
- ✓ Funcionalidad    1: Alta  
                          2: Media  
                          3: Baja
- ✓ Duración            1: Alta (más de 6 años)  
                          2: Media (3 a 5 años)  
                          3: Baja (menos a 3 años)

Siendo esta última muy supeditada a los materiales de construcción, utilizados en las obras.

Para desarrollar un análisis más acabado de lo que respecta a los Diques contruidos de postes de madera tenemos que mencionar que dadas las características de los materiales utilizados en nuestro módulo en los tres elementos anteriores tenemos que referido a la firmeza todos serían evaluados en términos de **Sin Firmeza**, en cuanto a funcionalidad serían evaluados como **Alta** y en lo concerniente a la Duración todos corresponden al valor **Baja**. Esto es ya explicado por la calidad de los postes (Pino Insigne producto de primer

Raleo no comercial).La valoración anterior entrega un potente indicador a la hora de evaluar la construcción de Diques de postes de madera, la **Calidad** de los materiales usados y su coherencia con los montos que son Bonificados a través del DL 701 de 1974.

Basados en la experiencia anterior es que se presentan a continuación los montos bonificados correspondientes al año de plantación 1999 y restricciones de acceso al sistema de bonificaciones forestales establecidos en la actual legislación:

Cuadro 17. Detalle de técnicas desarrolladas Hijueta 32

<b>Datos rec. y conservación suelos degradados</b>	<b>u.m</b>	<b>U</b>
Diques de postes de madera	Metros cuadrados	6,28
Canal de desviación	Metros lineales	62,5
Monto mínimo a invertir	Hectárea	\$120,36
Monto mínimo proporcional a invertir	Proporcional	\$182,95
Monto invertido	Predial	\$352,58

Fuente: Elaboración propia

Así se tiene que en el predio denominado Hijueta 32 se construyeron cinco diques de postes de madera con un total de 6,28 m<sup>2</sup> y 62,5 metros lineales de canal de desviación, teniendo entonces un monto mínimo a invertir por concepto de recuperación de suelos de \$ 120,360 (ciento veinte mil trescientos sesenta pesos) por hectárea, teniendo un valor correspondiente para las 1,52 ha de superficie del predio y se tiene que el monto total invertido en el área es de \$ 352.577 (trescientos cincuenta y dos mil quinientos setenta y siete pesos) lo que supera en un 92% en monto mínimo para acceder a este tipo de bonificación.

Para poder informar algunos de los rendimientos y costos asociados que fueron obtenidos en los dos proyectos citados anteriormente se tiene que solo es comparable el ítem de mano de obra utilizada, puesto que para el caso de los diques construidos por PAMOM no se considera los postes ni alambres con un

monto en pesos puestos que estos eran desechos de otra actividad, para el caso de PADEF se considera la compra de todos los insumos necesarios para desarrollar la actividad por lo que a continuación solo se presentan rendimientos y costos para lo referido a la mano de obra utilizada:

Cuadro 18. Mano de obra utilizada en la construcción de Diques y costos

<b>Fuente</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Rendimiento (ml/jornada)</b>	<b>Costo Jornada (\$)</b>	<b>Costo Construcción (\$/ml)</b>
PAMOM 1999	Metro lineal	4,4	3.500	795,45
PADEF 2001	Metro lineal	6,9	4.100	594,20

Fuente: Elaboración propia

Cabe señalar que por lo anteriormente explicado la comparación es solo referido a la Mano de Obra empleada

En el cuadro 19 se presenta un detalle de las bonificaciones a recibir por concepto de forestación y de conservación y recuperación de suelos degradados en la Hija 32.

Cuadro 19. Detalle de Bonificaciones para la Hija 32

Datos bonificaciones	U.M	Monto (\$/U.M)	Monto (\$) Predial	Porcentaje bonificación (%)
<b>FORESTACIÓN</b>				
Costo forestación según tabla	ha	116.270	176.730	
Costo cerco segun tabla	ha	80.000	64.889	
Descuento por recup. de suelos degrad.	Unidad	- 42.000	- 63.840	
Incremento por PP forestación	ha	31.930	48.534	<b>41</b>
Incremento por PP cerco	ha	80.000	121.600	
Incremento Asesoría profesional	ha	15.000	22.800	
<b>OBRAS DE RECUP. Y CONSERV. DE SUELOS</b>				
Diques de postes de madera	m <sup>2</sup>	76.240	479.918	<b>59</b>
Canal de desviación	m.l.	896	56.000	
<b>MONTO TOTAL (\$)</b>			<b>906.631</b>	
75 %			679.973	
15 %			135.995	

Se observa que el monto de la bonificación total es aportado en un 59% por las actividades de RCSD lo que nos da la base para incorporarlas a todas las forestaciones en que se pueda establecer como medida de conservación de

suelos y como ya fue citado en el tema de las Zanjas de Infiltración existen muchos beneficiarios del DL 701 de 1974 que solo forestan. Además del monto a pagar por el 75% de la bonificación correspondiente es bastante alto, lo que hace mayormente beneficioso el desarrollo de este tipo de técnicas en conjunto con actividades de forestación.

#### **4.5 Manual de Procedimientos Prácticos para acceder al Sistema de Bonificación de Forestales que establece el DL 701 de 1974**

Para la confección de un Manual de Procedimientos se ha llegado al siguiente listado de actividades a desarrollar para incorporar a un propietario al Sistema de Bonificaciones Forestales del DL 701 de 1974, cabe señalar que el manual aquí presentado está orientado a aquellos profesionales que desconocen el tema y su funcionamiento y que además precisan de una pauta de actividades a desarrollar.

##### **4.5.1 Verificación de Estado Legal de la Propiedad.**

Para cumplir con esta primera actividad se debe conocer ¿Cuál es el estado legal de la propiedad?.

Para responder esta pregunta se tienen las siguientes posibilidades:

Caso Propietarios Individuales, se debe contar con el Certificado de Dominio Vigente el cual se obtiene en el Conservador de Bienes Raíces correspondiente al registro de propiedad. O también es aceptado un Certificado Emitido por el Ministerio de Bienes Nacionales que la propiedad se encuentra en proceso de saneamiento del título de dominio.

Caso de Varios Propietarios, existen dos casos, al primero referido a Sucesiones de Herencias las cuales deberán presentar la Posesión Efectiva de dicha propiedad y una autorización de todos los miembros de esta, y el segundo referidos a Comunidades Agrícolas e Indígenas las que con los títulos de propiedad legalizados pueden incorporarse a este sistema de bonificaciones forestales, siendo el representante legal de estas últimas quien firma y autoriza. Cabe aquí señalar que la propiedad sin los requisitos anterior no puede ingresar al sistema de bonificaciones forestales.

#### **4.5.2 Definición de Tipo de Propietario.**

Existen dos tipos de propietarios para el DL 701 de 1974, el primero lo son los Pequeños Propietarios Forestales, los cuales coinciden con la Certificación de Pequeño Productor Agrícola, en la cual el Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP) del área que atiende a la comuna de la propiedad lo otorga, el cual permite a los beneficiarios del sistema de bonificaciones acceder a una tabla de bonificaciones mayor (proceso de socialización del DL 701 de 1974 puesto en marcha en el año 1998), el segundo es el conocido como Mediano y Empresa, los cuales son beneficiados con una tabla de costos menor llamada Costos Generales(CG).

#### **4.5.3 Elaboración y Presentación del Estudio Técnico correspondiente.**

Se debe elaborar el Estudio Técnico respectivo para incorporar la propiedad al sistema de bonificaciones forestales, existen varios estudios que pueden ser efectuados según la visita a terreno y antecedentes técnicos recopilados, estos pueden ser:

- Calificación de Terrenos de Aptitud Preferentemente Forestal
- Reconocimiento de Suelos Forestables
- Calificación de Terrenos de Suelos Degradados

Cabe señalar que es el Ingeniero Forestal o Agrónomo Especializado según la Ley, es quien debe definir cual es la ruta para presentar el estudio técnico en las oficinas provinciales de CONAF(para el caso de la IX Región, existen algunas áreas las cuales pueden hacer ingreso de los estudios técnicos).

#### **4.5.4 Solicitud de Resolución.**

La Corporación Nacional Forestal tiene un plazo de 60 días para pronunciarse respecto a la presentación del estudio técnico respectivo, mediante la emisión de una **Resolución de aprobación**, solo con ella se puede pasar a la siguiente actividad.

#### **4.5.5 Establecimiento de Plantación y Implementación de Obras de Conservación de Suelos.**

Es en esta etapa en donde se deben realizar todas las actividades de forestación y de conservación de suelos en la propiedad en cuestión

#### **4.5.6 Elaboración y Presentación del Estudio Técnico de Acreditación Forestal.**

En esta etapa y que se realiza en el mes de Abril del año siguiente a la plantación se debe realizar un segundo estudio técnico de **Acreditación de Ejecución de Actividades de Forestación (ETAFAF)**, para la propiedad, en el cual se desarrolla un Muestreo estadístico y pertinente a la forma y características del predio, el cual para seguir con el procedimiento posterior deberá presentar un estudio técnico de premedimiento, acreditando la existencia de una plantación homogéneamente distribuida cuya densidad está contemplada en la tabla de costos de forestación. Para el caso de construcción de Obras de Conservación de suelos se deberá cumplir con los requisitos mínimos de inversión en la ejecución de este tipo de obras, presentar las medidas mínimas exigidas respecto a su forma y dimensiones iniciales.



#### **4.5.7 Solicitud de Resolución.**

En esta etapa la CONAF emite una **Resolución de Aprobación** respecto del estudio citado en el punto 6, el cual deberá ser aprobado si cumple con todas las normas exigidas por CONAF, y mediante la cual se informa a la Tesorería General de la República, la orden de emisión de la Bonificación Forestal.

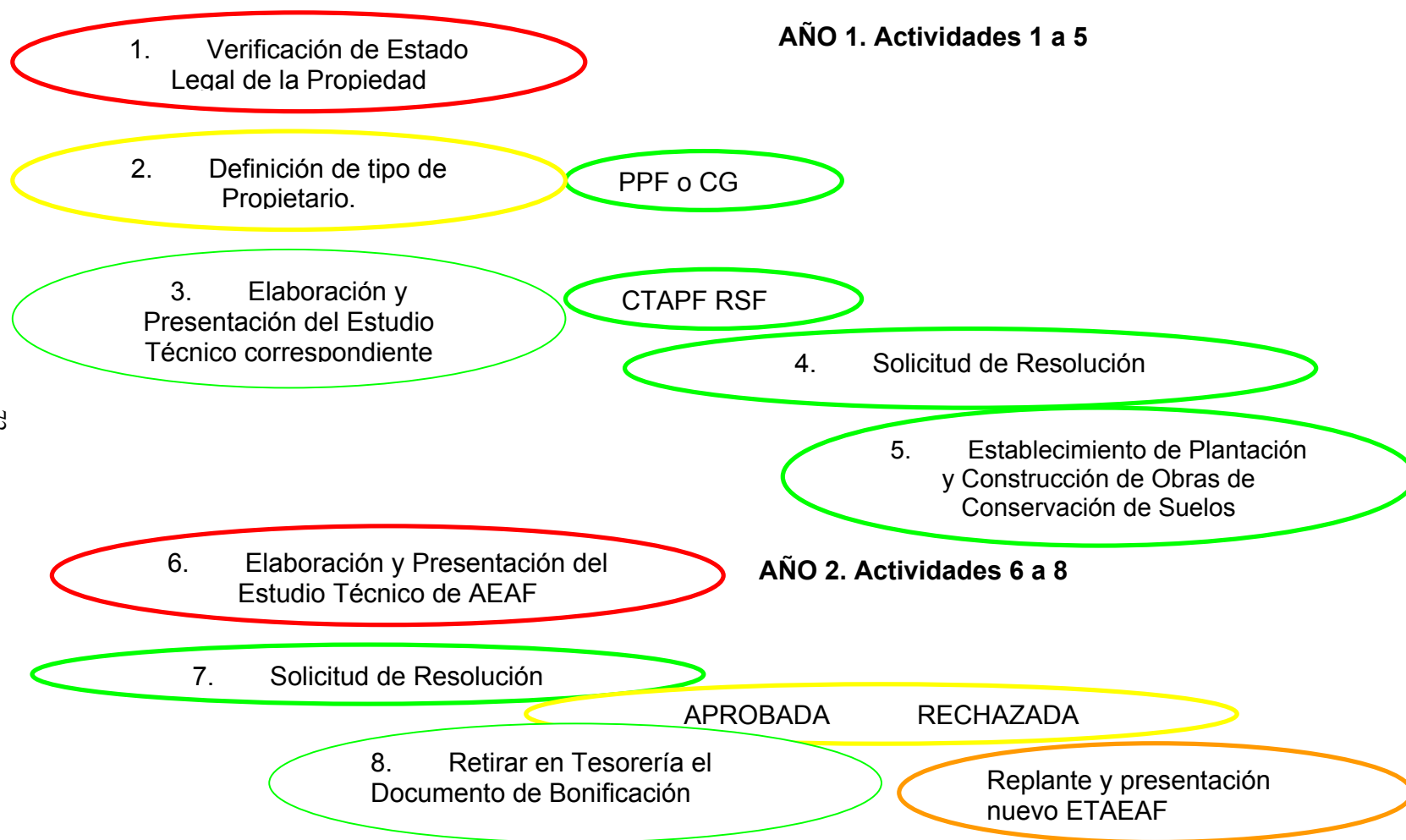
#### **4.5.8 Retirar en Tesorería el Documento de Bonificación Forestal.**

Luego de la actividad anterior la CONAF habiendo informado a la Tesorería General de la República sobre el estado de la Bonificación y en un plazo real de un mes, esta emite el Cheque correspondiente al pago de la Bonificación establecida en el DL 701 de 1974, es en este momento cuando el predio a solicitud del propietario puede quedar exento de Contribuciones hasta dos años después de concluida la primera rotación.

En la figura siguiente se ilustra en forma gráfica el procedimiento anterior.



Figura 18. Diagrama de Manual de Procedimientos.



#### **4.6 Nivel de Incorporación de las Obras de Conservación de Suelos a nivel Regional.**

Para desarrollar el tema enunciado, se procedió a reunir toda la información regional referida al pago de las Bonificaciones emitidas por la Corporación Nacional Forestal IX región, a través del DL 701 de 1974,

Esta recopilación abarcó el año 1998, en el cual se desarrollan las modificaciones al DL 701 de 1974, hasta el año recién pasado.

Para desarrollar un análisis con un mayor grado de detalle se presentan los siguientes indicadores que permiten caracterizar la situación referida al **nivel de incorporación** de las obras de conservación de suelos desde que comenzaron a regir hasta el año 2002 completo.

Los indicadores son:

- **Número de predios Bonificados**(medido en números)
- **Superficie Bonificada** (medida en hectáreas)
- **Monto pagado**(medido en pesos)

En el siguiente cuadro se resumen el valor de cada uno de los indicadores generados para este análisis, por año y provincia para la IX Región de la Araucanía:

Cuadro 20. Incorporación al DL 701 por actividades de recuperación de suelos.

INDICADORES	MALLECO	CAUTÍN	REGION	AÑO
Nº PREDIOS	0,00	0,00	0,00	
SUPERFICIE	0,00	0,00	0,00	1998
MONTO PAGADO (\$)	0,00	0,00	0,00	
Nº PREDIOS	0,00	0,00	0,00	
SUPERFICIE	0,00	0,00	0,00	1999
MONTO PAGADO (\$)	0,00	0,00	0,00	
Nº PREDIOS	0,00	1,00	1,00	
SUPERFICIE	0,00	7,70	7,70	2000
MONTO PAGADO (\$)	0,00	2.665.766	2.665.766	
Nº PREDIOS	0,00	24,00	24,00	
SUPERFICIE	0,00	154,02	154,0	2001
MONTO PAGADO (\$)	0,00	64.775.602	64.775.602	
Nº PREDIOS	23,00	101,00	124,00	
SUPERFICIE	685,67	521,59	1207,26	2002
MONTO PAGADO (\$)	296.319.638	\$ 263.523.279	\$ 559.842.917	

Fuente. Elaboración propia

Como se puede apreciar en el cuadro anterior, el nivel de incorporación al sistema de bonificaciones forestales por actividades de recuperación y conservación de suelos durante los años 1998 y 1999 fue cero en todos los indicadores, lo cual no varía mucho para el año siguiente (2000) en el cual solo un predio fue incorporado en la provincia de Cautín, es justamente durante el año 1999 cuando comienza a implementarse el proyecto PAMOM, dentro del cual se enmarca este estudio y en donde comienzan a desarrollarse este tipo de actividades de recuperación de suelos, se comienza a capacitar a consultores por parte de CONAF, en dicho tema y uno de los lugares en donde se realizaron estas capacitaciones fue la Hijueta 23, en donde se desarrollaron

las **Zanjas de Infiltración**, cabe señalar que se implementaron durante el año 2000 otros predios demostrativos, gracias al proyecto PADEF, los que sin duda ejemplificaron y lograron capacitar aun más a los consultores de CONAF, en las mencionadas actividades. Es así como lo anterior se ve corroborado en el aumento de predios que se incorporan al sistema el año 2001, alcanzando un total 24 predios, en la provincia de Cautín. El panorama observado para el año 2002 fue mucho más alentador, puesto que el número de predios aumenta considerablemente y se incorporan también sectores de la provincia de Malleco, en menor cantidad pero con una superficie mayor, dada principalmente por predios de algunas medianos y empresas que contribuyen con una superficie significativa a equiparar el indicador de superficie, siendo incluso superada. Lo cual es discutible desde una perspectiva social, fin ultimo de las modificaciones realizadas al DL 701 de 1974, el cual persigue que un mayor número de pequeños propietarios se incorporen a estos beneficios. Basados en el mismo análisis se plantea la visión desde un punto de vista macroeconómico, en donde la calidad de los productos que se generan de una plantación en una pequeña propiedad, el precio de venta de estos y por ende los impuestos asociados son mucho menores, en dimensión y que sin duda van en desmedro de las arcas fiscales y que en el caso de un mediano propietario y empresa.

Ante lo cual se deja abierto el debate de que tan conveniente visto desde el punto de vista macroeconómico es darle un principio **atomicista** a este tipo de beneficios, que buscan aumentar y contribuir al desarrollo forestal del país, que sin duda pasa por uno de los peores momentos, ello repercutiendo en la situación de empleos para el sector forestal, desde profesionales, técnicos y obreros.

Para el año 2002 el monto pagado a nivel regional alcanza los \$559.842.917(quinientos cincuenta y nueve millones ochocientos cuarenta y dos mil novecientos diecisiete pesos) lo cual refleja un aumento explosivo

respecto a los años 2000 y 2002, lo anterior atribuible a la permanente capacitación que ha desarrollado la Corporación Nacional Forestal IX Región, a través de su Departamento de Fiscalización y Administración Forestal.

## 4 CONCLUSIONES

Las conclusiones del presente trabajo se resumen en los puntos que a continuación se detallan:

- Las propiedades involucradas en el desarrollo del presente estudio, en ambos casos para la Hijueta 23 y la Hijueta 32 obtuvieron prendimiento de la forestación que les permitían incorporarse al sistema de bonificaciones forestales que establece el DL 701 de 1974, la primera con un 89% y la segunda con un 82% respectivamente.
- Para el caso de la Hijueta 23 en donde se implementaron las **Zanjas de Infiltración**, estas tuvieron una variación volumétrica cercana al 31,1%, lo cual avalado por el análisis estadístico, nos establece que existen diferencias significativas entre la situación inicial y la situación final. Muchos son los factores que explican lo anterior el primero es el de la **Colmatación** natural, referida al funcionamiento de las mismas, una equivocada relación de **talud** esto es, avance altura, y debido a estar insertos en un sistema productivo Mapuche, el grado de presión sobre el recurso suelo hace aparecer otro elemento a considerar que es el pisoteo animal, que en teoría no debiese ser considerado pero en la práctica si existe y es un factor más que debemos incorporar en futuros análisis.

- Los rendimientos promedio de construcción y costos asociados son de 18 metro-lineal/jornada con un costo promedio asociado de 253,13 \$/metro-lineal
- Para el caso de la Higuera 32 el Canal de Desviación presento una variación volumétrica de un 64%, de su situación inicial, calculando un rendimiento promedio en su construcción de 20 metro-lineal/jornada y un costo asociado promedio de 193,44 \$/metro-lineal. Dentro de este mismo predio para el caso de los Diques de Postes de Madera se obtuvo rendimientos promedios de 5,65 m<sup>2</sup>/jornada y un costo promedio asociado de 694,83 \$/m<sup>2</sup>. Para este último caso se propone un sistema de evaluación basado en elementos como: firmeza, funcionalidad y duración, cada uno con una escala de valores independiente y adaptable a distintas realidades.
- Dentro del contexto anterior es que en el desarrollo de actividades de recuperación y conservación de suelos degradados, elementos como la **mantención, seguimiento y control** permiten desarrollar y controlar procesos erosivos con un grado de eficiencia mayor, estas técnicas. Quedando aquí planteado la pertinencia de futuras bonificaciones por los conceptos antes señalados, para lograr un control en el tiempo dentro de lo lógicamente posible, de procesos erosivos que disminuyen nuestro recurso suelo.
- Cabe señalar para el caso de la Higuera 23 que el 69% de la potencial bonificación a recibir esta constituida por las actividades de forestación y el 31% restante por la incorporación de actividades de Recuperación de Suelos Degradados. En cambio para el caso del segundo predio de

nuestro análisis esta situación cambia totalmente, siendo compuesta la potencial bonificación a recibir compuesta por un 41% por actividades de forestación y un 59% por actividades de Recuperación de Suelos Degradados. Lo anterior se explica por el alto valor de bonificación que presenta el desarrollo e implementación de los Diques de Postes de Madera.

- Las herramientas más cómodas y ergonómicas para la construcción de estas obras de conservación y recuperación de suelos degradados son: Palas rectas, Picotas, Azahachas y Chuzos.
- Con relación a las actividades que se deben desarrollar para incorporarse al sistema de bonificaciones forestales del DL 701 de 1974, se presentó una guía ocho puntos, la cual puede ser modificable de acuerdo al grupo objetivo que la use, la presentada en el estudio se orienta a las nuevas generaciones de profesionales y a las no tan nuevas que deseen conocer el funcionamiento y mecanismos de acceso a estos beneficios, sobretodo en estos difíciles momentos laborales por los que hoy en día pasa nuestro sector.
- Finalmente, referido al nivel de incorporación de este tipo de técnicas a la realidad regional, nos encontramos que los años 1998, 1999 y 2000 son casi nulos en incorporación, siendo solo el último año un solo predio incorporado. Situación que cambia drásticamente el año 2001 y 2002 llegando a incorporarse 124 predios a nivel regional, con un monto pagado para la región de 559.842.917(quinientos cincuenta y nueve millones ochocientos cuarenta y dos mil novecientos diecisiete pesos), faltando mucho aún que poder bonificar. La moción de esta tesis al respecto pronostica un aumento sustancial para los próximos años en este tipo de obras.

## 6 RESUMEN

Se establecieron en dos predios de la comuna de Nueva Imperial, ubicada en la IX Región de la Araucanía, Chile, dos predios demostrativos en lo que respecta a actividades de forestación y de recuperación de suelos degradados.

En ambos se establece una plantación de *Eucalyptus globulus* Labill., pero en el primero se desarrollan **Zanjas de Infiltración** las que presentan variaciones cercanas a un **31,1%**, y en el segundo predio se establecen en conjunto con la forestación y como técnicas de Conservación de Suelos, **Diques de postes de Madera** y **Canal de Desviación**, los primeros alcanzando un 100% de colmatación y el segundo una variación volumétrica de un 64% respecto a su volumen inicial, el periodo de evaluación se extiende por un año.

En todos los casos es de mucha importancia poder desarrollar actividades de **mantención, seguimiento y control** para que la implementación de Obras de Conservación de Suelos sea exitosa.

Cabe señalar que el D.L. 701 de 1974 es bastante generoso cuando se desarrollan en conjunto estas actividades, lo que da pie en estos difíciles momentos por los que pasa nuestro país y por ende nuestro sector forestal, a que se presente esta posibilidad real principalmente a las nuevas generaciones de profesionales que casi en forma industrial están entregando a este inhóspito mercado laboral las distintas instancia de educación superior.

## 7 SUMMARY

There were established in two fields of the commune of Nueva Imperial, located in the IX Region of the Araucanía, Chile, two demonstrative field regarding activities of forestation and of recovery of degraded soils.

In both *Eucaliptus globulus* Labill. plantation is established, but in the first one there develop **Infiltration ditches** wich have variations near to 31,1 %, and in the second far (land) they are established as a whole with the forestation and as techniques of Conservation of Soils, Dikes of wood's posts and Waterway of Desviation, first reaching 100 % of filling and the second one a volumetric variation of 64 % with regard to its initial volume, the period of evaluation is for one year.

In all the cases it is of many importance to be able to develop activities of maintenance, following and control in order that the implementation of Works of Conservation Soils is successful.

It is necessary to indicate that the D.L. 701 of 1974 is generous enough when there develop as a whole these activities, which gives course in these difficult moments which our country happens and consequently our forest sector, to which this real possibility appears principally the new generations of professionals who almost in industrial form are delivering to this inhospitable labour market different instance of high education.

## 11 BIBLIOGRAFÍA

- CHANG-NAVARRO, L. VASQUEZ, A. ARLEDJE, J. 1998. Manual Técnico de Conservación de suelos. Proyecto nacional de manejo de cuencas y conservación de suelos. 3 Edición. Lima. Perú. 88 pp.
- CONAF. 1998. Manual de Ingeniería Forestal. Manual Técnico N° 7. CONAF. Santiago. Chile. 56 pp.
- DEFOR. 1994. Recuperación de Suelos Degradados en Sectores Campesinos. Una propuesta de Trabajo. DEFOR CONSULTORES LTDA. Santiago, Chile. 86 pp.
- FINCKH, M. FRANK, D. VERA, P. ALTAMIRANO, Y. LEMUÑIR, J. ALBERS, Ch. 1998. Monografía de Diagnóstico de Situación y Potencial Ambiental-Productiva de la comuna. Proyecto: Estudio de los Recursos Naturales de la Comuna de Nueva Imperial y su relación con el Medio Ambiente. Ilustre Municipalidad de Nueva Imperial. Chile.
- FRANCKE, S. BARRIA, B. PINTO, M. 1998. Curso -Taller: Recuperación de suelos en el marco de la nueva ley de fomento forestal CONAF. Santiago. Chile.
- GONZALEZ, E. 2001. Forestación. Disponible en internet en <http://www.chileforestal.cl>

HARTGE, K. HORN, R. ELLIES, A. GAYOSO, J. CHLATTER, J. GERDING, V. 1998. Curso de Post-grado, Manejo Físico de Suelos para la sustentabilidad del recurso. Universidad Austral de Chile, Valdivia. Chile.

INFOR. 2000. El sector forestal Chileno. Boletín de estadísticas forestales. Corporación de fomento de la producción.

IIRR. 1996. Manual de Prácticas Agro ecológicas de Los Andes Ecuatorianos. Quito. Ecuador.

Instituto Nacional de Estadísticas 1992. Población Mapuche, Tabulaciones Especiales. Universidad de la Frontera. Instituto de Estudios Indígenas,

TOKUGAWA, K. VARGAS, R. 1996. Informe intermedio de control de erosión. Proyecto CONAF/ JICA. Santiago. Chile. 110 pp.

TOKUGAWA, K. VARGAS, R. FRANCKE, S. MAKITA, M. 1998. Manual de control de erosión. Proyecto Cuencas CONAF/ JICA. Santiago. Chile. 73 pp.

TOKUGAWA K, VARGAS R. 1998. Manual de Tratamientos de Control de Erosión. Proyecto CONAF/ JICA. Santiago. Chile. 32 pp.