

MINISTERIO DE AGRICULTURA  
SERVICIO AGRICOLA Y GANADERO  
DIVISION DE PROTECCION DE LOS RECURSOS  
NATURALES RENOVABLES

## PROTOCOLO PARA SELECCION DE ALTERNATIVAS PARA LA CONSERVACION DE SUELOS EN LADERAS



GOBIERNO DE CHILE  
SERVICIO AGRICOLA Y GANADERO



GOBIERNO DE CHILE  
SERVICIO AGRICOLA Y GANADERO

MINISTERIO DE AGRICULTURA  
SERVICIO AGRICOLA Y GANADERO  
DIVISION DE PROTECCION DE LOS RECURSOS  
NATURALES RENOVABLES

# **PROTOCOLO PARA SELECCION DE ALTERNATIVAS PARA LA CONSERVACION DE SUELOS EN LADERAS**

AUTOR  
MARIO LAGOS S.



**GOBIERNO DE CHILE**  
SERVICIO AGRICOLA Y GANADERO

CONTENIDO TECNICO  
**División de Protección de los Recursos Naturales Renovables**  
**SAG**

PRIMERA EDICION  
**Enero 2005**

DIAGRAMACION E IMPRESION  
**MAVAL**  
**[www.mavalchile.cl](http://www.mavalchile.cl)**

# INDICE

|  |    |
|--|----|
| PRESENTACION.....  | 5  |
| CAPITULO 1   |    |
| PROTOCOLO PARA SELECCION DE ALTERNATIVAS PARA LA CONSERVACION DE SUELOS EN LADERAS                               |    |
| METODOLOGIA.....   | 9  |
| a.- Indice de Productividad del Suelo (IP) .....   | 9  |
| b.- Indice de Riesgo de Erosión (IRE).....   | 11 |
| PRACTICAS DE MANEJO Y CONSERVACION DE SUELOS .....   | 12 |
| Clasificación de prácticas de manejo y conservación de suelos para tierras de laderas.....                       | 12 |
| CATEGORIA I.....   | 13 |
| CATEGORIA II.....  | 14 |
| CATEGORIA III.....   | 15 |
| CAPITULO 2   |    |
| I.- EVALUACION DE FACTORES DEL INDICE DE PRODUCTIVIDAD (IP)  |    |
| Factor A (evalúa condiciones que regulan la relación agua-aire del horizonte <b>i</b> ) ..                       | 21 |
| Factor B (evalúa la resistencia mecánica para exploración de las raíces en el horizonte <b>i</b> ).....          | 23 |
| Factor C (evalúa condiciones que regulan la fertilidad potencial del horizonte <b>i</b> ).                       | 25 |
| Factor K (evalúa la importancia relativa del horizonte <b>i</b> en el perfil del suelo) .....                    | 27 |
| II.- EVALUACION DE FACTORES PARA INDICE DE RIESGO DE EROSION (IRE) 29  |    |
| Factor $\alpha$ (evalúa el potencial escurrimiento superficial de las aguas).....                                | 29 |
| Factor $\beta$ (evalúa la agresividad relativa de la lluvia) .....   | 31 |
| Factor $\gamma$ (evalúa el impacto de la topografía en el riesgo de erosión) .....                               | 32 |
| Factor $\epsilon$ (evalúa incidencia de la orientación de la pendiente en el riesgo de erosión) .....            | 33 |
| CAPITULO 3   |    |
| EJEMPLO DE SELECCION DE PRACTICAS SEGUN IP E IRE DETERMINADOS PARA PRINCIPALES SUELOS EN LADERAS. V REGION ..... |    |
|  | 37 |
| BIBLIOGRAFIA.....  | 41 |

ANEXOS

ANEXO N° 1.- PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DE SERIES DE SUELOS MAS FRECUENTES EN CERROS. V REGION..... 45

ANEXO N° 2.- DETERMINACION DEL INDICE DE PRODUCTIVIDAD (IP) PARA PRINCIPALES SUELOS CON PALTOS EN LADERAS. V REGION..... 49

ANEXO N° 3.- DETERMINACION DEL INDICE DE RIEGO A LA EROSION (IRE) PARA PRINCIPALES SUELOS CON PALTOS EN LADERAS. V REGION..... 52

ANEXO N° 4.-

I.- PRINCIPALES NORMAS JURIDICAS QUE AFECTAN A PLANTACIONES DE FRUTALES EN LADERAS DE CERRO. V REGION..... 55

II.- CONSIDERACIONES DE ORDEN GEOMORFOLOGICO, DE COBERTURA VEGETACIONAL, DE PLUVIOMETRIA Y ECOSISTEMICO, PARA PLANTACIONES DE FRUTALES EN LADERAS DE CERRO, V REGION ..... 63

III.- ANALISIS MULTICRITERIO EN EL MARCO DE DISPOSICIONES LEGALES Y PARAMETROS TECNICOS ANALIZADOS, PARA DETERMINACION DE SITIOS DE MAYOR APTITUD PARA ESTABLECIMIENTO DE PALTOS EN LADERAS, V REGION ..... 73

# PRESENTACION

La presente guía o **Protocolo para Selección de Alternativas para la Conservación de Suelos**, forma parte de los compromisos asumidos por el Servicio Agrícola y Ganadero y en particular por la Oficina Sectorial de San Felipe y la Dirección Regional del SAG, con la Asociación de Productores de Palta de la provincia de San Felipe, en la V Región.

En conjunto con otros documentos de diagnóstico e inventario del rubro frutícola en la provincia y principalmente una propuesta de “Especificaciones Técnicas de Buenas Prácticas Agrícolas para Cultivos de Suelos en Laderas”, integra un marco técnico y normativo voluntario de cooperación público-privada, propuesto con el objetivo de acercar esta actividad a un nivel de mayor sustentabilidad en la utilización de los recursos naturales involucrados.

En su calidad de propuesta en desarrollo, con seguridad este protocolo no entrega todas las respuestas que podrían esperar los usuarios de la tierra y los técnicos que trabajan en el tema, por lo que se considera un aporte que debe ser sometido a la opinión de diversos grupos de interés, con la finalidad de constituir un material que reúna a futuro el mayor consenso posible.

Se espera que esta publicación contribuya a orientar a los profesionales y técnicos del sector y usuarios en general, en el avance hacia el mejoramiento sostenido en el manejo del suelo en ambientes mediterráneos secos y subhúmedos, por lo que se agradecerán todas las sugerencias o comentarios al presente texto para su eventual adaptación a condiciones diferentes al contexto en que ha sido elaborada.

El presente documento se centra exclusivamente en los aspectos biofísicos que implica la degradación de suelos en tierras inclinadas. Para ello fue necesario reunir e interpretar antecedentes legales y técnicos involucrados en esta nueva forma de

desarrollar la fruticultura en el país y reflexionar sobre ello (Ver Anexo N° 4). En el Cap. 1 se describe la metodología recomendada a aplicar, los índices utilizados y una agrupación funcional de las prácticas más comunes para la conservación de suelos. En el Cap.2 se presenta la evaluación de los factores que determinan los índices empleados. En tanto que en el Cap. 3 se entrega un ejemplo de la aplicación de la metodología para dos series de suelos de amplia distribución en la V Región, sobre la base de información de análisis de suelos tipo y factores valorados en Anexos N° 1, 2 y 3.

El protocolo ha sido elaborado por Mario Lagos Subiabre<sup>1</sup>, y en él han contribuido los profesionales Rodolfo Freres, Alberto Kuhne, Germán Ruiz, Miguel A. Trivelli y Eduardo Camacho.

Finalmente el autor desea expresar sus agradecimientos al Servicio, que le brindó la posibilidad de asistir a la III Conferencia Internacional de Degradación de Tierras ICLD3, en Río de Janeiro, Brasil, 2001, donde tuvo la oportunidad de conocer, intercambiar opiniones y obtener del distinguido profesional venezolano Fernando Delgado, de CIDIAT, los antecedentes de detalle suficientes para atreverse a abordar el desafío de esta publicación.

---

<sup>1</sup> Ingeniero Agrónomo, Jefe del Departamento de Defensa y Conservación de Suelos, de la División de Protección de Recursos Naturales del Servicio Agrícola y Ganadero

# CAPITULO 1

---

## **PROTOCOLO PARA SELECCION DE ALTERNATIVAS PARA LA CONSERVACION DE SUELOS EN LADERAS**





## METODOLOGIA

El método propuesto en este documento corresponde a una modificación de la metodología desarrollada y probada por Delgado (1997), la cual está directamente orientada al proceso de evaluación de la capacidad de uso agrícola, así como, para establecer sus prioridades y requerimientos de conservación, en tierras montañosas tropicales.

La metodología en primer lugar, cuantifica dos cualidades de la tierra sobre la cual se basa la clasificación: *productividad* y *riesgo de erosión del suelo*. Ambos se cuantifican de acuerdo a sus características, por medio de la aplicación de métodos multifactoriales. De esta manera se obtienen dos índices: **Índice de Productividad del Suelo (IP)** e **Índice de Riesgo de Erosión (IRE)**. Cada uno evalúa sus respectivas condiciones y cualidades con las siguientes funciones:

**IP** = *f* (características biofísicas del suelo que promueven el crecimiento radicular)

**IRE** = *f* (características físicas de la tierra que favorecen la erosión hídrica)

Luego, los valores de estos dos índices son introducidos en una matriz, en la cual se indican los diferentes tipos de tierras, en términos de la productividad del suelo y el riesgo de erosión. Las prioridades de conservación, sus requerimientos así como los usos recomendados para cada tipo de tierras definido, se detallan en esta matriz.

El método es aplicable para unidades de tierras a escala de microcuencas. En la aplicación del método, la respectiva microcuenca o determinada porción de tierra, a su vez, debe ser dividida en unidades homogéneas de suelo y pendiente.

Estos dos aspectos de las tierras son evaluados como sigue:

### a.- Productividad del Suelo

La productividad del suelo se define como la capacidad del suelo, en su medio natural, para producir un determinado cultivo o secuencia de cultivos, bajo un sistema específico de manejo, generalmente expresado en términos de rendimientos (SCSA, 1982).

La evaluación de la productividad del suelo se determina a través del modelo de **Índice de Productividad**, el cual básicamente consiste en una modificación de índice desarrollado primero por Kiniry *et al.* (1983), la posterior variación realizada por Pierce *et al.* (1983), y adaptaciones realizadas por Delgado (1997), para tierras de montaña tropicales.

El modelo presume que, bajo condiciones específicas de manejo y clima, los rendimientos dependen de las condiciones del suelo, que ofrecen un adecuado ambiente edáfico para el desarrollo del sistema radicular de las plantas. El **Indice de Productividad** se calcula con el siguiente modelo multifactorial:

$$IP = \sum_{i=1}^n (A_i * B_i * C_i * K_i)$$

**IP** corresponde al Índice de Productividad el suelo y es evaluado entre 0 y 1. El valor 1 corresponde a un suelo sin ningún tipo de limitación para el desarrollo radicular de las plantas.

**A<sub>i</sub>** factor que evalúa las condiciones que regulan la relación agua – aire, del horizonte **i**.

**B<sub>i</sub>** factor que evalúa las condiciones que determinan la resistencia mecánica (impedimentos) para la exploración de las raíces, en el horizonte **i**

**C<sub>i</sub>** factor que evalúa las condiciones que regulan la fertilidad potencial del horizonte **i**, y finalmente

**K<sub>i</sub>** factor que evalúa la importancia relativa del horizonte **i** en el perfil del suelo (peso específico del respectivo horizonte)

Todos estos factores se obtienen para *cada horizonte morfológico del suelo n*, hasta una profundidad de 100 cm si el suelo tiene una profundidad igual o mayor que este valor; o hasta la profundidad efectiva, si ésta es menor que 100 cm. El valor 1 corresponde a la condición que no ofrece limitación al crecimiento radicular.

Para considerar las interacciones clima – suelo, la metodología establece los siguientes tipos climáticos:

**Húmedo:** P/ETP > 1,50

**Seco:** P/ETP < 0,75

**Subhúmedo seco :** 0,75 < ó = P/ETP < ó = 1,50

Donde:

**P** es la lluvia anual acumulada (mm), y

**ETP** es la evapotranspiración anual acumulada (mm)

## b.- Riesgo de Erosión

El riesgo de erosión o erosión potencial se interpreta como la medida de máxima pérdida de suelos posible en *ausencia de una cobertura vegetal y de prácticas de conservación*, en el entendido que solamente se toman en consideración la interacción de factores físicos de la tierra: el suelo, el clima, la topografía y el paisaje.

En los planes de conservación en tierras inclinadas es fundamental evaluar el *riesgo de erosión*, en orden a establecer una concordancia entre este riesgo y el uso actual de la tierra. Suelos con un alto riesgo de erosión requerirán una cobertura vegetal más densa y oportuna previa o coincidente con el período de máxima erosividad de las lluvias y/o más intensivas prácticas de conservación, que aquellas con menor riesgo de erosión.

El modelo propuesto para evaluar este aspecto en tierras de laderas, corresponde a una adaptación realizada por el autor de este documento, basado en Delgado (1997). Toma en cuenta cuatro factores fundamentales para estimar la susceptibilidad del suelo a la erosión hídrica causadas por las lluvias: *las características hidrológicas del suelo que contribuyen a su capacidad de infiltración, la agresividad de la lluvia, la pendiente del terreno y la orientación de la pendiente, respecto de la dirección de vientos y lluvias predominantes*. Cada uno de estos factores es evaluado en la escala de 0 a 1. El valor 1 corresponde a la condición del factor que más potencializa la ocurrencia de los procesos de erosión en tierras inclinadas.

El **Índice de Riesgo a la Erosión (IRE)** se calcula con el siguiente modelo multifactorial:

$$\text{IRE} = \alpha * \beta * \gamma * \varepsilon$$

**IRE** corresponde al Índice de Riesgo de Erosión el cual es evaluado de 0 a 1; correspondiendo el mayor valor a la presencia de condiciones potenciales para que eventualmente tenga lugar un mayor proceso de erosión.

$\alpha$  factor que evalúa el potencial escurrimiento sobre el suelo

$\beta$  factor que evalúa el impacto de la agresividad de la lluvia

$\gamma$  factor que evalúa el impacto de la pendiente del terreno

$\varepsilon$  factor que evalúa el efecto de la orientación de la pendiente respecto de vientos y lluvias predominantes en el área

## PRACTICAS DE MANEJO Y CONSERVACION DEL SUELO

Con respecto a las más apropiadas tecnologías para la conservación de suelos en tierras inclinadas, varios autores han señalado las ventajas técnicas de la cobertura del suelo y métodos de manejo de suelos como estructuras para el control del escurrimiento en terrenos en pendiente. En este sentido, los mayores éxitos en programas de conservación de suelos en tierras inclinadas se han obtenido con el concepto de **Agricultura de Conservación** (Hudson, 1988), Latham, 1995), dirigida hacia tecnologías que aseguren mantener y mejorar la productividad, al mismo tiempo que preserven los recursos naturales. Los énfasis deben aplicarse por igual, tanto a los aspectos productivos de la agricultura, así como, a aquellos aspectos relacionados a la conservación del suelo; por medio de estrategias que garanticen la mayor participación posible de los usuarios, para asegurar resultados exitosos en programas de esta naturaleza.

Hoy día existen diversos métodos, técnicas y prácticas para el manejo y conservación de suelos en tierras inclinadas. Sin embargo, los énfasis generalmente han sido puestos en obras físicas o estructuras de conservación de suelos dirigidas al control de escurrimientos superficiales de flujo concentrado, fundamentalmente a través de actividades para control de cárcavas y torrentes, así como para el tratamiento del terreno para el control del escurrimiento en pendientes, con el uso de muretes de piedras, terrazas de banco y diques de absorción.

Menor importancia se la ha otorgado a la disseminación y aplicación de prácticas de mejoramiento del suelo, cobertura del suelo y a la estructura de cultivos en pendiente; las cuales son más fácilmente adoptables por los agricultores dado su menor costo. Ellos han integrado e incorporado más fácilmente prácticas diarias de manejo agronómico del cultivo y se han orientado hacia el control de las causas originales de la erosión del suelo, es decir, a la reducción de la disgregación del suelo, su transporte y depositación.

Los problemas de conservación en tierras inclinadas pueden técnicamente resolverse, por medio de la selección, diseño e implementación de diferentes alternativas, la mayoría de las cuales están disponibles para ser aplicadas solas, o combinadas con varios sistemas de agricultura sustentable de tierras inclinadas.

### **Clasificación de prácticas de manejo y conservación de suelos para tierras de laderas.**

En este documento se propondrá una clasificación funcional de las prácticas más comunes de conservación de suelos. Las diferentes prácticas de manejo y conservación de suelos pueden agruparse en tres (3) grandes categorías:

**Categoría I:** prácticas para reducir la erodabilidad del suelo o el impacto de la erosividad de la lluvia.

**Categoría II:** prácticas para reducir el impacto del escurrimiento superficial.

**Categoría III:** prácticas complementarias

## CATEGORIA I

Las alternativas en esta categoría (Tabla A) incluyen prácticas para el mejoramiento del suelo e incremento de la cobertura del suelo, creando condiciones que mejorarán significativamente la productividad del suelo, así como, para reducir el riesgo de disgregación y transporte del suelo como efecto del impacto de la energía de la lluvia.

Estas prácticas contribuyen también a:

- Mejorar las **condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo**, estrechamente ligadas a la productividad del recurso: aumentando la profundidad efectiva, aireación, capacidad de almacenamiento de agua y capacidad para almacenar nutrientes.
- Mejorar la **estructura del suelo** en orden a minimizar los impactos de los agentes erosivos: aumentando la agregación y porosidad del suelo, eliminando factores limitantes (capas compactadas, sellamientos y costras superficiales), mejorando la infiltración y capacidad de almacenamiento de agua en el suelo.
- Mejorar la **cobertura del suelo** protegiéndolo de los impactos directos de la energía de la lluvia

**Tabla A.- Categoría I: Prácticas para mejorar la productividad y la resistencia del suelo a la erosión, así como, para reducir el impacto de la erosividad de la lluvia**

| Grupo I – A<br>Mejoramiento del suelo<br>(MS) | Grupo I – B<br>Mejoramiento de cobertura y manejo de plantas<br>(MC) |
|---|--|
| MS – 1 mínima labranza                        | MC – 1 cultivos en cobertera   |
| MS – 2 labranza vertical                      | MC – 2 mulch   |
| MS – 3 labranza con mulch                     | MC – 3 plantación en alta densidad                                   |
| MS – 4 cero labranza                          | MC – 4 cultivos múltiples  |
| MS – 5 labranza en camellón                   | MC – 5 rotación de cultivos  |
| MS – 6 labranza corrugada                     | MC – 6 cultivos intercalados   |
| MS – 7 subsolado                              | MC – 7 cultivos tolerantes   |
| MS – 8 aradura profunda                       | MC – 8 cultivos permanentes  |
| MS – 9 fertilización de suelos                | MC – 9 cultivos bajo sombra  |
| MS – 10 incorporación de residuos             | MC – 10 praderas   |
| MS – 11 abonos orgánicos                      | MC – 11 agroforestería   |
| MS – 12 abonos verdes                         | MC – 12 forestación y reforestación                                  |
| MS – 13 enmiendas ácidas                      | MC – 13 revegetación natural   |
| MS – 14 enmiendas alcalinas (sódicas)         |  |
| MS – 15 acondicionadores sintéticos           |  |

Estas prácticas son apropiadas para ser utilizadas en forma individual, combinadas entre sí o combinadas con las del Grupo II, en todos los sistemas de agricultura en tierras inclinadas. Algunas también pueden ser incorporadas a sistemas de producción ganaderos, agroforestales y forestales o la combinación de ellos.

***Estas son prácticas que siempre deben ser utilizadas primero***, es decir, aplicadas antes de recurrir a otras medidas, tales como, estructuras de conservación para el control de la escorrentía superficial en pendientes, las cuales generalmente no están dirigidas a resolver la causa original del fenómeno de erosión hídrica, generalmente menos aceptadas por la mayoría de los agricultores.

## CATEGORIA II

Esta Categoría comprende cuatro grupos de prácticas (Tabla B). Las prácticas incluidas en el Grupo II – A contienen técnicas para disponer sobre el suelo cultivos u otro tipo de vegetación, viva o muerta, de manera tal que ella contribuya a reducir significativamente la velocidad del escurrimiento superficial del agua, a la vez que, reducir su efecto erosivo. Ellas son particularmente útiles combinadas con prácticas de los Grupos I – A y I – B.

Las prácticas de los Grupo II – B, II – C y II – D también se incluyen en esta categoría. Hay algunas conocidas como estructuras para la conservación de suelos en pendientes, reduciendo el impacto de la escorrentía, atrapándola y divirtiéndola hacia lugares donde no causará problemas (Grupo II – B), u otras que modifican substancialmente el largo e inclinación de la pendiente con objeto de reducir significativamente el efecto erosivo del escurrimiento del agua (Grupos II – C y II – D). Estos trabajos pueden considerarse suplementarios, es decir, deben ser implementados sólo si las prácticas correspondientes a los tres primeros grupos (Grupos I – A, I – B y II – A) no son suficientes para el control del proceso de erosión.

| <b>Tabla B.- Categoría II: Prácticas para reducir el impacto del escurrimiento en pendiente</b> |   |
|---|---|
| <b>Grupo II – A</b><br>Atenuar velocidad del escurrimiento<br>(AE)                              | <b>Grupo II – B</b><br>Captación escurrimiento y/o transporte<br>(CE)     |
| AE – 1 labranza en contorno   | CE – 1 canales de desviación  |
| AE – 2 labranza con rastra de clavos  | CE – 2 diques de laderas  |
| AE – 3 barreras vivas   | CE – 3 diques de retención  |
| AE – 4 labranza en franjas  | CE – 4 diques de filtración   |
| AE – 5 labranza en franjas alternadas   | CE – 5 diques de trinchera  |
|   | CE – 6 terrazas de desviación   |
|   | CE – 7 terrazas de retención  |
|   | CE – 8 terrazas de base angosta   |
|   | CE – 9 surcos en contorno   |
| <b>Grupo II – C</b><br>Modificación del largo de la pendiente<br>(LP)                           | <b>Grupo II – D</b><br>Modificación del gradiente de la pendiente<br>(GP) |
| LP – 1 entretejidos de protección   | GP – 1 murallas de piedras  |
| LP – 2 barreras de piedras  | GP – 2 terrazas de banco continuas  |
| LP – 3 colector en semicírculo  | GP – 3 terrazas de banco alternadas                                       |
| LP – 4 pequeñas presas en control de cárcavas   | GP – 4 terrazas individuales  |

### CATEGORIA III

Las medidas correspondientes a la tercera Categoría (Tabla C) incluyen prácticas complementarias que pueden ser implementadas conjuntamente con cualquiera las prácticas de los grupos anteriores. Generalmente ellas están concebidas para mejorar condiciones limitantes mayores del terreno o mejorar el comportamiento y eficiencia de protección de otras prácticas de conservación.

| Tabla C.- Categoría III: Prácticas complementarias |
|--|
| Grupo III<br>Prácticas complementarias<br>(PC)     |
| PC – 1 remoción de piedras (despedrado)            |
| PC – 2 nivelación de suelos                        |
| PC – 3 riego por aspersión                         |
| PC – 4 riego por goteo                             |
| PC – 5 drenaje superficial                         |
| PC – 6 drenaje subsuperficial                      |
| PC – 7 cortafuegos                                 |
| PC – 8 cercos vivos                                |
| PC – 9 cortavientos                                |
| PC – 10 caminos de servicio explotación            |

#### *Sistemática para la selección de prácticas de conservación*

La metodología propuesta en el presente documento pretende facilitar la selección de prácticas de manejo y conservación de suelos, así como, ayudar a responder las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es la cualidad de la tierra más limitante para su uso en agricultura: **productividad del suelo** o el **riesgo a erosión**?
- ¿Cuales son las características o **factores más limitantes** de calidad?

| Para la productividad del suelo                 | Para el riesgo de erosión                |
|---|--|
| ¿relación agua – aire?                          | ¿relación precipitación – escurrimiento? |
| ¿resistencia mecánica al crecimiento radicular? | ¿agresividad de la lluvia?               |
| ¿fertilidad potencial?                          | ¿pendiente del terreno?                  |
|   | ¿exposición de la pendiente?             |



En términos de las limitaciones más significativas detectadas en el análisis de los factores correspondientes a la **productividad del suelo**, en la Tabla D se indican algunas de las prácticas de manejo y conservación que podrían ser utilizadas para mejorar esta condición.

Del mismo modo, en términos de los factores limitantes más relevantes detectados por el análisis correspondientes al **riesgo de erosión**, en la Tabla E se mencionan algunas prácticas de manejo y conservación de suelos, que podrían ser utilizadas para reducir tal riesgo.

| <b>Tabla D.- Identificación de algunas prácticas de manejo y conservación de suelos para reducir las mayores limitaciones de productividad del suelo</b> |                  |                                      |   |
|--|------------------|--------------------------------------|---|
| Condición limitante del suelo  | Factor limitante | Sub-factor limitante                 | Prácticas de manejo y conservación de suelos*                             |
| Relación agua - aire   | A                | A1<br>(retención de agua disponible) | MS-33, MS-4, MS-11, MS-12, MS-15, CE-3, CE-4, CE-5, CE-7, PC-3, PC-4      |
|  |                  | A2<br>(capacidad de aireación)       | MS-1, MS- 5, MS-8, MS-10, MS-15, MC-7, CE-1, CE-2, CE-6, PC-2, PC-5, PC-6 |
| Resistencia mecánica a la exploración de raíces  | B                | B1<br>(densidad aparente)            | MS-2, MS-6, MS-7, MS-8, MS-10, MS-11, MS-12, MS-15                        |
|  |                  | B2<br>(fragmentos arenosos)          | PC-1, MS-1, MS-2, MC-4, MC-6, MC-7, MC-8, MC-10, MC-11, MC-12             |
| Fertilidad Potencial   | C                | C1<br>(pH)                           | MS-9, MS-10, MS-11, MS-12, MS-13, MC-5, MC-7, MC-10, MC-11                |
|  |                  | C2<br>(materia orgánica)             | MS-10, MS-11, MS-12, MS-14, MC-7, MC-10, PC-7                             |

(\*) códigos prácticas indicados en Tablas A, B, C

| Tabla E.- Identificación de algunas prácticas de manejo y conservación de suelos para reducir las limitaciones más significativas que favorecen el riesgo de erosión |            |                |   |
|--|------------|----------------|---|
| Condición limitante de la tierra   | Factor     |                | Practiclas de manejo y conservación de suelos *   |
| Potencial de escurrimiento del suelo   | $\alpha$   |                | MS-1, MS-2, MS-3, MS-4, MS-6, MS-7, MS-8, MS-10, MS-11, MS-12, MS-15, AE-1, AE-2, AE-3, AE-4, CE-1, CE-2, CE-6, CE-9, PC-5                |
| Agresividad de la lluvia   | $\beta$    |                | MS-3, MS-4, MS-5, MS-12, MC-1, MC-2, MC-3, MC-4, MC-5, MC-6, MC-8, MC-9, MC-10, MC-11, MC-12, MC-13                                       |
| Pendiente del terreno  | $\gamma$   |                | CE-8, LP-2, LP-3, LP-4, GP-1, GP-2, GP-3, GP-4, PC-3, PC-4, PC-8, PC-10   |
| Orientación de la pendiente  | $\epsilon$ | N<br>NE-NO     | AE-1, AE-4, AE-5, CE-1, CE-2, CE-3, CE-4, CE-5, CE-6, CE-7, CE-8, CE-9, LP-1, LP-2, LP-3, LP-4, GP-2, GP-3, GP-4, PC-1, PC-3, PC-4, PC-10 |
|  |            | E-O<br>SE-S-SO | MC-8, MC-9, MC-10, MC-11, MC-12, MC-13**  |

(\*) códigos prácticas indicados en Tablas A, B, C

(\*\*) se privilegia mantener la condición natural del terreno



# CAPITULO 2

---



## I. EVALUACION DE LOS FACTORES DEL INDICE DE PRODUCTIVIDAD (IP)

### Factor A

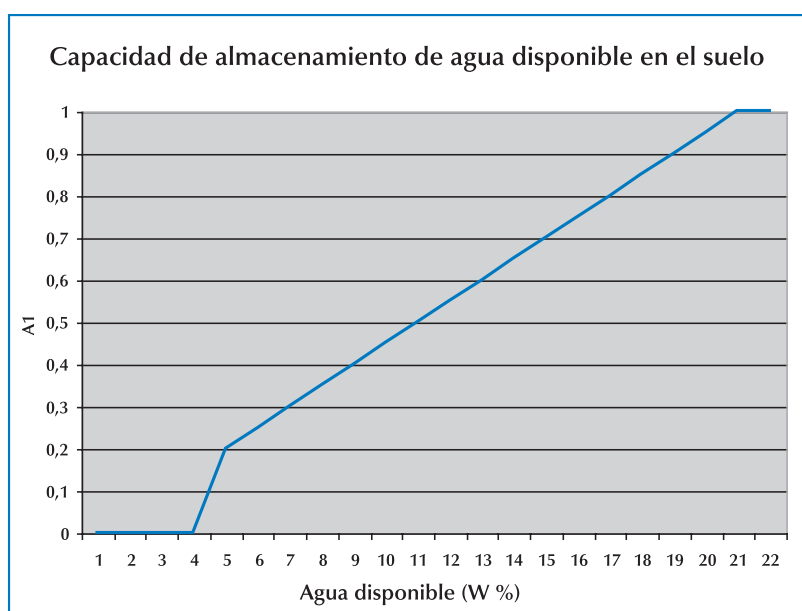
Este factor evalúa las condiciones que regulan la relación agua-aire del horizonte i

### Subfactores para evaluar el factor A del índice de productividad del suelo

#### Tabla N°1a.- Subfactor A1

Evalúa la capacidad de almacenamiento de humedad aprovechable del suelo

| (W %) | A1   |
|-------|------|
| 0     | 0    |
| 1     | 0    |
| 2     | 0    |
| 3     | 0    |
| 4     | 0,2  |
| 5     | 0,25 |
| 6     | 0,3  |
| 7     | 0,35 |
| 8     | 0,4  |
| 9     | 0,45 |
| 10    | 0,5  |
| 11    | 0,55 |
| 12    | 0,6  |
| 13    | 0,65 |
| 14    | 0,7  |
| 15    | 0,75 |
| 16    | 0,8  |
| 17    | 0,85 |
| 18    | 0,9  |
| 19    | 0,95 |
| 20    | 1    |
| 21    | 1    |



| W          | A1     |
|------------|--------|
| < ó = 3,0  | 0      |
| 3,0 - 20,0 | 0,05 W |
| > 20,0     | 1      |

**W** = contenido gravimétrico de agua disponible en el suelo (%)

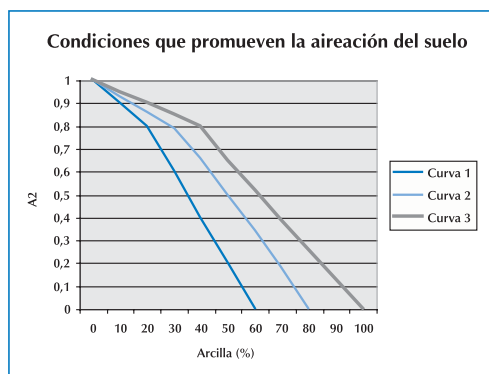
**A1** = subfactor que evalúa la capacidad de almacenamiento de agua disponible en el suelo

### Subfactor A2

Evalúa las condiciones para promover la capacidad de aireación del suelo

Tabla N° 1b. Subfactor A2

| Arcilla % | A2      |         |         |
|-----------|---------|---------|---------|
|           | Curva 1 | Curva 2 | Curva 3 |
| 0         | 1       | 1       | 1       |
| 10        | 0,9     | 0,93    | 0,95    |
| 20        | 0,8     | 0,86    | 0,9     |
| 30        | 0,6     | 0,79    | 0,85    |
| 40        | 0,4     | 0,66    | 0,8     |
| 50        | 0,2     | 0,5     | 0,65    |
| 60        | 0       | 0,34    | 0,52    |
| 70        |         | 0,18    | 0,39    |
| 80        |         | 0       | 0,26    |
| 90        |         |         | 0,13    |
| 100       |         |         | 0       |



**arc** = contenido de arcilla (%)

**A2** = subfactor que evalúa la capacidad de aireación del suelo

| Curva | Estructura | arc. (%) | A2                |
|-------|------------|----------|-------------------|
| 1     | Débil      | < ó = 20 | 1,0 - 0,01 (arc)  |
|       |            | > 20     | 1,2 - 0,02 (arc)  |
| 2     | Moderada   | < ó = 30 | 1,0 - 0,007 (arc) |
|       |            | > 30     | 1,3 - 0,016 (arc) |
| 3     | Fuerte     | < ó = 40 | 1,0 - 0,005 (arc) |
|       |            | > 40     | 1,3 - 0,013 (arc) |

**Factor A se evalúa interactuando con el clima, como sigue:**

En clima seco ( $P/ETP < 0,75$ ):  $A = A1$

En clima húmedo ( $P/ETP > 1,50$ ):  $A = A2$

En clima subhúmedo a seco ( $0,75 < o = P/ETP < o = 1,50$ ):  $A =$  El valor más limitante (menor valor numérico) entre A1 y A2

**Factor B**

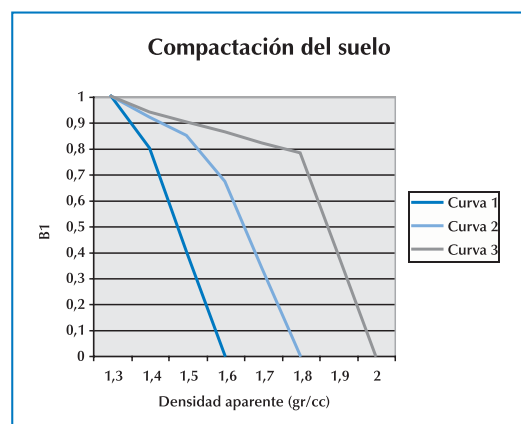
Este factor evalúa las condiciones que determinan las resistencias mecánicas (impedancias) para la exploración de las raíces del cultivo en el horizonte i

**Subfactores para evaluar el factor B del índice de productividad del suelo**

**Tabla N° 2a.- Subfactor B1**

Evalúa la compactación del suelo

| Densidad aparente gr/cc | Curva 1<br>Text. fina | Curva 2<br>Text. media | Curva 3<br>Text. gruesa |
|-------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|
| 1,3                     | 1                     | 1                      | 1                       |
| 1,4                     | 0,8                   | 0,92                   | 0,94                    |
| 1,5                     | 0,4                   | 0,85                   | 0,9                     |
| 1,6                     | 0                     | 0,672                  | 0,86                    |
| 1,7                     |                       | 0,339                  | 0,82                    |
| 1,8                     |                       | 0                      | 0,78                    |
| 1,9                     |                       |                        | 0,4                     |
| 2                       |                       |                        | 0                       |



| Curva | Texturas | DA          | B1            |
|-------|----------|-------------|---------------|
| 1     | finas    | 1,30 - 1,40 | 3,6 - 2(DA)   |
|       |          | 1,41 - 1,60 | 6,4 - 4(DA)   |
| 2     | medias   | 1,30 - 1,55 | 1,9 - 0,7(DA) |
|       |          | 1,56 - 1,80 | 6 - 3,33(DA)  |
| 3     | gruesas  | 1,30 - 1,80 | 1,5 - 0,4(DA) |
|       |          | 1,81 - 2,00 | 8 - 4(DA)     |

**B1 = 1 si DA < ó = 1,30 (para cualquier textura)**

DA = densidad aparente (gr/cc)

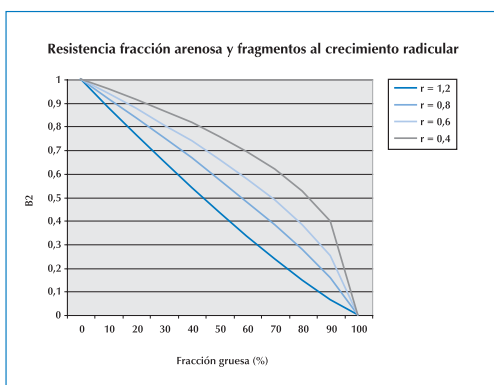
B1 = subfactor que evalúa la compactación



**Tabla N° 2b.-Subfactor B2**

Evalúa la resistencia de la fracción gruesa y los fragmentos de guijarros y piedras al crecimiento radicular

| Fracción gruesa % | B2      |         |         |         |
|-------------------|---------|---------|---------|---------|
|                   | r = 1,2 | r = 0,8 | r = 0,6 | r = 0,4 |
| 0                 | 1       | 1       | 1       | 1       |
| 10                | 0,882   | 0,919   | 0,939   | 0,959   |
| 20                | 0,765   | 0,837   | 0,875   | 0,915   |
| 30                | 0,651   | 0,752   | 0,807   | 0,867   |
| 40                | 0,541   | 0,665   | 0,736   | 0,815   |
| 50                | 0,435   | 0,574   | 0,66    | 0,758   |
| 60                | 0,333   | 0,48    | 0,577   | 0,693   |
| 70                | 0,236   | 0,382   | 0,486   | 0,618   |
| 80                | 0,145   | 0,276   | 0,381   | 0,525   |
| 90                | 0,063   | 0,158   | 0,251   | 0,398   |
| 100               | 0       | 0       | 0       | 0       |



$$B2 = (1 - g)^r$$

donde:

**B2** = subfactor que evalúa el contenido de fracción gruesa

**g** = fracción decimal volumétrica de partículas gruesas (equivalente a un diámetro > 2 mm)

**r** = coeficiente de capacidad exploración de las raíces

| r   | Capacidad exploración | Tipos de cultivos         |
|-----|-----------------------|---------------------------|
| 1,2 | Baja                  | veget. raíces, tubérculos |
| 0,8 | Moderada              | cereales, legumbres       |
| 0,6 | Alta                  | pastos                    |
| 0,4 | Muy alta              | árboles                   |

**Factor B se evalúa como sigue:**

Si contenido volumétrico de fragmentos arenosos en el suelo es menor o igual a 30% ( $g \leq 0,30$ );  $B = B1$

Si contenido volumétrico de fragmentos arenosos en el suelo es mayor que 30% ( $g > 0,30$  %);  $B = B2$

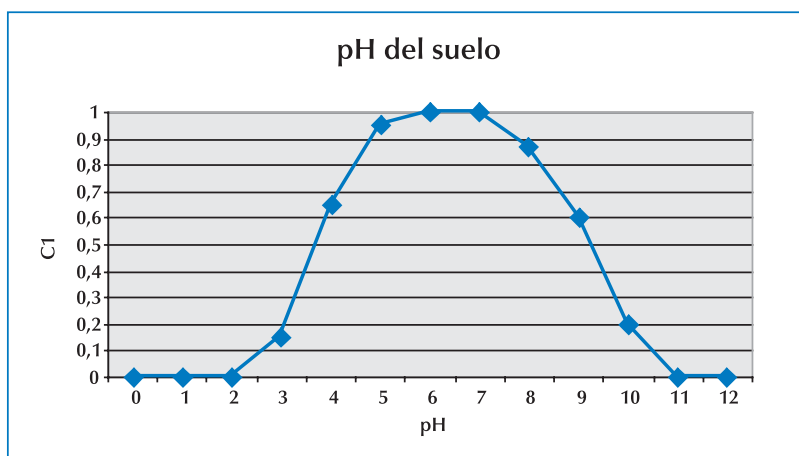
**Factor C**

Este factor evalúa las condiciones que regulan la fertilidad potencial del horizonte **i**

**Subfactores para evaluar el factor C del índice de productividad del suelo****Tabla N° 3a. Subfactor C1**

Evalúa el pH del suelo

| pH | C1   |
|----|------|
| 0  | 0    |
| 1  | 0    |
| 2  | 0    |
| 3  | 0,15 |
| 4  | 0,65 |
| 5  | 0,95 |
| 6  | 1    |
| 7  | 1    |
| 8  | 0,87 |
| 9  | 0,60 |
| 10 | 0,20 |
| 11 | 0    |
| 12 | 0    |



| pH         | C1               |
|------------|------------------|
| < 2,8      | 0                |
| 2,8 - 4,5  | 0,5 (pH) - 1,35  |
| 4,6 - 5,5  | 0,45 + 0,1 (pH)  |
| 5,6 - 7,0  | 1                |
| 7,1 - 8,5  | 1,91 - 0,13 (pH) |
| 8,6 - 10,5 | 4,2 - 0,4 (pH)   |
| > 10,5     | 0                |

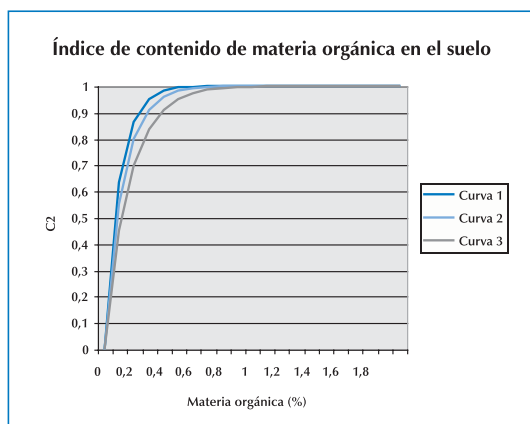
**pH** = al agua (1:1)

**C1** = subfactor que evalúa el pH del suelo

**Tabla N° 3b.- Subfactor C2**

Evalúa el contenido de materia orgánica del suelo

| Mat. Org. | Curva 1     | Curva 2      | Curva 3      |
|-----------|-------------|--------------|--------------|
| (%)       | % arc. > 20 | % arc. 15-20 | % arc. 10-14 |
| 0         | 0           | 0            | 0            |
| 0,1       | 0,632121    | 0,550671     | 0,451188     |
| 0,2       | 0,864665    | 0,798103     | 0,698806     |
| 0,3       | 0,950213    | 0,909282     | 0,834701     |
| 0,4       | 0,981684    | 0,959238     | 0,909282     |
| 0,5       | 0,993262    | 0,981684     | 0,950213     |
| 0,6       | 0,997521    | 0,99177      | 0,972676     |
| 0,7       | 0,999088    | 0,996302     | 0,985004     |
| 0,8       | 0,999665    | 0,998338     | 0,99177      |
| 0,9       | 0,999877    | 0,999253     | 0,995483     |
| 1         | 0,999955    | 0,999665     | 0,997521     |
| 1,1       | 0,999983    | 0,999849     | 0,99864      |
| 1,2       | 0,999994    | 0,999932     | 0,999253     |
| 1,3       | 0,999998    | 0,999969     | 0,99959      |
| 1,4       | 0,999999    | 0,999986     | 0,999775     |
| 1,5       | 0,999999    | 0,999994     | 0,999877     |
| 1,6       | 0,999999    | 0,999997     | 0,999932     |
| 1,7       | 0,999999    | 0,999999     | 0,999963     |
| 1,8       | 0,999999    | 0,999999     | 0,99998      |
| 1,9       | 0,999999    | 0,999999     | 0,999989     |



$$C2 = 1 - e^{-ax}$$

**C2** = subfactor que evalúa el contenido de materia orgánica del suelo

**x** = contenido de materia orgánica (%)

**a** = coeficiente de arcilla

**e** = logaritmo base e

| Curva | a  | Arcilla (%) |
|-------|----|-------------|
| 1     | 10 | > 20        |
| 2     | 8  | 15 - 20     |
| 3     | 6  | 10 - 14,9   |

**El Factor C es evaluado interactuando con el clima , como sigue:**

En clima húmedo (P/ETP > 1,50): C = C1

En clima seco (P/ETP < 0,75): C = C2 (caso de la V Región)

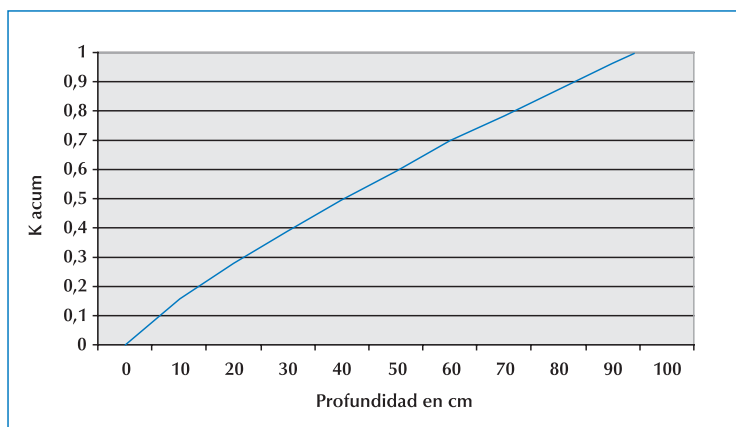
En clima subhúmedo a seco (0,75 < o = P/ETP < ó = 1,50) C = valor más limitantes (menor valor numérico) entre C1 y C2

**Factor K**

Este factor evalúa la importancia relativa del horizonte **i** en el perfil del suelo (peso específico del factor en el respectivo horizonte)

**Tabla N° 4.- Procedimiento para calcular K**

| Prof. cm | K acum |
|----------|--------|
| 0        | 0      |
| 10       | 0,1586 |
| 20       | 0,2799 |
| 30       | 0,3903 |
| 40       | 0,4942 |
| 50       | 0,5934 |
| 60       | 0,6991 |
| 70       | 0,782  |
| 80       | 0,8725 |
| 90       | 0,9609 |
| 100      | 1,0476 |



$$K_{acum} = 0,024 * X^{0,82}$$

donde:

**K acum** = peso específico acumulativo del factor hasta el límite inferior del horizonte **i**

**X** = profundidad del límite inferior del horizonte **i**, medido desde la superficie del suelo (cm)

Para el horizonte **i** considerado

$$K_i = K_{acum} (i) - K_{acum} (i-1)$$

Los valores relativos de productividad del suelo, estimados por medio de la función multifactorial de los factores **A<sub>i</sub> \* B<sub>i</sub> \* C<sub>i</sub> \* K<sub>i</sub>** para el Índice de Productividad (IP) pueden ser calificados tal como se indica en Tabla N° 5

**Tabla N° 5.- Evaluación de la productividad del suelo en términos del valor del Índice de Productividad (IP), indicando los usos generales más recomendables**

| IP         | Productividad del suelo | Usos de la tierra  |
|------------|-------------------------|--|
| < ó = 0,10 | Bajo                    | <i>La agricultura no es recomendable o sólo lo es para una reducida variedad de cultivos. Debe preferirse cultivos permanentes (pastos, arbustos y árboles). Cuando deban usarse cultivos de ciclo corto, el suelo requerirá muy intensas prácticas de manejo para mejorar la baja productividad. En cualquier caso la relación entre el número de años con cultivos de ciclo corto por cada año de descanso no debería ser más grande que 3:1</i> |
| 0,11-0,30  | Moderado                | <i>La agricultura debe limitarse a un reducido número de cultivos. La agroforestería es una alternativa, con no más de un cultivo de ciclo corto por año con intensivas prácticas de manejo para mejorar la productividad del suelo. La relación entre el número de año con cultivos de ciclo corto por año de descanso puede estar entre 3 : 1 a 6 : 1</i>  |
| 0,31-0,50  | Alto                    | <i>Agricultura semi intensiva, con una amplia variedad de cultivos, con una o dos cosechas de ciclo corto por año con moderadas prácticas de manejo del suelo. La relación entre el número de años con cultivos de ciclo corto por año de descanso puede ser entre 6 : 1 a 10 : 1</i>  |
| > 0,51     | Muy alto                | <i>Agricultura intensiva, con una muy amplia variedad de cultivos y prácticas de manejo dirigidas a la mantención de la alta productividad de estos suelos. Es posible obtener hasta tres cosechas de cultivos de ciclo corto por año con moderadas prácticas para el manejo de suelos. La relación entre el número de años con cultivos de ciclo corto por año de descanso puede ser igual o más grande que 10 : 1</i>                            |

## II.- EVALUACION DE FACTORES PARA EN INDICE DE RIESGO DE EROSION (IRE)

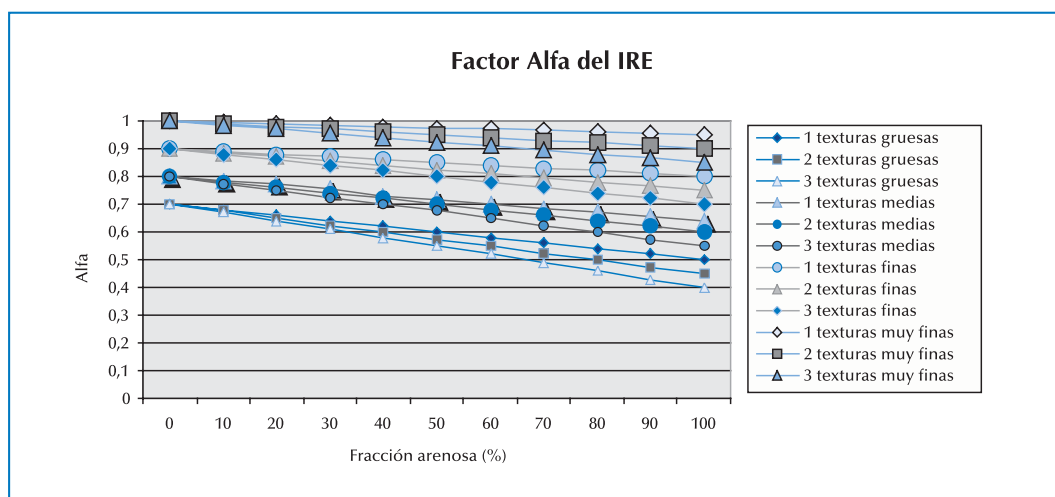
### Factor $\alpha$

Este factor evalúa el potencial escurrimiento a partir de la granulometría y de la estructura del suelo. La granulometría incluye la determinación de la fracción fina del suelo (partículas de arcilla y limo < 0,05 mm) y la fracción arenosa (partículas > 0,05 mm). La estructura incluye la evaluación de su grado de desarrollo (ligera, moderada y fuerte). Ambas características físicas determinan la porosidad del suelo mayormente responsable de la relación *infiltración/escurrimiento*, para una condición específica de humedad.

El valor de  $\alpha$  se obtiene de la ecuación que determina la condición y se expresa en la Tabla N° 1, solamente tomando en cuenta el horizonte superficial del suelo.

**Tabla N° 1.- Resultado del factor  $\alpha$  para el Índice de Riesgo de Erosión**

| Frac. Are.<br>(%) | Texturas gruesas |         |        | Texturas medias |         |        | Texturas finas |         |        | Texturas muy finas |         |        |
|-------------------|------------------|---------|--------|-----------------|---------|--------|----------------|---------|--------|--------------------|---------|--------|
|                   | Estructura       |         |        | Estructura      |         |        | Estructura     |         |        | Estructura         |         |        |
|                   | ligera           | modera. | fuerte | ligera          | modera. | fuerte | ligera         | modera. | fuerte | ligera             | modera. | fuerte |
| 0                 | 0,7              | 0,7     | 0,7    | 0,8             | 0,8     | 0,8    | 0,9            | 0,9     | 0,9    | 1                  | 1       | 1      |
| 10                | 0,68             | 0,675   | 0,67   | 0,785           | 0,78    | 0,775  | 0,89           | 0,885   | 0,88   | 0,995              | 0,99    | 0,985  |
| 20                | 0,66             | 0,65    | 0,64   | 0,77            | 0,76    | 0,75   | 0,88           | 0,87    | 0,86   | 0,99               | 0,98    | 0,97   |
| 30                | 0,64             | 0,625   | 0,61   | 0,755           | 0,74    | 0,725  | 0,87           | 0,855   | 0,84   | 0,985              | 0,97    | 0,955  |
| 40                | 0,62             | 0,6     | 0,58   | 0,73            | 0,72    | 0,7    | 0,86           | 0,84    | 0,82   | 0,98               | 0,96    | 0,94   |
| 50                | 0,6              | 0,575   | 0,55   | 0,715           | 0,7     | 0,675  | 0,85           | 0,825   | 0,8    | 0,975              | 0,95    | 0,925  |
| 60                | 0,58             | 0,55    | 0,52   | 0,7             | 0,68    | 0,65   | 0,84           | 0,81    | 0,78   | 0,97               | 0,94    | 0,91   |
| 70                | 0,56             | 0,525   | 0,49   | 0,685           | 0,66    | 0,625  | 0,83           | 0,795   | 0,76   | 0,965              | 0,93    | 0,895  |
| 80                | 0,54             | 0,5     | 0,46   | 0,67            | 0,64    | 0,6    | 0,82           | 0,78    | 0,74   | 0,96               | 0,92    | 0,88   |
| 90                | 0,52             | 0,475   | 0,43   | 0,655           | 0,62    | 0,575  | 0,81           | 0,765   | 0,72   | 0,955              | 0,91    | 0,865  |
| 100               | 0,5              | 0,45    | 0,4    | 0,64            | 0,6     | 0,55   | 0,8            | 0,75    | 0,7    | 0,95               | 0,9     | 0,85   |



| Condición                  |   |            |               |
|----------------------------|---|------------|---------------|
| Granulometría predominante | Textura   | Estructura | $\alpha$      |
| Gruesa                     | Franco arenosa (Fa)<br>Areno francosa (aF)<br>Arenosa (a)           | débil      | 0,7 - 0,20(g) |
|                            |   | moderada   | 0,7 - 0,25(g) |
|                            |   | fuerte     | 0,7 - 0,30(g) |
| Media                      | Franca (F)<br>Franco Arcillosa (FA)<br>Franco arcillo arenosa (FAa) | débil      | 0,8 - 0,15(g) |
|                            |   | moderada   | 0,8 - 0,20(g) |
|                            |   | fuerte     | 0,8 - 0,25(g) |
| Fina                       | Arcillo arenosa (Aa)<br>Franco limosa (FL)<br>Limosa (L)            | débil      | 0,9 - 0,10(g) |
|                            |   | moderada   | 0,9 - 0,15(g) |
|                            |   | fuerte     | 0,9 - 0,20(g) |
| Muy Fina                   | Arcillosa (A)<br>Arcillo limosa (AL)<br>Franco arcillo limosa (FAL) | débil      | 1,0 - 0,05(g) |
|                            |   | moderada   | 1,0 - 0,10(g) |
|                            |   | fuerte     | 1,0 - 0,15(g) |

- 1 estructura fuerte
- 2 estructura moderada
- 3 estructura débil

donde:

$\alpha$  = factor que evalúa el escurrimiento superficial potencial del suelo

**g** = fracción decimal volumétrica de partículas arenosas (> 0,05 mm)

**Factor  $\beta$** 

Este factor evalúa la agresividad relativa de la lluvia con el Índice de Fournier (Fournier, 1960, refrendado por FAO – PNUMA, 1980), el cual calcula la concentración relativa de la lluvia lo que permite estimar el grado de erosión. Este índice muestra el grado de concentración de las lluvias en un área, durante la estación húmeda, con relación al total anual de agua caída en dicha área y ha sido correlacionado satisfactoriamente con los arrastres anuales de sedimentos en muchas partes del mundo. Se determina por medio de la siguiente ecuación:

$$IF = p^2 / P$$

donde:

**IF** = índice de Fournier

**p** = la mayor precipitación media mensual registrada (mm)

**P** = la precipitación media anual (mm)

Para efectos prácticos y demostración de cómo opera el factor  $\beta$ , se trabajará con una serie histórica de 5 años correspondientes a las estaciones meteorológicas de Nogales y Llay – Llay, de la V Región, no obstante se recomienda abarcar un período mínimo de una serie histórica de 10 años.

**PRECIPITACION MEDIA MENSUAL MES MAS LLUVIOSO  
Y PRECITACION MEDIAL ANUAL (mm)**

| Precipitación        | Estaciones Meteorológicas |           |
|----------------------|---------------------------|-----------|
|                      | Nogales                   | Llay Llay |
| Media máx. Junio     | 152,58                    | 129,76    |
| Media anual (98-02)  | 303,4                     | 349,24    |
| Índice Fournier (IF) | 76,43                     | 48,19     |

| Valores de Referencia para Índice de Fournier |               |
|---|---------------|
| IF  | Clasificación |
| < 15  | muy bajo      |
| 16 - 30                                       | bajo          |
| 31 - 50                                       | moderado      |
| 51 - 65                                       | alto          |
| > 65  | muy alto      |



El valor de  $\beta$  se obtiene con la ecuación indicada a continuación:

| IF                 | $\beta$           |
|--------------------|-------------------|
| $< \acute{o} = 65$ | $0,35 + 0,01 (F)$ |
| $> 65$             | 1                 |

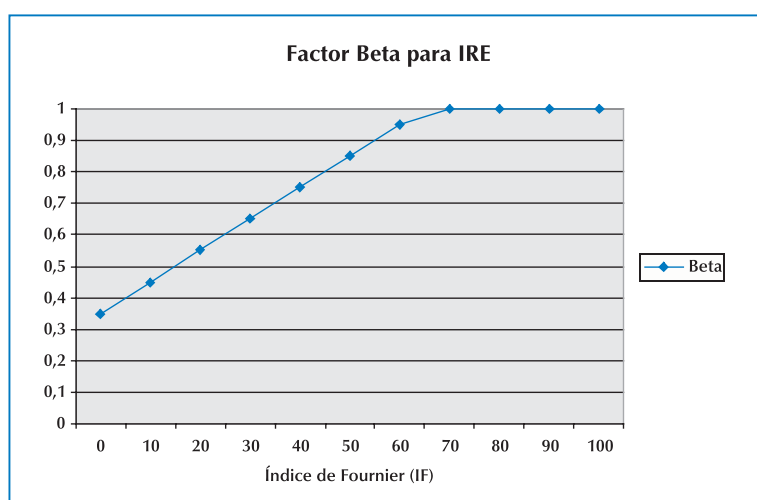
donde:

IF = índice de Fournier

$\beta$  = factor que evalúa la agresividad de la lluvia

Tabla N° 2.- Resultado del factor  $\beta$  para el Índice de Riesgo de Erosión

| IF  | Beta |
|-----|------|
| 0   | 0,35 |
| 10  | 0,45 |
| 20  | 0,55 |
| 30  | 0,65 |
| 40  | 0,75 |
| 50  | 0,85 |
| 60  | 0,95 |
| 70  | 1    |
| 80  | 1    |
| 90  | 1    |
| 100 | 1    |



### DETERMINACION FACTOR $\beta$ PARA AREA DE INFLUENCIA DE AMBAS ESTACIONES

| Estación    | $\beta$ |
|-------------|---------|
| Nogales     | 1       |
| Llay - Llay | 0,832   |

### Factor $\gamma$

Este factor evalúa el impacto de la topografía en el riesgo a la erosión. El valor de este factor lo determina la pendiente del terreno y se expresa en porcentaje. En subcuencas o microcuencas con diferente gradiente, se sugiere utilizar el valor que represente a una pendiente modal.

El valor de  $\gamma$  se obtiene de la ecuación que se indica a continuación:

| m (%)              | $\gamma$            |
|--------------------|---------------------|
| $< \acute{o} = 75$ | $0,45 + 0,0075 (m)$ |
| $> 75$             | 1                   |

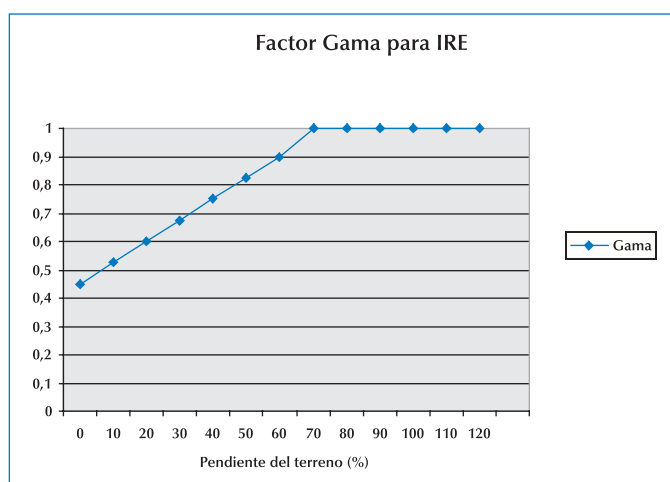
donde:

m = pendiente del terreno en (%)

$\gamma$  = valor del factor que evalúa la pendiente

**Tabla N° 3.- Resultado del factor  $\gamma$  para el Índice de Riesgo a Erosión**

| Pendiente (%) | $\gamma$ |
|---------------|----------|
| 0             | 0,45     |
| 10            | 0,525    |
| 20            | 0,6      |
| 30            | 0,675    |
| 40            | 0,75     |
| 50            | 0,825    |
| 60            | 0,9      |
| 70            | 1        |
| 80            | 1        |
| 90            | 1        |
| 100           | 1        |
| 110           | 1        |
| 120           | 1        |



**Factor  $\epsilon$**

Parte importante de la fisiografía del país corresponde a lomajes, cerros y montañas. Esta característica define la influencia climática dado que las principales lluvias, vientos e insolación se produce desde el norte, afectando en mayor proporción dicha exposición, la cual históricamente ha sido la más cultivada y/o utilizada exhibiendo actualmente la mayor degradación.

Con objeto de discriminar respecto a esta variable, las diferentes pendientes han sido clasificadas según su exposición a las lluvias dominantes, referidas al norte de la cuadrícula U.T.M. de la forma que se indica a continuación:

$$\epsilon = e^{-x^2}$$

donde:

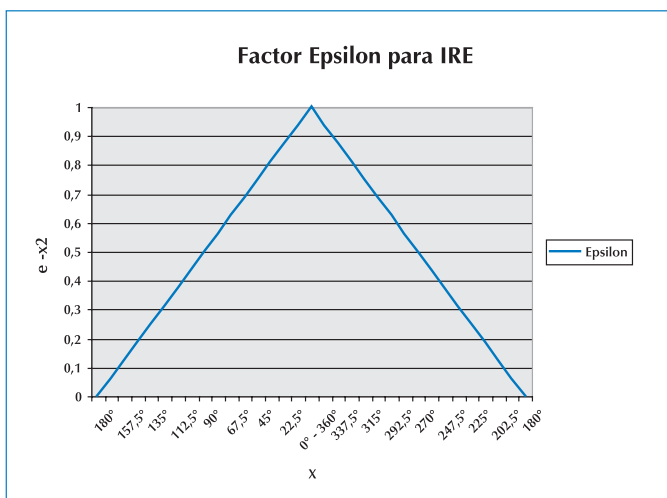
e = logaritmo base e

x = codificación para 0° a 360° de orientación de la pendiente

$\epsilon$  = valor del factor orientación de la pendiente

**Tabla N° 4.- Codificación y cálculo del factor Epsilon para el Indice de Riesgo a Erosión**

| x       | $\epsilon$ | Grados    |
|---------|------------|-----------|
|         | 0          | 180°      |
| -1,6651 | 0,0625     |           |
| -1,442  | 0,125      | 157,5°    |
| -1,2938 | 0,1875     |           |
| -1,774  | 0,25       | 135°      |
| -1,0875 | 0,3125     |           |
| -0,9904 | 0,375      | 112,5°    |
| -0,9092 | 0,4375     |           |
| -0,8326 | 0,5        | 90°       |
| -0,7585 | 0,5625     |           |
| -0,6856 | 0,625      | 67,5°     |
| -0,6121 | 0,6875     |           |
| -0,5354 | 0,75       | 45°       |
| -0,4557 | 0,8125     |           |
| -0,3654 | 0,875      | 22,5°     |
| -0,254  | 0,9375     |           |
| 0       | 1          | 0° - 360° |
| 0,254   | 0,9375     |           |
| 0,3654  | 0,875      | 337,5°    |
| 0,4557  | 0,8125     |           |
| 0,5364  | 0,75       | 315°      |
| 0,6121  | 0,6875     |           |
| 0,6856  | 0,625      | 292,5°    |
| 0,7585  | 0,5625     |           |
| 0,8326  | 0,5        | 270°      |
| 0,9092  | 0,4375     |           |
| 0,9904  | 0,375      | 247,5°    |
| 1,0785  | 0,3125     |           |
| 1,9774  | 0,25       | 225°      |
| 1,2938  | 0,1875     |           |
| 1,442   | 0,125      | 202,5°    |
| 1,6651  | 0,0625     |           |
|         | 0          | 180°      |



| Orientación pendiente          | Valor         | Clase       | Clasificación |
|--------------------------------|---------------|-------------|---------------|
| 0° a 22,5°/337,5° a 360°       | 1 - 0,875     | N           | Muy alto      |
| 22,5° a 67,5°/292,5° a 337,5°  | 0,875 - 0,625 | NE - NO     | Alto          |
| 67,5° a 112,5°/247,5° a 292,5° | 0,625 - 0,375 | E - O       | Moderado      |
| 112,5° a 247,5°                | 0,375 - 0     | SE - S - SO | Bajo          |

Los valores relativos de riesgo a la erosión por agua por unidad de tierra, estimados por medio de la función multifactorial de los factores  $\alpha * \beta * \gamma * \epsilon$  para el Índice de Riesgo de Erosión, pueden ser clasificados como se indica en la Tabla N° 5.

**Tabla N° 5.- Clasificación del riesgo de erosión en términos del valor de Índice de riesgo a Erosión (IRE), mostrando requerimientos generales de prácticas para la conservación de suelos**

| IRE        | Riesgo de Erosión | Requerimientos de conservación de suelos  |
|------------|-------------------|---|
| < ó = 0,10 | Bajo              | En general, puede ser necesarias <i>baja intensidad de prácticas de conservación de suelos</i> , <b>mayormente para mejorar la capacidad de infiltración del suelo o la resistencia del suelo a la disgregación</b> , utilizando sistema conservacionista de laboreo del suelo, con moderadas cantidades de residuos de plantas sobre la superficie del suelo, y/o empleo de abonos verdes, enmiendas de suelo, densidad de plantación y rotación de cultivos   |
| 0,11-0,30  | Moderado          | Se <b>requerirá moderada intensidad de prácticas de conservación</b> , combinando <i>prácticas de manejo del suelo (labranza de conservación con moderada a alta cantidad de residuos de plantas sobre la superficie del suelo y la aplicación de abonos orgánicos o verdes)</i> , <i>con cubierta sobre el suelo (cultivos en cobertera, altas densidades de plantación o cultivos intercalados)</i> y <i>moderadas prácticas para reducir el escurrimiento superficial en pendientes (labranza en contorno, surcos en contorno, labranza en franjas, labranza en franjas alternadas y labranza corrugada)</i> .   |
| 0,31-0,60  | Alto              | <i>Altos requerimientos de prácticas de conservación de suelo, combinando prácticas intensivas de manejo del suelo con moderada cubierta vegetal para el control del escurrimiento en pendientes. Si la labranza es necesaria en este tipo de terrenos, deberán adoptarse intensos sistemas de conservación de suelos (cero labranza, labranza en camellón o mulch, con alta densidad de plantas establecidas o sembradas sobre el suelo). Estas prácticas podrán ser complementadas tanto como sea posible con surcos o canales de desviación, entretejidos de protección, diques de retención o diques para controlar el escurrimiento en pendientes. Deben preferirse cultivos permanentes, agroforestería ó cultivos bajo sombra.</i> |
| > 0,61     | Muy alto          | <i>Muy altos requerimientos de prácticas de manejo y conservación de suelos. La labranza en general no es factible en condiciones naturales del terreno. Los cultivos permanentes deben ser plantados en terrazas en contorno, usando cultivos de alta cobertura o mulch en la entre hilera en forma permanente. Estas tierras no deben ser usadas en ciclos cortos de producción. Si ello fuera necesario se requerirán muy intensivas prácticas de conservación del suelo para modificar substancialmente el grado de la pendiente, con terrazas de banco o paredes de piedras, manteniendo una adecuado manejo del suelo</i>   |



## CAPITULO 3

---

# **EJEMPLO DE SELECCION DE PRACTICAS SEGUN **IP** e **IRE** DETERMINADOS PARA PRINCIPALES SUELOS EN LADERAS V REGION (valores de factores obtenidos de Anexos N° 1, 2 y 3)**



## SELECCION DE PRACTICAS

## Comportamiento de los índices:

|   |          |   |          |
|---|----------|---|----------|
|   | IP       |   | IRE      |
| ↓ | Bajo     | ↑ | Muy Alto |
|   | Muy Alto |   | Bajo     |

IRE índice más limitante que IP

## En IRE factores más limitantes:

- 1° *agresividad de la lluvia* (entre 0,832 y 1)
- 2° potencial escurrimiento del suelo (entre 0,561 y 0,764)
- 3° pendiente del terreno (entre 0,495 y 0,600)
- 4° exposición de la pendiente (entre 0,0 y 1,0)

## En IP factores más limitantes:

- 1° *capacidad retención agua aprovechable* (entre 0,30 y 0,75)
- 2° resistencia exploración raíces (entre 0,40 y 0,85)
- 3° fertilidad potencial (entre 0,798 y 0,999)

|   |   |
|---|---|
| Conjunto de prácticas según Tablas D y E para factores más limitantes en condición promedio de los factores |   |
| IRE<br>Agresividad de las lluvias   | IP<br>Capacidad retención humedad aprovechable  |
| MS-3, MS-5, MS-12, MC-1, MC-2, MC-3, MC-8<br>(para orientaciones E-O y SE-SO recomendable MC-12 y MC-13)    | MS-3, MS-11, MS-12, CE-1, CE-2, CE-3, CE-4, CE-7, PC-3, PC-4<br>(para pendientes mayores, especial concepción de PC-10) |

En otras palabras y conforme a la guía obtenida, **los planes para manejo y conservación de suelos para establecimiento de paltos en laderas de cerro**, a lo menos debieran contemplar solas o combinadas, algunas de las prácticas tales como:

- **Canal de desviación y/o camino con características especiales** para aislar área de plantación del escurrimiento superficial procedente aguas arriba
- De optarse por sistema de **plantación en camellón, de preferencia con inclinación en relación al eje principal de la pendiente** y largo máximo que no supere 50 m. en pendientes escarpadas



- **Caminos de servicio y explotación**, con pendiente general no mayor a 8 – 10%, con diseño y estructuras (piedraplenes y badenes) para manejar y conducir excesos de escorrentía superficial. **Cultivos en cobertera** entre hileras de plantación para protección período máxima erosividad de las lluvias
- **Empleo de mulch** y/ o plantación o **siembra en alta densidad** de cultivos permanentes (mezclas de pastos), con utilización como abonos verdes entre camellones
- **Abonos orgánicos** para mejorar contenido de MO y resistencia del suelo a la disgregación
- **Diques** de laderas, de retención, de filtración y **terrazas** de retención cuando las medidas anteriores no sean suficiente para el manejo de la escorrentía superficial
- **Riego por goteo y/o microaspersión** según desarrollo de la plantación
- En sectores más escarpados utilizar **entretejidos de protección y barreras de piedras**
- Uso preferente en **zonas de umbría y quebradas en cerros** con revegetación natural, forestación o reforestación, **para preservación de corredores de biológicos y acoger la biodiversidad** del lugar

Con este conjunto de prácticas y en base al valor relativo del índice que adquieran los factores más limitantes según sea la condición del sitio o potrero y nivel tecnológico del agricultor, deberá determinar el conjunto de prácticas que responda a las necesidades de:

- Moderadas prácticas de manejo y conservación de suelos y aguas
- Intensas prácticas de manejo y conservación de suelos y aguas

## BIBLIOGRAFIA

COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO, 1981. Estudio de Suelos del Proyecto Maipo. Tomo III p. 451-459 ; 523-530. Agrolog Chile Ltada.

DELGADO, F. 1997. Sistema para la evaluación de tierras agrícolas y prioridades de conservación de suelos en áreas montañosas tropicales. Un enfoque metodológico. Serie de Suelos y Clima N° SC-73. CIDIAT. Mérida, Venezuela.

DELGADO, F. 2001. Protocolo para selección de alternativas para la conservación de suelos en áreas montañosas tropicales. ICLD3, 2001. Río de Janeiro, Brasil.

FAO-PNUMA. 1980. Metodología provisional para la evaluación de la degradación de suelos. Roma, Italia.

FOURNIER. 1960. Indice de Fournier. p. 101-109. En : R.P.C. Morgan. 1997. Erosión y Conservación del Suelo. 2da. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España.

SANTIBANEZ, F. 2000. Indicadores y Sistemas de Información para el Monitoreo de la Desertificación y la Biodiversidad. AGRIMED. Universidad de Chile.

SCHOENEBERGER, P.J., Wysocki, D.A., Benham, E.C., and Broderson, W.D. (editors), 2002. Field book for describing and sampling soils, Version 2.0. Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Center, Lincoln, NE.



# ANEXOS

---



## ANEXO N° 1

## PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DE SERIES DE SUELOS MAS FRECUENTES EN CERROS V REGION

### Serie de Suelo Lo Vásquez, franco arcillo arenoso

Origen residual, de rocas granodioríticas  
 Moderadamente profundo a profundo  
 Topografía de cerros  
 Casquijos de cuarzo en incremento en profundidad  
 Ecurrimiento superficial rápido  
 Bien estructurado en los primeros 40 ó 50 cm,  
 sin estructura en profundidad  
 Rango frecuente de pendiente 10 – 20% y más  
 Arraigamiento no supera los 80 cm  
 Sustrato de roca granodiorítica descompuesta



| Lo Vásquez LV (A)           |                |             |             |         |         |          |
|-----------------------------|----------------|-------------|-------------|---------|---------|----------|
| Prof. en cm                 | 0 - 18         | 18 - 32     | 32 - 43     | 43 - 57 | 57 - 78 | 78 - 115 |
| Arcilla (< 0,002 mm) %      | 14.8           | 28.4        | 30.8        | 29.2    | 17.2    | 17.4     |
| Fracción Aren. (0,05-2 mm)% | 55,8           | 46.9        | 48,1        | 56,8    | 55,3    | 55,3     |
| Textura                     | Fa             | FAa         | FAa         | FAa     | Fa      | Fa       |
| Estructura                  | b.s. y a.f.mod | b.a.m.fuer. | b.a.m.fuer. | masiva  | masiva  | masiva   |
| Drenaje interno             | bueno          | bueno       | bueno       | bueno   | bueno   | bueno    |
| Permeabilidad               | lenta          | lenta       | lenta       | lenta   | lenta   | lenta    |
| Densidad aparente gr/cc     | 1.6            | 1.8         | 1.8         | 1.8     | 1.8     | 1.8      |
| Humedad aprovechable %      | 12             | 15          | 10          | 10      | 9       | 9        |
| Humedad aprovechable cm     | 3.5            | 3.8         | 2.0         | 2.5     | 3.4     | 6.0      |
| Materia orgánica %          | 1.9            | 0.9         | 0.7         | 0.3     | 0.3     | 0.2      |
| PH al agua 1:1              | 6.6            | 6.7         | 6.7         | 6.7     | 6.7     | 6.9      |
| Horizonte                   | A              | B21         | B22         | B23     | B24     | C        |
| Presencia de casquijos      | <10%           | <10%        | 10-25%      | 25-30%  | 30-35%  | 40%      |

**Serie de Suelo Lo Vásquez, franco arcillo arenoso**

Origen residual, de rocas granodioríticas  
 Moderadamente profundo a profundo  
 Topografía de cerros  
 Casquijos de cuarzo en incremento en profundidad  
 Escurrimiento superficial rápido  
 Bien estructurado en los primeros 40 ó 50 cm,  
 sin estructura en profundidad  
 Rango frecuente de pendiente 10 – 20% y más  
 Arraigamiento no supera los 80 cm  
 Sustrato de roca granodiorítica descompuesta



| <b>Lo Vásquez LV (B)</b>    |                  |                |                |                |                 |
|-----------------------------|------------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| <b>Prof. en cm</b>          | <b>0 - 19</b>    | <b>19 - 40</b> | <b>40 - 54</b> | <b>54 - 70</b> | <b>70 - 100</b> |
| Arcilla (< 0,002 mm) %      | 13.6             | 18.6           | 21.3           | 22.9           | 15.8            |
| Fracción Aren. (0,05-2 mm)% | 43,1             | 42,3           | 38,0           | 35,0           | 43,9            |
| Textura                     | F                | F              | F              | F              | F               |
| Estructura                  | b.s. y a.f. mod. | b.a.m.fuer.    | b.a.m.fuer.    | masiva         | masiva          |
| Drenaje interno             | bueno            | bueno          | bueno          | bueno          | bueno           |
| Permeabilidad               | lenta            | lenta          | lenta          | lenta          | lenta           |
| Densidad aparente gr/cc     | 1.9              | 1.9            | 1.8            | 1.8            | 1.8             |
| Humedad aprovechable %      | 7                | 7              | 9              | 7              | 6               |
| Humedad aprovechable cm     | 2.6              | 2.8            | 2.2            | 2.0            | 3.2             |
| Materia orgánica %          | 1.6              | 0.9            | 0.7            | 0.5            | 0.2             |
| PH al agua 1:1              | 6.4              | 6.7            | 6.6            | 6.7            | 6.9             |
| Horizonte                   | A                | B21            | B22            | B23            | C               |
| Presencia de casquijos      | <10%             | 10-25%         | 25-30%         | 30-35%         | 40%             |

**Serie Piedmont Lo Vásquez, franco**

Origen aluvial, de material granítico  
 Moderadamente profundo  
 Topografía de lomajes fuertes y cerros  
 Casquijos que se incrementan en profundidad  
 Buena estructura  
 Escurrimiento superficial rápido  
 Mayor presencia de arcillas entre 40 – 65 cm  
 profundidad  
 Arraigamiento no supera los 90 cm  
 Rango frecuente de pendiente 6 – 9%  
 Sustrato abierto, con gravas finas angulares  
 descompuestas



| Piedmont Lo Vásquez PLV (A)     |               |            |          |          |         |
|---------------------------------|---------------|------------|----------|----------|---------|
| Prof. en cm                     | 0 – 17        | 17 – 39    | 39 – 47  | 47- 65   | 65 – 85 |
| Arcilla (< 0,002 mm) %          | 22,6          | 32,0       | 41,9     | 43,2     | 37,0    |
| Fracción arenosa (0,05–2 mm)%   | 42,4          | 31,6       | 30,5     | 30,5     | 37,1    |
| Textura                         | F             | FA         | A        | A        | FA      |
| Estructura                      | b.s.f. deb.   | b.s.m mod. | Masiva   | masiva   | masiva  |
| Drenaje interno                 | bueno         | bueno      | bueno    | bueno    | bueno   |
| Permeabilidad                   | m. l. a lenta | lenta      | lenta    | lenta    | lenta   |
| Densidad aparente gr/cc         | 1.8           | 1.8        | 1.8      | 1.8      | 1.9     |
| Humedad aprovechable %          | 8             | 7          | 11       | 12       | 10      |
| Humedad aprovechable en cm      | 2,5           | 2,8        | 1,2      | 3,9      | 3,2     |
| Materia orgánica %              | 1.4           | 0.7        | 0.7      | 0.5      | 0.3     |
| PH al agua 1:1                  | 6.1           | 5.9        | 5.9      | 6.0      | 6.3     |
| Horizonte                       | A             | B21        | B22      | B23      | C       |
| Presencia de casquijos (% vol.) | <10%          | <10%       | 20 – 25% | 25 – 35% | 50%     |



**Serie Piedmont Lo Vásquez, franco**

Origen aluvial, de material granítico  
 Moderadamente profundo  
 Topografía de lomajes fuertes y cerros  
 Casquijos que se incrementan en profundidad  
 Buena estructura  
 Escurrimiento superficial rápido  
 Mayor presencia de arcillas entre  
 40 – 65 cm profundidad  
 Arraigamiento no supera los 90 cm  
 Rango frecuente de pendiente 6 – 9%  
 Sustrato abierto, con gravas finas angulares  
 descompuestas



| Piedmont Lo Vásquez PLV (B)  |             |            |              |         |        |         |
|------------------------------|-------------|------------|--------------|---------|--------|---------|
| Prof. en cm                  | 0–16        | 16–31      | 31-55        | 55–72   | 72–105 | 105-120 |
| Arcilla (< 0,002 mm) %       | 14.0        | 40.3       | 21.0         | 36.3    | 37.4   | 36.1    |
| Fracción aren. (0,05-2 mm)%  | 54,5        | 56         | 52,1         | 51,6    | 39,6   | 44,1    |
| Textura                      | Fa          | Aa         | FAa          | Aa      | FA     | FA      |
| Estructura                   | b.s.f. deb. | b.s.m mod. | b.s.m. fuert | masiva  | masiva | masiva  |
| Drenaje interno              | bueno       | bueno      | bueno        | bueno   | bueno  | bueno   |
| Permeabilidad                | m.l.a lenta | lenta      | m.l.a lenta  | lenta   | lenta  | lenta   |
| Densidad aparente gr/cc      | 1.8         | 1.8        | 1.8          | 1.9     | 1.9    | 1.9     |
| Humedad aprovechable %       | 9           | 7          | 8            | 15      | 9      | 8       |
| Humedad aprovechable cm      | 2.6         | 1.9        | 3.2          | 4.8     | 5.6    | 2.3     |
| Materia orgánica %           | 1.9         | 0.3        | 0.3          | 0.3     | 0.2    | 0.2     |
| PH al agua 1:1               | 7.8         | 7.7        | 7.6          | 7.6     | 7.6    | 7.5     |
| Horizonte                    | A           | B21        | B22          | B23     | B24    | C       |
| Presencia casquijos (% vol.) | <10%        | <10%       | 20-25%       | 25 –30% | 30–35% | 50%     |

## ANEXO N° 2

### DETERMINACION DEL INDICE DE PRODUCTIVIDAD (IP) PARA PRINCIPALES SUELOS CON PALTOS EN LADERAS, V REGION

#### DETERMINACION SUBFACTOR A POR HORIZONTE Y SERIE DE SUELOS

(evalúa capacidad de almacenamiento humedad aprovechable del suelo)

| Serie Suelos LV (A) |              | Serie Suelos LV (B) |              | Serie Suelos PLV (A) |              | Serie Suelos PLV (B) |              |
|---------------------|--------------|---------------------|--------------|----------------------|--------------|----------------------|--------------|
| Prof. en cm.        | Subfactor A1 | Prof. en cm.        | Subfactor A1 | Prof. en cm.         | Subfactor A1 | Prof. en cm.         | Subfactor A1 |
| 0 - 18              | 0,6          | 0 - 19              | 0,35         | 0 - 17               | 0,4          | 0 - 16               | 0,45         |
| 18 - 32             | 0,75         | 19 - 40             | 0,35         | 17 - 39              | 0,35         | 16 - 31              | 0,35         |
| 32 - 43             | 0,5          | 40 - 54             | 0,45         | 39 - 47              | 0,55         | 31 - 55              | 0,4          |
| 43 - 57             | 0,5          | 54 - 70             | 0,35         | 47 - 65              | 0,6          | 55 - 72              | 0,75         |
| 57 - 78             | 0,45         | 70 - 100            | 0,3          | 65 - 85              | 0,5          | 72 - 105             | 0,45         |
| 78 - 115            | 0,45         |                     |              |                      |              | 105 - 120            | 0,4          |

#### DETERMINACION SUBFACTOR B POR HORIZONTE Y SERIE DE SUELOS

(evalúa compactación del suelo o resistencia a crecimiento radicular)

| Serie Suelos LV (A) |                | Serie Suelos LV (B) |                | Serie Suelos PLV (A) |                | Serie Suelos PLV (B) |                |
|---------------------|----------------|---------------------|----------------|----------------------|----------------|----------------------|----------------|
| Prof. en cm.        | Subfact. B1/B2 | Prof. en cm.        | Subfact. B1/B2 | Prof. en cm.         | Subfact. B1/B2 | Prof. en cm.         | Subfact. B1/B2 |
| 0 - 18              | 0,67           | 0 - 19              | 0,4            | 0 - 17               | 0,78           | 0 - 16               | 0,78           |
| 18 - 32             | 0,78           | 19 - 40             | 0,4            | 17 - 39              | 0,78           | 16 - 31              | 0,78           |
| 32 - 43             | 0,78           | 40 - 54             | 0,78           | 39 - 47              | 0,78           | 31 - 55              | 0,78           |
| 43 - 57             | 0,78           | 54 - 70             | 0,85           | 47 - 65              | 0,82           | 55 - 72              | 0,87           |
| 57 - 78             | 0,85           | 70 - 100            | 0,82           | 65 - 85              | 0,71           | 72 - 105             | 0,84           |
| 78 - 115            | 0,82           |                     |                |                      |                | 105 - 120            | 0,76           |

#### DETERMINACION FACTOR C POR HORIZONTE Y SERIE DE SUELOS

(evalúa contenido de materia orgánica del suelo)

| Serie Suelos LV (A) |              | Serie Suelos LV (B) |              | Serie Suelos PLV (A) |              | Serie Suelos PLV (B) |              |
|---------------------|--------------|---------------------|--------------|----------------------|--------------|----------------------|--------------|
| Prof. en cm.        | Subfactor C2 | Prof. en cm.        | Subfactor C2 | Prof. en cm.         | Subfactor C2 | Prof. en cm.         | Subfactor C2 |
| 0 - 18              | 0,999        | 0 - 19              | 0,999        | 0 - 17               | 0,999        | 0 - 16               | 0,999        |
| 18 - 32             | 0,999        | 19 - 40             | 0,999        | 17 - 39              | 0,999        | 16 - 31              | 0,950        |
| 32 - 43             | 0,999        | 40 - 54             | 0,999        | 39 - 47              | 0,999        | 31 - 55              | 0,950        |
| 43 - 57             | 0,950        | 54 - 70             | 0,993        | 47 - 65              | 0,997        | 55 - 72              | 0,950        |
| 57 - 78             | 0,909        | 70 - 100            | 0,798        | 65 - 85              | 0,950        | 72 - 105             | 0,798        |
| 78 - 115            | 0,798        |                     |              |                      |              | 105 - 120            | 0,798        |

**DETERMINACION FACTOR K POR HORIZONTE Y SERIE DE SUELOS**(evalúa importancia relativa del horizonte *i* en el suelo)

| Serie Suelos LV (A) |              | Serie Suelos LV (B) |              | Serie Suelos PLV (A) |              | Serie Suelos PLV (B) |              |
|---------------------|--------------|---------------------|--------------|----------------------|--------------|----------------------|--------------|
| Prof. en cm.        | Subfactor Ki | Prof. en cm.        | Subfactor Ki | Prof. en cm.         | Subfactor Ki | Prof. en cm.         | Subfactor Ki |
| 0 - 18              | 0,279        | 0 - 19              | 0,279        | 0 - 17               | 0,279        | 0 - 16               | 0,279        |
| 18 - 32             | 0,110        | 19 - 40             | 0,214        | 17 - 39              | 0,214        | 16 - 31              | 0,110        |
| 32 - 43             | 0,1          | 40 - 54             | 0,204        | 39 - 47              | 0,099        | 31 - 55              | 0,308        |
| 43 - 57             | 0,204        | 54 - 70             | 0,082        | 47 - 65              | 0,188        | 55 - 72              | 0,082        |
| 57 - 78             | 0,173        | 70 - 100            | 0,265        | 65 - 85              | 0,178        | 72 - 105             | 0,265        |
| 78 - 115            | 0,175        |                     |              |                      |              | 105 - 120            | 0,175        |

Evaluación de la productividad del suelo en términos de los valores de Índice de Productividad (IP)

**DETERMINACION DEL INDICE DE PRODUCTIVIDAD (IP), POR HORIZONTE Y SERIE DE SUELOS**

| Serie Suelos LV (A) |              | Serie Suelos LV (B) |              | Serie Suelos PLV (A) |              | Serie Suelos PLV (B) |              |
|---------------------|--------------|---------------------|--------------|----------------------|--------------|----------------------|--------------|
| Prof. en cm.        | Fac. A*B*C*K | Prof. en cm.        | Fac. A*B*C*K | Prof. en cm.         | Fac. A*B*C*K | Prof. en cm.         | Fac. A*B*C*K |
| 0 - 18              | 0,113        | 0 - 19              | 0,039        | 0 - 17               | 0,087        | 0 - 16               | 0,098        |
| 18 - 32             | 0,064        | 19 - 40             | 0,03         | 17 - 39              | 0,058        | 16 - 31              | 0,029        |
| 32 - 43             | 0,039        | 40 - 54             | 0,071        | 39 - 47              | 0,043        | 31 - 55              | 0,092        |
| 43 - 57             | 0,076        | 54 - 70             | 0,024        | 47 - 65              | 0,08         | 55 - 72              | 0,051        |
| 57 - 78             | 0,06         | 70 - 100            | 0,052        | 65 - 85              | 0,06         | 72 - 105             | 0,08         |
| 78 - 115            | 0,052        |                     |              |                      |              | 105 - 120            | 0,042        |

| IP          | productividad del suelo |
|-------------|-------------------------|
| < ó = 0,10  | Bajo                    |
| 0,11 - 0,30 | Moderado                |
| 0,31 - 0,50 | Alto                    |
| > 0,51      | Muy alto                |

**Resultado:**

**La capacidad de almacenamiento de agua disponible en el suelo pareciera ser el factor más limitante de la productividad.**

**Respecto de la Serie de Suelos Lo Vásquez (LV):**

**LV(A): a profundidad de 40 cm el IP puede catalogarse como bajo, con excepción del primer horizonte que corresponde a un IP moderado. Su capacidad de almacenamiento de agua disponible es aproximadamente el doble que LV(B), lo que implica un mejor comportamiento ante lluvias significativas. La capacidad de exploración radicular para árboles en LV(A) también pareciera ser mayor que el LV(B).**

**LV(B): a profundidad de 40 cm el IP también puede catalogarse como bajo y su capacidad de almacenamiento de agua disponible es aproximadamente la mitad que LV(A).**

El contenido de materia orgánica en el horizonte superficial no pareciera ser un factor limitante en ambos suelos.

**Respecto de la Serie de Suelos Piedmont Lo Vásquez (PLV):**

**En general tanto para PLV(A), como para PLV(B), a profundidad de 40 cm el IP puede catalogarse como bajo.** No obstante el horizonte superficial de ambos suelos se encuentran valores más cercanos al límite inferior de un IP considerado como moderado.

A pesar del aumento de partículas finas en profundidad para ambos suelos no se aprecia un mejoramiento significativo en sus respectivos IP.

## ANEXO N° 3

### DETERMINACION DEL INDICE DE RIESGO A LA EROSION (IRE) PARA PRINCIPALES SUELOS CON PALTOS EN LADERAS, V REGION

#### DETERMINACION FACTOR Alfa POR HORIZONTE Y SERIE DE SUELOS

(evalúa el escurrimiento superficial potencial del suelo)

| S. Suelos LV (A) |           | S. Suelos LV (B) |           | S. Suelos PLV (A) |           | S. Suelos PLV (B) |           |
|------------------|-----------|------------------|-----------|-------------------|-----------|-------------------|-----------|
| Prof.cm.         | fac. Alfa | Prof.cm.         | fac. Alfa | Prof.cm.          | fac. Alfa | Prof.cm.          | fac. Alfa |
| 0 - 18           | 0,561     | 0 - 19           | 0,714     | 0 - 17            | 0,764     | 0 - 16            | 0,564     |

#### DETERMINACION DEL FACTOR Beta PARA AREA DE INFLUENCIA DE AMBAS ESTACIONES

(evalúa la concentración y agresividad de la lluvia)

| Estación  | Beta  |
|-----------|-------|
| Nogales   | 1     |
| Llay Llay | 0,832 |

#### DETERMINACION FACTOR Gama POR SERIE DE SUELOS

(evalúa la pendiente del terreno)

| S. Suelos LV (A) |         | S. Suelos LV (B) |         | S. Suelos PLV (A) |        | S. Suelos PLV (B) |        |
|------------------|---------|------------------|---------|-------------------|--------|-------------------|--------|
| Pend.            | f. Gama | Pend.            | f. Gama | Pend.             | f.Gama | Pend.             | f.Gama |
| 10%              | 0,525   | 10%              | 0,525   | 6%                | 0,495  | 6%                | 0,495  |
| 20%              | 0,6     | 20%              | 0,6     | 9%                | 0,518  | 9%                | 0,518  |

#### DETERMINACION INDICE DE RIESGO EROSION (IRE) PARA HORIZONTE SUPERFICIAL Y SERIE DE SUELOS

(sin incluir el factor que evalúa la orientación de la pendiente)

| Serie Suelos LV (A) |       |      | Serie Suelos LV (B) |       |      | Serie Suelos PLV (A) |       |      | Serie Suelos PLV (B) |       |      |
|---------------------|-------|------|---------------------|-------|------|----------------------|-------|------|----------------------|-------|------|
| Pend.               | IF    | ERI  | Pend.               | IF    | ERI  | Pend.                | IF    | ERI  | Pend.                | IF    | ERI  |
| 10%                 | 1     | 0,29 | 10%                 | 1     | 0,37 | 6%                   | 1     | 0,39 | 6%                   | 1     | 0,28 |
|                     | 0,832 | 0,25 |                     | 0,832 | 0,31 |                      | 0,832 | 0,31 |                      | 0,832 | 0,23 |
| 20%                 | 1     | 0,34 | 20%                 | 1     | 0,43 | 9%                   | 1     | 0,4  | 9%                   | 1     | 0,32 |
|                     | 0,832 | 0,28 |                     | 0,832 | 0,36 |                      | 0,832 | 0,33 |                      | 0,832 | 0,23 |

| IRE         | riesgo de erosión |
|-------------|-------------------|
| < ó = 0,10  | Bajo              |
| 0,11 - 0,30 | Moderado          |
| 0,31 - 0,60 | Alto              |
| > 0,60      | Muy alto          |

**DETERMINACION DEL FACTOR Epsilon PARA CUALQUIER SERIE DE SUELOS**

(factor que evalúa la orientación de la pendiente)

| Orientación                    | Valor         | Clase       | Clasificación |
|--------------------------------|---------------|-------------|---------------|
| 0° a 22,5° / 337,5° a 360°     | 0,875 - 1     | N           | Muy alto      |
| 22,5° a 67,5°/292,5° a 337,5°  | 0,875 - 0,625 | NE - NO     | Alto          |
| 67,5° a 112,5°/247,5° a 292,5° | 0,625 - 0,375 | E - O       | Moderado      |
| 112,5° a 247,5°                | 0,375 - 0     | SE - S - SO | Bajo          |

Si se determinare necesario aplicar el criterio de orientación de la pendiente, a un determinado caso como es posible ocurra en la V Región, el Índice de Erosión (IRE) quedaría conformado de la siguiente forma:

**DETERMINACION INDICE DE RIESGO EROSION (IRE) PARA HORIZONTE SUPERFICIAL Y SERIE DE SUELOS, INCLUYENDO ORIENTACION DE LA PENDIENTE**

| Serie Suelos LV (A) |                   |      | Serie Suelos LV (B) |                   |      | Serie Suelos PLV (A) |                   |      | Serie Suelos PLV (B) |                   |      |
|---------------------|-------------------|------|---------------------|-------------------|------|----------------------|-------------------|------|----------------------|-------------------|------|
| Pend.               | IF / orientación  | IRE  | Pend.               | IF / orientación  | IRE  | Pend.                | IF / orientación  | IRE  | Pend.                | IF / orientación  | IRE  |
| 10%                 | 1 / (N)           | 0,29 | 10%                 | 1 / (N)           | 0,37 | 6%                   | 1 / (N)           | 0,39 | 6%                   | 1 / (N)           | 0,28 |
|                     | 1 / (NE-NO)       | 0,25 |                     | 1 / (NE-NO)       | 0,32 |                      | 1 / (NE-NO)       | 0,34 |                      | 1 / (NE-NO)       | 0,24 |
|                     | 1 / (E-O)         | 0,18 |                     | 1 / (E-O)         | 0,23 |                      | 1 / (E-O)         | 0,24 |                      | 1 / (E-O)         | 0,18 |
|                     | 1 / /SE-S-SO      | 0,11 |                     | 1 / (SE-S-SO)     | 0,14 |                      | 1 / (SE-S-SO)     | 0,15 |                      | 1 / (SE-S-SO)     | 0,11 |
|                     | 0,832 / (N)       | 0,25 |                     | 0,832 / (N)       | 0,31 |                      | 0,832 / (N)       | 0,31 |                      | 0,832 / (N)       | 0,23 |
|                     | 0,832 / (NE-NO)   | 0,22 |                     | 0,832 / (NE-NO)   | 0,27 |                      | 0,832 / (NE-NO)   | 0,27 |                      | 0,832 / (NE-NO)   | 0,2  |
|                     | 0,832 / (E-O)     | 0,16 |                     | 0,832 / (E-O)     | 0,17 |                      | 0,832 / (E-O)     | 0,19 |                      | 0,832 / (E-O)     | 0,14 |
|                     | 0,832 / (SE-S-SO) | 0,09 |                     | 0,832 / (SE-S-SO) | 0,1  |                      | 0,832 / (SE-S-SO) | 0,15 |                      | 0,832 / (SE-S-SO) | 0,09 |
| 20%                 | 1 / (N)           | 0,34 | 20%                 | 1 / (N)           | 0,43 | 9%                   | 1 / (N)           | 0,4  | 9%                   | 1 / (N)           | 0,32 |
|                     | 1 / (NE-NO)       | 0,3  |                     | 1 / (NE-NO)       | 0,38 |                      | 1 / (NE-NO)       | 0,34 |                      | 1 / (NE-NO)       | 0,28 |
|                     | 1 / (E-O)         | 0,21 |                     | 1 / (E-O)         | 0,27 |                      | 1 / (E-O)         | 0,25 |                      | 1 / (E-O)         | 0,2  |
|                     | 1 / /SE-S-SO      | 0,13 |                     | 1 / /SE-S-SO      | 0,16 |                      | 1 / /SE-S-SO      | 0,15 |                      | 1 / /SE-S-SO      | 0,12 |
|                     | 0,832 / (N)       | 0,28 |                     | 0,832 / (N)       | 0,36 |                      | 0,832 / (N)       | 0,33 |                      | 0,832 / (N)       | 0,23 |
|                     | 0,832 / (NE-NO)   | 0,25 |                     | 0,832 / (NE-NO)   | 0,32 |                      | 0,832 / (NE-NO)   | 0,29 |                      | 0,832 / (NE-NO)   | 0,2  |
|                     | 0,832 / (E-O)     | 0,18 |                     | 0,832 / (E-O)     | 0,23 |                      | 0,832 / (E-O)     | 0,21 |                      | 0,832 / (E-O)     | 0,14 |
|                     | 0,832 / (SE-S-SO) | 0,11 |                     | 0,832 / (SE-S-SO) | 0,14 |                      | 0,832 / (SE-S-SO) | 0,12 |                      | 0,832 / (SE-S-SO) | 0,09 |

## Resultado

Para el análisis de los resultados es necesario tener presente que el ERI sólo se determina para el horizonte superficial de los suelos en cuestión. Claramente se aprecia que las Series de Suelo LV(B) y PLV(A) son las que presentan los mayores riesgos de erosión.

### Respecto de la Serie de Suelos Lo Vásquez (LV)

**LV(A): todos los suelos** bajo la influencia de las estaciones meteorológicas de Nogales o Llay - Llay, correspondientes a pendientes cercanas al 10%, cualquiera sea su exposición a la predominancia de las lluvias y vientos del área, tienen un IRE que puede catalogarse como moderado, siendo necesario aplicar para este caso, moderada intensidad en las prácticas de conservación y manejo de suelos. Cuando la pendiente de estos suelos supera el 20%, en el área de influencia de Nogales, cumpliendo la condición de exposición N y NE - NO; el ERI alcanza valores altos, siendo necesario satisfacer altos requerimientos de prácticas de conservación y manejo de suelos.

**LV(B):** en esta serie la situación es más extrema, dado que, cualquiera sean las condiciones en que ésta se encuentra, en general el IRE alcanza valores altos, implicando prácticas de conservación y manejo de suelos intensas.

### Respecto de la Serie de Suelos Piedmont lo Vásquez (PLV)

**PLV(A): todos los suelos ubicados bajo la influencia de ambas estaciones,** cualquiera sea su pendiente y exposición, en general presentan un IRE considerado alto, siendo necesario satisfacer mayores requerimientos en las prácticas de conservación y manejo de suelos que se apliquen.

**PLV(B): presenta mejores condiciones respecto a PLV(A) y en general su IRE puede catalogarse como moderado.**

## ANEXO N°4

### I.- PRINCIPALES NORMAS JURIDICAS QUE AFECTAN A PLANTACIONES DE FRUTALES EN LADERAS DE CERRO. V REGION

a.- DL 4.363, 1931, MIN. DE TIERRAS Y COLONIZACION o LEY DE BOSQUES (última modificación Ley 18.959 HACIENDA 24.02.1990)

**ART. 5° Se prohíbe**

1° La corta de árboles y arbustos nativos situados a menos de 400 metros sobre los manantiales que nazcan en cerros y los situados a menos de 200 metros de sus orillas desde el punto en que la vertiente tenga origen, hasta aquel en que llegue al plan,

2° La corta o destrucción de arbolado situado a menos de 200 metros de radio de manantiales que nazcan en terrenos planos no regados; y

3° La corta o explotación de árboles o arbustos nativos situados en pendientes superiores a 45% (Ley 18.959, art. 3°, letra a)

No obstante, se podrá cortar en dichos sectores sólo por causas justificadas y previa aprobación de plan de manejo en conformidad al DL N° 701, de 1974. (Ley 18.959, art. 3°, letra b)

#### Comentarios:

Se aprecia que los numerales 1° y 2° de la norma tienen por objeto esencial proteger cauces naturales de agua y su rendimiento que se originan de manantiales y cauces en laderas de cerro y terrenos planos, por medio de prohibir la corta de vegetación nativa a una determinada distancia de dicho recurso, más que proteger el recurso de vegetación nativa de por sí.

Por el contrario, el numeral 3° sobre la base de una modificación introducida por ley miscelánea del Min. Hacienda indicada anteriormente, tiene por objeto prohibir la corta de vegetación nativa por sobre una determinada pendiente, en prevención a la degradación de suelos por erosión y a la dificultad que significa en esas condiciones, restablecer la vegetación nativa original.

Sin perjuicio de lo anterior y por una segunda modificación introducida por la misma ley miscelánea, la propia norma contempla la excepción por causa justificada y previa aprobación de un plan de manejo en conformidad al DL 701. Ello tendrá especial importancia por la orientación que adquiera la legislación forestal en el tiempo, en particular aquella referida a planes de manejo que autorizan corta, explotación y descepadura de vegetación nativa, en relación al concepto de bosque.



Finalmente es necesario señalar, que a pesar de las modificaciones introducidas hasta 1990, no se reconoce en el DL 4.363 actual, menciones directas relativas a la protección y conservación de la biodiversidad de los ambientes que regula, con excepción de aquellas que pudieran interpretarse de la aplicación de un plan de manejo aprobado por CONAF, en su referencia a “acrecentamiento de ecosistemas”. En consecuencia la utilización de esta norma con tal fin, debe ser muy cuidadosa.

**b.- DL N° 701, de 1974**

**(texto vigente según modificaciones introducidas en el DL N° 2.565, de 1979, Ley N° 18,959 y Ley N° 19.561)**

**TITULO PRELIMAR**

**ART.1°** Esta ley tiene por objeto regular la actividad forestal en suelos de aptitud preferentemente forestal (s.a.p.f) y suelos degradados e incentivar la forestación, en especial, por parte de pequeños propietarios forestales y aquella necesaria para la prevención de la degradación, protección y recuperación de suelos del territorio nacional.

**ART. 2°** Definiciones

**Terrenos a.p.f:** Todos aquellos terrenos que por condiciones de clima y suelo no deben ararse en forma permanente, estén cubiertos o no de vegetación, excluyendo los que sin sufrir degradación puedan ser utilizados en agricultura, fruticultura o ganadería intensiva.

**Plan de manejo:** Instrumento que, reuniendo los requisitos que se establecen en este cuerpo legal, regula el uso y aprovechamiento racional de los recursos naturales renovables en un terreno determinado, con el fin de obtener el máximo de beneficio de ellos, asegurando el mismo tiempo la preservación, conservación, mejoramiento y acrecentamiento de dichos recursos y su ecosistema.

**Bosque:** Sitio poblado con formaciones vegetales en las que predominan arboles y que ocupa una superficie de por lo menos 5.000 m<sup>2</sup>, con un ancho mínimo de 40 metros, con cobertura de copa arbórea que supere el 10% de dicha superficie total en condiciones áridas y semiáridas y el 25% en circunstancias más favorables.

**Desertificación:** El proceso de degradación de suelos de zonas áridas, semiáridas o subhúmedas secas, resultante de la influencia de diversos factores, tales como variaciones climáticas, actividades humanas u otros.

**Suelos degradados:** Aquellos suelos de secano (*todas las Clase de Capacidad de Uso de Suelos*) y los de la Clase IV de riego según clasificación que utiliza el SII para tasación fiscal de terrenos para determinar avalúos agrícolas, que presenta categorías de erosión de moderada a muy severa, susceptibles de ser recuperados mediante actividades, prácticas u obras conservacionistas del uso del suelo.

**Suelos frágiles:** Aquellos susceptibles de sufrir erosión severa, debido a factores limitantes intrínsecos, tales como pendiente, textura, estructura, profundidad, drenaje, pedregosidad u otros, debidamente certificados por organismos competentes que establezca el reglamento de esta ley.

#### TITULO IV. DE LAS SANCIONES

**ART. 21°** Cualquier acción de corta o explotación de bosque nativo, deberá hacerse previo plan de manejo aprobado por CONAF. La misma obligación regirá para las plantaciones existentes en terrenos de a.p.f. ...

**ART. 22°** La corta o explotación de bosques en t.a.p.f. obligará a su propietario a reforestar una superficie de terreno igual, a lo menos, a la cortada o explotada, en las condiciones contempladas en el plan de manejo aprobado por CONAF.....

En otros terrenos, sólo se exigirá la obligación de reforestar si el bosque cortado o explotado fuere nativo, en cuyo caso la reforestación se hará conforme al plan aprobado por CONAF, salvo que la corta o explotación haya tenido por finalidad la recuperación de terrenos para fines agrícolas y así se haya consultado en dicho plan de manejo.

#### **Comentarios:**

En la interpretación de esta norma legal, en relación con el objeto de plantaciones de frutales en laderas de cerro de zonas semiáridas o subhúmedas secas, es posible señalar que ella orienta la acción preferente del Estado a regular la actividad forestal en t.a.p.f., incorporando el concepto de recuperación de suelos degradados en especial para pequeños propietarios forestales, incentivando la forestación, precaviendo acciones de corrección ante intervenciones no autorizadas y entregando la iniciativa a los particulares. Avala esta última apreciación la derogación del Art. 6° anterior, donde se establecía la facultad de CONAF para efectuar de por sí, la calificación de t.a.p.f. en determinadas circunstancias.

Se aprecia por otra parte que la acción de CONAF en el DL actual, se centra en la definición de bosque (superficie con un ancho mínimo y superficie determinada y % de cobertura de copa de árboles según condiciones de aridez), quedando el resto de la vegetación nativa supeditada principalmente a regulaciones de otros cuerpos legales, cuando se trate de arbustos y arbolado disperso. Lo anterior sin perjuicio de la facultad de CONAF de elaborar normas de manejo de aplicación general, para determinadas especies o tipos forestales, a los cuales podrán adherirse voluntariamente los interesados (Art. 29°).

Finalmente en el inciso 2° del Art. 22° establece que un particular puede presentar un plan de manejo, el que una vez aprobado, permite la corta o explotación de vegetación nativa con la finalidad de recuperar terrenos para fines agrícolas (fruticultura), si así haya sido consultado en el referido plan de manejo.

c.- DS N° 193, de 1998, MINAGRI o REGLAMENTO GENERAL DL 701

## TITULO PRELIMINAR

### ART.1° Definiciones

*bosque nativo*: el constituido naturalmente por especies autóctonas y que pueden presentarse constituyendo tipos forestales.

*corta de bosque*: acción de talar, eliminar o descepar uno o más pies o individuos de especies arbóreas o arbustivas que formen parte de un bosque.

*tipos forestales*: agrupación arbórea que crece en un área determinada, caracterizada por especies predominantes en los estratos superiores del bosque o porque éstas tengan una altura mínima dada.

ART. 5° CONAF debe pronunciarse respecto a solicitudes de plan de manejo cuando de trate de:

- a) Corta o explotación de bosque nativo en cualquier tipo de terreno (plazo 120 días, sino se pronunciare dentro del plazo señalado, se dará por aprobada la solicitud) .....

ART 17° Para efectos de solicitar la desafectación de la calidad de aptitud preferentemente forestal otorgada a un terreno, el interesado deberá, junto a la solicitud, acreditar con antecedentes suficientes las causas que la justifican.

Para estos efectos se considerarán causas debidamente justificadas, entre otras ..... cambio del uso forestal del terreno a otro destino como consecuencia de la introducción de tecnología .....

## TITULO II DE LAS NORMAS TECNICAS

### 2.- De los planes de manejo

ART. 28° En todos los casos en que legalmente se requiera presentar un plan de manejo, éste deberá ser concebido en los términos definidos en el Art. 2° del DL 701.

ART. 33° (inciso 2°) La obligación de reforestar podrá sustituirse por la recuperación para fines agrícolas del terreno explotado extractivamente, siempre que el cambio de uso no sea en detrimento del suelo y se acredite en el plan de manejo que el área a intervenir satisface esos objetivos, señalando específicamente el plazo en las labores agrícolas a ejecutar. Para estos efectos, no se considerarán labores agrícolas las plantaciones realizadas con especies forestales.

**Comentarios:**

Sobre la base de las definiciones que se resumen de este Reglamento, para los efectos de su aplicación en terrenos de laderas de zonas semiáridas y subhúmedas secas, se reafirma la facultad de CONAF para aprobar planes de manejo para corta o explotación de bosque nativo en cualquier tipo de terreno.

La mención que se realiza para el Art. 17° tiene relación con las causas justificadas necesarias para desafectar la calidad de t.a.p.f. otorgada a una determinada área, para destinarlo a otros usos como consecuencia de la introducción de tecnología; condición que si opera en la norma de obligación mayor, puede considerarse como válida cuando se trata de aplicarla de recuperar terrenos para desarrollo agrícola con fruticultura, en terrenos que no hayan sido previamente solicitados y declarados por el particular para fines de percibir los beneficios de este DL.

Finalmente se aprecia en el presente DL, que cumpliendo los términos definidos en el Art. 2°, la obligación de reforestar por la corta o explotación de bosque nativo en cualquier tipo de terreno, podrá sustituirse por la recuperación para fines agrícolas, siempre y cuando se acredite en el plan de manejo respectivo el objeto perseguido y la forma en que las labores agrícolas asegurarán el no-detrimento del suelo.

**d.- DS N° 366, 1944, MIN. TIERRAS Y COLONIZACION  
(modificado por DS N° 251 y DS 2.250, ambos de 1955 MIN. TIERRAS Y COLONIZACION)**

**ART. 1° Se considerarán como forestales para los efectos de la explotación de maderas, leña y carbones, los terrenos de secano no susceptibles de aprovechamiento agrícola inmediato, que se encuentren ubicados entre el límite norte de provincia de Tarapacá y el río Maipo.**

**ART. 2° En la región indicada queda prohibida indefinidamente:**

**a) la descepadura de las siguientes especies: tamarugo, algarrobo, chañar, guayacán, olivillo, carbón o carbonillo, espino, boldo, maitén, litre y bollén.**

**La corta o explotación de estos árboles y arbustos, sólo será permitida durante los meses de Abril a Julio. Exceptuase la corta y explotación de las “hojas de boldo”, la que podrá realizarse únicamente entre los meses de Diciembre a Marzo de cada año, en toda el área de distribución de la especie en la Republica.**

**b) la libre explotación de tamarugos, algarrobos y chañares, siendo menester un permiso escrito de la autoridad competente, para poder hacerlo en las épocas señaladas en el inciso anterior**

**ART. 3° En conformidad con el Art. 19 de la Ley de Bosques en vigencia, prohíbese la corta de quillay y la explotación de sus productos, tales como leña, carbón y corteza, entre el 1° de Enero y el 30 de Abril de cada año. Fuera de esta época los interesados en explotar este árbol deberán solicitar permiso al SAG.**

**ART. 4° Desde la fecha de publicación del presente reglamento, prohíbese el descortezado del quillay estando el árbol en pie. Al derribarlo el corte debe hacerse en “bisel” a una altura que fluctúe entre 20 a 50 cm. del suelo sin dañar la corteza que queda adherida al tronco (o tocón con fin de asegurar su regeneración natural).**

**ART. 11° Los compradores de corteza de quillay deberán solicitar autorización al SAG para exportar este producto, autorización que se otorgará siempre que se acredite que el quillay que se desea exportar ha sido explotado de acuerdo a las disposiciones de este DS o reglamento.**

#### **Comentarios:**

Con relación a la aplicación de este DS, se han concordado opiniones de técnicos y abogados de SAG y CONAF, que se han materializado en una CIRC. ORD N° 314, de Junio del 2000, de DEPROREN. En lo principal dicha interpretación señala que:

- a) Conforme a lo señalado en el Art. 1°, para aplicar el DS es necesario que copulativamente se cumplan las siguientes condiciones, que se trate de una explotación para madera, leña y carbón, en los terrenos con determinadas condiciones y en una zona del país predeterminedada; con la excepción solamente en el caso del quillay y hojas de boldo, donde DS se aplica en todo el territorio de la república.

Con relación a este Art. 1° el SAG ha estimado que en los casos de proyectos que se someten al SEIA y donde el objeto sea el despeje de vegetación para la construcción de caminos, líneas eléctricas, gaseoductos, etc., no se aplique el presente DS para las especies señaladas en el Art. 2° (11 especies).

No obstante lo anteriormente expuesto, se debe tenerse presente que cuando la corta y explotación de las especies forestales identificadas previamente, formen parte de un bosque o constituyan bosque, en los términos definidos por el DL 701, se requerirá de acuerdo a lo dispuesto en el Art. 21° de dicho cuerpo legal, un plan de manejo previamente aprobado por CONAF, en el caso de estar en presencia de bosque nativo y/o de plantaciones en t.a.p.f. debidamente registrados, entre la V y X Regiones.

- b) Con respecto al Art. 2° letra a) es necesario distinguir entre despejado, corta y explotación:

- b.1) La prohibición de descepar (inciso 1° letra a) para las 11 especies señaladas es válida, si se cumplen copulativamente las tres condiciones señaladas precedentemente. Bastaría que una de ellas faltare para que no se aplique la normativa contenida en este DS.
- b.2) con relación a la corta y explotación (inciso 2° letra a) para estas mismas 11 especies, la expresión “será permitida” otorga la posibilidad que cualquier particular pueda realizar esta acción libremente entre el período establecido por la norma (Abril a Julio), sin necesidad de permiso previo escrito del SAG; a diferencia de los ocurre con las 3 especies señaladas en la letra b) donde es menester la autorización de la autoridad competente.

La excepción al inciso 2° letra a) esta dada para la corta y explotación de hojas de boldo, la que podrá realizarse únicamente entre los meses de Diciembre a Marzo.

- c) Respecto al Art. 3°, se interpreta que la especie quillay constituye una excepción en el ámbito de aplicación general de este DS, al estar en conformidad a lo dispuesto en el Art. 19° del DS 4.363 o Ley de Bosques, dado que al no estar mencionada esta especie entre las que se señalan en el Art. 2°, se entiende que la norma que la regula se aplica en todo el territorio del país.

Además, cuando la especie quillay no constituye bosque o no forme parte de él (arbolado disperso) en los términos definidos por el DL 701, y dado que se encuentra prohibida su corta y la explotación de los productos a que da origen, durante los meses de Enero a Abril, fuera de esta época, será competente para dar el permiso correspondiente el SAG para:

- c.1) caso en que solicitud implique descepar quillayes ubicados en terrenos de secano y en los regados de fuerte pendiente.
- c.2) caso de corta que no tenga por finalidad la explotación de la especie, es decir, la corta tenga las mismas consecuencias que el descepeado (no persigue regenerar la especie) muy frecuente en algunos proyectos sometidos al SEIA.
- c.3) caso de personas que deseen incorporar al cultivo agrícola (fruticultura) terrenos en que vegetan quillayes, independientemente del tipo de terreno, siempre y cuando el cultivo ( frutal) que se desea establecer, tenga un rendimiento superior al que se obtendría de la explotación de dichos árboles.

## RESUMEN

## CRITERIOS QUE REGULAN AUTORIZACIONES PARA CORTA DE VEGETACIÓN NATIVA EN LADERAS DE CERRO PARA ESTABLECIMIENTO DE FRUTALES DE LA V REGIÓN.

| ACCIÓN  | BASE JURÍDICA   | AUTORIZACIÓN   | CONDICIONES  |
|---|---|--|--|
| <b>1.- Corta de árboles y arbustos nativos</b><br>1.1.- A menos de 400 m origen de manantiales*<br>1.2.- A menos de 200 m curso arroyo hasta el plano*<br>1.3.- En terrenos con pendientes superiores a 45% (20,3° de inclinación)  | Inciso final, ART. 5° Ley de Bosques  | <b>CONAF</b> , previa aprobación de un Plan de Manejo según procedimiento administrativo contemplado en DL 701/ 1974 y su Reglamento   | Faena extractiva por causa justificada para recuperar suelos para actividad agrícola de fruticultura, con clara especificación de los plazos de las labores agrícolas que se ejecutarán y que den seguridad que el nuevo uso que se dará a los terrenos, no será en detrimento del suelo |
| <b>2.- Corta de arbolado</b><br>2.1.- A menos de 200 m origen de manantiales en terrenos planos no regados*   |   |  |  |
| <b>3.- Corta o explotación de vegetación nativa que constituye bosque según definición de ART. 2° DL 701/1974</b><br>3.1.- En cualquier tipo de terreno   | ART. 21 e inciso 2° de ART. 22, DL 701/1976   | <b>CONAF</b> , previa aprobación de un Plan de Manejo según procedimientos técnicos y administrativos contemplados en DL 701/ 1974 y su Reglamento   | Faena extractiva con la finalidad de recuperar suelos para fines agrícolas con fruticultura, y así lo haya especificado el referido plan de manejo   |
| <b>4.- Eliminar vegetación nativa dispersa que contenga especies protegidas que no constituyen bosque según definición ART. 2° DL 701/ 1974</b><br><br><b>4.1.- Descepado de 11 sp.</b><br><b>4.2.- Corta y explotación de 11 sp.</b><br><br><b>4.3.- Corta de Quillay y explotación de sus productos (leña carbón y corteza)</b> | <b>ART. 1° DS. 366/1944 sólo se aplica si objeto copulativo es la explotación con fines de obtener madera, leña y carbón, en terrenos y zona que se específica</b><br><br>ART.19° Ley de Bosques y ART. 3° DS 366/ 1944 | <b>Sin restricción</b><br><b>Sin restricción</b> para 8 especies si faena se realiza entre Abril a Julio<br>SAG autoriza la explotación de 3 especies en la época indicada anteriormente<br>SAG si explotación se realiza entre Mayo y Diciembre | Faena tenga por objeto el descepado, corta o explotación con fines de recuperar o habilitar terrenos para actividad agrícola con fruticultura  |

\* Plan de Manejo aprobado por CONAF deberá establecer la conveniencia de reducir las distancias señaladas, en atención a que el surgimiento de un manantial en cerro, con 500 m de curso de arroyo intermitente en dirección al plano, involucraría restar a una eventual recuperación para fines agrícolas, 29,14 há/unidad, que en el caso de surgimiento de un manantial en terrenos planos de secano correspondería a 12,57 há/unidad.

## II.- CONSIDERACIONES DE ORDEN GEOMORFOLOGICO, DE COBERTURA VEGETACIONAL, DE PLUVIOMETRIA, Y ECOSISTEMICO PARA PLANTACIONES DE FRUTALES EN LADERAS DE CERRO. V REGION

### a.- PENDIENTE

El relieve topográfico es el factor geomorfológico que más influye en los procesos de erosión. Dentro del relieve no solamente son importantes la pendiente y su longitud, sino también, la forma del perfil y la estructura o forma geométrica de sus laderas.

En una superficie plana las gotas de lluvia disgregan las partículas del suelo en forma aleatoria en todas direcciones, en un terreno con pendiente las partículas que se desplazan cuesta arriba, debido a su trayectoria parabólica, recorren menor distancia que si van en el sentido de la pendiente, por lo que estadísticamente cuando llueve sobre un terreno inclinado y desprovisto de vegetación, las partículas del suelo por efecto de la salpicadura, tienden a desplazarse hacia abajo, aumentando la proporción en función de la pendiente.

Las pérdidas de suelo por erosión hídrica crecen al aumentar la inclinación y la longitud de la pendiente, como consecuencia del incremento de la velocidad y volumen de la escorrentía superficial, y sus efectos se hacen sentir mucho más en las partes inferiores de las laderas, porque a igualdad de precipitación con las partes superiores, soportan mayor paso de agua que discurre por la ladera. En la Fig. N° 1 se entrega la equivalencia correspondiente a diversos ángulos de inclinación de una ladera en (%) y (°).

La propia estructura del relieve condiciona extraordinariamente la escorrentía y, por lo tanto, los procesos de erosión que pueda desencadenar. En la Fig. N° 2 se representan 6 modelos de laderas asimilando el relieve a una serie de formas geométricas, constituidas por formas convexas, planas y cóncavas de distinta inclinación.

En el caso formas convexas como A, las trayectorias de los flujos de agua tienden a separarse unos de otros, con lo que la probabilidad de alcanzar concentraciones capaces de producir erosión en regueros es muy baja. En el caso de B, la disposición de la ladera hace que las líneas de flujo tiendan a converger a una pequeña zona muy localizada, donde suelen comenzar procesos erosivos lineales, formándose cárcavas con gran facilidad.

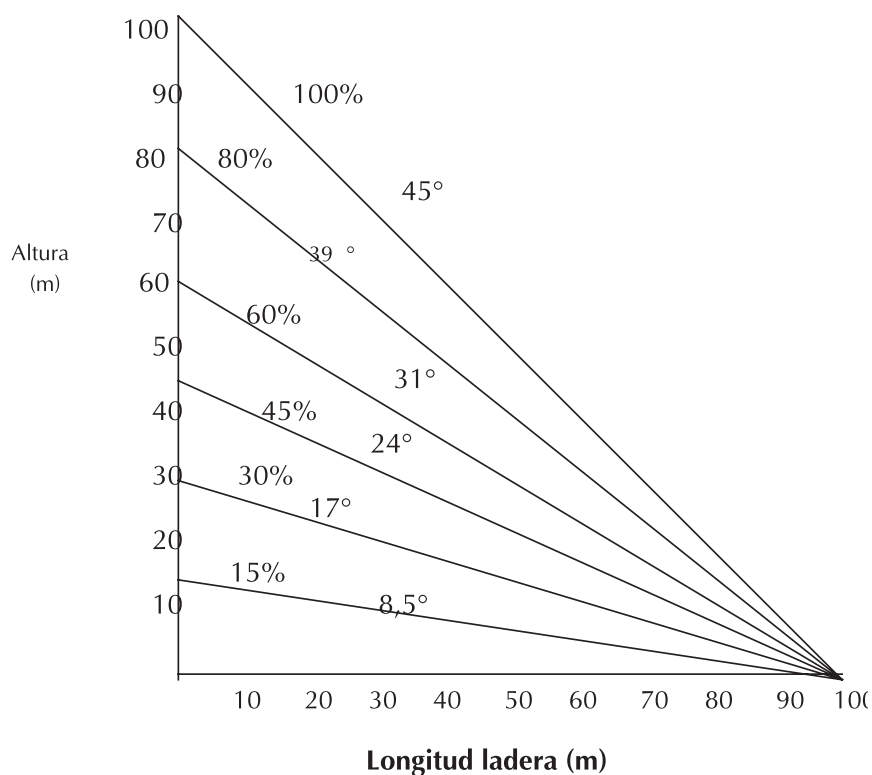
En el caso de perfil rectilíneo, para la forma C predominan fundamentalmente procesos de transporte de materiales en superficie, tendiendo a comportarse de manera más uniforme que las anteriores. Para el caso de D se produce el mismo efecto de concentración de líneas de flujo con riesgo de erosión que en el caso B, pero ahora la concentración tiene lugar a lo largo de toda la línea de fondo, de manera no tan brusca como en el caso B.



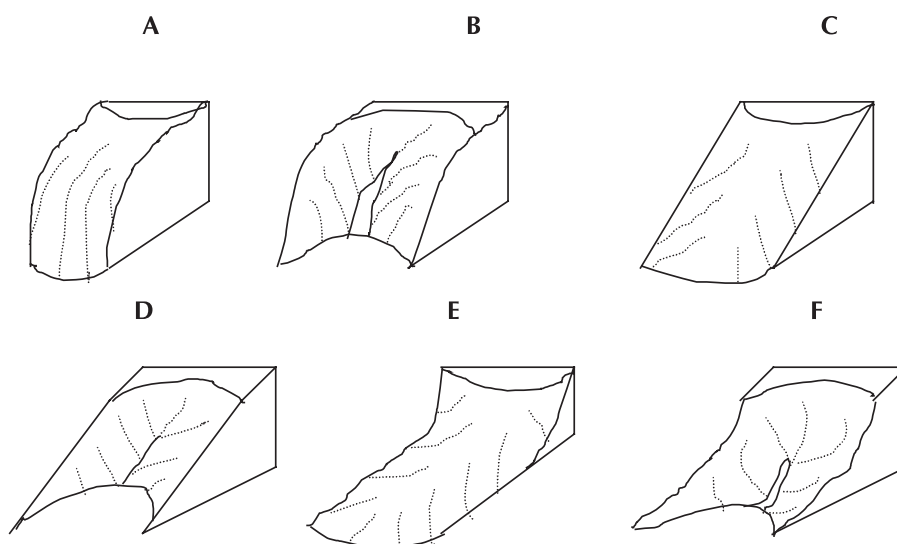
Las dos formas restantes correspondientes a un perfil cóncavo, tienen tendencia a retener los materiales arrastrados en las partes inferiores al disminuir la pendiente. En el caso F, muy frecuente en la naturaleza, aparecen procesos erosivos lineales en su parte más alta, donde se concentran las líneas de flujo, pero la rápida disminución de la pendiente hace desaparecer la erosión, siendo sustituida por una zona de acumulación de sedimentos con mayor humedad. La forma E pareciera recibir las mayores ventajas desde el punto de vista del riesgo a la erosión.

El grado de inclinación y largo de la pendiente, así como la forma geométrica de su perfil, conjuntamente con la exposición de la pendiente (Norte o Sur), serán elementos fundamentales a integrar con otros parámetros, en las matrices de análisis para adoptar decisiones para la recomendación de prácticas de manejo y conservación de suelos y buenas prácticas agrícolas, para el establecimiento de frutales en laderas de cerro en la V Región.

Fig. N° 1. Angulo de inclinación de una ladera en (%) y (°)



**Fig. N° 2. Modelos geométricos de 6 formas de laderas y distribución de la escorrentía en ellas (Pou, A, 1988)**



## **b.- COBERTURA VEGETACIONAL**

La vegetación actúa como una capa protectora o amortiguadora entre la atmósfera y el suelo. Sus componentes aéreos, como hojas, troncos y tallos, absorben parte de la energía de las gotas de lluvia, del agua en movimiento y del viento, disminuyendo su efecto erosivo al no actuar directamente sobre el suelo, mientras que las raíces contribuyen a aumentar la resistencia mecánica del suelo. Además, la mayor cantidad de materia orgánica en el suelo incrementa su estabilidad y porosidad, lo que supone un aumento de la capacidad de infiltración.

La eficacia de una cubierta vegetal para reducir la erosión por impacto de las gotas de lluvia depende, sobre todo, de la altura y continuidad de la vegetación y de la densidad de su cobertura sobre el suelo. Las gotas de lluvia que caen desde una altura de 7 m pueden llegar a alcanzar más de 90% de su velocidad terminal, además que las gotas de lluvia interceptadas por la cubierta pueden unirse a otras en las hojas, aumentando su tamaño, haciéndose más erosivas.

La cubierta vegetal disipa la energía del agua en movimiento sobre el suelo al aportar rugosidad al flujo superficial, reduciendo su velocidad, obteniéndose las mayores reducciones con cubiertas vegetales arbóreas y arbustivas densas y especialmente uniformes, pero una buena cubierta herbácea puede tener la misma eficacia y se obtiene en menor tiempo.

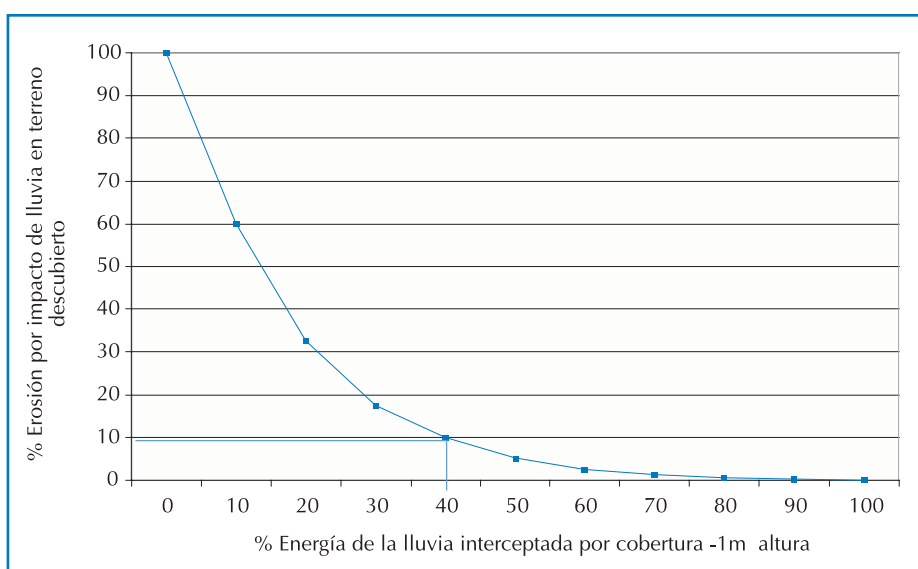
Con todo, deberá tenerse presente que en la generación de escorrentías intervienen numerosos factores como cantidad, intensidad y duración de la lluvia; condiciones superficiales del terreno (geología, tipo de suelo, permeabilidad, condiciones precedentes de humedad, etc.); interceptación causada por la cubierta

vegetal, variable según la especie y densidad de la vegetación, época del año; valor de la evapotranspiración, que es función de la temperatura, presión y humedad atmosférica; radiación solar; densidad de la red de drenaje natural y capacidad de evacuación, etc.

Interpretaciones clásicas como la de Elwell y Wendelaar, 1977, sobre la interceptación de la energía de la lluvia y erosión por salpicadura en un suelo desnudo, indican que el porcentaje de la energía de la lluvia interceptada por una cubierta vegetal de bajo nivel (menos de 1 m de altura) de 40%, puede llegar a reducir en un 90% el porcentaje de erosión por impacto de la lluvia. (ver Fig. N° 3). Ello se considera importante durante el período de formación de un huerto frutal, dado que una vez que haya alcanzado los índices de cobertura previamente indicados, el fenómeno de erosión por salpicadura de la lluvia erosiva, debiera disminuir.

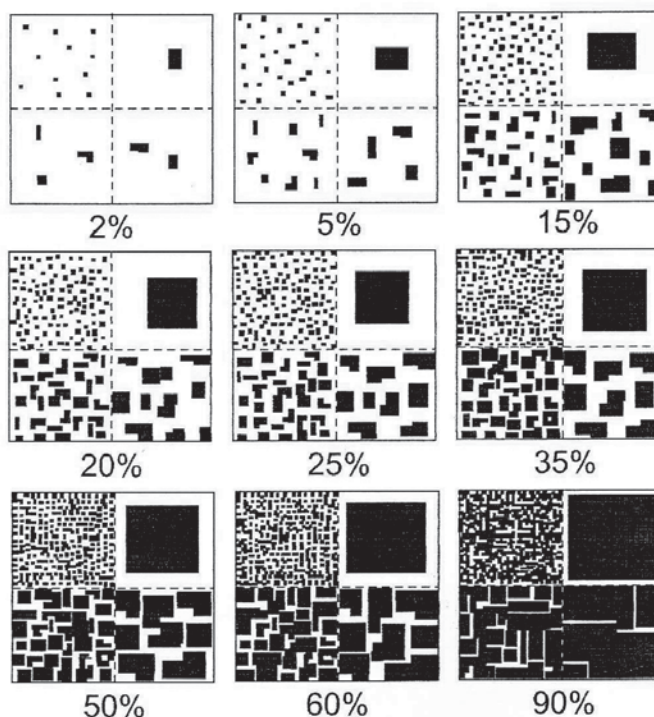
**Fig. N° 3**

### Intercepción de la energía de la lluvia y erosión por salpicadura



Finalmente con relación a la cobertura vegetal, atendiendo a la definición de bosque que otorga el DL 701 actualmente, se ha estimado conveniente visualizar una pauta para estimar los porcentajes de suelo cubierto por la proyección vertical de copa arbórea sobre una determinada superficie del terreno, con objeto contribuir a determinar cuando se estará en presencia de la necesidad de aprobar un plan de manejo de CONAF que así lo especifique, para recuperar terrenos para la actividad agrícola, o bien, la presencia del SAG con los permisos correspondientes de acuerdo a las atribuciones que le competen (ver Fig. 4).

Fig. N° 4

Ejemplo de porcentaje de un área cubierta. <sup>1</sup>

Dentro de cada casillero dado, cada cuadrante contiene la misma área total cubierta, sólo que con diferentes de objetos.

### c.- PLUVIOMETRIA

Con el objeto de realizar un análisis cualitativo y cuantitativo simple, de la precipitación ocurrida durante 5 años consecutivos para las Estaciones Meteorológicas de Nogales y Llay – Llay, con vinculación directa a la zona donde se concentra el mayor desarrollo de frutales en laderas de cerros en la V Región; se procedió a configurar de fuentes oficiales de información (DM – CRIA V Región), una estadística diaria y acumulada por mes de agua caída para cada estación, procurando individualizar los eventos lluviosos de importancia significativa para el escurrimiento superficial de las aguas en laderas de cerro, así como la condición previa y posterior de las precipitaciones con relación a tales eventos (Tabla N° 1).

Sin perjuicio de que el presente análisis no contempla apreciaciones sobre intensidad horaria de las precipitaciones, ni del período de retorno de una determinada precipitación, se adoptó como criterio de lluvia significativa con riesgo de producir escorrentía superficial a todas aquellas precipitaciones diarias iguales o mayores a 20 mm/día, teniendo presente principalmente la capacidad de infiltración del suelo,

<sup>1</sup> Compilado por: P.J. Schoeneberger, D.A. Wysocky, E.C. Benham, H.E. LaGarry. En misc. p. 7-1 Field Book for describing and sampling soils, Versión 2.0. Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Center, Lincoln, NE.

o velocidad máxima estabilizada una vez saturado a la que un suelo puede absorber agua, altamente dependiente de su textura, el tamaño y estabilidad de los agregados y de la forma del perfil del suelo, entre otros (ver párrafo cuarto de alcances realizados con relación a la cobertura vegetal).

En el contexto descrito es posible señalar que ambas estaciones guardan estrecha similitud respecto al total de agua caída y su distribución mensual según el año en que ésta ocurrió, (Fig. N° 5 y Fig N° 6 ), y que el período analizado abarca probablemente los dos extremos posibles de ocurrencia de precipitaciones en el área, a saber: el año 2002, muy lluvioso con invierno prolongado, con una precipitación total de agua caída que en general duplica la de los años intermedios 2001 – 2000 – 1999 para cada estación respectivamente, con presencia de un período lluvioso de menor extensión, y la registrada el año 1998, que correspondiente posiblemente al año más seco de la última década.

Atendida la similitud en el total de agua caída y la característica de su distribución mensual en ambas estaciones en el período considerado, el análisis particular para cada año se realizará en forma conjunta.

Dicho análisis indica que en el año 2002 se habrían registrado entre 4 a 5 series de eventos de máxima lluvia diaria caída, que con seguridad habrían excedido la capacidad de infiltración de los suelos del área, presentándose bajo la forma de un invierno muy lluvioso prolongado, entre Mayo a Julio.

Le sigue en orden de importancia la pluviometría registrada el año 2000, donde se habrían registrado 4 series de lluvias de consideración pero concentradas en el mes de Junio, que habrían excedido la capacidad de infiltración de los suelos; existiendo un quinto evento de consideración pero con ocurrencia en el mes de Septiembre, donde se supone existen condiciones más favorables para una mayor evapotranspiración, por lo que sus efectos en el escurrimiento superficial debiera haber sido menor.

Continúa en orden de importancia la pluviometría registrada en el año 2001, donde se registran 4 series de eventos lluviosos significativos en un invierno corto, pero en este caso localizadas en el mes de Julio. La lluvia caída acumulada registrada en el año 1999 es similar a la ocurrida el 2001, con igual cantidad de eventos lluviosos pero en un período más prolongado de distribución que abarca los meses de Agosto y Septiembre. La escasa pluviometría ocurrida el año 1998 no habría tenido efectos en la escorrentía superficial.

Por otra parte, es posible señalar en forma diferenciada para cada estación meteorológica que; las precipitaciones con implicancias para la escorrentía superficial ocurridas para la Estación de Nogales, habrían representado sobre el 80% del total de la lluvia anual acumulada para los años 2002 – 2001 – 2000, siendo este valor de un 65% para el año 1999; en tanto que para la Estación Llay – Llay ella habría representado cerca de 75% de la pluviometría total anual registrada durante los años 2002 – 2001 – 2000, reduciéndose este valor a cerca de 50% para el año 1999.

**Tabla N° 1. Pluviometría Mensual acumulada en mm de agua caída y registro de eventos lluviosos diarios = ó > 20 mm por años para Estaciones Meteorológicas que se indican**

| Mes        | NOGALES |       |        |       |        |       |        |       |        |       | LLAY - LLAY |       |        |       |        |       |        |       |        |       |     |
|------------|---------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|-------------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|-----|
|            | 2002    |       | 2001   |       | 2000   |       | 1999   |       | 1998   |       | 2002        |       | 2001   |       | 2000   |       | 1999   |       | 1998   |       |     |
|            | Diaria  | TotAc | Diaria | TotAc | Diaria | TotAc | Diaria | TotAc | Diaria | TotAc | Diaria      | TotAc | Diaria | TotAc | Diaria | TotAc | Diaria | TotAc | Diaria | TotAc |     |
| Enero      | 0,0     | 0,0   | 0,0    | 0,0   | 0,0    | 0,0   | 0,0    | 0,0   | 0,0    | 0,0   | 0,0         | 0,0   | 0,0    | 0,0   | 0,0    | 0,0   | 0,0    | 0,0   | 0,0    | 0,0   | 0,0 |
| Febrero    | 0,1     | 0,1   | 0,0    | 0,0   | 6,6    | 6,6   | 0,0    | 0,0   | 7,0    | 7,0   | 0,0         | 0,0   | 0,0    | 0,0   | 1,9    | 1,9   | 0,0    | 0,0   | 7,6    | 7,6   |     |
| Marzo      | 0,0     | 0,1   | 0,0    | 0,0   | 0,0    | 6,6   | 9,2    | 9,2   | 0,0    | 7,0   | 3,0         | 3,0   | 0,0    | 0,0   | 0,0    | 1,9   | 13,0   | 13,0  | 0,0    | 7,6   |     |
| Abril      | 0,2     | 0,3   | 8,4    | 8,4   | 7,9    | 14,5  | 29,0   | 38,2  | 15,7   | 22,7  | 9,4         | 12,4  | 6,6    | 6,6   | 4,8    | 6,7   | 10,6   | 23,6  | 17,1   | 24,7  |     |
| Mayo       | 14,6    | 14,9  | 5,6    | 14,0  | 12,3   | 26,8  | 11,0   | 49,2  | 5,1    | 27,8  | 21,5        | 33,9  | 0,0    | 6,6   | 15,5   | 22,2  | 9,9    | 33,5  | 6,3    | 31,0  |     |
|            | 28,1    | 43,0  | 40,0   | 54,0  | 0,0    | 26,8  | 0,0    | 49,2  | 0,0    | 27,8  | 64,7        | 98,6  | 34,8   | 41,4  | 0,0    | 22,2  | 0,0    | 33,5  | 0,0    | 31,0  |     |
|            | 12,6    | 55,6  | 4,2    | 58,2  | 0,0    | 26,8  | 0,0    | 49,2  | 0,0    | 27,8  | 36,0        | 134,6 | 0,7    | 42,1  | 0,0    | 22,2  | 0,0    | 33,5  | 0,0    | 31,0  |     |
|            | 85,5    | 141,1 | 0,0    | 58,2  | 0,0    | 26,8  | 0,0    | 49,2  | 0,0    | 27,8  | 11,8        | 146,4 | 0,0    | 42,1  | 0,0    | 22,2  | 0,0    | 33,5  | 0,0    | 31,0  |     |
|            | 59,5    | 200,6 | 0,0    | 58,2  | 0,0    | 26,8  | 0,0    | 49,2  | 0,0    | 27,8  | 0,0         | 146,4 | 0,0    | 42,1  | 0,0    | 22,2  | 0,0    | 33,5  | 0,0    | 31,0  |     |
|            | 15,9    | 216,5 | 0,0    | 58,2  | 0,0    | 26,8  | 0,0    | 49,2  | 0,0    | 27,8  | 0,0         | 146,4 | 0,0    | 42,1  | 0,0    | 22,2  | 0,0    | 33,5  | 0,0    | 31,0  |     |
| Junio      | 7,1     | 223,5 | 0,4    | 58,6  | 0,0    | 26,8  | 3,5    | 52,7  | 0,7    | 28,5  | 6,5         | 152,9 | 0,2    | 42,3  | 13,7   | 35,9  | 6,2    | 39,7  | 20,8   | 51,8  |     |
|            | 85,0    | 308,6 | 0,0    | 58,6  | 58,9   | 85,7  | 38,0   | 90,7  | 22,0   | 50,5  | 44,5        | 197,4 | 0,0    | 42,3  | 68,9   | 104,9 | 43,1   | 82,8  | 0,0    | 51,8  |     |
|            | 136,0   | 444,6 | 0,0    | 58,6  | 80,8   | 166,5 | 7,8    | 98,5  | 10,3   | 60,8  | 153,2       | 350,6 | 0,0    | 42,3  | 53,7   | 158,5 | 0,0    | 82,8  | 0,0    | 51,8  |     |
|            | 95,0    | 539,6 | 0,0    | 58,6  | 50,8   | 217,3 | 0,0    | 98,5  | 0,0    | 60,8  | 93,7        | 444,3 | 0,0    | 42,3  | 5,4    | 163,9 | 0,0    | 82,8  | 0,0    | 51,8  |     |
|            | 13,1    | 552,7 | 0,0    | 58,6  | 3,4    | 220,7 | 0,0    | 98,5  | 0,0    | 60,8  | 15,8        | 460,1 | 0,0    | 42,3  | 39,2   | 203,1 | 0,0    | 82,8  | 0,0    | 51,8  |     |
|            | 0,0     | 552,7 | 0,0    | 58,6  | 56,7   | 277,4 | 0,0    | 98,5  | 0,0    | 60,8  | 0,0         | 460,1 | 0,0    | 42,3  | 12,5   | 215,6 | 0,0    | 82,8  | 0,0    | 51,8  |     |
|            | 0,0     | 552,7 | 0,0    | 58,6  | 8,6    | 286,0 | 0,0    | 98,5  | 0,0    | 60,8  | 0,0         | 460,1 | 0,0    | 42,3  | 36,1   | 251,7 | 0,0    | 82,8  | 0,0    | 51,8  |     |
|            | 0,0     | 552,7 | 0,0    | 58,6  | 37,2   | 323,2 | 0,0    | 98,5  | 0,0    | 60,8  | 0,0         | 460,1 | 0,0    | 42,3  | 31,2   | 282,9 | 0,0    | 82,8  | 0,0    | 51,8  |     |
|            | 0,0     | 552,7 | 0,0    | 58,6  | 20,7   | 343,9 | 0,0    | 98,5  | 0,0    | 60,8  | 0,0         | 460,1 | 0,0    | 42,3  | 20,2   | 303,1 | 0,0    | 82,8  | 0,0    | 51,8  |     |
|            | 0,0     | 552,7 | 0,0    | 58,6  | 27,3   | 371,2 | 0,0    | 98,5  | 0,0    | 60,8  | 0,0         | 460,1 | 0,0    | 42,3  | 0,0    | 303,1 | 0,0    | 82,8  | 0,0    | 51,8  |     |
| Julio      | 4,5     | 557,2 | 0,3    | 58,9  | 3,2    | 374,4 | 19,9   | 118,4 | 0,2    | 61,0  | 2,3         | 462,4 | 0,0    | 42,3  | 13,4   | 316,5 | 28,7   | 111,5 | 0,0    | 51,8  |     |
|            | 67,8    | 625,0 | 50,0   | 108,9 | 25,0   | 399,4 | 0,0    | 118,4 | 0,0    | 61,0  | 52,5        | 514,9 | 54,5   | 96,8  | 0,0    | 316,5 | 0,0    | 111,5 | 0,0    | 51,8  |     |
|            | 0,0     | 625,0 | 17,8   | 126,7 | 0,0    | 399,4 | 0,0    | 118,4 | 0,0    | 61,0  | 29,5        | 544,4 | 22,0   | 118,8 | 0,0    | 316,5 | 0,0    | 111,5 | 0,0    | 51,8  |     |
|            | 24,5    | 649,5 | 95,0   | 221,7 | 0,0    | 399,4 | 0,0    | 118,4 | 0,0    | 61,0  | 27,2        | 571,6 | 71,4   | 190,2 | 0,0    | 316,5 | 0,0    | 111,5 | 0,0    | 51,8  |     |
|            | 25,0    | 674,5 | 25,0   | 246,7 | 0,0    | 399,4 | 0,0    | 118,4 | 0,0    | 61,0  | 23,1        | 594,7 | 21,4   | 211,6 | 0,0    | 316,5 | 0,0    | 111,5 | 0,0    | 51,8  |     |
|            | 0,0     | 674,5 | 0,0    | 246,7 | 0,0    | 399,4 | 0,0    | 118,4 | 0,0    | 61,0  | 0,0         | 594,7 | 32,2   | 243,8 | 0,0    | 316,5 | 0,0    | 111,5 | 0,0    | 51,8  |     |
|            | 37,0    | 711,5 | 96,2   | 342,9 | 0,0    | 399,4 | 0,0    | 118,4 | 0,0    | 61,0  | 0,0         | 594,7 | 0,0    | 243,8 | 0,0    | 316,5 | 0,0    | 111,5 | 0,0    | 51,8  |     |
|            | 3,7     | 715,2 | 27,0   | 369,9 | 0,0    | 399,4 | 0,0    | 118,4 | 0,0    | 61,0  | 0,0         | 594,7 | 0,0    | 243,8 | 0,0    | 316,5 | 0,0    | 111,5 | 0,0    | 51,8  |     |
|            | 0,0     | 715,2 | 0,0    | 369,9 | 0,0    | 399,4 | 0,0    | 118,4 | 0,0    | 61,0  | 0,0         | 594,7 | 0,0    | 243,8 | 0,0    | 316,5 | 0,0    | 111,5 | 0,0    | 51,8  |     |
| Agosto     | 64,5    | 779,7 | 2,3    | 372,2 | 0,0    | 399,4 | 15,3   | 133,7 | 0,0    | 61,0  | 60,2        | 654,9 | 3,1    | 246,9 | 0,4    | 316,9 | 48,7   | 160,2 | 0,0    | 51,8  |     |
|            | 0,0     | 779,7 | 59,2   | 431,4 | 0,0    | 399,4 | 25,7   | 159,4 | 0,0    | 61,0  | 0,0         | 654,9 | 39,1   | 286,0 | 0,0    | 316,9 | 24,0   | 184,2 | 0,0    | 51,8  |     |
|            | 0,0     | 779,7 | 0,0    | 431,4 | 0,0    | 399,4 | 9,3    | 168,7 | 0,0    | 61,0  | 0,0         | 654,9 | 6,1    | 292,1 | 0,0    | 316,9 | 40,2   | 224,4 | 0,0    | 51,8  |     |
|            | 0,0     | 779,7 | 0,0    | 431,4 | 0,0    | 399,4 | 24,0   | 192,7 | 0,0    | 61,0  | 0,0         | 654,9 | 0,0    | 292,1 | 0,0    | 316,9 | 0,0    | 224,4 | 0,0    | 51,8  |     |
|            | 0,0     | 779,7 | 0,0    | 431,4 | 0,0    | 399,4 | 31,7   | 224,4 | 0,0    | 61,0  | 0,0         | 654,9 | 0,0    | 292,1 | 0,0    | 316,9 | 0,0    | 224,4 | 0,0    | 51,8  |     |
| Septiembre | 11,4    | 791,1 | 15,3   | 446,7 | 0,0    | 399,4 | 0,0    | 224,4 | 4,4    | 65,4  | 7,6         | 662,5 | 12,3   | 304,4 | 0,0    | 316,9 | 12,5   | 236,9 | 3,5    | 55,3  |     |
|            | 0,0     | 791,1 | 0,0    | 446,7 | 60,8   | 460,2 | 29,0   | 253,4 | 0,0    | 65,4  | 0,0         | 662,5 | 0,0    | 304,4 | 51,0   | 367,9 | 20,1   | 357,0 | 0,0    | 55,3  |     |
|            | 0,0     | 791,1 | 0,0    | 446,7 | 28,5   | 488,7 | 7,1    | 260,5 | 0,0    | 65,4  | 0,0         | 662,5 | 0,0    | 304,4 | 40,3   | 408,2 | 20,0   | 277,0 | 0,0    | 55,3  |     |
|            | 0,0     | 791,1 | 0,0    | 446,7 | 24,1   | 512,8 | 35,7   | 296,2 | 0,0    | 65,4  | 0,0         | 662,5 | 0,0    | 304,4 | 0,0    | 408,2 | 20,0   | 297,0 | 0,0    | 55,3  |     |
|            | 0,0     | 791,1 | 0,0    | 446,7 | 4,8    | 517,6 | 41,7   | 337,9 | 0,0    | 65,4  | 0,0         | 662,5 | 0,0    | 304,4 | 0,0    | 408,2 | 9,8    | 306,8 | 0,0    | 55,3  |     |
|            | 0,0     | 791,1 | 0,0    | 446,7 | 0,0    | 517,6 | 0,4    | 338,3 | 0,0    | 65,4  | 0,0         | 662,5 | 0,0    | 304,4 | 0,0    | 408,2 | 0,0    | 306,8 | 0,0    | 55,3  |     |
|            | 0,0     | 791,1 | 0,0    | 446,7 | 0,0    | 517,6 | 35,6   | 373,9 | 0,0    | 65,4  | 0,0         | 662,5 | 0,0    | 304,4 | 0,0    | 408,2 | 0,0    | 306,8 | 0,0    | 55,3  |     |
|            | 0,0     | 791,1 | 0,0    | 446,7 | 0,0    | 517,6 | 7,0    | 380,9 | 0,0    | 65,4  | 0,0         | 662,5 | 0,0    | 304,4 | 0,0    | 408,2 | 0,0    | 306,8 | 0,0    | 55,3  |     |
| Octubre    | 1,1     | 792,2 | 0,0    | 446,7 | 0,0    | 517,6 | 3,2    | 384,1 | 0,0    | 65,4  | 0,0         | 662,5 | 1,5    | 305,9 | 0,0    | 408,2 | 7,5    | 314,3 | 0,0    | 55,3  |     |
| Noviembre  | 0,0     | 792,2 | 0,0    | 446,7 | 0,0    | 517,6 | 0,0    | 384,1 | 0,0    | 65,4  | 0,0         | 662,5 | 0,0    | 305,9 | 0,0    | 408,2 | 0,0    | 314,3 | 0,0    | 55,3  |     |
| Diciembre  | 0,0     | 792,2 | 0,0    | 446,7 | 0,0    | 517,6 | 11,0   | 395,1 | 0,0    | 65,4  | 0,0         | 662,5 | 0,0    | 305,9 | 0,0    | 408,2 | 0,0    | 314,3 | 0,0    | 55,3  |     |
| Total      | 792,2   |       | 446,7  |       | 517,6  |       | 395,1  |       | 65,4   |       | 662,5       |       | 305,9  |       | 408,2  |       | 314,3  |       | 55,3   |       |     |

■ Eventos lluviosos individuales de importancia significativa (= ó > 20 mm)

■ Eventos lluviosos (= ó > 20 mm) que corresponden a una acumulación de varias pluviometrías menores

Finalmente es necesario señalar que una caracterización simplificada de los eventos lluviosos de mayor importancia respecto del total de agua acumulada caída, permite estimar los períodos en que es necesario adoptar medidas y prácticas especiales de protección del suelo para evitar impacto de lluvias erosivas, así como, para tomar idea del nivel de seguridad que deberá tener el diseño y ejecución de determinadas obras físicas complementarias, para el manejo de eventuales flujos excedentarios de escorrentía superficial.

Fig. N° 5

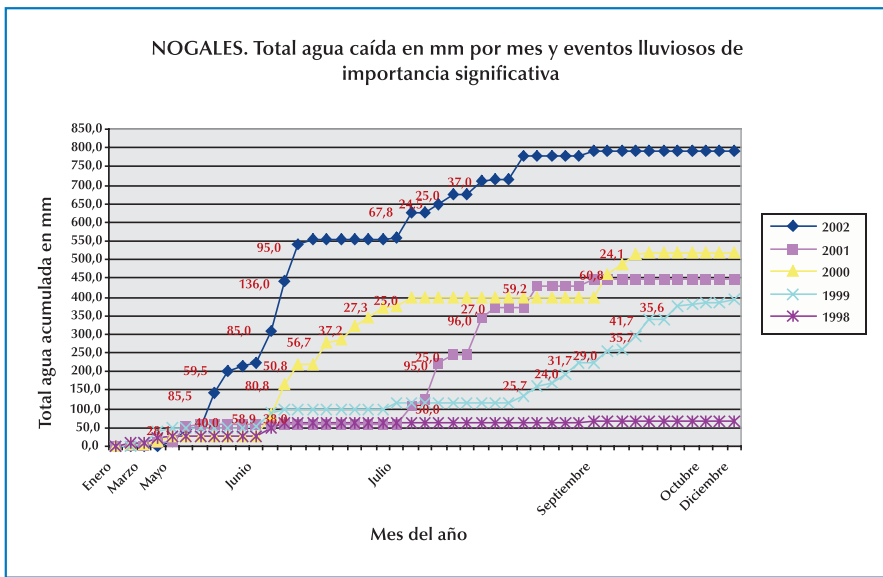
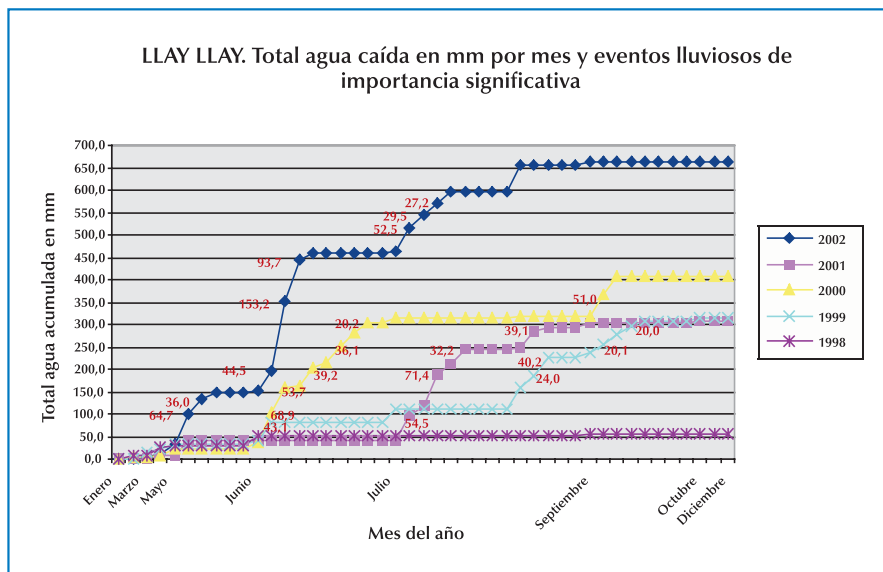


Fig. N° 6



**d.- DESERTIFICACION**

Por la relación que tiene la V Región con el avance de la desertificación, se ha estimado pertinente hacer referencia a este fenómeno en base los antecedentes que entrega Santibáñez, 2000, en su documento “Indicadores y Sistemas de Información para el Monitoreo de la Desertificación y la Biodiversidad”.

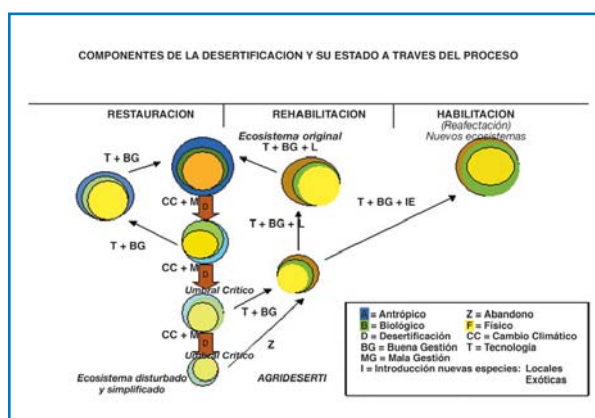
Reproduciendo las apreciaciones del autor se señala que, cuando el sistema territorial se encuentra sujeto a presiones sobre uno o más componentes, puede originarse un conjunto de procesos de degradación, que provocarán una sucesión de estados posibles de los componentes y del sistema en general.

En la Fig. N° 7 se esquematizan las relaciones básicas que se establecen entre los componentes de un sistema territorial y la dinámica que se origina cuando comienza un proceso de degradación.

En este esquema, el medio físico (centro) representa el sustrato primario, por cuanto provee sostén, materias primas y energía al sistema biológico. Este último a su vez, otorga la capacidad de sustentación al sistema social (exterior), el cual obtiene materias primas y estímulos tanto del sistema físico como del biológico.

En la medida que el sistema recibe algún grado de presión, comienza un proceso de degradación que provoca una disminución de los elementos constitutivos en los subsistemas físico, biológico y social. En la medida que las presiones permanezcan en el tiempo, se alcanzará un nivel crítico de degradación, el que una vez sobrepasado conduce al estado en que los subsistemas antrópico y físico alcanzan su expresión mínima, en tanto que el biológico podría desaparecer completamente. El factor antrópico no necesariamente desaparece, ya que siempre estará presente la decisión humana de ocupar o no ese ambiente. Sin embargo es esperable que en un sistema degradado en extremo se produzca el abandono antrópico, proceso que posibilitaría la recuperación de los componentes originales en el largo plazo, ya que reduce la presión provocada por el uso de los recursos.

**Fig. N° 7**





La recuperación de un sistema con algún nivel de degradación es posible por medio de tres procesos. Cuando el sistema no ha alcanzado un nivel crítico, la adopción de políticas y acciones adecuadas a sus condiciones ecológicas permite la *restauración* del sistema. Cuando el sistema se encuentra en un nivel crítico o ya se encuentra en un nivel extremo de degradación, es posible conseguir una *rehabilitación* del sistema, pero en este caso se requerirá de una intervención mayor que cambios en la gestión, como puede ser la reintroducción de especies locales. Una tercera posibilidad, se produce al mejorar el sistema degradado a través de la incorporación de elementos ajenos a él, como por ejemplo especies vegetales exóticas, proceso conocido como *habilitación*. En este último caso se construye un ecosistema distinto del original, reafectando para un uso distinto, pero que puede ser manejado en forma sustentable.

Esta última posibilidad es la que al parecer se encuentra ocurriendo con profusión en sectores con disponibilidad y seguridad de agua para regadío, para el cultivo de paltos en las laderas de cerros de la V Región. La aplicación de altos niveles de tecnología respecto a los métodos de plantación y establecimiento de la especie, riego y manejo del huerto, permite la introducción de esta especie exótica en los ambientes señalados, la que con buenas prácticas agrícolas y adecuada gestión, puede representar un mejoramiento de los índices de sustentabilidad y un freno a la desertificación de ambientes ligados a valles regados de la Región.

### III.- ANALISIS MULTICRITERIO EN EL MARCO DE LAS DISPOSICIONES LEGALES Y PARAMETROS TECNICOS ANALIZADOS, PARA DETERMINACION DE SITIOS DE MAYOR APTITUD PARA ESTABLECIMIENTO DE PALTOS EN LADERAS. V REGION

| Pendiente                            |       | Exposición |       | SAG                             | há                 | CONAF                             |                          | há |
|--------------------------------------|-------|------------|-------|---------------------------------|--------------------|-----------------------------------|--------------------------|----|
| Rango                                | Valor | Exposición | Valor | Mat. Abierto <10% árboles       | 27                 | Mat. Arborescente 10%-25% árboles | 112                      | 3  |
| 0-15%                                | 1     | N          | 4     | Mat. 1/2denso <10% árboles solo | 80                 | abierto                           |                          |    |
| +15-45%                              | 2     | NE-NO      | 3     | +suculentas                     | 22                 | semidenso                         | 16                       |    |
| >45%                                 | 3     | E-O        | 2     | Prad. Natural                   |                    |                                   |                          |    |
|                                      |       | SE-S-SO    | 1     | Terrenos uso agrícola           | 57                 |                                   |                          |    |
|                                      |       |            |       | Total                           | 202                | Total                             | 115*                     |    |
|                                      |       |            |       | %                               | 64                 | %                                 | 36*                      |    |
| Pendiente vs. Exposición (Geomorfía) |       |            |       | Participación Institucional     |                    |                                   |                          |    |
| Exposición                           | 4     | 3          | 2     | 1                               | Vegetación Nativa  | No cumple def. de bosque          | Si cumple def. de bosque |    |
| Pendiente                            |       |            |       |                                 | SAG**              | CONAF                             |                          |    |
| 1                                    | 3     | 3          | 2     | 1                               | 3                  | 3                                 | 2                        |    |
| 2                                    | 3     | 3          | 2     | 1                               | 2                  | 2                                 | 1                        |    |
| 3                                    | 3     | 2          | 1     | 1                               | 1                  | 1                                 | 1                        |    |
|                                      |       |            |       |                                 |                    |                                   |                          |    |
|                                      |       |            |       | 3                               | Apta               |                                   |                          |    |
|                                      |       |            |       | 2                               | Moderadamente apta |                                   |                          |    |
|                                      |       |            |       | 1                               | No apta            |                                   |                          |    |

\* Superficie y porcentaje que eventualmente puede disminuir como efecto probable de practicar una revisión en terreno de estos criterios a una escala más detallada que la empleada en el “Catastro Forestal de CONAF”, conforme al % de recubrimiento por tipo biológico, en el Sistema General de Clasificación de la Vegetación de dicho catastro.

\*\* Sin perjuicio de la atribución de CONAF de autorizar la corta de vegetación nativa en general.

#### a.- INFORMACION QUE INTERVIENE EN EL ANALISIS

Elegido un predio cualquiera en el sector, que presenta condiciones similares a aquellas donde se ha producido un desarrollo con establecimiento de paltos en ladera, y utilizando información convencional que se dispone en SIG para la V Región; con la excepción de haber introducido curvas de nivel con equidistancia a 10 m, obtenida de Estudios Integrales de la CNR , es posible señalar en forma preliminar, lo siguiente:

##### a.1.- PENDIENTE

Se ha otorgado un mayor valor relativo en la matriz de análisis a suelos planos a ondulados ( 0% - 15% de pendiente), representando el rango de menor valor relativo las pendientes mayores a 45%. Un valor intermedio lo representan aquellos terrenos de características serranas a montañas (de más de 15% -45% de pendiente). Ver Fig. N° 8.

## a.2.- EXPOSICION

Por su parte, se ha considerado que la exposición N , así como, NE y NO (solana) son las que presentan mejor aptitud para el establecimiento de paltos en laderas de cerro ( mayor insolación, mayor diferencia entre temperaturas máximas y mínimas, mayor temperatura media, menor humedad relativa y menor riesgo de heladas, entre otras razones). Por el contrario las exposiciones E – O, así como, SE-S-SO (umbría) se han estimado como las de menor valor relativo para el establecimiento de paltos en laderas. Ver Fig. N° 9.

## a.3.- GEOMORFA

Al combinar para obtener un primer producto intermedio, la información de pendiente con la exposición de la pendiente, que hemos llamado geomorfa, es posible interpretar tres tipos de adaptación para el referido cultivo:

**Apta:** que abarca suelos planos a ondulados y terrenos serranos a montanos en exposición N y NE – NO. Asimismo se incorporan a esta categoría terrenos con pendientes > a 45% en exposición N.

**Moderadamente Apta:** corresponde a terrenos planos a ondulados y a aquellos considerados serranos a montanos en exposición E – O, incluyéndose además en esta categoría a los terrenos con pendientes mayores a 45% pero de exposición NE – NO.

**No Apta:** Cualquier tipo de terrenos respecto a su pendiente en exposición SE – S – SO y aquellos con pendientes mayores a 45% en exposición E – O.

## a.4.- USO DEL SUELO

De acuerdo a la información cartográfica y los criterios establecidos respecto al % de recubrimiento por tipo biológico de cobertura, que para el caso que se analiza corresponde a una cobertura arbórea menor al 10%, del Sistema General de Clasificación de la Vegetación utilizado por CONAF, en el Catastro de Bosque Nativo (ver Fig. N° 11); se ha realizado una estimación de la participación institucional preponderante, tanto de CONAF como de SAG; en la gestión, control y fiscalización a un eventual proyecto de inversión para establecer paltos en laderas de cerro.

Teniendo presente que se ha omitido una superficie considerada como fuera de área de análisis en el predio, por estimar que ella se ubica fuera de las posibilidades de otorgar riego a costos razonables (medianía del cerro hacia arriba), los resultados indican que correspondería:

**Acción preponderante SAG:** para aquellos usos de suelo correspondientes a la presencia de matorrales abiertos, matorrales semidensos en cualquier condición, praderas naturales y los terrenos con uso agrícola, los que totalizan 202 hectáreas y que representan el 64% de la superficie analizada.

**Acción preponderante CONAF:** vía la presentación y aprobación de un Plan de Manejo para el uso del suelo correspondiente a matorral arborescente, cualquiera sea su condición, que totalizan 115 hectáreas y que corresponden al 36% de la superficie analizada.

Es necesario tener presente que las superficies y porcentajes estimados precedentemente podrían variar, en uno u otro sentido respecto a la institución con acción preponderante, como efecto probable de una revisión en terreno de los criterios señalados a una escala de mayor detalle que la empleada en el catastro de la referencia.

## **b.- RESULTADO DE APTITUD DE SITIO PARA ESTABLECIMIENTO DE PALTOS**

La interceptación de aptitud determinada por la geomorfa, con aquella que se interpreta de la característica de la vegetación asignada en el uso del suelo (Ver Fig. N° 10), entrega el segundo producto que emana del análisis multicriterio, esto es para el caso analizado, el análisis de riesgo que distintos sectores presentan respecto al establecimiento de paltos en laderas de cerro. De un total de 317 hectáreas analizadas se obtiene que:

**69 hectáreas se consideran no aptas** por corresponder a áreas con excesiva pendiente de orientación SO y SE respectivamente, con tipo de vegetación principal de matorral semidenso con suculentas en determinados sectores, que no constituyen bosque, que por lo general corresponden a zonas de umbría con mayor cobertura de vegetación nativa, con un ámbito de acción preferente de SAG; y que mediante acuerdos voluntarios de buenas prácticas agrícolas debiera incentivarse su no-intervención, y servir de resguardo a diversidad de especies de flora y fauna del lugar.

**120 hectáreas se consideran moderadamente aptas** por corresponder en general a áreas de pendiente serrana a montana, de orientación NO – N – NE respectivamente, con presencia de matorral arborescente abierto y semidenso, donde por las definiciones adoptadas sería necesario la aprobación de un Plan de Manejo de CONAF.

**128 hectáreas se consideran como aptas** por corresponder en general a áreas de pendiente plana a ondulada, de orientación NO – N – NE, con tipo de vegetación principal correspondiente a matorral abierto y semidenso, praderas naturales y terrenos de uso agrícola, que por lo general corresponden a zonas de solana, con menor presencia de vegetación nativa por mayor intervención antrópica, con un ámbito de acción preferente de SAG, donde deberán establecerse moderadas a intensas prácticas para el manejo y conservación de suelos, con adecuados niveles de tecnología y acuerdos voluntarios de buenas prácticas agrícolas, para asegurar la sustentabilidad del cultivo de paltos en laderas de cerro.

Fig. N° 8

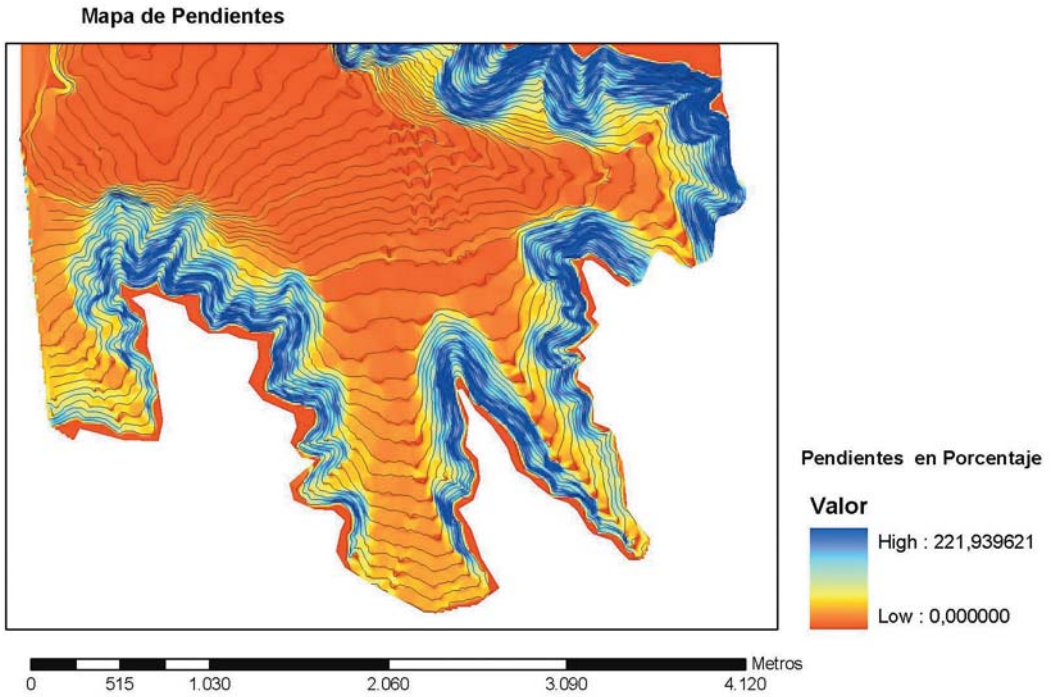


Fig. N° 9

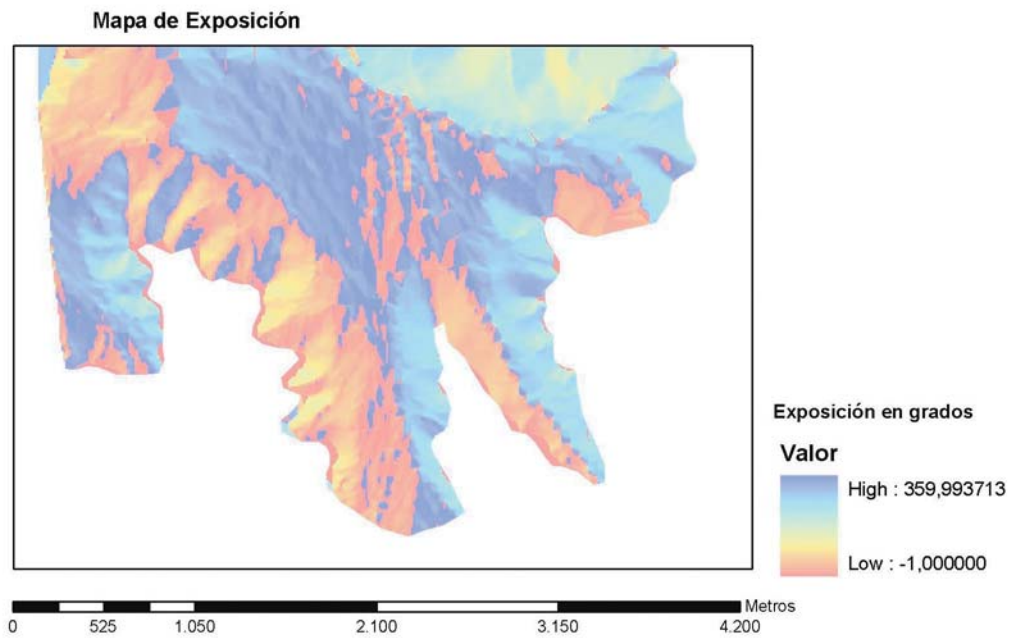


Fig. N° 10

Zonas de Riesgo para el Establecimiento Cultivo de Palto en Laderas - Sector San Felipe Quinta Región

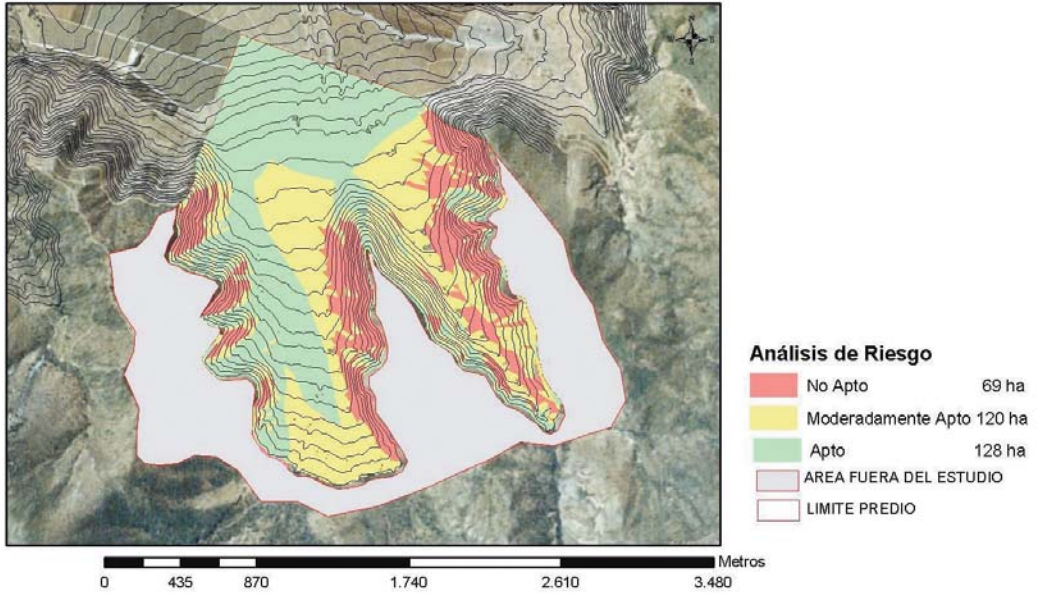
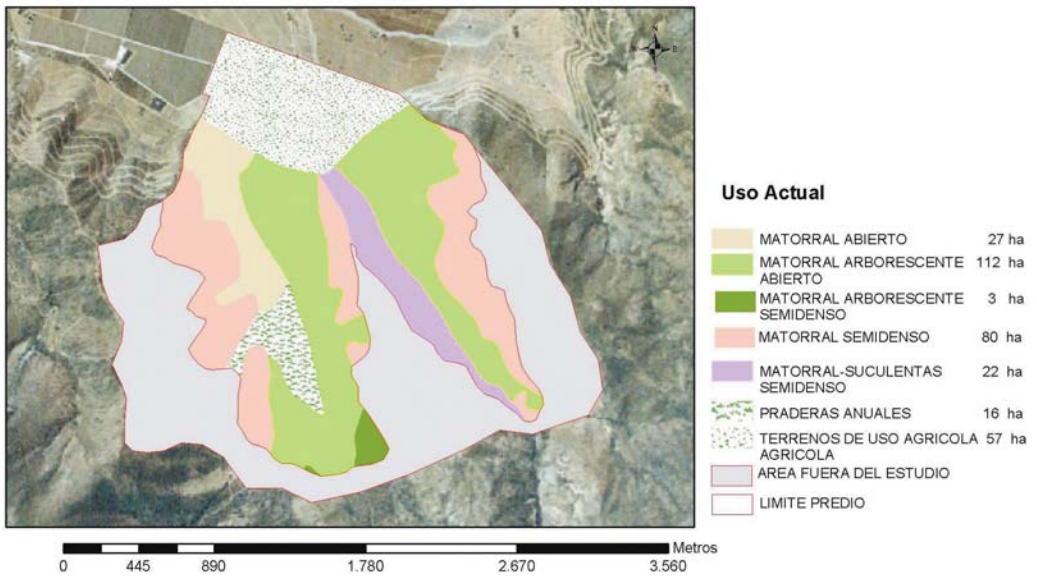


Fig. N° 11

Usos del Suelo - Catastro Bosque Nativo CONAF



### **c.- CONCLUSIONES DEL ANALISIS MULTICRITERIO**

- Es posible esperar que en las autorizaciones que sea necesario otorgar a particulares, para recuperar y habilitar terrenos de laderas de cerro para los cultivos de frutales, en la V Región, intervengan conforme a las atribuciones y facultades que les competen dos instituciones dependientes del MINAGRI, a saber SAG y CONAF.

- Que en la mayoría de los casos existirán ambientes que es necesario recomendar no intervenir y/o mejorar, por la vía de acuerdos voluntarios de buenas prácticas agrícolas, con el objeto de resguardar la diversidad biológica de la flora nativa y fauna silvestre el lugar, lo que facilitaría eventuales certificaciones ambientales de sustentabilidad por requerimientos del comercio nacional e internacional.

- Que obtenidos los acuerdos de buenas prácticas agrícolas con productores que poseen huertos de frutales en laderas de cerro en la V Región, se facilitaría la focalización de instrumentos de fomento que dispone el sector agrícola para estimular el desarrollo productivo y la protección de los suelos, mientras dure la formación del huerto, a la vez que, se daría un fuerte impulso a las acciones destinadas a frenar el avance de la desertificación en esa Región.

- Que la asignación de valores relativos a los distintos parámetros y criterios empleados en el análisis, deben ser motivo de talleres de trabajo específicos, con participación de distintas profesiones y profesionales de las instituciones con competencia en el tema, así como, de profesionales y propietarios privados.

- Se considera imprescindible que las visitas a terreno tengan por objeto sensibilizar a escala de mayor detalle (predio), los rangos establecidos por estudios y catastros realizados a escala más generalizada; incluidos nuevos parámetros que tengan relación con información edáfica de los suelos.

