

CONVENIO

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
PROVINCIA DE CATAMARCA

ESTUDIO INTEGRAL DEL SISTEMA PIRQUITAS
Y MANEJO DE LA SUBCUENCA DEL RIO LOS PUESTOS

ETAPA II - PRIMERA FASE

SISTEMATIZACION DE AREAS CRITICAS

Informe Final



Autor: Ing. Agr. JULIO E. LUNA

Colaboró: Ing. Agr. Carlos Carrizo

23 de diciembre de 1995

SECRETARIA de EST. de CIENCIA Y TECNICA	
MESA DE EE. Y SS.	
Expte. o N° de 034	
ENTRO	SALIO
DIA	DIA
MES	MES
AÑO	AÑO
HORA	HORA

26 FEB 1996

*0/x12
C26 es
2da etapa
I*

CONVENIO

**CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
PROVINCIA DE CATAMARCA**

**ESTUDIO INTEGRAL DEL SISTEMA PIRQUITAS
Y MANEJO DE LA SUBCUENCA DEL RIO LOS PUESTOS**

ETAPA II - PRIMERA FASE

**Sr. Gobernador de la provincia de Catamarca,
Dn. Arnoldo Anibal CASTILLO**

**Sr. Secretario General del Consejo Federal de Inversiones,
Ing. Juan José CIACERA**

**Representante por parte de la provincia de Catamarca:
Ing. Adolfo FACTOR**

**Representante por parte del Consejo Federal de Inversiones:
Lic. Francisco DEL CARRIL**

23 de Diciembre de 1995

TEMARIO

1. INTRODUCCION

2. METODOLOGIA

2.1. Trabajos de Gabinete

2.2. Trabajo de Campo en la Subcuenca

2.3. Otras Actividades

3. ESTUDIOS BASICOS

3.1. Campos Demostrativos

3.1.1. Selección de Campos Demostrativos

3.1.1.1. La Rinconada

3.1.1.2. Vallecito

3.1.1.3. Las Tres Quebradas

3.1.2. Identificación Catastral

3.1.3. Localización geográfica

3.1.4. Distancias a centros poblados

3.1.5. Superficies

3.1.6. Altura sobre el nivel del mar

3.1.7. Diferencias extremas de nivel en los campos sistematizados

3.1.8. Relieve

3.1.8.1. Vallecito

3.1.8.2. Tres Quebradas

3.1.9. Vegetación

3.1.10. Suelos

3.1.10.1. Clasificación de la tierra por su capacidad agrológica

3.1.10.2. Textura del suelo superficial

3.1.10.3. Permeabilidad

3.1.10.3.1. Profundidad

3.1.10.4. Contenido de materia orgánica

3.1.10.5. Pendiente del terreno

3.1.10.6. Grado de erosión

3.1.10.7. Uso actual del terreno

3.1.10.8. Clase de erosión

3.1.11. Precipitaciones

4. DIAGNOSTICO

4.1. De carácter general

4.1.1. Razones extrínsecas

4.1.2. Razones intrínsecas

4.1.2.1. Desmontes incontrolados

4.1.2.2. Decapitación

4.1.2.3. Inversión de horizontes

4.1.2.4. No aprovechamiento de los restos del desmonte

4.1.2.5. Quema de cordones

4.1.2.6. Suelos de sol y de sombra

4.1.2.7. Labranzas en cualquier sentido de la pendiente (dirección)

4.1.2.8. Maquinarias inadecuadas

4.1.2.9. Intensidad de las labranzas

- 4.1.2.10. Apertura o cierre de melgas
- 4.1.2.11. Siembras en cualquier sentido de la pendiente
- 4.1.2.12. Cultivos en cualquier sentido de la pendiente
- 4.1.2.13. Pérdidas de humedad
- 4.1.2.14. Pérdidas de nutrientes
- 4.1.2.15. Monocultivo
- 4.1.2.16. Reducción de materia orgánica
- 4.1.2.17. Sobrepastoreo
- 4.1.2.18. Cobertura
- 4.1.2.19. Erosión eólica
- 4.1.2.20. Pérdida de cuaje en floración
- 4.1.2.21. Caminos
- 4.1.2.22. Quema de rastrojos
- 4.1.2.23. Vías de agua
- 4.1.2.24. Cárcavas
- 4.1.2.25. Cambio de relieve
- 4.1.2.26. Plantas colonizadoras e invasoras

4.1.3. Zanjas - zanjones

4.1.4. Intensidad de las precipitaciones

4.1.5. Pérdidas

4.1.5.1. Pérdidas de agua

4.1.5.2. Pérdidas de suelo y fertilidad

4.1.5.3. Pérdidas de producción

4.1.6. Factor humano

5. PLAN DE MANEJO

5.1. Consideraciones específicas

5.1.1. Metodología de trabajo - Concepto

5.1.2. Trabajo de campo propiamente dicho

5.1.2.1. Campo Vallecito. Análisis preliminar

5.1.2.2. Campo Vallecito. Método operatorio - marcación

5.1.2.3. Construcciones

5.1.2.4. Saltos

5.1.2.5. Campo Tres Quebradas. Análisis preliminar

5.1.2.6. Campo Tres Quebradas. Método operatorio - marcación

5.1.2.6.1. Sector Norte

5.1.2.6.2. Sector Sur

5.1.2.7. Construcción

5.1.2.8. Manejo agronómico de los campos

5.1.2.8.1. Sistema convencional de labranza

5.1.2.8.2. Sistema de mínima labranza y/o labranza 0

5.1.2.8.3. Cobertura vegetal

5.1.2.8.4. Materia orgánica

5.1.2.8.5. Sistema de aradas para áreas terraceadas con arado de disco

5.1.2.8.6. Sistema alternativo de preparación de suelos en áreas terraceadas

5.1.2.8.7. Preparación de suelos en áreas de terrazas no paralelas

5.1.2.8.8. Sistema de preparación de suelos con labranza vertical

5.1.2.8.9. Prácticas que deben erradicarse

5.1.2.9. Formación de recursos humanos

6. DISEÑO DE LAS OBRAS

6.1. Terrazas

6.1.1. Tipo de terrazas

6.1.1.1. Terrazas convencionales

6.1.1.2. Terrazas de absorción

6.1.1.3. Terrazas de desagüe

6.1.1.4. Formas de terrazas

6.1.1.4.1. Terrazas tipo nichols

6.1.1.5. Tamaño de las terrazas

6.1.1.6. Bases de las terrazas

6.1.1.6.1. Terrazas de base angosta

6.1.1.6.2. Terrazas de base media

6.1.1.6.3. Terrazas de base ancha

6.1.1.7. Pendientes en las terrazas

6.1.1.8. Perfil de terrazas

6.1.1.9. Fórmulas

6.2. Bordos de defensa

6.3. Saltos o vertederos

6.3.1. Saltos de caída vertical con alero

6.4. Implantación de especies vegetales en terrazas y bordos de defensa

6.5. Cálculo de escurrimiento de una cuenca

6.6. Cálculo de caudales y diseño del cauce

6.7. Movimiento de suelos.

6.8. Cálculo de caudales y diseño de saltos

6.8.1. Características de los saltos a construir

6.8.2. Caudales

6.8.3. Dimensiones

6.9. Observaciones a tener en cuenta en la construcción

7. MEMORIA DESCRIPTIVA DE LAS OBRAS Y ACCIONES QUE FORMAN PARTE DEL PROYECTO

8. COMPUTO Y PRESUPUESTO DE LAS OBRAS Y ACCIONES

8.1. Terrazas

8.2. Cuadro de trabajos mecánicos con máquinas pesadas. Campo Vallecito

8.3. Comparativo de gastos por contratación y de gastos directos en la construcción de terrazas

8.4. Análisis de costos para la construcción de saltos

8.4.1. Memoria Descriptiva

8.4.2. Costos unitarios

8.4.3. Cálculo del Costo total

8.5. Trabajos realizados en Campo Tres Quebradas

8.6. Gastos directos de construcción de terrazas con tractor y arado

9. JUSTIFICACION ECONOMICA Y AMBIENTAL

ANEXOS

- I Tabla de precipitación en Los Castillos
- II Tabla de precipitación en Los Varela
- III Sistema de aradas para áreas terraceadas
- IV Sistema alternativo de preparación de suelos en áreas terraceadas
- V Preparación de suelos en áreas irregulares
- VI Perfil de terrazas normales
- VII Perfil de terrazas dimensionadas
- VIII Características de las cuencas y áreas de drenaje que producen el escurrimiento
- IX Cuadro de escurrimiento para proyectos de canales colectores empastados
- X Gráfica de dimensiones para cauces colectores revestidos de pasto
- XI Factores de la precipitación pluvial que han de utilizarse para la determinación del escurrimiento de las cuencas de distintas partes de los Estados Unidos
- XII Cálculos de construcción de terrazas
- XIII Catálogo de prácticas de conservación de suelos para la provincia de Salta
- XIV Catálogo de prácticas de conservación de suelos para la Provincia de Córdoba

XV Sección transversal, parabólica y triangular - Medidas varias de cálculo de escurrimiento

XVI Sección transversal parabólica y triangular - Medidas varias de cálculo de escurrimiento

XVIII Sección transversal parabólica y triangular - Medidas varias de cálculo de escurrimiento

XIX Trincheras

XX Saltos - Vista de frente, planta y perfil.-

1.- INTRODUCCION

Implementar programas de manejo de Cuencas, que para el caso particular del río Los Puestos, implica considerar aspectos de manejo de pastizales, sistematización de suelos agrícolas, de secano y bajo riego; y en cierta medida, contemplar la fauna silvestre y los bosques, significa introducir conceptos y sistemas que deben ser entendidos, aceptados y asumidos por el habitante de la región, quien es el actor real que usa e influye sobre los recursos, sea para deteriorarlos mantenerlos o mejorarlos (Saravia Toledo, 1995).

Una tarea urgente en la subcuenca es la sistematización de los suelos cultivados a secano que actualmente se encuentran totalmente desprotegidos.

El ordenamiento de estos suelos debe contemplar:

- a) Construcción de terrazas que aseguren la conservación del suelo y aumenten la absorción.*
- b) Debe recordarse que la construcción de terrazas es sólo el comienzo y si no va acompañada de un sistema de explotación adecuado no sirve a los fines de su construcción.*
- c) Los desagües y obras complementarias deben estar instalados en lo posible antes de construir las terrazas. Los canales de desagües, su protección con vegetación y la construcción de obras como saltos, gaviones, etc., si no están implementados con suficiente antelación, pueden sufrir graves deterioros al construir terrazas.*
- d) La conservación de los camellones y limpieza de desagües deben ser tareas rutinarias, máxime si se mantiene la actual situación de introducir ganado inmediatamente después de levantar las cosechas.*
- e) El personal que realice las tareas de preparación de suelos y labranzas en el cultivo debe ser entrenado a trabajar en terrazas,*

particularmente si éstas se establecen siguiendo curvas de nivel y las distancias entre camellones no son uniformes.

f) Para proteger los canales de desagüe se pueden usar gramíneas.

A este nivel de recomendación se llegó como corolario de un profundo estudio, a su vez facilitado por información reunida en trabajos anteriores.

La realización de este fue facilitada por la información reunida, dentro del mismo proyecto general de "Estudio Integral del Sistema Pirquitas y Manejo de la subcuenca del río Los Puestos", en temas de: cartografía básica y planialtimetría, geomorfología, suelos, manejo agropecuario y evaluación de Riesgos de Erosión (Leyva, 1993; Baez, 1993; Ogas, 1994; Santa Cruz, 1994 y Lafi, 1994).

En este trabajo se enfatizó la evaluación de aspectos físicos y biológicos desde el punto de vista de sus interrelaciones e influencias sobre la dinámica de los procesos en la cuenca, tratando de establecer en lo posible relaciones causa-efecto en los fenómenos de erosión acelerada originada en acciones antrópicas.

En aspectos climáticos se analiza, a pesar de la pobre información existente, las precipitaciones, su variabilidad en relación con los riesgos agrícolas e implicancias con la ganadería por ser reguladora de la producción de forraje, la estocacidad y su impacto sobre el suelo y la necesidad de sistemas adaptativos de manejo que se compatibilicen con la incertidumbre del sistema. (Saravia Toledo, 1995).

Consecuente con estas propuestas, se escogieron dos campos para sistematizar en la parte baja de la subcuenca en estudio, resultado de haber encontrado dos productores interesados, conscientes de la importancia de tener ordenados sus campos, con vocación y sentido conservacionistas.

Hubiera sido deseable haber podido contar también con otro u otros campos en la parte alta de la subcuenca del río Los Puestos, en particular

Los Altos de Singuil, pero no fue posible por incomprensión y/o desinterés de los propietarios, no obstante las tratativas de largo tiempo que llevó a cabo la Secretaría de Estado de Ciencia y Tecnología de Catamarca, buscando convencerlos ante la innegable realidad de saber que son campos con un acelerado grado de erosión severa, que conspira tanto en la producción de la actividad económica que realizan como por el importante aporte de sedimentos al dique Las Pirquitas.

Es por ello que sólo fue posible realizar la sistematización en los campos Vallecito y Tres Quebradas (parte baja de la subcuenca).

Antes de iniciar el trabajo propiamente dicho, se hizo un reconocimiento preliminar de la subcuenca, a efectos de conocer sus características, complementada con la lectura de los estudios realizados sobre la misma.

Con un conocimiento acabado y comprobado de la situación, el paso inmediato fue realizar un relevamiento detallado de los campos a sistematizar, volcando las observaciones a un croquis a mano alzada y apuntes de campo al sólo efecto de constituir un recordatorio y un marco de conocimientos y reflexión sobre el método operativo a efectuar.

Se hizo un primer recorrido de las propiedades, en su perímetro, caminos internos, construcciones, alambrados, etc. y algunas otras observaciones fugaces a considerar en un segundo recorrido.

Con una visión clara de las características internas de las propiedades, se realizaron las siguientes observaciones que se volcaron en el croquis y apunte a que se hacía referencia:

- Entradas de agua a la propiedad.
- Presencia de ondulaciones (lomos pronunciados, suavizados, micro relieves).
- Presencia de planos inclinados.
- Presencia de vías de aguas.
- Presencia de cárcavas, zanjones, barrancas y su grado de actividad.
- Presencia de macizos, cortinas, árboles aislados, monte bajo.

- Cobertura vegetal.
- Actividades agrícolas-pastoriles desarrolladas.
- Textura de los suelos, etc.

Con todos los elementos disponibles debidamente volcados como se explicó, se fijó la estrategia de trabajo que se basaría en la Aplicación de la fórmula americana modificada, el levantamiento planialtimétrico de la marcación realizada, la construcción del sistema, el refuerzo de los puntos débiles, la formación de personal profesional, y ayudantes operarios, la elaboración de normas posteriores de construcción de obras, las normas complementarias de conocimiento de otras técnicas, como de manejo posterior de los campos, para integrar así un complejo de técnicas conservacionistas.

2. METODOLOGIA

2.1. Trabajos de Gabinete

- Revisión de trabajos realizados en el marco del Convenio CFI (Consejo Federal de Inversiones) - Gobierno de la provincia de Catamarca, con relación al "Estudio Integral del Sistema Pirquitas y Manejo de la Subcuenca río de Los Puestos", existentes en la Secretaría de Estado, Ciencia y Tecnología de Catamarca
- Elaboración de planos.
- Elaboración de informes.

2.2. Trabajo de campo en la subcuenca

Para los campos Vallecito y Tres Quebradas el procedimiento empleado para el reconocimiento fue similar.

- Observación de infraestructura, desmontes, etc.
- Evaluación exploratoria del grado de erosión de los suelos, en sus manifestaciones más visibles, como pequeñas vías de agua, entrada de agua a la propiedad y características en sus recorridos, grandes y pequeñas cañadas, taludes, barrancas, zanjas y cárcavas con su grado de actividad.
- Evaluación del grado de deterioro provocado por este proceso erosivo.
- Interpretación de la erosión de los campos y sus relaciones por acción natural y la provocada por el hombre.
- Sistematización propiamente dicha.

2.3. Otras Actividades

- Entrevistas con los propietarios de los campos.
- Entrevistas y aleccionamiento del personal de campo de las fincas demostrativas, relacionadas al conocimiento previo y al trabajo a realizar.
- Entrevistas e intercambios de conocimientos con el personal profesional que participaría directamente en el trabajo.
- Entrevistas con profesionales que participaron en los trabajos iniciales de la subcuenca, con el fin de lograr información básica.
- Entrevistas con el personal operativo de maquinarias que participarían en la sistematización de los campos.

3. ESTUDIOS BASICOS

3.1. Campos Demostrativos

3.1.1. Selección de campos demostrativos

Según Saravia Toledo, 1995, planificar e implementar proyectos de manejo de una cuenca es complejo porque se requiere información y análisis de aspectos físicos, biológicos, económicos, sociales y legales, amén del personal bien capacitado para interpretar y coordinar esos factores y con vocación de trabajar "con la gente".

3.1.1.1. La Rinconada

La superficie de esta campo, alrededor de 4.500 hectáreas, representa un 20% del total de la subcuenca y a efectos de manejo, presenta las siguientes ventajas.

A) Los nuevos propietarios del campo han decidido la eliminación de todo el ganado, lo cual permitirá evaluar y monitorear una serie de factores relacionados a los pastizales nativos, a la regeneración forestal, al comportamiento hidrológico, de la fauna, de comunidades disclimax, conocimientos básicos para perfeccionar el manejo del sistema, tratamientos forestales, etc., etc.

En realidad La Rinconada, si se cuenta con los recursos humanos y económicos, puede significar un verdadero laboratorio que producirá un gran caudal de información a efecto del manejo de la cuenca.

B) Para este campo se han aprobado programas de diferimiento impositivo para implementar 800 hectáreas de plantaciones con árboles frutales, bajo riego por goteo.

Si bien han surgido algunas prevenciones sobre el hecho que se realizará un desmonte de esa magnitud en la subcuenca, ésto debe analizarse desde un punto de vista positivo porque:

- Los programas de diferimiento son aprobados a nivel nacional y por el propio Gobierno de la provincia de Catamarca, se supone que los funcionarios técnicos actuantes han evaluado los aspectos ambientales del desmonte, particularmente los riesgos de erosión.

- De todas maneras, la SECyTCa puede asesorar sobre los recaudos que se deben tomar al desmontar, como de hecho ya lo hizo y la sistematización posterior de suelos, para que sirvan de modelo en la cuenca.

- La incorporación de riego por goteo y la plantación de especies frutales no tradicionales, permitirá conocer, sin costo para el Estado, los resultados de incorporar tecnologías nuevas para la subcuenca y la adaptación de los nuevos cultivos.

Teniendo en cuenta estas consideraciones sugiero concretamente con relación a esta propiedad realizar un convenio con los siguientes objetivos:

- Asegurar que al realizar los desmontes se tomen los recaudos necesarios para no generar procesos de erosión y que los suelos incorporados a cultivo tengan la sistematización adecuada. Para esto la SECyTCa proveería el asesoramiento.

- Asegurar la protección de la fauna silvestre, para lo cual se puede declarar como zona de reserva el área no desmontada, comprometiéndose el Estado a dar el adecuado apoyo para evitar la acción de intrusos depredadores.

- Asegurar que puedan monitorearse los cambios en el régimen hidrológico de las microcuencas temporarias y el flujo de los

manantiales permanentes en función del cambio de uso y manejo de las mismas.

- Asegurar que la SECyTCa, con las Instituciones y Universidades vinculadas a la misma, puedan apoyar los programas de desarrollo de La Rinconada desde el punto de vista de la sustentabilidad y uso de tecnologías apropiadas para reducir los procesos de erosión y que a la par puedan monitorear estos procesos para generalizar su aplicación en la cuenca.

- Asegurar que al realizar los desmontes no se destruyan los importantes sitios arqueológicos que se encuentran en esa propiedad. Ver Gordillo (1991 y 1994), Tartusi y Niñez Regueiro (1993), Herrero y Avila (1993), Bedano et. al (1993), Pérez Golán (1994), Saravia Toledo (1995).

Finalmente, estos convenios surgirán de aproximaciones sucesivas, en las cuales inicialmente se podrían comenzar con una carta intención que dé pie a la elaboración de un programa donde se detallen las acciones y apoyos que SECyTCa proporcionaría y los compromisos que asumirían las partes. Posiblemente el mejor procedimiento sería luego un convenio-marco general que dé lugar a acuerdos específicos en cada área de acción y abierto a incorporar nuevas tareas en el futuro. (Saravia Toledo, 1995).

Como consecuencia de la intervención de la SECyTCa y la del Ingeniero Saravia Toledo, con el Administrador del campo La Rinconada, Licenciado Raúl Jalil, en relación a la plantación de pistacho sin ningún resguardo conservacionista y a la habilitación de tierras en superficies importantes, sin haber realizado trabajos de prevención de erosión hídrica, el autor de estos escritos fue contratado por la empresa para sistematizar el campo, resultado del cual se sistematizaron 131 hectáreas, distribuidas de la siguiente manera:

- 55 Hectáreas de pistacho ya implantado en terreno de relieve ondulado (70 %) y plano inclinado (30 %), con pendientes entre 1 y 10 % en tres lotes.

- 12 Hectáreas ya marcadas por estacas para plantar pistacho con una pendiente promedio del 1,5 %.

De los cuatro lotes que componen la plantación de pistacho, dos de ellos tienen fuerte influencia de barrancas, con erosión activa, por lo que hubo que tomar medidas adicionales de prevención y control de erosión.

- 64 Hectáreas en dos lotes recién desmontados, se sistematizaron y por estar en un plano superior a los lotes antes considerados, se tomaron medidas complementarias de control de erosión para impedir la caída de las aguas, como así proteger un sitio arqueológico.

En síntesis, toda la tierra susceptible de erosión cultivada y a ser cultivada o preparada para ello, en ese momento, fue sistematizada. El trabajo de habilitación de nuevas tierras continuaba a partir de esa fecha, octubre de 1995.

Los trabajos efectuados fueron, terrazamiento convencional, con pendiente de 3 % para evacuar excesos, construcción de bordos o terrazas con tractor y arados en desmonte, y a mano entre la plantación de pistacho.

Se recomendó el empleo de moha de Hungría, gramínea forrajera de primavera verano, por su rapidez de crecimiento y cultivo denso, para proteger lo plantado en pendientes superiores al 2 % y en especial, en ondulaciones con pendientes superiores que oscilan entre el 3 y el 10 %.

En los desmontes nuevos donde respetaron franjas de vegetación natural, árboles y arbustos, por exigencias reglamentarias o por sugerencias, tal vez, éstas resultan ineficaces en la práctica por la supremacía de claros, en otras palabras, por la discontinuidad de la vegetación de las cortinas.

Se recomendó la implantación a la par de estas franjas de cortinas artificiales y ser regadas por los mismos goteros aplicados al pistacho.

Las especies recomendadas fueron:

- De porte alto: casuarina, álamo criollo, ciprés vertical
- De porte mediano: terebinto.
- De porte bajo: membrillo, granado o crataegus.

El concepto central fue articular cortinas porosas de diferentes especies para controlar la acción del viento, buscando la mayor altura, ya que ésta por un factor 20 sería la protección teórica que se lograría y marcaría la separación entre ellas.

El viento es un factor a considerar en esta faja pedemontana y llanura fluvial, por una acción erosiva innegable, sin precisión de su grado de importancia, como por el hecho de neutralizar un probable factor de distorsión en la floración de los cultivos nuevos, en implementación y que constituyen una experiencia única por su magnitud en la Argentina.

Esta consideración de las cortinas tiene validez no sólo para el desmonte, sino para la plantación ya lograda y las que se implementarían.

Otras recomendaciones se anexaron, pero no hacen ya a los fines de este informe, que sólo pretende ilustrar que el caso sugerido por el Ingeniero Saravia Toledo, La Rinconada como campo demostrativo, ya fue logrado por la propia empresa, asesorada, motivada y guiada por la SECyTCA y los profesionales que participan en este proyecto.

3.1.1.2. Vallecito

Este campo reúne condiciones similares en relieve, tipos de suelos, vegetación, sistemas de cultivo, etc. que el de La Rinconada, por lo que las condiciones planteadas para campos demostrativos en su selección se logran plenamente con este campo.

3.1.1.3. Las Tres Quebradas

El informe final del Ingeniero Saravia Toledo, octubre 1995, lo consideran como probable campo demostrativo y consigna:

- Propiedad de alrededor de 2.500 hectáreas, recientemente adjudicada a una de las herederas. A efectos de unidad demostrativa presenta las siguientes ventajas:

a) Por su dimensión, representa el 10 % de la superficie de la subcuenca, también puede cumplir doble finalidad, campo demostrador y área significativa de recuperación de la cuenca.

b) En sus terrenos se encuentran las cuencas de los afluentes del arroyo Las Tres Quebradas, las cuales por su amplitud, grado de deterioro y erosión, deben estar entre las mayores aportantes de sedimentos de la subcuenca.

c) Tiene un área de cultivo a secano, de más o menos treinta hectáreas y cuenta con la posibilidad de rehabilitar un sistema de riego en la quebrada del Salto Grande y otro a desarrollar desde el arroyo Las Tres Quebradas, lo cual permitiría establecer modelos con una adecuada eficientización en los sistemas de conducción, almacenamiento del agua y sistematización de suelos con tecnologías apropiadas.

d) El área que rodea al puesto Las Tres Quebradas, ha sido sobrepastoreada por siglos, constituyendo el equivalente, en el sentido de máxima degradación, al sector de la misma Sierra de Humaya que se encuentra al Oeste de Los Varela. ambas áreas presentan los más graves procesos erosivos en ese faldeo, la ventaja que tiene Las Tres Quebradas es la claridad y unidad del dominio a efectos de iniciar programas de recuperación.

e) Tiene prácticamente todos los ambientes de la margen derecha de la subcuenca y los resultados que se obtengan son extrapolables.

f) Sería un programa de desarrollo con ganado, representativo de la problemática del resto de la subcuenca.

Se entiende que el desarrollo de proyectos integrales para La Rinconada y Las Tres Quebradas, se los sugiere como aportes concretos que hacen a la iniciación inmediata y factible de recuperación de la subcuenca, además de constituirse en áreas demostradoras. En ambos casos sería conveniente tratar de incorporar a los propietarios de estos campos, o sus representantes, en el comité o asociación de cuenca a constituir en el futuro.

Como campo demostrativo, fue posible obtener la participación y compromiso de su propietario, por lo pronto, para sistematizar los lotes cultivados (dos), uno de ellos, de 12 hectáreas de superficie ubicado hacia el Norte y otro de 35 hectáreas hacia el Sur, ambos separados por el arroyo Las Tres Quebradas.

3.1.2. Identificación catastral

El campo Vallecito tiene Catastro N° 01-22-19-2259 y es de propiedad de Acuario S.A.

El campo Tres Quebradas tiene Catastro N° 01-22-18-5859 y es de propiedad de Elva Varela de Sala.

3.1.3. Localización geográfica

Los campos Vallecito y Tres Quebradas, se encuentran en la parte Sur de la subcuenca del río Los Puestos, entre la margen derecha de dicho río por el Este y la línea de cumbres de la Sierra de Humaya por el Oeste.

La subcuenca del río Los Puestos se encuentra entre los paralelos 27° 54' y 28° 03' de Latitud Sur y los meridianos 65° 45' y 65° 55' de Longitud Oeste, delimitados por las cumbres de la Sierra de Humaya al Oeste, Las Cumbres de Balcozna - Lampazo al Este y la divisoria de agua en los Altos de Singuil por el Norte (Báez, 1993).

3.1.4. Distancias a centros poblados

El campo Vallecito se encuentra ubicado entre la Ruta Provincial que une la localidad de los Varela con la ciudad de Catamarca, por el Oeste, y el río Los Puestos por el Este a 7 kilómetros de la localidad citada en primer término y a 70 kilómetros de la ciudad de Catamarca.

El campo Tres Quebradas, se encuentra a su vez ubicado, entre la Ruta Provincial que une la localidad de Los Varela con la ciudad de Catamarca hacia el Este y Las Alturas de la línea de cumbres de la Sierra de Humaya por el Oeste a una distancia de 6 kilómetros de la localidad de Los Varela y a 71 kilómetros de la ciudad de Catamarca.

3.1.5. Superficies

El campo a sistematizar de Vallecito tiene una superficie de 180 hectáreas, mientras que el Tres Quebradas totaliza 47 hectáreas en 2 lotes, el del Norte del 2 hectáreas y el que está más al Sur, de 35 hectáreas, separados por el arroyo de Las Tres Quebradas de ancho variable, cauce poco profundo y superficies de monte de escasa densidad.

3.1.6. Altura sobre el nivel del mar

El campo Vallecito a sistematizar se encuentra a una altura, sobre el nivel del mar, comprendida entre 1.050 y 1.077 metros.

El campo Tres Quebradas se encuentra, el del sector Sur entre 1.060 y 1085 metros sobre el nivel del mar, y el del Norte entre 1.070 y 1090 metros sobre el nivel del mar.

3.1.7. Diferencias extremas de nivel en los campos sistematizados

El campo Vallecito tiene una diferencia de 27,11 metros.

El campo Tres Quebradas, sector Norte, 9.87 metros.

El campo Tres Quebradas, sector Sur, 14.97 metros.

3.1.8. Relieve

Los campos considerados son parte del área pedemontana de planos inclinados, con micro relieve ondulado, alguna ondulación de más relevancia y existencia de terrazas de cultivos en el caso de Vallecito.

3.1.8.1. Vallecito

Este campo se encuentra atravesado por 6 depresiones (zanjas - vías de agua), 2 con dirección Norte Sur y 4 con dirección Nor Noroeste - Sud Sudeste.

Dos de estas depresiones tienen ingreso en la propiedad por el límite Oeste, Ruta Provincial que une la localidad Los Varela - Catamarca y los otros cuatro de límite Norte, de propiedad privada.

Con dirección Norte-Sur el campo Vallecito es atravesado por una cañada de una longitud de 1.185 metros, con un ancho mínimo de 66 metros y máximo de 210.

La diferencia de nivel de esta cañada en su parte más alta (límite Norte) en el talud Oeste, es de 7,19 metros y, en el talud Este de 5,09 metros.

La diferencia de nivel de esta cañada en su parte más baja (límite Sur) en el talud Oeste, es de 4,17 metros y, en el talud Este es de 2,84 metros.

Por último, en este campo, existe un plano cultivado de 3,5 hectáreas sobre el río Los Puestos, en el límite Sudeste de la propiedad, con una diferencia de nivel sobre la terraza del Oeste, de aproximadamente 8 metros.

3.1.8.2. Tres Quebradas

El lote Norte de este campo, de 2 hectáreas, está rodeado por 2 vías de agua con monte natural, en sus límites Norte y Sur.

La vía de agua de este lote que va por el Sur se bifurca en la mitad de su recorrido, dividiéndolo en uno mayor y otro pequeño de 1,75 hectáreas.

El lote Sur, de 35 hectáreas, tiene por límite Norte un arroyo de poca profundidad, el arroyo Tres Quebradas. Por su parte central, está atravesado por una cañada con barranca, habilitada para cultivos agrícolas con dirección inicial en la primera mitad de su recorrido de Oeste a Este y en la segunda mitad, de Oeste Sudoeste a Este Noreste para desembocar en el arroyo mencionado.

Un bajo de cauce angosto penetra al campo en el límite Sur a 330 metros de la Ruta Provincial con salidas por el Este y Sur.

El relieve característico de este campo es de un plano inclinado con las observaciones apuntadas de arroyo, cañadas y entradas de agua, más la presencia de lomas aisladas en el límite Sudeste del campo y lomadas manifiestas en el límite Oeste de lo cultivado.

3.1.9. Vegetación

La cubierta vegetal es la mejor defensa natural de un terreno contra la erosión. Toda planta, desde la más minúscula hierba hasta el árbol más corpulento, defiende el suelo de la acción perjudicial de las lluvias, aunque naturalmente en forma y proporción diferentes; a ello se debe la feracidad de las tierras vírgenes que el hombre aprovecha en la producción de cosechas útiles para él.

Ayres (1936) resume la forma como las plantas defienden el suelo con los siguientes puntos.

a) *Dispersión directa, intercepción por el follaje y evaporación de gotas de agua de lluvia, que en esa forma no llegan al terreno.*

b) *Transpiración a través de los tejidos de grandes cantidades de humedad que pasan de estratos profundos al aire.*

c) *Protección directa contra el impacto de las gotas de lluvia.*

d) *Efectos sujetador del sistema radicular sobre las partículas de suelo.*

e) *Penetración de las raíces a través del perfil, las cuales al morir y descomponerse dejan numerosas cavidades tubulares que aumentan la infiltración y mejoran la aireación del suelo.*

f) *Mejoramiento de la estructura del suelo y consiguiente aumento de la infiltración merced al suministro de materia orgánica.*

g) *Aumento de la fricción superficial y dispersión lateral de la escorrentía, que así reduce su volumen y disminuye su velocidad.*

De todos estos efectos, los más notables son los conectados con el aumento en la infiltración y con la protección directa contra el impacto de las lluvias.

Cuando una gota de lluvia golpea un terreno cubierto con una vegetación densa, se rompe en minúsculas gotitas de agua clara que penetran fácilmente en los innumerables intersticios y canales del suelo; cuando esa gota golpea un suelo desnudo, la fuerza del impacto desprende partículas que quedan en suspensión y a medida que el agua se infiltra, se depositan en los espacios porales del suelo, obstruyéndolos y dificultando el paso posterior del agua, la cual se ve obligada a fluir sobre la superficie del terreno.

Por otra parte, la vegetación, al morir y descomponerse, aumenta el contenido de materia orgánica y de humus del suelo, y con ellos la porosidad y capacidad de retención de agua de los terrenos (Munns, 1938).

Durante un aguacero fuerte, varios miles de millones de gotas de agua, golpean cada hectárea de terreno, Si el terreno está desnudo de vegetación, las gotas desprenden y salpican cientos de toneladas de

partículas de suelo, las cuales son fácilmente transportadas por el agua. Cuando, en contraste, es densa la vegetación a ras del suelo o es densa la capa de restos vegetales sobre el terreno, la fuerza del impacto de las gotas de lluvia queda amortiguada, permitiendo que el agua llegue suavemente al terreno, sin energía suficiente para desprender partículas (Ellison, 1944). F. Suárez de Castro.

En el campo Vallecito, en lo desmontado, quedan árboles y arbustos en zanjas vías de agua, taludes, barrancas y lugares pequeños de difícil acceso.

Las especies vegetales predominantes en los taludes de la cañada central, son la tala blanca, algarrobo, churqui, shinqui, paja blanca, stipa.

En los otros lugares señalados, las especies predominantes son las mismas, al cual se le agregan, pasto simbol.

El resto del campo está sobre pastoreado, encontrándose sólo restos de sorgo negro y gramíneas en los lugares más húmedos, mostrándose, apenas, luego de las lluvias iniciales de noviembre.

La característica del mes de octubre-noviembre fue la mortandad de hacienda vacuna, lo que indica la ausencia casi total de vegetación.

La vegetación del campo Las Tres Quebradas, en el lote de 12 hectáreas, es inexistente y en el de 35 hectáreas, los árboles y arbustos tienen significación, dado que podría considerarse que hay 7 sublotos separados por éstos.

Las especies arbóreas y arbustivas predominantes son: algarrobo, tala, palo amarillo, cedrón del campo, stipa ichu, simbol, paja blanca.

El campo Vallecito tiene mayor cobertura vegetativa que Tres Quebradas, por estar éste último, sometido a agricultura extractiva; mientras que el primero a forrajeras con fin ganadero. De todos modos, ambos carecen de cobertura vegetal facilitando el proceso erosivo.

Este tema será nuevamente desarrollado al final, en recomendaciones.

3.1.10. Suelos

3.1.10.1 Clasificación de la tierra por su capacidad agrológica

Las clases agrológicas se refieren únicamente a la capacidad de uso y necesidades de manejo del terrenos, con mira al establecimiento de una agricultura permanente, en la cual el suelo, que es la base, no sufra daño.

Estas clases no tienen relación muy cercana con la fertilidad. Es decir, terrenos de diferente fertilidad, pero que ofrezcan las mismas posibilidades de uso y exijan grados similares de defensa contra la erosión, quedan incluidos en la misma clase agrológica.

Teniendo claro este concepto, se comprende que son variables las características físicas de las mismas clases agrológicas en distintas regiones.

Las clases así definidas se determinan con base en las características presentes o actuales del suelo y del medio climático en el cual se encuentran. Se considera, por una parte, la susceptibilidad del suelo a la erosión, y por otra, la presencia de obstáculos que puedan interferir las labores normales de cultivos.

Generalmente se aceptan 8 clases agrológicas, numeradas de I a VIII, en las cuales pueden incluirse todos los terrenos de cualquier finca.

Las clases I, II, III y IV presentan grado progresivo de dificultades para su utilización segura y permanente con cultivos que exigen escardas periódicas (cultivos limpios); las clases V, VI y VII presentan una graduación similar, en relación con cultivos de pastos o bosques. La

clase VIII se reserva para los terrenos inapropiados para la agricultura y la ganadería.

Debe tenerse en cuenta, sin embargo, que la división entre dos clases consecutivas, es en cierto modo arbitraria y que ella siempre guarda relación, tanto con las condiciones existentes en el momento de hacer la clasificación como con los métodos agrícolas utilizados normalmente en la región.

En los campos Vallecito y las Tres Quebradas, la clase de suelo predominante, según su uso agrológico en que están comprendidos, es el de clase III que se caracteriza por lo siguiente:

"Comprende las tierras moderadamente buenas para el cultivo. Son de uso más limitado que las tierras de clase II, debido a la presencia de una o más características naturales. Se las puede utilizar regularmente para el cultivo, pero debido a estas restricciones naturales, se hace necesario un tratamiento intensivo de alguna clase. Algunas de las tierras de clase III son de pendiente moderada y en ellas se deben ejercitar prácticas estrictas de control de la erosión, para contenerla cuando el suelo se cosecha de acuerdo con una rotación normal de cultivo" (Albert B. Foster).

3.1.10.2. Textura del suelo superficial

Se refiere a la proporción de arena, limo y arcilla que existe en el horizonte A superficial. Esta característica se relaciona estrechamente con la facilidad de trabajar los terrenos y con su resistencia a la erosión.

La textura predominante en el campo Vallecito es franco arenosa, moderadamente liviana, en general existiendo variaciones, pero dentro de un rango estrecho.

El campo las Tres Quebradas, en su lote de 12 hectáreas, podría ser considerado igual que el anterior, no así el otro, 35 hectáreas, que es de un grupo textural más liviano, arenoso - franco

3.1.10.3. Permeabilidad

Es un factor ligado estrechamente al anterior, pero de otra manera, es la capacidad del suelo para transmitir agua y aire. se refiere al drenaje interno del terreno, expresando por lo tanto, la facilidad que existe dentro del perfil para el movimiento del agua

Lo más importante es determinar la permeabilidad de la capa menos permeable en la parte del perfil incluido en la profundidad efectiva.

La parte superficial del suelo sufre con frecuencia disminuciones notables en su permeabilidad ocasionadas por el fenómeno de desprendimiento y deposición de partículas coloidales que las lluvias originan en terrenos desnudos. En muchos casos la condición de los dos o tres primeros centímetros de suelo fija la situación del perfil en relación con la penetración del agua, si en ellos existe una costra compacta, no tiene importancia que las capas subyacentes sean muy permeables, pues la costra obrará como una membrana impermeable que obligará al agua a correr sobre la superficie del terreno.

Sin embargo, como ésta es una condición fácilmente corregible a través del buen manejo, se debe prestar más atención en el estudio de los terrenos de la finca a la permeabilidad del subsuelo y del substrato, pues ellas no son fácilmente remediabiles.

En general, pueden distinguirse los siguientes grados de permeabilidad:

- a) Permeabilidad muy lenta.*
- b) Permeabilidad lenta.*

c) *Permeabilidad mediana: es característica de suelos francos con contenido por lo menos mediano de materia orgánica. El color es generalmente claro y no presenta moteamiento, lo cual indica que hay buena circulación de aire y de agua.*

d) *Permeabilidad rápida: está asociada con texturas ligeras. Se nota siempre una gran cantidad de espacios porosos y color claro, aún en suelos en los cuales el nivel freático sea alto (Suárez de Castro, F.).*

La permeabilidad de los campos El Vallecito y las Tres Quebradas pueden ser considerados como de Permeabilidad Mediana.

A esta caracterización se acercará aún más en la medida que estos campos sean manejados como se explicará al final de este informe en recomendaciones, donde ruptura del piso de arado inicial - mínima labranza - labranza cero - cobertura - rotación - diversificación, constituirán la base del trabajo productivo conservacionista.

3.1.10.3.1. Profundidad efectiva

Se refiere al espesor de las capas del suelo en donde las raíces de las plantas pueden penetrar fácilmente en busca de agua y de nutrientes. Es la capa más favorable para el crecimiento de las raíces y para el almacenamiento de agua utilizable, y está limitada por la parte inferior por una capa de características físicas y químicas capaces de impedir o de retardar en forma considerable el crecimiento de las raíces. Ejemplos de esta capa limitante de la profundidad efectiva son: arcillas de gran dureza, capas de material consolidado proveniente de sedimentaciones químicas o formadas por el uso inadecuado de instrumentos de labranza, gravas o rocas. Como puede apreciarse, la profundidad efectiva es diferente a los espesores de los diferentes horizontes del suelo. Envuelve un significado utilitario, pues se conecta directamente con el drenaje, la facilidad de cultivo, la capacidad de almacenar agua, la resistencia a la erosión y el ambiente apropiado para el fácil desarrollo de las raíces.

Su interés se comprende fácilmente: un terreno con poca profundidad efectiva tiene escasa capacidad de saturación de agua y nutrientes y reducido espacio en la zona donde crecen las raíces. En tales circunstancias es más fácil que ellas sufran por falta de esos elementos. Al mismo tiempo la profundidad efectiva determina en muchos casos la posibilidad de construir obras de defensa de suelos. Las terrazas, por ejemplo, pueden ser inconvenientes en un terreno demasiado superficial.

En general, se aceptan cuatro grados de profundidad efectiva, los cuales se describen con los términos de:

- a) Terreno profundo, con más de 90 cm de espesor efectivo.*
- b) Terreno medianamente profundo, con 50 a 90 cm de espesor efectivo.*
- c) Terreno superficial, con 25 a 50 cm de espesor efectivo.*
- d) Terreno muy superficial, con menos de 25 cm de espesor efectivo.*

La profundidad efectiva se determina cavando con una pala y observando las características del suelo a diferentes profundidades. La presencia de capas que manifiestamente impiden o pueden impedir el crecimiento de las raíces de las plantas, es el único criterio para fijar la profundidad efectiva (Suárez de Castro, F.).

Los suelos de los campos Vallecito y Tres Quebradas, pueden considerarse como comprendidos, con seguridad, en grado b) terrenos medianamente profundos a profundos.

3.1.10.4. Contenido de materia orgánica

La materia orgánica influye en la resistencia de los suelos a la erosión. Es, por lo tanto, necesario tener una idea siquiera aproximada del nivel de ese importante material en el suelo. Bajo condiciones de campo es imposible hacer una determinación directa de materia orgánica y sólo

pueden observarse indicios tales como el color y la esponjosidad del suelo que sirven como índice de su contenido. Por la imposibilidad de hacer divisiones muy precisas se aceptan tan sólo tres grados, los cuales se clasifican como contenido alto, mediano y bajo.

Para ambos campos, es de descontar que tengan contenido de materia orgánica alto, ubicándose en un contenido mediano, dado su textura franco arenosa, con la salvedad del lote Sur de Tres Quebradas, en su cañada Sur hacia el arroyo, por su alto contenido de arena, puede inferirse un bajo contenido de materia orgánica.

La determinación de este parámetro, realmente, se efectiviza por medio de análisis de laboratorio pero, una aproximación o tendencia se logra asociándolo a la textura del suelo.

3.1.10.5. Pendiente de terreno

La erosión por el agua no es problema de zonas planas. Tan sólo cuando la topografía de los terrenos se hace quebrada, las pérdidas de suelo comienzan a adquirir importancia. El tamaño y la cantidad de material que el agua puede arrastrar o llevar en suspensión dependen de la velocidad con que ésta fluye, la cual, a su vez, es una resultante de la longitud y el grado de pendiente del terreno.

Vale la pena examinar algunos principios que ayudan a comprender mejor cómo se efectúa el fenómeno de la suspensión de materiales del suelo en el agua. Cuando se sumerge un cuerpo en el agua desaloja un volumen de líquido, de gravedad específica igual a uno, equivalente a su propio volumen, y su peso disminuye en una cantidad igual al peso del líquido desalojado. Así si se sumergen en agua las partículas de suelo, de gravedad específica 2,4, la gravedad específica efectiva se reduce a 1,5. Por otra parte, una película de agua se adhiere a las partículas de suelo en suspensión y actúa como si fuera parte de las mismas formando una proporción tan alta del material, que

prácticamente la gravedad específica de éste se hace igual a la unidad. Así se explica que el agua, aún a velocidades muy reducidas, sea capaz de transportar cantidades apreciables de materiales minerales en suspensión (Gustafson, 1937).

Tomando los demás factores como iguales, es evidente que el agua fluye más rápidamente a medida que aumenta la pendiente y, por lo tanto, el tiempo de infiltración es menor.

Teóricamente las relaciones entre la velocidad del agua y su poder erosivo son de la siguiente magnitud:

a) La velocidad del agua varía con la raíz cuadrada de la distancia vertical que ella recorre y su energía cinética, o sea su capacidad erosiva, de acuerdo con el cuadrado de la velocidad. Es decir, si la pendiente del terreno se aumenta cuatro veces, la velocidad del agua que fluye sobre él se duplica y su capacidad erosiva se cuadruplica.

b) La cantidad de material de determinado tamaño que puede ser arrastrado por el agua varía con la quinta potencia de la velocidad del flujo.

c) El tamaño de las partículas que pueden ser transportadas por rodamiento varía con la sexta potencia de la velocidad del agua.

De manera que si se duplica la velocidad de la escorrentía la cantidad de material de determinado tamaño que puede ser transportado, se aumenta 32 veces y el tamaño de las partículas que pueden ser transportadas por rodamiento, se aumenta 64 veces (Ayres, 1936).

Estos principios de hidráulica, sobre los cuales poco se reflexiona, pues existe la creencia generalizada de que dichos factores se relacionan aritméticamente, explican los inmensos peligros que existen en la destrucción de las defensas naturales de los terrenos escarpados.

Afortunadamente, y como barrera a ese vertiginoso multiplicarse de los daños, existe un límite máximo para la cantidad de limo en suspensión que puede transportar el agua, el cual depende de la velocidad y de la profundidad de la capa líquida. Cuando este límite se alcanza, cesa el desprendimiento y arrastre de material, aún suponiendo que el terreno sea muy erosionable, a menos que se aumente la velocidad o la profundidad del flujo. Asimismo, una reducción en cualquiera de estas dos características, origina la deposición de partículas.

La longitud de la pendiente no es menos interesante que el grado, especialmente en terrenos bajo cultivo. Al saturarse de humedad el suelo, el agua de escurrimiento se acumula a todo lo largo de la pendiente, aumentando su volumen y velocidad y con ellos sus daños. Como más adelante veremos, hay muchos sistemas de modificar indirectamente estas condiciones topográficas (Suárez de Castro, F.).

A los fines de sistematizar un terreno y, considerando límites como suelos planos, terrenos ondulados, el criterio desarrollado por el Ingeniero Ramón Ibarra, Técnico de FAO, contrato en 1978 por el INTA, Regional Salta, Jujuy y Tucumán, es apropiado para campos como Vallecito y Tres Quebradas.

Para pendientes del 1 al 3 % - 100 metros de distancia horizontal.

Para pendientes de 3 al 5 % - 80 metros de distancia horizontal.

Para pendientes del 5 al 8 % - 60 metros de distancia horizontal.

En el trabajo preliminar realizado en el campo Vallecito, las pendientes encontradas fueron del 1 al 5 %. El 5 % es máximo en ondulaciones y superior al 6 % hasta un 10 % en las barrancas que separa la cañada central (Sector B) del primer y tercer sector (planos inclinados), que denominaremos A y C (Ver planos adjuntos)

La barranca que separa el Sector C de uno pequeño, de 3,5 hectáreas, Sector D, tiene pendientes superiores al 15 %, en lo menos escabroso, porque en otras partes tiene una caída vertical.

En el campo Tres Quebradas, pendientes entre el 1 y el 8 % en lo cultivado, sector Sur (lote de 35 hectáreas) y pendiente entre el 1 y 4 % en lo cultivado, sector Norte (lote de 12 hectáreas).

El conocimiento de estas pendientes, es uno de los factores a tener en cuenta en la decisión de las distancias a emplear en la sistematización, además de la textura, precipitación, grado de seguridad buscado, maquinarias agrícolas a utilizar, tenencia de la tierra, etc.

3.1.10.6. Grado de erosión

Se refiere al daño visible causado a los terrenos por la erosión acelerada. El propósito perseguido al tener en cuenta este factor es el de disponer por una parte de un cálculo cuantitativo de los cambios que han ocurrido y por otra, un indicio de los daños sufridos y de los que pueden esperarse en el futuro. Se muestra, además, lo que aún queda del suelo productivo.

La erosión laminar, o sea el arrastre de suelo en capas uniformes, es menos notoria en sus primeros estados que la erosión en cárcavas y canales. Es, sin embargo, la más frecuente. Para calcular el grado de erosión hay que apelar a indicios tales como la aparición de "manchas raspadas" sobre la superficie de los terrenos en las cuales aflora el subsuelo, la acumulación en el pie de las pendientes de material recientemente removido, la presencia de sedimentos en las vías de desagüe y el propio adelgazamiento del suelo superficial. El grado de erosión se clasifica en la siguiente forma:

a) Ninguna erosión o erosión muy leve: cuando se ha perdido menos del 25 % del horizonte A.

b) Erosión moderada: cuando se ha perdido entre el 25 y el 75 % del horizonte A.

c) *Erosión severa: cuando ya se ha destruido más del 75 % del horizonte A y hasta el 25 % del horizonte B.*

d) *Erosión muy severa: cuando se ha perdido todo el horizonte A y entre el 25 y el 75 % del horizonte B.*

Además, deben tenerse en cuenta las cárcavas o canalones de tamaño y profundidad tales que impiden el paso de maquinaria agrícola, delimitando separadamente aquellas áreas en donde se encuentre suficiente número de cárcavas para exigir un tratamiento especial (Suárez de Castro, F.).

El campo Vallecito podría ser dividido en 4 sectores.

A- El ubicado entre la Ruta Provincial y la cañada central (B), 1.070 metros aproximadamente, siguiendo el camino interno principal, pegado al alambre.

B- La cañada central.

C- Terraza alta sin ingreso de agua externa.

D- Terraza pequeña lindera al río.

Según esta clasificación, el sector A, es el que puede considerarse como de erosión moderada por su micro relieve ondulado.

Las grandes vías de agua, zanjas o zanjones que lo atraviesan son extra propiedad, influencia de exceso de agua del contorno, siendo más significativos los del Oeste, aunque los del ingreso por el Norte no son despreciables.

Los sectores B y C tiene erosión leve, a excepción del lado Norte del sector C que es muy quebrado con fuertes pendientes superiores al 10 % en sus taludes.

El sector D tiene erosión moderada a severa por el ingreso de agua de la barranca que lo separa del sector C.

El campo Tres Quebrada, sector Norte, erosión leve y el sector Sur, moderada a severa.

3.1.10.7. Uso actual del terreno

Campo Vallecito; la última implantación fue de sorgo negro forrajero, con finalidad pastoril, no observándose vías de agua incipientes, salvo los grandes cauces observables en el plano que acompaña este trabajo.

El Campo Tres Quebradas, fue sembrado por maíz, sin respetar las pendientes, por lo que la erosión laminar es fácilmente observable.

Ambos lotes, del sector Sur y Norte, tienen una longitud mayor de Oeste a Este que la Sur - Norte, por lo que para aprovechar tiradas más largas con las máquinas herramientas, preparan los suelos y siembran en ese sentido, que es el de las pendientes predominantes, favoreciendo enormemente el proceso erosivo del campo.

Esta situación no ocurre con Vallecito que tiene dimensiones más manejables, trabajándose los lotes generalmente con tendencia Sur-Norte.

La excepción es del sector B, la cañada central, que es angosta, trabajándose en el sentido de la pendiente predominante pero afortunadamente ésta es de alrededor del 1 % y sembrada como se realizó con forrajeras, se atenúa enormemente el fenómeno de erosión.

3.1.10.8. Clases de erosión

La erosión causada por el agua, se acostumbra dividir en 3 tipos, los cuales pueden ocurrir simultáneamente sobre el mismo terreno. Estos tipos se denominan erosión laminar, erosión en surcos o digital y erosión en zanjones o cárcavas.

La erosión laminar consiste en la remoción de capas delgadas y más o menos uniforme de suelo sobre toda un área. Es la forma menos notable del temible flagelo y, por lo mismo, la más peligrosa. A través de su acción comienza a tornarse de color más claro el suelo superficial por efecto de la remoción de humus, y a reducirse la productividad de los terrenos en forma progresiva. Frecuentemente los agricultores no se dan cuenta de la causa por la cual las cosechas se reducen año tras año y tan sólo cuando comienzan a ver aparecer en sus tierras de labranza parches estériles de color claro conectan esos decrecimientos de la fertilidad con la reducción del espesor del suelo por efecto de factores que en muchos casos ellos juzgan como incontrolables.

Los terrenos con escasa cubierta vegetal protectora están siempre expuestos a sufrir este empobrecimiento, en menor o mayor grado según sean sus condiciones de pendiente, las características intrínsecas del suelo en cuanto a resistencia a la acción de las aguas y la distribución y volumen de las lluvias. Aquellos terrenos con subsuelo impermeable y con suelo superficial u horizonte A de poca cohesión, reducido espesor y pobres en materia orgánica, presentan las condiciones más críticas para esta clase de erosión. La erosión laminar se debe especialmente al desprendimiento más o menos uniforme de partículas en toda una área, ocasionado por el impacto de las gotas de lluvia sobre un suelo mal protegido y al posterior arrastre de dichas partículas por la escorrentía. Es evidente que la porción del suelo que primero sufre esa acción es aquella más liviana, de menor peso específico y que ofrece menor resistencia al golpe de las gotas de lluvia.

Elliso (1944) sostiene que el movimiento lateral de las partículas que salpican por el impacto de las gotas de lluvia puede llegar a ser

hasta de 1,20 metros. Cuando el suelo está seco y cae un aguacero, esta acción prolongada de las gotas de lluvia "amasa" y humedece una capa superficial de muy pocos milímetros de espesor, dejando bajo ella suelo seco que puede contener cantidades considerables de aire al cual dificulta el movimiento vertical del agua.

Al secarse el suelo, la delgada capa superficial humedecida se transforma en una costra dura que obstaculiza grandemente la penetración posterior del agua. Simultáneamente, la escasa agua que lograr infiltrarse va depositando dentro del suelo las diminutas partículas que lleva en suspensión, obstruyendo los espacios porales y contribuyendo a hacer aún más difícil la infiltración. Así aumenta la escorrentía en las lluvias posteriores y con ella las pérdidas de suelo, ampliadas aún más por la propia acción abrasiva de las partículas sólidas que entran en suspensión.

La erosión laminar es especialmente perjudicial por su acción selectiva sobre las partículas de suelo. Arrastra primero la porción más liviana de esas partículas, especialmente si los aguaceros que caen en la zona son de mediana o reducida intensidad. Como resultado de este trabajo continuado comienza a desarrollarse en muchos terrenos el llamado "pavimento de erosión", que no es otra cosa que la pérdida en suelos gravillosos o pedregosos, de todo el material liviano (materia orgánica, etc.) con la consiguiente acumulación en la superficie, de los constituyentes de mayor tamaño (gravas, cascajos, etc.).

Si se considera que la parte más activa del suelo y, por lo tanto, la de mayor valor, es precisamente la integrada por partículas de tamaño reducido, se podrá apreciar que los daños que sufre la fertilidad de los terrenos por efecto de la erosión laminar son mucho más considerables que los ocasionados por la pérdida de un determinado peso de material representativo de la capa superficial del terreno.

La erosión en surcos ocurre cuando por razón de pequeñas irregularidades en la pendiente del terreno, la escorrentía se concentra

en algunos sitios hasta adquirir volumen y velocidad suficiente para hacer cortes y formar canalículos que se destacan en el terreno.

En este tipo de erosión, a diferencia del descrito anteriormente, se forman zanjillas de pequeño tamaño a lo largo de la pendiente, las cuales van indicando las zonas de concentración de la escorrentía; estos pequeños surcos cortados por el agua pueden borrarse fácilmente en el transcurso de las labores normales de cultivo que se apliquen al terreno. Los daños de la erosión en surcos pueden ser de gravedad. Sin embargo, por ser más manifiestos, el agricultor les presta mejor y más oportuna atención que a los causados por la erosión laminar.

Ocurren especialmente durante aguaceros de gran intensidad y en terrenos con pendientes pronunciadas.

La erosión en zanjones o en cárcavas se presenta generalmente cuando hay una gran concentración de la escorrentía en determinadas zonas del terreno y se permite que año tras año vayan ampliándose los surcos formados por la acción de esas corrientes de gran volumen y velocidad.

En casos excepcionales, en terrenos muy erosionables, puede formarse una cárcava o zanjón profundo en el transcurso de un solo aguacero. Lo más común, sin embargo, es que los surcos de poca profundidad, que puede cavar un aguacero, se agranden paulatinamente por el descuido en aplicar medidas protectoras. Los surcos que dejan máquinas de labranza conducidas en la dirección de la pendiente, lo mismo que las depresiones por donde normalmente drenan las aguas superficiales de un terreno y las huellas que deja el ganado en potreros sobrepastoreados, pueden ser el origen de profundas cárcavas, las cuales son después imposibles de cruzar con maquinaria agrícola.

Cuando los diferentes horizontes del suelo son de material de consistencia uniforme, el zanjón o cárcava se desarrolla en paredes más o menos verticales, y si el material es muy friable, está sujeto a frecuentes derrumbes. Cuando el material del subsuelo o de horizontes profundos

es más resistente que el horizonte superficial, se forman cárcavas con paredes en forma de V.

En general, en un zanjón de esta clase no circula agua sino durante e inmediatamente después de un aguacero. Cuando ya ha adquirido alguna profundidad, la misma acción de la cascada que se forma en la parte más alta del zanjón, contribuye a hacerlo crecer con velocidad creciente (Ireland y colaboradores, 1939).

A los tipos de erosión señalados, podría resumírseles de la siguientes manera y agregarle 4 tipos más de erosión hídrica, según el experto de FAO, Robert D. Flannery.

1.- La erosión laminar consiste en la desagregación de las partículas del suelo ocasionadas por el impacto de la gota de agua de la lluvia y su transporte por la corriente superficial (derrame).

2.- La erosión digital o en surcos consiste en la remoción superficial y subsuperficial en forma perpendicular angosta, semejando incisiones que cruzan el lote.

3.- La erosión en cárcava consistente en la remoción de la capa superficial de suelo y del material subyacente y la formación de canales debido a una concentración de la escorrentía.

4.- La erosión del talud de canal consiste en la remoción del material que conforma dicho talud y que se efectúa por la acción de la corriente (del agua) y su acción socavadora.

5.- La formación de zanjas en planos de inundación, es producto de la erosión debida a desbordes. Se reconocen dos tipos: cauce en forma de canal y en forma laminar, esta última tiene su semejante en la ya citada erosión laminar que ocurre en tierras más altas.

6.- Las trincheras en valles consisten en la formación y engrandecimiento de canales bien definidos en planos de inundación u otros depósitos ahiviales.

7.- La degradación de un canal consiste en la remoción de materiales de su fondo (cavado) y el corto aguas abajo de cauces de canales naturales.

El campo Vallecito presenta erosión laminar y en cárcavas. No se observa fácilmente erosión digital.

En el campo Tres Quebradas es muy visible la erosión laminar y digital, favorecido por las siembras y cultivos en el sentido de las pendientes predominantes.



3.1.11 Precipitaciones

El agua acumulada en los océanos, ríos, lagos, terrenos, etc., vuelve a la atmósfera y se reinicia el ciclo hidrológico.

El agua de escorrentía es la que arrastra a su paso partículas de suelo en cantidad variable, según sea su volumen y velocidad, por una parte, y las resistencias que se oponen a su acción, por la otra.

El equilibrio natural de formación y remoción de suelo, que existe antes de que el hombre intervenga, sólo puede entenderse a cabalidad teniendo muy en cuenta el factor lluvia. No es, pues, de extrañar que éste sea el factor climático más importante en relación con la erosión de los suelos.

Desgraciadamente se le ha dado demasiada importancia a cifras que, como los totales o promedios mensuales o anuales, significa poco en relación con la erosión. En dos regiones puede caer la misma cantidad de lluvia en el año, sin que ello signifique que las situaciones son semejantes, pues en un sitio ese total puede estar formado por un buen número de lloviznas leves, en tanto que en el otro dos o tres aguaceros fuertes pueden contribuir con el 50 ó el 80 % de la lluvia total. En este último caso, si las condiciones son similares en los demás aspectos, pueden esperarse daños más severos causados por la erosión. Crítica similar puede formularse al método usual de tabular los datos de lluvia por totales diarios, limitados arbitrariamente por horas definidas de observación, ya que casi nunca la precipitación se distribuye

uniformemente en las veinticuatro horas. Estos reparos indican que, en lo que concierne a la erosión de los suelos, la unidad de trabajo debe ser el aguacero, definido como la cantidad de lluvia que cae en forma continua en un período más o menos largo, individualizado a través de sus diversas características de intensidad, duración, frecuencia, inclinación, tamaño de gota y tipos de lluvia.

La intensidad del aguacero es el factor pluviométrico más importante que afecta la escorrentía y la erosión, aunque ejerce mayor influencia sobre el segundo fenómeno.

La duración del aguacero es el complemento de la intensidad; la asociación de las dos determina la precipitación total. Al caer una lluvia de intensidad uniforme sobre un suelo, el agua se infiltra durante un lapso más o menos largo según sean las condiciones de humedad y la intensidad de la precipitación; después comienza la escorrentía, la cual va aumentando su volumen en proporciones cada vez más pequeñas hasta alcanzar un volumen estable.

La frecuencia de las lluvias es crítica con respecto a las condiciones de los terrenos. Si los intervalos entre lluvias son cortos, es alto el contenido de humedad del suelo al comenzar aquella y aumentan los riesgos de que se originen escorrentías, aún con lluvias de baja intensidad. Si por el contrario, son largos los períodos entre lluvias, el suelo estará seco y no habrá escorrentías con aguaceros de baja intensidad. En el caso extremo la vegetación puede sufrir por falta de humedad y reducirse así la protección natural del terreno.

Es necesario, por lo tanto, tener en cuenta las frecuencias de ocurrencia de las lluvias y las variaciones periódicas de intensidad para ajustar a ellas la aplicación de prácticas culturales y de conservación.

Finalmente, la extensión y las características del área cubierta por la lluvia son también de importancia. El centro del aguacero puede ser muy pequeño y causar daños diferentes aún en regiones próximas. Si

toda una vertiente mal protegida se afecta, pueden presentarse inundaciones.

En general, puede afirmarse que lluvias de larga duración son de baja intensidad y cubren una extensa área, en tanto que las lluvias intensas ofrecen una condición más localizada y duran corto tiempo. Además, en tanto que la magnitud e intensidad de un aguacero guardan una relación directa con su frecuencia promedio de ocurrencia, parece que la lluvia total anual de una región es independiente del número o de la magnitud de las precipitaciones fuertes que pueden ocurrir en determinado lapso y que esta cifra, lo mismo que los promedios anuales o mensuales, aunque proporcionan una indicación válida del volumen total de escorrentía, no guarda relación alguna con el peso de suelo erosionado, pues mucha escorrentía puede tener una intensidad menor que la crítica (Ayres, 1936).

Aunque en el actual desarrollo de las ciencias es imposible para el hombre mantener bajo control el fenómeno de las lluvias o modificar sus características morfológicas, sí puede estudiarlas en la extensión necesaria para conocerlas cabalmente y con esta base protegerse de sus efectos perjudiciales. (F. Suárez de Castro).

De Saravia Toledo se extrae lo siguiente:

La información sobre clima de la subcuenca se reduce a datos de precipitación en dos localidades: Los Castillos y Los Varela (Anexos I y II).

"No existe información pluviográfica, desconociéndose la distribución temporal de las precipitaciones". Camaño et. al. (1994) señalan que "hay meses sin datos pluviométricos, en particular meses estivales".

A esto se agrega que también se desconoce la intensidad de las precipitaciones.

ANEXO I

Precipitaciones medias mensuales y anuales de Los Castillo

27°58' Lat. Sur; 65°49' Long. Oeste; 1200 m/s/m

Año	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
1969	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	5.0	16.0	58.1	-
1970	111.5	93.0	80.0	18.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.0	-	27.5	-
1971	-	-	32.0	13.0	10.0	0.0	0.0	0.0	8.4	68.5	78.8	19.9	-
1972	135.6	81.6	39.9	8.7	7.5	0.0	4.0	1.3	3.2	8.5	21.3	83.2	374.8
1973	95.5	134.0	120.5	20.2	10.1	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	35.2	49.6	466.1
1974	-	-	-	-	68.3	0.0	12.0	8.0	0.0	27.6	16.5	70.2	-
1975	112.5	110.0	160.0	0.8	0.0	8.0	4.0	7.4	38.6	47.0	18.5	84.5	587.3
1976	218.0	72.0	78.0	8.0	14.0	-	-	-	-	-	83.6	16.5	-
1977	156.3	175.0	68.0	102.6	12.5	9.6	0.0	0.6	35.1	25.6	19.0	104.8	709.3
1978	82.0	131.6	31.0	0.0	5.5	0.0	0.0	0.0	3.0	39.5	-	-	-
1979	212.5	199.0	101.0	47.0	4.0	0.0	0.0	0.0	7.0	18.0	72.1	104.9	765.5
1980	53.6	113.0	151.5	21.0	10.0	6.0	0.0	0.0	9.9	20.0	16.5	107.5	509.0
1981	179.0	301.0	47.0	60.0	26.0	0.0	0.0	8.0	3.5	20.1	70.0	68.5	783.1
1982	83.0	57.7	200.5	104.0	7.5	2.0	0.0	5.0	63.0	0.0	76.0	89.0	667.7
1983	218.0	121.0	55.0	38.5	7.0	0.0	5.0	2.0	15.0	45.0	92.0	22.0	620.5
1984	235.0	85.0	158.0	42.0	0.0	0.0	0.0	8.0	0.0	21.0	38.0	47.0	634.0
1985	89.0	98.0	72.0	0.0	5.0	0.0	28.0	30.0	0.0	7.0	292.0	135.0	757.0
1986	121.0	125.0	34.0	5.0	0.0	0.0	9.0	6.0	14.0	39.0	70.0	84.0	507.0
1987	88.0	33.0	66.0	56.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	47.0	91.0	386.0
1988	172.0	116.0	113.0	32.0	19.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	30.0	38.0	520.0
1989	107.0	60.0	62.0	17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	8.0	19.0	67.0	350.0
1990	-	132.0	64.0	0.0	25.0	0.0	0.0	0.0	18.0	53.0	31.0	76.0	-
1991	128.0	93.0	25.0	-	-	-	-	-	-	0.0	20.0	97.0	-
Media	136.0	115.5	83.7	28.2	11.0	1.1	2.7	3.0	10.8	21.2	53.9	73.0	536.0
Máxima	235.0	301.0	200.5	104.0	68.0	9.6	28.0	30.0	63.0	68.0	292.0	135.0	783.1
Mínima	53.6	33.0	25.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.0	16.5	350.0

A pesar de esas limitaciones, se usará la información existente, Anexos I y II, analizando la influencia de las precipitaciones.

Medias, máximas y mínimas mensuales: Los registros de Los Castillos (Anexo I), indican:

1º) El 90 % de la precipitación media mensual se concentra de noviembre a abril, 520 mm.

2º) Los meses de máxima precipitación media son: enero, febrero y marzo, con 137,2 - 115,2 y 96,5 milímetros, respectivamente; y los de mínima media, junio, julio y agosto con 1,5 - 3,4 y 4,6 milímetros.

3º) La variación interanual en los meses de lluvia, noviembre-abril, es elevada. Las diferencias de los valores entre los años de máxima y de mínima puede representar un 75 % en enero (235 versus 53,6 milímetros) y un 100 % en abril (104 versus 0,0 milímetro); por ejemplo.

4º) El sistema tiene una elevada estocacidad presentándose años con lluvias muy por arriba del promedio, por ejemplo noviembre de 1985 con 286 milímetros o marzo de 1981 con 301 milímetros. Estas precipitaciones inusuales, sumadas a los efectos del sobrepastoreo provocan procesos de erosión intensos, particularmente cuando el suelo está sin cobertura vegetal.

5º) En resumen, las precipitaciones mensuales, dentro del periodo normal de lluvias presentan una elevada variabilidad y pronunciada estocacidad, o sea que es un sistema en el cual la incertidumbre es lo normal.

El relevamiento agropecuario realizado en 1993 arroja una superficie cultivada de 976 has., de las cuales 441 fueron a secano y 535 con riego (San Cruz, 1994).

Las interacciones de la precipitación con los cultivos, según la ubicación de los mismos en la subcuenca, son:

a) Cultivos a secano, con seguridad de cosecha, sólo es factible en el sector Norte de la subcuenca, principalmente sobre suelos de la Asociación Altos de Singuil, y en los extremos Norte de las Asociaciones Chuchucarwana y Vallecito (Mapa General de Suelos en Ogas, 1994). La

seguridad de cosecha a secano de este sector se debe a la mejor capacidad de retención de agua, por tratarse de suelos limosos y también a una mayor precipitación con relación al sector centro y sur, siempre refiriéndose al fondo del valle y piedemontes.

Los cultivos de la última campaña agrícola en los Altos de Singuil fueron papa, poroto, zapallo y un poco de maíz, habiéndose obtenido cosechas razonables, contrastando con los sectores medio y bajo en los cuales fracasaron los cultivos que no recibieron riego suplementario.

b) Cultivos de secano, con alto riesgo de pérdida de cosechas por falta de humedad suficiente en un alto porcentaje de años, son los implantados en los sectores medios y sur del fondo de valle y piedemontes. El principal cultivo en estos sectores es el maíz, al cual se lo siembra con la esperanza de cosechar si llueve suficiente y en última instancia para que sirva de reserva de forraje si fracasa por falta de humedad.

También se siembra con fines de reserva de forraje sorgo perenne y en menor proporción sorgos forrajeros anuales. Alguna pequeña siembra de sorgo granífero en la última campaña fracasó totalmente en el sector bajo.

Cabe destacar que en el último verano se prepararon suelos para siembra de papa con lluvia en el sector medio del valle, pero no se alcanzó a plantar porque las precipitaciones fueron insuficientes. Esto contrasta con el sector Norte donde se plantó y cosechó la papa normalmente.

La inseguridad de cosecha a secano se debe a la alta variabilidad del factor lluvia. Si se considera el periodo noviembre-abril, en vez del promedio anual, se tiene una idea más clara de la incertidumbre de cosecha.

Además, en el sector Medio y Sur incide la alta permeabilidad de los suelos que tienen en general un alto contenido de arena.

A los fines del ordenamiento de los campos considerando la precipitación, esta nos serviría entre varios parámetros, para determinar el sistema de terrazamiento a emplear (con o sin desagüe), distancias entre terrazas, altura de los camellones, etc., como así para sugerir las normas de manejo tendientes a lograr la máxima captación posible en el lugar de caída de las lluvias, reduciendo a la mínima expresión la escorrentía.

Sobre este particular, un antiguo concepto del Ingeniero Casiano Quevedo, precursor de la conservación de suelos en la Argentina, quien decía: "que término medio puede calcularse que solamente una tercera parte de la precipitación se escurre".

Esto se da en determinadas circunstancias, pero sirve para extralimitar el ingenio buscando la obstaculización del movimiento de agua del suelo con fines de retenerla.

Para el cálculo de caudal de escorrentía, la intensidad de precipitación sobre suelos saturados, es un dato de gran valor pero no existe en la información acopiada.

De los registros de precipitación consignados en los Anexos surge, por ejemplo:

- Año 1985 - Los Castillo 434 mm - Los Varela 311 para el trimestre octubre, noviembre, diciembre.
Los Castillo 712 mm - Los Varela 576 para el período noviembre abril.
- Año 1984 - Los Castillo 235 mm, mes de enero.
- Año 1983 - Los Castillo 218 mm, mes de enero.
- Año 1979 - Los Castillo 212 mm, mes de enero.
- Año 1976 - Los Castillo 218 mm, mes de enero.
- Año 1981 - Los Castillo 301 mm, mes de febrero.
- Año 1979 - Los Castillo 179 mm, mes de febrero.
- Año 1984 - Los Varela 240 mm, mes de enero.
- Año 1979 - Los Varela 246 mm, mes de enero.
- Año 1978 - Los Varela 185 mm, mes de febrero.
- Año 1974 - Los Varela 201 mm, mes de febrero.

No obstante la falta de datos puntuales de intensidad de precipitación, los altos registros de algunos meses indican que la intensidad debe ser de significación pero, al no contar con datos precisos, para el dimensionamiento de obras, se tomará otro método.

Se advierte cualitativamente que la precipitación es interesante para cultivos agrícolas y forrajeros.

Además del volumen lo que importa es la distribución para el desarrollo de los cultivos.

En las condiciones actuales de campo sin sistematizar, es innegable la pérdida de agua por el no manejo de pendientes y el inapropiado sistema de labranza y cultivos sin cobertura.

Modificando las condiciones actuales y logrando captar la totalidad de las precipitaciones en el lugar que ésta cae y con manejo de coberturas, indudablemente el comportamiento de los cultivos será distinto y habrá que valorarlos en su oportunidad, admitiendo que en condiciones de sequías, se podrá disminuir sus efectos o atenuarlo, pero no eliminarlos; y ello se logra únicamente IRRIGANDO.

Hoy la irrigación, aún en secano y como complemento de la precipitación es indispensable para lograr seguridad de cosecha.

4. DIAGNOSTICO

4.1. De carácter General

4.1.1. Razones extrínsecas

No es posible desconocer el fenómeno de erosión hídrica, que se registra en el subcuenca de río Los Puestos, pero el hecho de haber trabajado en forma puntual en tres campos, permite alcanzar un conocimiento cabal sobre el mismo y ratificar las observaciones que otros profesionales en otros trabajos, aseguran que el arrastre de sedimentos de las 24.000 has que componen la subcuenca, es mayor por el sobrepastoreo de campos no agrícola que lo aportado por los campos de cultivo.

Resulta evidente la desproporción desde el momento que los campos cultivados representan tan sólo 1.400 has del total. Pero esta desproporción se acrecienta cuando se comprueba, que el aporte de sedimentos al sistema por parte de los campos, no es tanto de los campos en sí, sino de los aportes que vienen de afuera y que estos dejan pasar por su interior por vías pequeñas de aguas, zanjas, zanjones, cárcava, cañadas, arroyos, etc., que en desembocadura al río, asumen formas importantes.

Esta situación no ha sido ordenada o encausada en ningún caso y ha contribuido a deteriorar rápidamente los campos para agricultura, significando recién allí la importancia de ser aportantes de sedimentos.

Esta aseveración tiene absoluta validez en la parte baja de la subcuenca y quizás en la media, pero en la parte alta (Altos de Singuil) el problema es diferente. (Saravia Toledo, 1995).

Al considerar los efectos del sobrepastoreo en la subcuenca debe tenerse en cuenta:

- 1.- Toda el agua que escurre en la subcuenca y se embalsa en Pirquitas proviene de la precipitación, al igual que la que infiltra y acumula como agua subterránea, o que luego emerge como manantiales.
- 2.- Las modificaciones de la vegetación y del suelo alteran el ciclo hidrológico, sea en forma positiva o negativa. La manera como es manejada la vegetación natural afecta la cantidad y calidad del agua que produce la cuenca.
- 3.- En la subcuenca el sobrepastoreo es el factor que ha alterado en mayor profundidad todos los ecosistemas y, aunque no existen registros, se puede afirmar que, descontando la erosión ecológica natural, posiblemente más del 90 % de los sedimentos que ingresan a Pirquitas, son consecuencia directa del pastoreo incontrolado.
- 4.- El 92 - 95 % del área está bajo impacto del sobrepastoreo, con el agravante de que incluye las zonas de mayores pendientes. El carcavamiento del fondo de valle, los zanjones profundos que se observan en el tramo final en las cauces que desembocan en el río Los Puestos y el propio descenso del nivel de base del mismo, es probable que en gran medida sea efecto del profundo desequilibrio hidrológico de la cuenca receptora. La modificación del régimen hidrológico provoca picos de crecientes de mayor volumen en menor tiempo, por eso en cuencas con la cobertura vegetal deteriorada, los eventos de tormentas inusuales resultan catastróficos desde el punto de vista de la acción erosiva del agua.

En la cuenca no existen trabajos que evalúen el efecto del pastoreo sobre escurrimiento y erosión, ni tampoco en el NOA, de manera que se citan ejemplos de Estados Unidos para mejor comprensión del problema.

El pastoreo en la subcuenca se conduce sin ningún tipo de rotación que permita la recuperación de la cubierta vegetal para mantener una adecuada protección del suelo, lo cual alterará las interrelaciones infiltración-escurrimiento y la estructura del suelo.

A menor infiltración corresponde mayor escurrimiento, o sea que habrá menor humedad disponible para las plantas y menor producción de biomasa. Pero a menor infiltración también corresponde mayor

escurrimiento, lo cual aumenta la cantidad de flujo de agua y en consecuencia la velocidad.

Blackburn et. al. (1982) revisaron los trabajos de investigación, llevados a cabo en diversas regiones de Estados Unidos, vinculados con las interrelaciones entre intensidad de pastoreo, infiltración y erosión. Estas investigaciones concluyen en que el pastoreo moderado produce mayor escurrimiento con relación a los terrenos sin pastoreo, pero no aumenta la erosión. En cambio el pastoreo excesivo, o sea el sobrepastoreo, aumenta casi 10 veces el escurrimiento y duplica las pérdidas del suelo por erosión.

En la cuenca del río Los Puestos, cuyos faldeos y piedemontes en su casi totalidad se encuentran pastoreados en exceso, resulta evidente que la prioridad inmediata es recuperar la vegetación, para reducir los problemas de erosión. Luego tendrá que establecerse el, o los sistemas de pastoreo que permitan mantener la producción del pastizal en forma sustentable y compatible con el equilibrio hidrológico.

La erosión es un fenómeno complicado y resulta de procesos, mecanismos y factores controlantes diversos y no bien comprendidos. Sin embargo está claramente establecido que los factores controlantes más importantes del proceso son el clima, la vegetación (el uso de la tierra), la topografía y las propiedades del suelo. De estos factores la vegetación es la que se puede manipular para favorecer indirectamente las propiedades del suelo y la topografía se puede alterar a nivel de microrelieve, a efectos de eliminar o atenuar los procesos de erosión, reduciendo así los aportes de sedimento a la presa.

La influencia extraña al campo, más la erosión creada en el campo propio, por las características del cultivo de escarda que se realiza, los sistemas inadecuados de manejo, configuran un cóctel excelente, potenciado y rápido de destrucción del recursos natural y el arrastre de sedimentos al sistema.

Podría resumirse lo expresado hasta aquí, que el sobre pastoreo incontrolado, ha alterado profundamente la cubierta vegetal y la escorrentía provocada ha abierto cauces en los campos cultivados, acelerando el proceso erosivo de los mismos, concluyendo que es ésta la razón primaria de la erosión de la subcuenca y que requiere un conocimiento completo de los factores que degradan y una dosis muy alta de audacia política-económica para corregir y modificar de raíz este despropósito que tiene carácter social.

4.1.2. Razones intrínsecas (a los campos en sí)

4.1.2.1. Desmontes incontrolados

Significa que se desmonta cualquier terreno sin ninguna consideración de sentido común, tanto en tipo de suelos como en pendientes y sin ningún asidero de orden técnico en cuanto a minimizar y disminuir los riesgos de erosión.

En la subcuenca algunos desmontes se hicieron y se hacen por este método. Se han habilitado tierras con máquinas y a mano.

4.1.2.2. Decapitación

Cuando se utilizan topadoras se eliminan centímetros de tierra fértil superficial, al solo efecto de dejar en apariencias un suelo bien desmontado, lográndose un objetivo contrario al decapitar nunca menos de un 20 % la tierra fértil del horizonte A, superficial y de más valor.

4.1.2.3. Inversión de horizontes

Es una práctica común el uso del arado que invierte los horizontes, colocándolo al fértil más abajo y al pobre en la superficie, estando acá las mayores exigencias de las plantas.

4.1.2.4. No aprovechamiento de los restos del desmonte

Cuando es a máquina, se acordona y se quema. No se aprovecha la madera, y con el tiempo, los habitantes de la misma finca van a carecer del material energético desperdiciado.

4.1.2.5 Quema de cordones

Este procedimiento es normalmente realizado, no manejando la velocidad del viento y la oportunidad del día para hacerlo, con lo que se produce una calcinación, tardando años la tierra en recobrar gradualmente una productividad menguada.

4.1.2.6. Suelos de sol y de sombra

El proceso de desmonte trae aparejado un cambio radical en las características del suelo, al transformarlo de sombra a sol, de fresco por la sombra de los árboles del monte, a caliente por carecer de techo, provocando así una modificación sustancial de sus características naturales iniciales.

4.1.2.7. Labranzas en cualquier sentido de la pendiente (dirección)

Al no sistematizarse un suelo, al comienzo, es imposible o difícil interceptar las pendientes predominantes, por lo que esta práctica es nociva y se realiza en cualquier sentido, favoreciendo la erosión. Ha sido y es una práctica común.

4.1.2.8. Maquinarias inadecuadas

Toda herramienta que tienda a invertir horizontes no se considera apropiada para la conservación de los suelos, por eso es que la fertilidad inicial es mezclada al final con estas labores. La fertilidad superficial no queda en superficie, sino que va siempre abajo, en las labranzas y nuevamente para arriba el próximo año y así sucesivamente.

4.1.2.9. Intensidad de las labranzas

Es un factor que favorece la erosión por la frecuencia con que se realiza, exponiendo al suelo al carecer de protección en cada precipitación.

4.1.2.10. Apertura o cierre de melgas

Esta práctica es consecuencia del uso del arado y la dirección inadecuada del uso de las labranzas, por lo que en el cierre o apertura de melgas, si no es bien hecha, siempre habrá un surco de erosión, que en casos notables adquiere una digitalización ostensible.

4.1.2.11. Siembras en cualquier sentido de la pendiente

Pueden o no seguir la dirección de las labranzas, pero inevitablemente nunca lograrán cortar las direcciones predominante de las pendientes, por una razón cultural de trabajar en líneas rectas y porque los campos de las subcuencas no son campos inclinados perfectos, sino imperfectos y con micro o macro relieves ondulados.

4.1.2.12. Cultivos en cualquier sentido de la pendiente

A partir de la siembra, la práctica de carpida o aporque que procede a esta primera, es una facilitadora de erosión al surcar los campos, convirtiéndolos en una canaleta que evacúa el agua de lluvia en vez de retenerla.

4.1.2.13. Pérdidas de humedad

Las labranzas excesivas con rastras ocasionan pérdidas importantes de humedad de reserva de los suelos, provocando severas pérdidas de producción, comprometiendo la posibilidad de cosechas.

4.1.2.14. Pérdidas de nutrientes

Resulta evidente y lógica su pérdida, porque no hay aprovechamiento del suelo. hay explotación y todos los yacimientos por ricos que sean se agotan.

4.1.2.15. Monocultivo

El asentamiento de un cultivo en la subcuenca, sea de escarda como por ejemplo el maíz o la papa, se realiza por razones económicas, el conocimiento, por las costumbres, maquinarias adaptadas a tal fin, etc., convirtiéndose en medio y fin de un objetivo y esto incide sobre el suelo y éste sobre el cultivo, constituyéndose en un ciclo vicioso y cerrado de improductividad y destrucción de suelo y su pérdida, que lo lleva a ser depositado en el colector de la cuenca.

4.1.2.16. Reducción de materia orgánica

Un suelo que es saqueado no tiene posibilidad de revertir su proceso en la continuación del modelo explotador, es por eso que la materia orgánica que es fruto de un proceso de años y siglos, no puede reconstituirse con este modelo, por lo que sólo es avisorable su agotamiento. Pensar que la materia orgánica es la que mueve los fenómenos químicos, físicos y biológicos del suelo.

4.1.2.17. Sobrepastoreo

Un campo que viene recibiendo golpe tras golpe para despedazarlo, el sobrepastoreo lo termina, ya que el rastrojo que podría servir para mejorarlo es eliminado y a su vez se desagregan las partículas del suelo por pisoteo o queda huellado, por lo que el viento o el agua lo cambian de lugar.

4.1.2.18. Cobertura

Este factor de sabiduría, se pierde desde el momento del desmonte al eliminar el bosque, al transformar al suelo fresco de sombra en suelo caliente y de sol, y de allí en más nunca más existirá un techo en la cultura actual de saqueo, que sólo cambiará cuando se modifique el concepto extractivo por uno conservacionista y que es el motivo de la sistematización del campo, planteándose más adelante en las norma de manejo.

4.1.2.19. Erosión eólica

El sobrepastoreo y la falta de cobertura, entre varias razones, al disgregar el suelo por el pisoteo, favorecen el transporte de éste por el viento.

4.1.2.20. Pérdida de cuaje en floración

Es un eslabón más de la cadena de desastres de manejo de suelos, porque al carecer los campos de la subcuenca de cortinas contra el viento, éste acciona sobre las flores, favoreciendo el aborto de flores, afectando en consecuencia a la producción y de allí a la pobreza hay un solo paso. Este es un factor muy poco estudiado, aunque se lo percibe, en los días de viento norte y plantas en floración.

4.1.2.21. Caminos

No responden en su construcción a una lógica. Es siempre un factor de erosión para el viento y el agua al constituirse en reservorios y canalizadores de las aguas, depositándolas en los campos en puntos determinados, contribuyendo a la formación de zanjas.

4.1.2.22. Quema de rastrojos

Práctica perniciosa, no es generalizada pero sí esporádica y circunstancial, atentando contra el suelo. La argumentación de sus efectos ya está expresada en muchos considerandos anteriores.

4.1.2.23. Vías de aguas

Son causadas primariamente por un proceso erosivo natural o geológico, pero aceleradas posteriormente por sobrepastoreo de las tierras inmediatas superiores, el desmonte, las prácticas inapropiadas de agricultura, aumentando y agravando el proceso ya largamente iniciado y recomenzando un nuevo proceso de erosión laminar, digital, que confluye en la red primaria de zanjas.

4.1.2.24. Cárcavas

Se forman sin solución de continuidad y son parte del proceso de zanjas-zanjones, siendo muy activas al comienzo hasta que la vegetación posterior las coloniza, pero el fenómeno no cesa ya que continúa ganando altura y profundidad.

Este proceso sólo se interrumpe cuando se sistematiza el campo, pues se logra un nuevo equilibrio y en él las cárcavas son cicatrizadas.

4.1.2.25. Cambio de relieve

El proceso continuo de erosión modifica el relieve, incluyendo características físicas, químicas y biológicas.

4.1.2.26. Plantas colonizadoras e invasoras

El cambio de relieve y la aparición de zanjas y zanjones da lugar a la aparición de especies colonizadoras en este nuevo ambiente, tanto de especies arbóreas, arbustivas, como latifoliadas y gramíneas.

4.1.3. Zanjas - zanjones

Su formación obedece a las avenidas de agua del pedemonte y de aquí hasta las alturas. Las vías de agua forman parte y están incorporadas al paisaje y no deben ser vistas en la situación actual existente como algo inútil, muy por el contrario. En el concepto del desmanejo, son despropósitos y sin razón. Sin embargo, en un concepto conservacionista deben transformarse en reservorios de agua para usos diversos, en particular ganadero y por qué no, para usos más intensivos.

Pero en una primera aproximación de destino, deben servir y formar parte de la red de desagüe y no necesariamente todas las vías de agua, pues

algunas deben ser eliminadas o neutralizadas, impidiendo el movimiento de agua, salvo lo que captan de las lluvias. Esto al sólo efecto de ir equilibrando el campo, disminuyendo gastos de inversión y en pasos posteriores, ya logrado el equilibrio, hacer nuevas mediciones y cálculos para posteriores habilitaciones que justifiquen las inversiones.

4.1.4. Intensidad de las precipitaciones

El proceso erosivo es continuo en el tiempo, sólo es observable menor o mayor actividad o dinamicidad y ello está dado por las características de las precipitaciones en lo referente a intensidad, volumen, duración, frecuencia, tipo de precipitación y no sólo en el transcurso del año, sino de los años.

En los cuadros consignados de las precipitaciones se aprecian años de grandes volúmenes, aunque sin especificar las máximas intensidades y aún mínimas de corta duración en suelos saturados. No se consignan por carecer de registros, siendo seguro que se han producido y éstas son las causantes de los graves daños al campo en sí y de significativos aportes de sedimentos al sistema, ya que al no ser absorbidas por el suelo, necesariamente deben escurrir.

Cuando la velocidad de caída es superior a la velocidad de infiltración, el fenómeno se activa al máximo y la erosión adquiere su máxima expresión.

4.1.5. Pérdidas

4.1.5.1. Pérdidas de agua

Las precipitaciones no son aprovechadas íntegramente por lo que hay escorrentía. Si el año es seco, las partes altas del relieve o micro relieve sufren más la sequía, porque el agua escurre por las pendientes manifiestas, favoreciéndose la acumulación de agua en las partes bajas y viceversa, en años húmedos se favorecen los altos en desmedro de las partes bajas que se inundan.

4.1.5.2. Pérdida de suelo y fertilidad

Con el mismo análisis anterior, los suelos se lavan, se pierden, favorecidos en más o en menos, pero siempre en sentido negativo, en la sumatoria total de los factores de manejo de suelos y agua, explicitados en 4.1.2.

4.1.5.3. Pérdidas de producción

Las pérdidas de agua y fertilidad de suelo hacen perder producción cuali-cuantitativa, tanto en la producción vegetal como animal.

4.1.6. Factor humano

Es el catalizador de este proceso porque por desmanejo desencadena y acelera un proceso normalmente lento, es sumamente veloz, percibido y observado íntegramente por una o más generaciones sucesivas.

Esto es así, porque el soberano no está educado, no vive en su medio ambiente y no lo siente, sólo es un pasajero circunstancial. Está culturizado así, y es parte integrante del despropósito, es uno más de los constituyentes de los dientes del engranaje que destruye, no del engranaje que construye.

Los dientes del engranaje que se referencian, están consignados, precisamente, en este capítulo de 'Diagnóstico'.

No tendría sentido añadir más considerandos a esta aseveración, pues con lo expresado hasta aquí queda clara la participación del hombre en este proceso negativo. Los pasos para interrumpir el proceso y recrear un nuevo equilibrio, están fundados en un estudio integral de la subcuenca como el realizado y haber iniciado el camino de la sistematización, ya que el mecanismo puesto en marcha es de estructuración física, un sistema diferente que no puede ser fácilmente destruido y en el cual el hombre debe ser educado para actuar en consonancia con la nueva estructura del recurso natural que se manejará.

La resistencia natural al cambio se facilitará al cambiar drásticamente a una situación física contrapuesta.

5. PLAN DE MANEJO

Lo contemplado en el Capítulo anterior de Diagnóstico, es necesario revertir radicalmente atacando a fondo las causas del efecto de destrucción constante en el tiempo.

Se explicó que la causa primaria de este fenómeno es el hombre que aceleró por una serie de desaciertos, un fenómeno lento por naturaleza.

En consecuencia, hay que reestructurar físicamente el sistema natural destruido, por otro artificial que en un nuevo manejo se naturalizará, volviendo a los principios sanos naturales, como el suelo de sombra, la captación y aprovechamiento máximo de las aguas, la formación de materia orgánica, sin descuidar la productividad y producción económica, pero en un ambiente de conservación y no de explotación.

5.1 Consideraciones específicas

Ubicado puntualmente en los campos Vallecito y Tres Quebradas, el paso inicial considerando el diagnóstico realizado, es ordenar el ingreso del agua extraña a lo cultivado, que lo hace en forma voluntaria por cualquier parte del campo, desviándola mediante terrazas de guardia y bordos de defensa con pendientes controladas, a puntos predeterminados, permitiendo su tránsito por la propiedad con velocidad lenta y sin concentración.

Con esta medida se logra desactivar la erosión en el campo cultivado, al anular la circulación del agua por los recorridos habituales que son zanjales y zanjones en Vallecito, mantiforme en el lote Norte de Tres Quebradas y ampliación del arroyo en el lote Sur de este mismo campo.

La segunda medida de importancia dentro del campo cultivado sin agua extraña, es sistematizarlo internamente, es decir, construir terrazas (bordos o camellones de una altura dada), que tienen por objeto obstaculizar el movimiento del agua, obligándola a penetrar y el supuesto

exceso de una precipitación, evacuarlo ordenadamente y despacio, con pendientes controladas hacia lugares predeterminados.

La tercer medida no inmediata, será la construcción en el campo Vallecito, de saltos sobre las zanjas para impedir la formación de cárcavas y su retroceso. Las medidas posteriores serán de manejo agronómico, tendientes a anular las causas enumeradas en el diagnóstico y a configurar un nuevo sistema de manejo.

También podrá contemplarse en el futuro, el aprovechamiento de las zanjas y cañadas para su embalse y posterior uso con fines ganaderos, e incluso, agrícolas. Lo cual es resorte del interés de los propietarios, en particular de Vallecito para favorecer la potencialidad del campo y hacia un fin determinado.

Otras medidas de importancia son la formación de recursos humanos y la capacitación para la ejecución y manejo de sistemas de control de erosión. Los resultados de estos trabajos deben ser extendidos al conocimiento de los pobladores de la subcuenca, buscando cambiar las conductas imperantes de los hombres con el medio que los rodea.

También se logrará formar recursos humanos para trabajos posteriores, dado que el camino directo para estructurar nuevos sistemas de producción basados en campos sistematizados, es lograrlo mediante la formación e equipos técnicos que en pocos días estén en condiciones de hacerlo.

Es más fácil este mecanismo que enseñar a sistematizar a cada habitante de la subcuenca, quienes sí deben ser adiestrados en el manejo posterior, dada la convivencia del hombre, el ambiente y el tiempo.

Respecto a los restos arqueológicos, estos quedan en el lugar en que se encuentran, favorecidos por la construcción de terrazas, que impedirán el desplazamiento del suelo y atenuarán el movimiento del agua a obstaculizar su trance.

5.1.1. Metodología de trabajo - Concepto

En reemplazo del relevamiento planialtimétrico previo, se emplea el método universal modificado del servicio de conservación de suelos de EE.UU.

Este método consiste en la aplicación de una forma de marcación directa en el terreno mediante el procedimiento resultante de la aplicación de un criterio modificadorio de la fórmula de erosión original.

$$IV = \left(2 + \frac{\% P}{f_p} \right) * 0.305$$

$$DH = \frac{IV \cdot 100}{\% P}$$

Donde:

IV = Intervalo Vertical.

DH = Distancia Horizontal

P = Pendiente.

0,305 = Factor.

$f_p = 3$ para precipitaciones menores de 600 mm.

$f_p = 4$ para precipitaciones mayores de 600 mm.

Ejemplo: Un campo o parte de él que tuviera el 1% de pendiente predominante en una zona de más de 600 mm de precipitación anual, al aplicar la fórmula resulta: IV = 0,68 m y DH = 68,62 m.

Esto significa que entre curva y curva (con o sin nivel de pendiente), el intervalo vertical entre las mismas será de 0,68 m es decir el desnivel, que transformado a distancia lineal entre las curvas será de 68,62 mm.

Si en vez del 1% fuera 4% la pendiente natural del terreno, el IV sería 0,91 m y la distancia lineal entre curvas DH de 22.87 m.

Sobre la base de esta fórmula original, se inició el trabajo en Argentina, de control de erosión hídrica, con precursores de la talla de los Ingenieros Walter Kugler en la región Pampeana, Jeckeln en INTA Balcarce-Buenos Aires, Adolfo Glave en INTA Bordenave - Pcia. de Buenos Aires, Antonio Prego y Casiano Quevedo en INTA Central, Laserre - INTA Cerro Azul, Pcia. de Misiones y otros pioneros.

La practicidad, simplicidad, exactitud y por ende seguridad del método consiste en que tan sólo con un nivel, al alcance de cualquier persona interesada, comparado con un teodolito por su costo, se podía y se puede sistematizar un campo, ya que se comienza en cualquier parte del terreno, marcando una curva con o sin pendiente y a partir de ella, pendiente arriba y abajo, se ponen los arranque del IV o de la DH, lo que se decida para continuar la marcación simultánea por medios Mecánicos-nicos, prescindiendo de estacas u otro inmovilismo.

La marcación de puntos nunca excede los 25 m, pues mayores distancias por el micro relieve aumentan poderosamente la posibilidad de roturas.

En forma gradual en la marcación de nuevos puntos, se fija de antemano la lectura a obtener, por lo que esta operación resulta exacta en un cien por cien.

Así, con este método simple y seguro se comenzó a construir terrazas en este país, pero su avance a partir de la década del '50 no adquirió relevancia en superficie, pero sí en la creación de conciencias conservacionistas.

En el NOA es a partir de 1968 que en forma muy lenta al principio, hasta ajustar la tecnología, se comenzaron a sistematizar campos con este método.

El avance de los desmontes, con cualquier pendiente para el cultivo de poroto, la irrupción de maquinarias más dimensionadas, la estrechés del período de siembra, comenzó a partir de la década del '70 a ser un condicionante de la fórmula americana, por lo que tuvo que ser modificada

por el experto de FAO, D. Ibáñez, contratado por INTA en 1978, quien ante esta realidad recomendó lo siguiente:

Pendiente del 1 al 3 %, hasta 100 m de distancia entre curvas.

Pendiente del 3 al 5 %, hasta 80 m de distancia entre curvas.

Pendiente del 5 al 7 %, hasta 60 m de distancia entre curvas.

En 1975, el autor de este escrito, ante la evidencia cierta de procesos muy activos de erosión hídrica y lo expuesto en párrafo anterior, fijó como límites para pendientes hasta el 2%, distancias máximas de 200 m entre curvas, por evidencias relativas en campo experimental de medidores de erosión y ante la certeza que de no ser flexibles, la difusión de estas tecnologías no serían posibles.

Estas forman parte del Manual de Técnicas de Conservación de Suelos, actualmente en aplicación y aprobado por las Autoridades del área específica del Gobierno de la provincia de Salta.

Estos límites están en consonancia en que lo mejor no está reñido con lo bueno.

En la actualidad son estos los parámetros que se manejan, no se puede desconocer que hay equipos de presiembra de 11 m de ancho, 96 discos, 300 HP y sembradoras de 14 m de ancho y aún más que trabajan en tandem.

La provincia de Salta tiene sistematizada a la fecha, aproximadamente un 25% de su superficie estimada en 550.000 Has cultivadas y la mayoría de ellas con este método americano modificado.

Las ventajas que tiene el método de marcación directa con las modificatorias de la fórmula americana son las siguientes:

- Exactitud
- Seguridad

- Rapidez (Cuatro veces menor tiempo comparada con el método planialtimétrico previo).
- Economía
- Menor distracción en tiempo de personal y equipos mecánicos de las propiedades.
- Facilidad de Trabajo
- Accesible en su costo
- En síntesis, se marca directamente (una sola operación e inmediatamente se construyen las terrazas, bordos o lo que se proyectó).

Para comenzar a trabajar con este método, tan sólo hace falta el reconocimiento preliminar y expeditivo del campo, decidir el criterio de la sistematización a realizar y empezar a nivelar, marcar y construir inmediatamente las terrazas o bordos, etc. que se decidió.

La marcación se hace directamente en el terreno, uniendo punto por punto que se acota con el nivel, con el tractor tirando un arado, rastro, zanjador, o lo que se disponga.

Esta marca de la herramienta es distinta a una estaca o ficha (que se pierde o no se encuentra), es visible y continua.

Inmediatamente marcada una curva puede comenzarse a levantar los bordos con arado, terracedores, motoniveladora, pala de arrastre, pala frontal, topadora, etc.

Al finalizar el trabajo se puede o no realizar una planialtimetría convencional o la elaborada con equipos modernos, que montados en un vehículo recorren el campo y con el diskette en una computadora se obtiene su forma y superficie.

Otra manera de sustituirla es mediante fotos aéreas, no necesariamente de precisión, ya que lo que interesa es el diagrama para las labores del campo, no obstante lo cual se completa con datos obtenidos en la marcación como cotas, distancias, etc.

El método planialtimétrico preliminar es invaluable para sistemas de riego y en especial para campos con escasas pendientes o para drenaje.

Para control de erosión no es necesario ni determinante, salvo fines muy concretos.

Analizado bajo un punto de vista práctico y económico es lento y caro, dado que el procedimiento consiste en lo siguiente:

- Contar con campo limpio (el otro método no).
- Estaqueado o no.
- Relevamiento de puntos por lo menos a 50 m.
- Levantamiento de puntos
- Trabajo de gabinete
- Puntualizar o acotar el terreno
- Marcar
- Construir.

5.1.2. Trabajo de campo propiamente dicho

5.1.2.1. Campo Vallecito - Análisis preliminar

Del relevamiento preliminar realizado surge lo siguiente:

- Erosión manifiesta.
- Fuerte presencia de cárcavas activas provocadas por entradas de agua a la propiedad por el sector oeste (campos vecinos y camino) y por el sector norte (campos vecinos).
- El campo cultivado tiene pendientes variables entre el 1 y 5 %.
- El relieve es un plano inclinado con macro y micro relieve ondulado.
- Taludes con pendientes superiores al 6%, hasta alcanzar casi verticales.
- Suelos sueltos de textura liviana, francoarenoso, arenoso.

- Presencia de -árboles aislados y algún macizo.
- Cárcavas sin y con vegetación (árboles, arbustiva, pastizales y malezas).
- Presencia de restos arqueológicos.
- Lotes alambrados, corrales, construcciones, etc.

La existencia de pendientes manifiestas es determinante de la elección del método de trabajo americano modificado, es decir, marcación directa.

La entrada de agua en los límites oeste y norte, determina el trabajar con pendiente, buscando en este caso especial por la textura suelta, un valor aproximado del 3 por mil de pendiente.

El uso del campo con finalidad pastoril y la presencia exagerada de micro relieves, aconseja decidirse por terrazas convencionales, es decir, irregulares en su forma. Expresado de otra manera, no debe paralelizarse porque por el micro relieve se caería en graves errores.

La construcción de estas terrazas con motoniveladoras se confecciona con cuatro pasadas, en 3-3,5 m de ancho y 0,40 m de altura, salvo las primeras con 8 pasadas; 5 m de ancho por 0,80' m de altura, porque son las encargadas de conducir las aguas de otras propiedades hacia zanjones ubicados en el lado sur, evitando así su paso por toda la propiedad.

En la unión de los alambrados, en el cruce de vías de agua o curvas pronunciadas, allí se complementa el trabajo con una pala cargadora.

Se construirá un bordo de defensa en parte del sector oeste y norte del campo por las entradas de agua.

El sector este del campo ubicado entre cañada y barranca cercana al río, por no recibir agua extraña y para no descargar excesos en taludes pronunciados, se construyen terrazas de absorción o sea, sin pendiente y con cuatro pasadas de motoniveladoras.

La distancia entre terrazas varían entre 15 y 100 metros, según pendiente y micro relieves.

Inmediatamente de marcado con tractor y arado en el terreno el sistema de curvas de nivel, con la tecnología descrita, marcación directa con empleo de nivel, se procedió a levantamiento de puntos con teodolito. De allí a gabinete y la elaboración del plano adjunto.

Igual procedimiento se adoptó con el campo Tres Quebradas.

5.1.2.2. Campo Vallecito. Método operatorio - marcación

Visualizado el ingreso de agua al campo por el sector Oeste, en un punto ubicado a 330 mts al Norte de la tranquera de acceso sobre el alambre perimetral, previo paso por el camino, (que une Los Varela con la ciudad de Catamarca) que detiene la velocidad del agua, a partir de allí precisamente se comenzó a marcar en el terreno una terraza dimensionada de guardia con dirección - tendencia Norte Sur y una pendiente promedio de 3 ‰.

El agua es conducida hacia una zanja vegetada de dirección Noroeste a Sudeste, límite Sur del campo cultivado.

La nivelación se efectúa marcando puntos a 5 mts de distancia en ondulaciones del 3 al 5% de pendiente natural, hasta un máximo de 25 mts en terreno plano, sin microrelieve y menor pendiente, marcándose los puntos directamente con tractor y arado de dos discos entre punto y punto, garantizándose una absoluta exactitud de marcación.

Las lecturas de punto a punto son predeterminadas según la distancia entre ellos y con el 3 ‰ de pendiente que se decidió ejecutar. Así por ejemplo, cuando la distancia es de 25 m entre dos puntos, la diferencia de nivel entre los mismos es de 7,5 cm y si son diez, el desnivel es de 3 cm.

Realizada la marcación de la primera curva, se volvió al principio y de allí se continuó sobre el alambre perimetral y en dirección al Norte, con la marcación de un bordo de defensa hasta el vértice Oeste-Norte. De allí se prosiguió hacia el alambre perimetral con dirección al Sur, hasta un lomo alto ubicado a 520 mts del vértice Oeste-Norte.

La segunda medida de fondo fue marcar 2 nuevas curvas a partir del comienzo de la primera sobre la zanja en dirección al Este, 50 y 100 mts respectivamente; y a partir de estos puntos se marcó hacia el Norte y hacia el Sur con pendientes de salida, a efectos de construir sobre ellos, también terrazas dimensionadas en prevención de un posible accidente de la primera.

En otras palabras, triple reaseguro de evacuación de las aguas perimetrales del Oeste y del Norte, eliminando de esta manera la posibilidad de entrada de agua extraña dentro del campo y sin control, con lo que se da solución al primer problema planteado en 5.1.

El siguiente paso fue continuar la marcación de curvas con el mismo criterio que el seguido precedentemente, pero en la construcción de las terrazas, estas no serán dimensionadas, sino con otras medidas menores que en la parte de cálculos se explicitarán.

Este trabajo se realizó en el primer sector alto denominado A, hasta la cañada central B, donde si bien se marcó con el 3 ‰, sobre la base del talud Este se marcó el desagüe principal y hacia allí confluyen las terrazas.

Por último el sector C, terraza alta, entre la cañada B y el río Los Puestos, al no tener ingresos de agua, se decidió marcar curvas a nivel, (sin pendiente) para construir terrazas de absorción, es decir, sin evacuación.

Esto se facilita por pendientes mínimas y por ser inconveniente derivar excesos hacia la cañada B o al río Los Puestos, lo que encarecería la obra al tener que construir saltos (obras de ingeniería de alto valor).

Queda un sector D en la parte más baja de 3,5 has, donde para ordenar el manejo se marcó una terraza de absorción.

5.1.2.3. Construcción

La SECyTCa consiguió 2 máquinas de Vialidad Provincial, una motoniveladora Fiat -Allis y una pala frontal o cargadora Astarsa, de 2 m³.

El bordo de defensa Oeste-Norte, se construyó con la motoniveladora en dos pasadas, con forma triangular.

Las terrazas dimensionadas (3) con 8 pasadas y el resto con 4.

Estas últimas se construyen con 3 pasadas del lado de la pendiente mayor, y una de la menor o parte de abajo.

Con la primera y segunda pasada se forma un triángulo con vértice central. Con la tercera pasada se da más altura y base (hacia la parte alta); y con la cuarta pasada se trata de formar, también sobre el lado alto, una base de circulación de agua de forma parabólica.

Cuando se trata de terrazas dimensionadas de 8 pasadas, se duplica lo anterior, 6 pasadas hacia arriba y 2 hacia abajo.

La sección y forma se describirá posteriormente en cálculo.

Para completar el trabajo se recurrió a la pala cargadora, para conectar las curvas separadas por los alambrados, para rellenar curvas pronunciadas que la motoniveladora no puede realizar en ángulos cerrados, dado su escasa movilidad en estas condiciones, para reforzar puntos débiles como las vías de agua, zanjas y zanjones y para abovedar el cruce de caminos con terrazas.

5.1.2.4. Saltos

El sector A está atravesado por 4 zanjas importantes, siendo la primera independiente, sin ramales, receptora de 7 curvas, las primeras 3 de terrazas dimensionadas; y las 4 restantes, normales de 4 pasadas.

La segunda zanja tiene un ramal y allí terminan 2 terrazas de las 4 construidas, dado que de las 2 últimas habrá una deriva de agua, es decir, no llegarán necesariamente a la zanja, se dispersarán

La tercera zanja es un ramal de una colectora importante que atraviesa el campo de Norte a Sur y recibe tan sólo una terraza de corto recorrido.

La construcción de saltos no es aconsejable el primer año a efectos de evaluar el comportamiento de los zanjones, las terrazas con los obstáculos suplementarios de manejo y su volumen, y con un eventual carcavamiento de 2 mts cuando deba construirse el salto, a efectos que una construcción anticipada no sea eliminada por una creciente de la zanja.

Más detalles en el ítem Diseño de Obra, 6.3.

5.1.2.5. Campo Tres Quebradas - Análisis preliminar.

Del relevamiento preliminar realizado surge lo siguiente:

- Erosión manifiesta.
- Pendientes entre el 1 y 8 % en lo cultivado, sector sur (lote 35 has).
- Pendientes entre el 1 y 4 % en lo cultivado sector norte (lote 12 has).
- Presencia evidente de entradas de agua del oeste con recorrido disperso en sector sur del campo.
- Presencia de zanjones activos con dirección oeste a este.
- Suelos de textura franco arenosa, arenosa.
- En el lote del sector sur, árboles dispersos que dificultan el trabajo agrícola o mejor expresado, árboles o cortinas de árboles desordenados, indicando o sugiriendo una actitud pastoril.
- Relieve plano inclinado, macro y micro relieves ondulados.
- Un arroyo en medio de los dos sectores con mucha actividad erosiva.

Al igual que el caso anterior de Vallecito, el ingreso de agua del oeste, de lo cultivado -que es importante- determina trabajar con terrazas con pendiente o convencionales, con 3 por mil de pendiente promedio, conduciendo las aguas hacia el desagüe natural.

En el sector norte el desagüe está ubicado hacia el sur, y en el sector sur el desagüe está ubicado hacia el sector norte.

Las distancias entre terrazas variarán entre 30 y 80 m, según pendiente, macro y micro relieve.

La construcción de terrazas debe hacerse con arados de dos a cuatro discos, según potencia del tractor, en ocho pasadas, ida y vuelta para lograr terrazas de base media de 3,5 m de ancho y 0,60 m de altura, a excepción de las de cabecera más dimensionadas con 0,80 m de altura, ya que actúan como canales de guardia o protectores de los ingresos de agua extraña.

5.1.2.6. Campo Tres Quebradas. Método operatorio - marcación

5.1.2.6.1. Sector Norte

Se comienza a trabajar en el lote de 2 hectáreas, sector Norte por el extremo Oeste del campo.

Se marcó la primera curva a 50 mts del monte como terraza de guardia, pendiente 3 ‰ y evacuando las aguas hacia un desagüe natural vegetado ubicado al Sur.

El procedimiento es idéntico al explicado para Vallecito.

Este campo tiene una pendiente promedio del 2 ‰, de forma rectangular, con el lado mayor en dirección de la pendiente predominante de Oeste a Este, lo que es motivo como practicidad de manejo de las

maquinarias agrícolas trabajarlos en esa dirección y con cultivos de escarda como el maíz. Se decidió seguir la fórmula del doctor Ramón Ibarra de FAO, extremando las distancias entre curvas hasta 60 mts promedio, como una manera de obligar al propietario a trabajar más ajustadamente.

Con este criterio se prosiguió avanzando de Oeste a Este, marcando las curvas de nivel con tractor y bordeadora (maquinaria de 4 discos dentados de a 2, con la concavidad hacia el centro).

5.1.2.6.2 Sector Sur

El lote tiene una superficie de 35 has, limita al Norte con el arroyo Tres Quebradas, al Sur una determinada propiedad, al Este con la Ruta Provincial Los Varela, Catamarca; y al Oeste, lomadas con montes hasta las altas cumbres (sometidas a sobrepastoreo).

Existe en el centro una terraza de riego y hacia el Norte, como resabio de cauce antiguo, con entrada evidente de agua del Oeste.

De la mitad del campo, en el Oeste y hacia el alambrado Sur, también se observan entradas de agua. Ambas entradas no manifiestan zanjas notorias, sino dispersión.

Este campo podría ser sectorizado en dos partes, dividido en el centro por una doble cortina de árboles.

La primera sección del centro hacia el arroyo (Norte) se marcó una curva que funcionaría como una terraza dimensionada de desagüe. A partir de allí y cada 70 mts promedio se marcó una curva con pendiente 3 ‰, atravesando espacios entre árboles.

La segunda sección del alambre Sur a la cortina, hacia allí se dirigió la cortina del 3 ‰, actuando la cortina como colectora hasta conectar la quinta terraza con otra más abajo que la continuaría.

De allí en más las terrazas van del alambre al arroyo.

Es complicada la traza por la gran presencia de árboles dispersos.

Sería conveniente que el propietario, en el futuro, ordene el monte existente en lo cultivado, pero preservando cortinas que se estima importante en el control y atenuación del efecto provocado por el viento. Este ordenamiento también es conveniente para facilitar el trabajo de las maquinarias agrícolas.

5.1.2.7. Construcción

Las instrucciones suministradas al propietario y encargado de este campo, fue que las terrazas a construir fueran de base media, 3 a 3,5 mts de ancho total y realizadas con arado de disco, maquinaria que se encuentra en la propiedad.

Las terrazas se construyen con 6 idas y vueltas, no así la primera de los lotes Norte y Sur con 10 idas y vueltas para dimensionarlas y al considerar que estas son de guardia, 4 a 4,5 mts de ancho.

Emplear la motoniveladora, en especial para estas, de guardia, no es posible; sobre todo en el sector Sur, por lo dificultoso de trabajar esta máquina esquivando árboles como se aprecia en el plano levantado al efecto.

5.1.2.8. Manejo agronómico de los campos

Lo expresado sintéticamente en el diagnóstico es que el aporte de sedimento de los campos en sistematización a río Los Puestos se debe en primer lugar a aportes extra campos y en segundo lugar a lo generado internamente.

En este último, a la falta de estructuración y manejo inadecuado de los recursos que ocasiona falta de reserva de humedad, pérdida de suelo y su traslado, merma y anulación de cosechas agrícolas y pérdida de producción de carne, donde el hombre es el acelerador de la destrucción de los recursos.

Se expresó que las medidas de fondo para revertir este proceso son la sistematización de suelos y el manejo de los mismos.

Se entiende por manejo a los medios a utilizar, para optimizar la producción en un marco conservacionista, no de explotación, recuperando la frescura natural de los suelos, favoreciendo el aumento de la materia orgánica y logrando una producción continua con menos altibajos, estabilizando la rentabilidad a través del tiempo y disminuyendo drásticamente el aporte de sedimentos.

5.1.2.8.1. Sistema convencional de labranza

El actual sistema del manejo de los suelos se define como convencional, que incluye como elemento del trabajo agrícola al disco, en la preparación de los suelos y en la presiembra.

La siembra casi siempre se asienta sobre un trabajo previo del trabajo de discos en la operación conocida como presiembra.

Los trabajos posteriores son labores mecánicas de carpida y/o aporques con la finalidad de eliminar malezas y airear el suelo.

Este sistema tiene una característica determinante "la falta absoluta y total de cobertura vegetal", desde el primer trabajo mecánico hasta el último. También se llama **de escarda o cultivo limpio**.

Con más o menos variantes, es éste el sistema imperante, habiéndose demostrado a la luz de lo expuesto en Diagnóstico, lo inadecuado del mismo por los resultados obtenidos.

5.1.2.8.2. Sistema de mínima labranza y/o labranza cero

El sistema convencional tiene que ser sustituido por el de mínima labranza y/o labranza cero, porque las condiciones de los suelos sueltos o livianos de estos campos son apropiados para emplear esta tecnología **que se sustenta en la cobertura vegetal**, precisamente a la inversa del sistema convencional.

Ingresar a este sistema, siempre es conveniente, comenzar con mínima labranza que incluye la labranza vertical con cincel, que no invierte el suelo y rompe el piso de arado, formado generalmente por usar herramientas a igual profundidad y por el pisoteo de la hacienda, disminuyendo así la capacidad del suelo para almacenar el agua.

En estas condiciones se llega a la siembra, que se realiza con sembradoras convencionales, con adaptadores de labranza cero, o una sembradora al efecto. Tiene la característica de tener una cuchilla lisa o raviolada que rompe el suelo (lo prepara para la siembra); luego, por medio de discos que permiten el paso del tubo que trae la semilla de los tachos de depósito (permiten la siembra) y atrás unos discos dentados que tapan las semillas.

Es este un esquema clásico de una sembradora de siembra directa, que trabaja sobre una base de mínima labranza vertical con cincel como se explicó, o bien, directamente sobre un suelo sin preparar, pues para este fin ha sido diseñada.

En el momento de la siembra, o 20 días antes de la misma, (estos días tomados como referencia, no de manera absoluta) las malezas o cultivos implantados para proveer de cobertura son eliminados por medio químicos con herbicidas de contacto, hormonales, al efecto de asegurar una cobertura, que para ser considerada conservacionista debe superar el 30 % de superficie cubierta.

En la siembra posterior a ella, el manejo de malezas se realiza con herbicidas residuales de contacto, hormonales, según el cultivo y la especificidad que se busque.

Según las necesidades de cultivo por sus características puede aporcar y al año siguiente se sembrará directamente, sin labranza previa en el fondo del surco o en el lomo.

Siembras en el fondo del surco son ventajosas en zonas donde la precipitación es escasa, porque allí se concentra el agua de una superficie mayor que arranca de los lomos del surco.

Indudablemente, en un campo sistematizado se debe trabajar entre terrazas, siguiendo las curvas o en rectas pero, en este caso, con la tendencia de las curvas.

Esta tecnología simple es apta para siembra de semillas para contrarestar absolutamente todas las prácticas perniciosas realizadas con el sistema convencional que debe ser sustituido.

5.1.2.8.3. Cobertura vegetal

La ventaja del sistema propuesto tiene como base la cobertura vegetal y presenta estas características positivas (este resumen está tomado de un trabajo del Ingeniero José Luis Arzeno).

Para el análisis de las relaciones (causa-efecto) entre la cobertura vegetal y sus efectos benéficos sobre el suelo y los cultivos, estos pueden

clasificarse de acuerdo al carácter predominante del efecto en: físicos, biológicos y químicos. En realidad en el suelo estos aspectos están mutuamente interligados y por lo tanto esta clasificación es solamente al objeto de ordenar la presentación. También se pueden clasificar estos efectos según la intensidad de su tendencia en 3 niveles: Fuerte, Media y Débil. Fuerte es cuando la tendencia es muy marcada y aún con poca cobertura se obtiene un efecto muy apreciable. Media es cuando con valores medios de cobertura se obtiene un efecto no muy alto y Débil es cuando se necesita mucha cobertura para marcar levemente el efecto favorable.

Efectos Físicos:

- 1. Disminución de la erosión hídrica del suelo.*
- 2. Disminución de la erosión eólica.*
- 3. Menor amplitud térmica en el suelo.*
- 4. Aumento de la infiltración.*
- 5. Disminuye la evaporación directa del suelo.*
- 6. Aumento de la humedad total del suelo.*
- 7. Aumento del agua disponible para las plantas.*

Efectos Biológicos:

- 1. Aumenta el número de semillas germinadas.*
- 2. Aumento de la productividad de los cultivos.*
- 3. Aumento del control de malezas en los cultivos.*
- 4. Aumento de la actividad biológica en general.*
- 5. Aumento de la fijación biológica de Nitrógeno (F.B.N.).*

Efectos Químicos:

- 1. Mantenimiento de la Materia Orgánica del Suelo*
- 2. Aumento del fósforo en superficie*

5.1.2.8.4. Materia orgánica

Por considerar de gran valor a los fines de este trabajo, se consignará textualmente del Manual de Agricultura Conservacionista una parte del mismo, referido a la materia orgánica.

"El suelo en peligro. La rotación de agricultura y ganadería que se practicaba hasta hace algunos años en la llanura pampeana permitió que el suelo mantuviera un equilibrio: luego de un periodo de trabajo intensivo y extracción de minerales (agricultura), seguía un periodo de descanso y reposición de materia orgánica (ganadería).

En los últimos años, la forma de producción de nuestra región pasó de la combinación de la agricultura y la ganadería a la agricultura continua (en muchos casos al monocultivo de soja). Este cambio modificó el estado de los suelos y aceleró algunos procesos de deterioro. Hacer agricultura continua de la forma tradicional acarrea el mismo riesgo que usar una camioneta durante miles de kilómetros sin cambiarle el aceite o sin cuidar el estado de los neumáticos.

Ocurre que cada cultivo extrae del suelo un tipo y cantidad de nutrientes para poder desarrollarse y fructificar. En cada cosecha se sacan del suelo enormes cantidades de nutrientes transformados en soja, trigo o maíz. Pero de toda la planta sólo se cosecha el grano. El resto (tallos, hojas, raíces) queda en el campo y muchas veces no se las aprovecha.

Ciclo de la materia orgánica.

Esta es la parte que nos interesa, ya que -según la forma en que se los trate- estos restos vegetales pueden transformarse en nutrientes, que alimenten a nuevas plantas, o pueden perderse definitivamente. Al igual que el gas-oil es el combustible de su tractor, los rastrojos al transformarse en materia orgánica son el combustible de su campo.

Si usted quema los rastrojos, interrumpe un proceso natural por el cual todo lo que sale de la tierra vuelve a ella para alimentar la vida.

Cómo alimentar a la tierra.

Cuando una planta muere, vuelve a integrarse a la tierra. Para que esto ocurra juegan un papel fundamental los millones de microorganismos (bacterias, hongos, etc.) que pueblan el suelo. Poco a poco los microorganismos descomponen los restos de la planta para alimentarse de ellos y los transforman en nuevos nutrientes que quedan en el suelo. Esto ocurre en los primeros centímetros del suelo y es allí donde viven estos microorganismos porque hay suficiente aire y agua para que puedan desarrollarse.

Los rastrojos semi incorporados en superficie, cumplen una función de cobertura, al proteger al suelo del impacto erosivo de las lluvias, y son un "combustible" para el suelo al aportar nuevos nutrientes que podrán ser aprovechados por las plantas.

Una vez que los restos de las plantas están descompuestos, se transforman en humus y cumplen la función cementante, favoreciendo la penetración de las raíces y la captación de los nutrientes que requieren los cultivos para poder desarrollarse (especialmente calcio, potasio y magnesio), también contribuye a mantener el fósforo disponible en el suelo y a aportar nitrógeno en grandes cantidades.

Un factor que afecta negativamente al proceso natural de descomposición de los rastrojos es la labranza. Cuando por acción de una herramienta de campo (por ejemplo, arado de reja) se invierte el plan de tierra, se cambia la posición en el suelo de los restos vegetales.

Para tener gas oil usted tuvo que pagarlo, de la misma manera que para obtener rastrojo usted tuvo que gastar dinero. Al enterrar los rastrojos se los ubica en el suelo en lugares con menos aires, donde no existen condiciones favorables para que los microorganismos hagan su trabajo. Por eso, dar vuelta el pan de tierra enterrando los rastrojos es

como ir a la estación de servicio, abrir la tapa del tanque, pagar por el combustible pero pedirle al encargado que lo arroje al piso.

La dieta de un suelo.

Una buena dieta implica la combinación de diferentes alimentos con el objeto de conseguir un aporte equilibrado de nutrientes que permita al individuo desarrollar normalmente sus actividades. Lo mismo ocurre con el suelo.

Es necesario lograr un equilibrio entre lo que se le saca y lo que se le aporta para mejorar la producción. Con cada cosecha se consume una fracción de los nutrientes existentes en el suelo que pasan a formar parte del cultivo. Una porción de esos nutrientes se exporta del campo con el grano; por eso, aún con el mejor manejo de materia orgánica no se puede evitar su pérdida. Es decir, algunos nutrientes (por ejemplo, fósforo y potasio) no se reponen naturalmente en una proporción adecuada y es necesario incorporarlos a través de la fertilización.

El balance de materia orgánica.

El manejo de rastrojos es un punto clave para definir este balance en el suelo, porque es a través del manejo de los residuos vegetales donde se puede responder positivamente a las necesidades del suelo, del agua y del cultivo.

Los siguientes datos pueden servir para que usted calcule una dieta equilibrada en nutrientes para su campo.

Tomemos como ejemplo una secuencia que incluye, en dos años, tres cultivos, trigo/soja 2^a y maíz. Con cada cosecha se sacan los granos y quedan en el campo el resto de la planta. El volumen de rastrojo está directamente relacionado con el rendimiento, de allí que se pueda calcular el índice de cosecha, dividiendo el rinde por hectárea por el peso total de las plantas existentes en una hectárea. Esto se hace de manera muy sencilla: en el momento de la cosecha se pesa una planta completa (tallo, hojas, raíces, granos, vainas, etc.) y se multiplica por la

cantidad de plantas que hay en una hectárea. Luego se divide el rendimiento por el peso total. Si usted quiere evitar todo este trabajo puede utilizar los índices de cosecha promedio con los cuales puede calcular un valor aproximado.

trigo: 0,2727

soja: 0,3574

matz: 0,3403

Para saber cuánto rastrojo aporta un cultivo a su campo, divida el rendimiento de los granos por hectárea por el índice correspondiente y a esto réstele el propio valor de rendimiento de los granos por hectárea. De ese total de residuos vegetales, sólo una parte llega a transformarse en materia orgánica humificada (humus): para el trigo y matz es un 15 % del total y en el caso de la soja, un 12 %. Esto se llama factor de humificación. Por lo tanto, para sacar el cálculo aproximado de materia orgánica que puede aportar un cultivo habrá que dividir el rendimiento por el índice de cosecha, luego restar el rendimiento y al resultado, multiplicarlo por el factor de humificación.

Es decir que en dos años se produjo un total aproximado de 2.783,3 kg. de materia orgánica humificada por hectárea; o sea, 1.391,6 kg de materia orgánica humificada por año.

APORTES DE MATERIA ORGANICA (MO) EN UNA SECUENCIA TRIGO/SOJA-MAIZ

Cultivo	Rendimiento (kg/ha)	Índice cosecha (granos/total)	Total kg MO prod./ha	Total de kg MO de rastroj./ha	Factor de humific.	kg.aporte de MO humif./ha
Trigo	2.500	0,2727	9167,5	6667,5	0,15	1000,12
Soja 2º	2.200	0,3574	6155,5	3955,5	0,12	474,66
Matz	4.500	0,3403	13223,6	8723,6	0,15	1308,54
						2783,00

Para equilibrar la dieta de su suelo en lo referente a materia orgánica, hay que restar a los aportes, las pérdidas que anualmente se producen (las cuales alcanzan valores promedio del 2,5 %).

Cómo calcular las pérdidas.

Los primeros 15 centímetros de una hectárea de campo (10.000 m²) ocupan 1.500 m³ (100 metros de largo por 100 metros de ancho por 0,15 metros de alto = 1.500 m³).

Para averiguar cuánto pesan esos 1.500 m³ debemos multiplicar esa cantidad por la densidad del suelo, es decir lo que pesa un cubo de 10 centímetros de lado lleno de tierra (1,22 kg). Como en un metro cúbico entran 1.000 decímetros cúbicos, el peso de un metro cúbico de tierra será: 1,22 x 1.000 = 1.220 kg/m³. Por lo tanto, una hectárea pesará 1.500 m x 1.220 kg/m³ = 1.830.000 kg.

De ese total, cada campo tiene un porcentaje correspondiente a materia orgánica. Entonces, para transformar ese porcentaje en kilogramos habrá que multiplicar el porcentaje y los kilos de tierra que tiene una hectárea y dividirlo por cien.

Para el ejemplo, suponiendo que ese campo posee 2,8 % de materia orgánica:

$$\begin{array}{ll} 100 \% & 2,8 \% \\ 1.830.000 \text{ kg.} & x = 1.830.000 \times 2,8/100 = 51.240 \text{ kg/ha} \end{array}$$

Si decimos que por año se pierde un 2,5 % de materia orgánica, para expresarlo en kg:

$$\begin{array}{ll} 100 \% & 2,5 \% \\ 51.240 \text{ kg} & x = 51.240 \text{ kg} \times 2,5/100 = 1.281 \text{ kg/ha/año} \end{array}$$

Finalmente, para saber si la "dieta" en materia orgánica de su campo es equilibrada:

1.391,6 kg de materia orgánica aportada /ha/año
 - 1.281,6 kg de materia orgánica perdida/ha/año
 110,6 kg (balance del año)

Es decir que el balance de materia orgánica de esta secuencia de cultivo es positivo. Usted puede calcular el balance de las distintas secuencias de cultivo.

Veamos qué pasa en una secuencia soja de primera-soja de primera en ese mismo campo.

APORTES DE MATERIA ORGANICA (MO)

Cultivo	Rendimiento (kg/ha)	Indice cosecha (granos/total)	Total kg MO prod./ha	Total de kg MO de rastroj./ha	Factor de humific. de MO humif./ha	kg.aporte de MO humif./ha
Soja 1ª	2.800	0,3574	7.834,3	5.034,3	0,12	604,11
Soja 2ª	2.800	0,3574	7.834,3	5.034,3	0,12	604,11
						1.208,22

*1.208,2 kg de aporte de materia orgánica humificada/ha en 2 años;
 604,1 kg de aporte de materia humificada en 1 año.*

Una hectárea de tierra en sus primeros 0,15 m, pesa -según el cálculo-.1.830.000 kg. Suponiendo igualmente un contenido de 2,8 % de materia orgánica, esto es 51.240 kg de materia orgánica/ha y una pérdida del 2,5 % anual (1.281 kg/ha/año) el balance será:

aporte	604,11	kg mat. org. humificada/ha/año
pérdidas	- 1.281,00	kg mat. org. humificada/ha/año
déficit	- 676,89	kg. mat. org. humificada/ha/año

Es una secuencia que establece un balance negativo de materia orgánica.

Información elaborada en base a datos suministrados por el Ing. A. Andriulo. INTA Pergamino.

Figura 6.6-2 - Sistema de aração para área terraceada com ANEXO III arado de discos fixos (extraído de Mazuchowski e Derpsch, 1984).

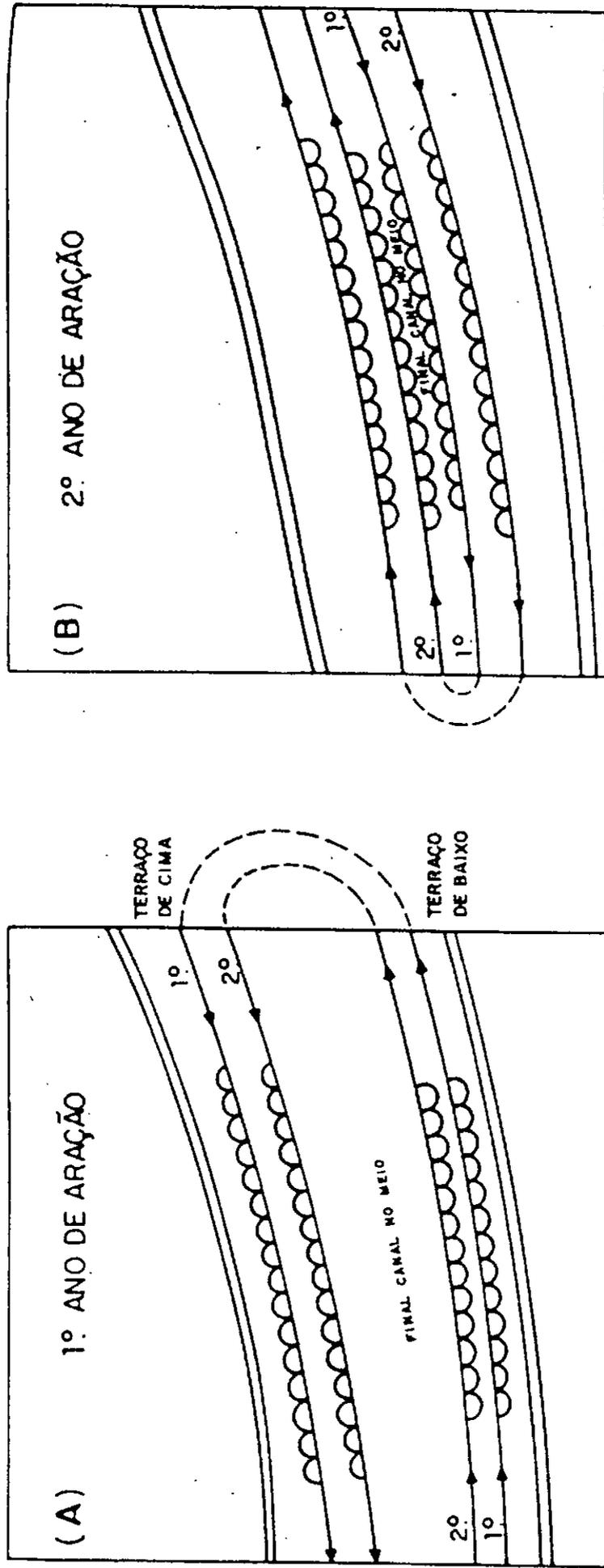


Figura 6.6-3 - Sistema alternativo de preparo do solo em área terraceada.
ANEXO IV

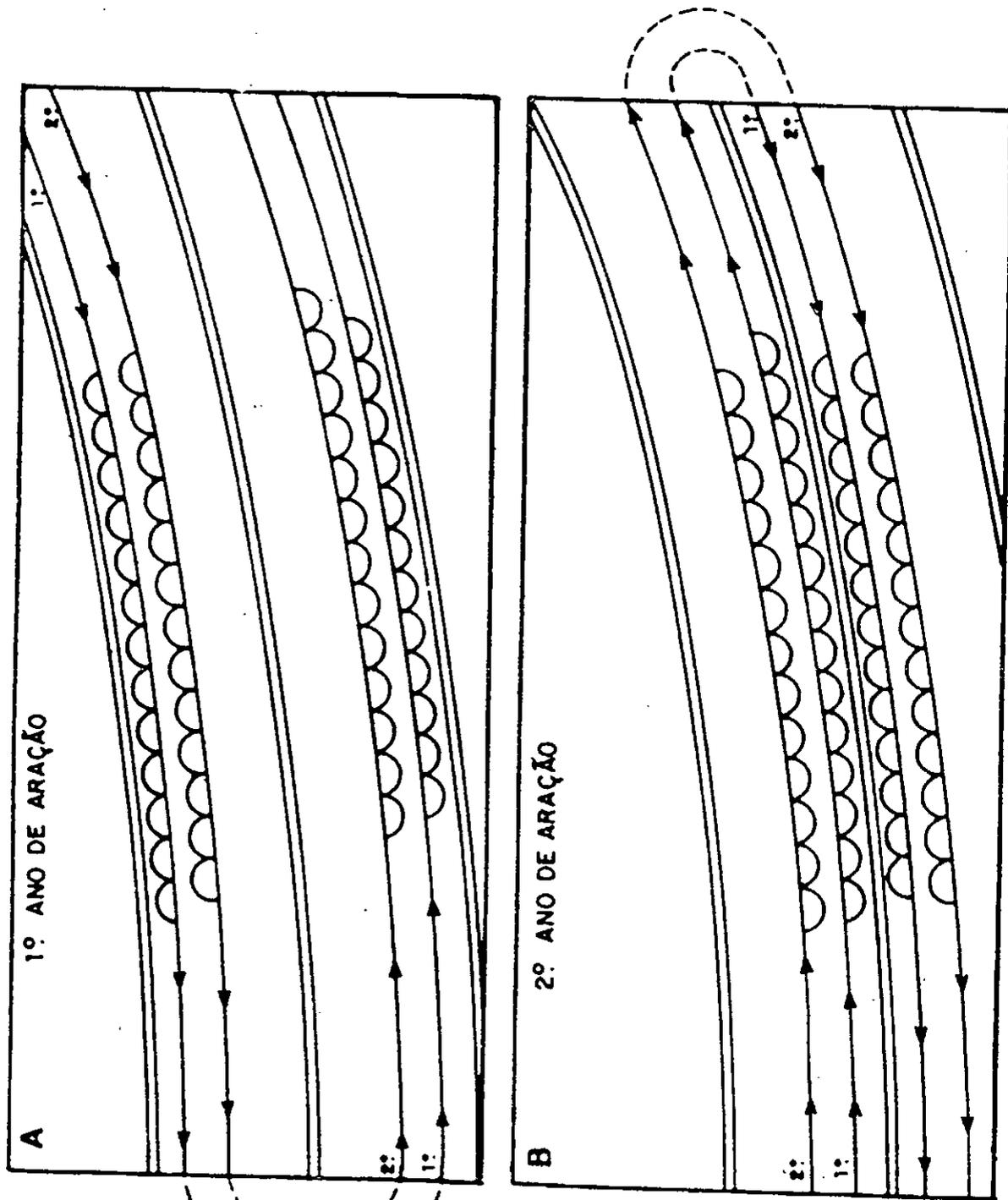
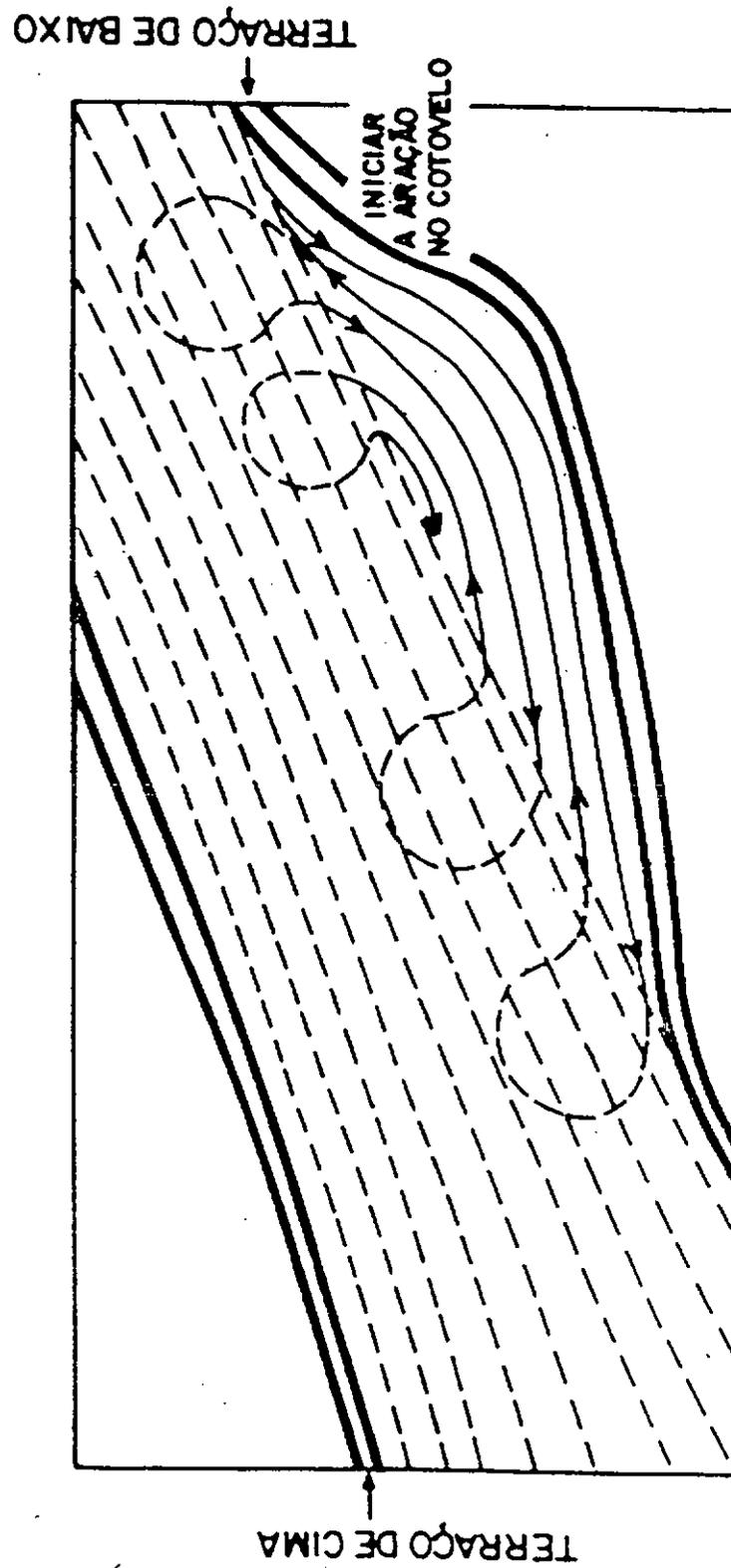


Figura 6.6-4 - Preparo do solo em áreas de cotovelo.
ANEXO V (extraído de Mazuchowski e Derpsch, 1984).



5.1.2.8.5. Sistema de aradas para áreas terraceadas con arado de disco

La preparación de suelos en áreas terraceadas según Segundo Mazuchowski y Derpsch 1984, se realiza de la siguiente manera:

Cuando se usa arado de discos, la preparación de suelos debe obedecer a esquemas como el del Anexo III.A.

En el primer año, la arada comienza a un metro del canal de la terraza, terminando en el medio del área entre dos terrazas, donde se forma un canal.

La formación de ese canal en el centro del área es debido a que el arado vuelca la tierra en dirección a la terraza alta y en dirección a la terraza baja.

Para corregir ese canal central o de presión, formado entre dos terrazas, en el segundo año se revierte el proceso conforme al Anexo III.B.

La arada es iniciada a partir de ese canal, volcándose la tierra en ambas direcciones, es decir, arando hacia el centro y desde el centro hacia la periferia.

5.1.2.8.6. Sistema alternativo de preparación de suelos en áreas terraceadas

En suelos cuya fertilidad está más restringida en la capa superficial, la formación del canal entre dos terrazas puede perjudicar el desenvolvimiento del cultivo en esa área.

Para evitar ese problema, puede trabajarse con el arado en dos fajas de tierra. Anexo IV.A.

En ese caso, el área de trabajo contempla tres terrazas, la superior, media e inferior.

La arada comienza en la base inferior de la terraza superior, volcando la tierra hacia arriba.

Completada la primera pasada en la terraza superior, el tractor va a la faja de abajo, pasando por la terraza central e iniciando la arada nuevamente en la parte superior de la terraza inferior.

Terminada esta pasada, el tractor va a la faja superior y repite la operación.

Esta llega a su fin cuando la terraza central recibe una última pasada en la parte de arriba y una última en su parte de abajo, terminando así, las dos fajas de tierra. Esas operaciones se realizan el primer año.

En el segundo año, Anexo IV.B, las aradas de las dos fajas se inician de manera inversa al primer año; la arada comienza en la terraza central, en la parte superior para la faja de arriba, volcando la tierra para abajo; y en la parte inferior, para la faja de abajo, volcando la tierra hacia arriba.

5.1.2.8.7. Preparación de suelos en áreas de terrazas no paralelas.

Otro punto a ser observado en la preparación de los suelos, en fajas entre terrazas que no son paralelas, debido al desnivel del terreno. Anexo V.

Para que la preparación del terreno sea uniforme, en las áreas irregulares o huecos de las fajas, lo mejor es prepararlas primero.

La razón de eso es para que el tractor pueda hacer maniobras en la faja no arada, ubicada entre dos terrazas.

Después de arar esas áreas irregulares o huecos, se continúa arando normalmente el resto de las fajas.

Si ese proceso fuera inverso, o sea, arar primero las fajas entre terrazas y los huecos sobrantes arados al final de la operación, no es

recomendable, porque el tractor tendrá que hacer maniobras en el suelo con el arado, causando compactación de suelos.

5.1.2.8.8. Sistema de preparación de suelos con labranza vertical

La herramienta más generalizada es el cincel, con una limitante de profundidad de penetración. Normalmente puede penetrar alrededor de 18 a 22 cms, pero para más profundidad se requiere otra pasada.

Existen cinceles con ángulos de inclinación de 45 ° que permiten mayor penetración.

Más profundidad se logra con escarificadores o subsoladores, pero tienen menor ancho de trabajo.

En orden decreciente de importancia en el sistema de labranza, los métodos recomendados para la subcuenca del río Los Puestos, según su eficiencia son:

- Siembra directa o labranza cero - óptimo.
- Siembra directa sobre mínima labranza - óptimo el primer año.
- Labranza vertical complementada con rastras - regular a bueno.
- Labranza con discos y complementada con rastras - regular.

5.1.2.8.9. Prácticas que deben erradicarse

- Desmontes sin planificación.
- Desmontes sin cortinas.
- Decapitación de suelos.
- Inversión de horizontes.
- No aprovechamiento de los restos del desmonte.
- Quema indiscriminada de cordones.
- Sobrepastoreo.
- Monocultivo.

- Quema de rastrojos.
- Construcción de caminos sin protección.

La técnica de mínima labranza y/o labranza cero, corrige los otros desajustes del sistema convencional y enumerados en el punto 4.1.

5.1.2.9. Formación de recursos humanos

En este Programa, de contar con campos demostrativos de tecnología conservacionista, como complemento del control definitivo de situaciones aportantes de sedimentación al sistema colector del dique Las Piriquitas, se persigue también la formación de personal, para ejecutar en el futuro labores en otros campos de la subcuenca del Río Los Puestos, hasta lograr la total sistematización de los campos de la misma.

Partícipe importante es el Ing. Agr. Carlos Carrizo de la Dirección de Hidráulica de la provincia de Catamarca, quien recibió instrucciones y conocimiento en la práctica sobre sistematización de suelos, que en el futuro con ayuda adicional podrá emprender tareas para este fin. Además ha realizado levantamiento planialtimétrico del trabajo efectuado.

Los señores Jorge Ayosa (motoniveladorista) y Juan Carlos Vera (motorista de pala cargadora o frontal), ambos de la Dirección de Vialidad de la provincia de Catamarca, recibieron instrucciones para la construcción de terrazas, bordos, canales de guardia, paredones, uniones, etc., conocimiento de mucha utilidad. Más aún en una supuesta participación futura en trabajos de sistematización en Altos de Singuil, con estos elementos mecánicos que se consideran excluyentes, es seguro realizar una buena labor para enfrentar situaciones que requieren extrema exactitud y seguridad.

El señor Armando Carmona, empleado de la firma Tres Quebradas es instruido en la marcación y construcción de curvas a, y con nivel, con bordeadora, arado y pala de arrastre.

El señor Martín Barrios, empleado de la firma La Rinconada participó de la marcación con arado del campo Vallecito y está formado para la construcción de terrazas, ya que es quien la construyó en el campo La Rinconada que tiene 131 has sistematizadas, hasta el presente.

El personal de Vialidad de la provincia de Catamarca se ha destacado por su profesionalidad y excelente capacidad ejecutiva en el trabajo de realización, por lo que es importante tenerlo presente para posteriores actividades, concepto extensivo al señor Martín Barrios.

El señor Manuel Esteves, empleado de la SECyTCa, siguió paso a paso todas las etapas de sistematización de los campos demostrativos, encontrándose en óptimas condiciones de controlar el trabajo mecánico que se realice para garantizar la seguridad del sistema.

Requerirá para casos puntuales, instrucción adicional. Se estima importante una labor como la señalada ya que facilitará trabajos futuros que decidiera realizar o promocionar la mencionada Secretaría sobre el tema.

6. DISEÑO DE LAS OBRAS

Las obras ejecutadas y a ejecutar en los dos campos, por las características de los mismos, son las siguientes:

6.1. Terrazas

Definición: son camellones o bordos de tierra, contruidos cortando las pendientes predominantes y que forman a su vez un canal del lado de aguas arriba, donde la retienen o la conducen.

6.1.1. Tipo de terrazas

6.1.1.1. Terrazas convencionales

Se refiere a que su forma es irregular, no mantiene simetría entre ellas, no son paralelas, pero siguen una tendencia similar.

6.1.1.2. Terrazas de absorción

Son terrazas con pendiente cero o sin pendiente, no son paralelas, son irregulares en su forma

6.1.1.3. Terrazas de desagüe

Son terrazas con pendiente que facilita la desviación del agua.

6.1.1.4. Formas de terrazas

6.1.1.4.1. Terrazas tipo Nichols

Ean todos los casos se diseñaron terrazas tipo Nichols, que tienen el corte de conducción de agua hacia un solo lado, hacia la pendiente más alta, debido a que no se encontraron condiciones del terreno para construir terrazas con doble corte de conducción (tipo Mangun).

6.1.1.5. Tamaño de las terrazas

Se refiere a la altura, pudiendo ser normales hasta 0,50 mts o dimensionadas hasta 1 metro.

6.1.1.6. Base de las terrazas

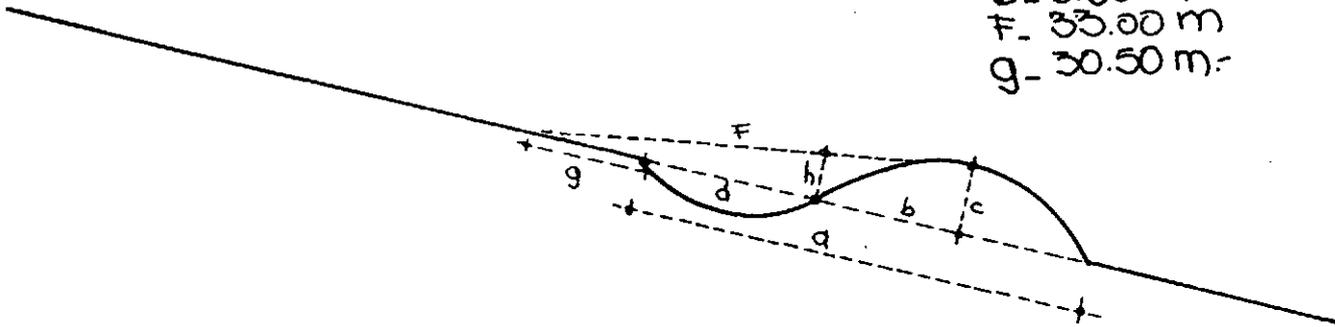
6.1.1.6.1. Terraza de base angosta hasta 1,5 metros de ancho, recomendable para altas pendientes.

6.1.1.6.2. Terraza de base media hasta 4,5 metros de ancho, recomendable para terrenos normales.

6.1.1.6.3. Terraza de base ancha hasta 10 metros de ancho, recomendable para terrenos de baja pendiente, no mayor del 2 %.

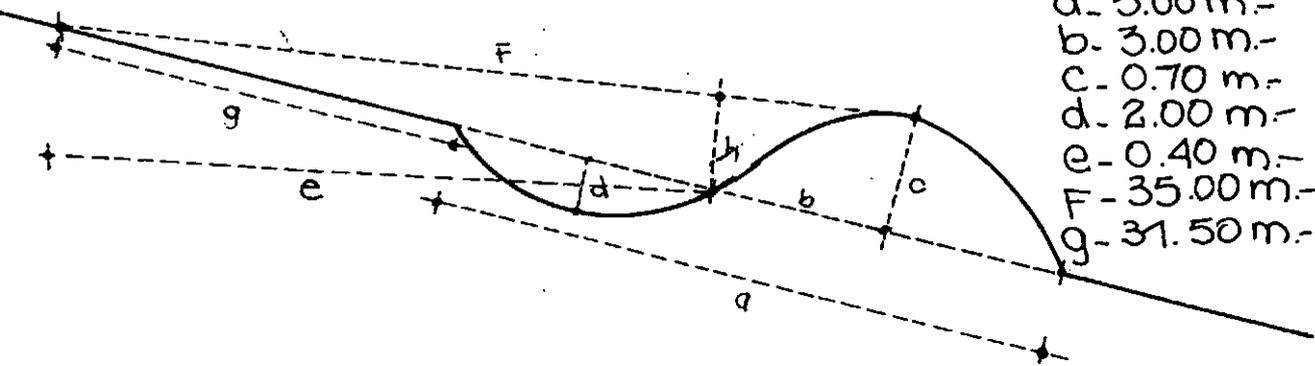
TERRAZA NORMAL ANEXO VI

- a. 3.50 m.-
- b. 2.00 m.-
- c. 0.50 m.-
- d. 1.50 m.-
- e. 0.30 m.-
- F. 33.00 m.
- g. 30.50 m.-



TERRAZA DIMENSIONADA ANEXO VII

- a. 5.00 m.-
- b. 3.00 m.-
- c. 0.70 m.-
- d. 2.00 m.-
- e. 0.40 m.-
- F. 35.00 m.-
- g. 31.50 m.-



6.1.1.7. Pendiente de las terrazas

Para las de desagüe 3 ‰ constante.

6.1.1.8. Perfil de terrazas

A) Terraza normal - Anexo VI.

B) Terraza dimensionada - Anexo VII.

6.1.1.9. Fórmulas

A) Sección transversal parabólica (Anexo XV-1).

Area de sección transversal: está dada en metros cuadrados y es la superficie por la cual escurre el agua.

$$A = \frac{2}{3} \cdot t \cdot d$$

Perímetro mojado: es aquella porción de la sección transversal de un canal que queda en contacto con el agua, en otros términos, la longitud de los lados y fondo del canal.

$$p = t + \frac{8 \cdot d^2}{3 \cdot t}$$

Radio hidráulico: es la relación entre el área transversal del canal y su perímetro mojado.

$$R = \frac{t^2 \cdot d}{1,5 \cdot t^2 + 4 \cdot d^2}$$

donde:

t = ancho del canal

d = profundidad del canal

B) Sección transversal triangular (Anexo XV-2).

Area de sección transversal:

$$A = z \cdot h^2$$

Perímetro mojado:

$$p = 2 \cdot h \cdot (z^2 + 1)$$

Radio hidráulico:

$$R = \frac{z \cdot h}{2 \cdot (z^2 + 1)}$$

donde:

z = ancho del canal

h = profundidad del canal

Fórmula de Caudal, donde:

$$Q = V \cdot A.$$

- Caudal (Q): es el volumen o cantidad de agua que circula en una superficie (A) y a una velocidad dada (V).
- Velocidad (V): se mide metros por segundo y varía en las diferentes partes del canal.

En las proximidades de los lados o del fondo, la velocidad es menor debido al rozamiento, en tanto que a una profundidad de 0,05 - 0,25 metros de la profundidad total, se encuentra la mayor velocidad.

En todas las fórmulas la velocidad se expresa en términos de velocidad media de flujo, que es aquella que multiplicada por el área de la sección transversal, da la descarga total. Varía entre 0,6 y 0,8 de la velocidad del agua en la superficie (King 1939).

6.2 Bordos de defensa

Son bordos de tierra que impiden, simplemente, el paso del agua, facilitando la conducción de la misma.

6.3. Saltos o vertederos

Son obras estructurales de diferentes materiales que tienen por objeto evitar el retroceso de las cárcavas, como su formación al caer las aguas sobre nivel en los desagües.

6.3.1. Salto de caída vertical con alero

Consiste en un cierre de terrazas que facilita la salida del agua o caída de la misma, depositándola en el fondo del desagüe sin ninguna conducción en la base, tan sólo el alero con un listón en su parte inferior que impide el retroceso del agua.

6.4. Implantación de especies vegetales en terrazas y bordos de defensa

Es la implantación de una cubierta vegetal, buscando la estabilización de áreas establecidas mediante siembras o trasplantes para proveer al suelo de una cubierta de larga duración.

La especie forrajera que se recomienda es Grama Rhodes, porque su siembra es manual y no requiere que las semillas se tapen, dado que la lluvia se encargará de ellas.

Otra forrajera que podría ser utilizada con el mismo fin es Green Panic o también pasto salina, siempre especie forrajera de reproducción sexual.

La implantación natural generalmente con gramíneas y latifoliadas existentes en el campo.

Cuando se trata de gramíneas como la comunmente denominada gramilla-cynodon s.p., tiene el inconveniente que en campos sometidos a cultivos agrícolas, por su agresividad se extiende y es de difícil erradicación y permanente control por su sistema radicular estolonífero.

Con malezas latifoliadas el problema es análogo, por su propagación según especies y por ser reservorios de plagas insectiles y enfermedades que son transmitidas por insectos.

Las terrazas y/o bordos de defensa se encuentren con vegetación natural o implantada, con el paso del tiempo siempre son presa de

colonización por especies arbustivas como la tusca, lo que exige su eliminación.

La razón de ser de la cubierta vegetal en estas obras, es la afirmación de las mismas y la de contribuir a disminuir la velocidad de circulación del agua.

6.5. Cálculo de escurrimiento de una cuenca (Tomado de Foster, Albert)

El proyecto, construcción y administración de muchas prácticas de conservación dependen en gran medida de la cantidad de agua de lluvia que tiene que salir del campo, en contraste con la que él ha de absorber. Este escurrimiento crea los problemas de erosión. La anchura de los canales colectores, el diseño de los embalses, los vertederos y de otras estructuras, depende de la cantidad y velocidad del agua de escurrimiento.

Relación de actividades que se sugieren llevar a efecto, conectadas con prácticas ya aprobadas por la experiencia.

1.- Determinación de la frecuencia de la precipitación pluvial.

2. Cálculo del escurrimiento.

3. Determinación del escurrimiento de la cuenca.

- Determinación de la frecuencia de la precipitación pluvial:

Al proyectar, una de las prácticas que ha de seguirse para la conservación, o para trazar una estructura, será utilizar la cantidad y el ritmo probables de precipitación pluvial. Las probabilidades de abundante lluvia, que produzca un escurrimiento considerable, son mucho mayores en un período de 50 años, que en uno de 25 o de 10. La frecuencia de las lluvias se basa en registros meteorológicos, que serán más completos mientras más tiempo tengan de estarse recolectando. Estas frecuencias se denominan chubascos de 10 años, chubascos de 25 años, etc. Un chubasco de 10 años es una tormenta que, basándose en los registros anteriores, es de esperar que caiga cada 10 años; un chubasco

de 50 años, caerá probablemente cada 50 años; y así sucesivamente. La cantidad del escurrimiento para un diseño que abarque 50 años es más elevada que para un diseño de 25 años y, a su vez, un diseño para 25 años es más grande que otro para sólo 10 años. Para los cauces o canales revestidos con pastos se emplea la frecuencia de 10 años.

Se recomienda que, para proyectar canales colectores revestidos con pastos y pequeñas derivaciones en las que se dispongan salidas de descarga o desagües revestidos con vegetación, se emplee una frecuencia de 10 años.

- Cálculo del escurrimiento:

La cantidad del escurrimiento se mide en metros cúbicos por segundo ($m^3/Seg.$). Esta expresión se empleará al determinar la capacidad de los conductos para el agua y estructuras.

El método que aquí se describe constituye una forma sencilla para obtener una estimación razonable y aproximada del escurrimiento superficial. Para calcular el escurrimiento se emplean muchos otros métodos; pero este es el que han estado usando con éxito algunos técnicos del Servicio de conservación de suelos de los Estados del Corn Belt, faja maicera, de los Estados Unidos, y actualmente es el que está en uso en distintas partes de dicho país. Al utilizarlo en otros lugares, puede haber necesidades de tener en cuenta algunas variaciones locales, e incluso este sencillo procedimiento requiere que el que lo emplee tenga experiencia de juicio.

Para llegar a una cifra satisfactoria respecto a los metros cúbicos de agua por segundo que escurrirán por un punto dado, se ha preparado el Anexo VIII, que da a conocer las características de las cuencas en relación con la producción del escurrimiento. Este Anexo VII reúne y describe las características de las cuencas que producen un escurrimiento normal de una área de drenaje, tales como las pendientes moderadas dentro de límites del 5 al 10 %, infiltración normal del suelo, cubierta vegetal buena y almacenamiento superficial normal del agua.

A estos factores se les asignan valores (véanse los números puestos entre paréntesis que aparecen en el Anexo VIII). La suma de los valores es la llamada suma de características de la cuenca, y se indica mediante el símbolo.

El mapa de los Estados Unidos (Anexo XI) muestra la distribución de factores de precipitación pluvial correspondiente a distintas partes de dicho país. Las curvas se basan en el factor 1 de la precipitación. Si se le emplea conjuntamente con el Anexo VIII, se puede calcular la cantidad probable del escurrimiento en una zona determinada.

Uso de las tablas de escurrimiento

Para calcular el escurrimiento necesario para el diseño de una estructura de materiales permanentes, o para un cauce del agua cubierto de pasto, se necesitan gráficas de escurrimiento (Anexo IX).

Diseño del cauce

El canal de desagüe debe estar diseñado de modo que tenga dimensiones suficientes para que conduzca toda el agua de lluvia, sin que se dañe el cauce ni su revestimiento. Por lo tanto, el problema consiste, en gran parte, en mantener baja la velocidad de la corriente. Los factores que, de manera importante, determinan las dimensiones de los canales colectores de desagüe son: a) el tamaño del área cuyas aguas se recogen en el canal; b) la topografía del terreno, es decir, si es de pendiente empinada, montañoso, ondulado o relativamente plano; c) de naturaleza del suelo, en cuanto a su capacidad de absorción del agua, y d) la vegetación que habrá de crecer en el terreno. Estas condiciones, así como otras más, que se relacionan con la magnitud del canal colector que habrá de necesitarse, son extremadamente variables en distintas partes de un país. Sin embargo, en los Estados Unidos hay disponibles tablas y mapas que tienen en cuenta los registros meteorológicos y las condiciones del terreno, por lo que existe una posibilidad de calcular con exactitud la capacidad de un canal o cauce colector de desagüe.

Determinación de la velocidad del agua

El objeto de diseñar el canal es determinar las dimensiones de éste, de suerte que el escurrimiento que se estime, descargue en el cauce sin dañar su encostradura. El revestimiento que aquí se considera está constituido por vegetación, que puede variar en cuanto a tipo de densidad. La velocidad a la que el agua puede correr sin causar daños la han definido, por lo que respecta a cada una de las condiciones, las pruebas y la experiencia. Los límites de las velocidades permisibles estarán determinadas para cada zona en particular, pero las reglas generales que se sugieren a continuación para determinar las velocidades, están dadas en el Manual N° 135, del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos:

1. Una velocidad de noventa centímetros por segundo será conveniente para un tipo de césped malo, en los lugares en que, debido al clima o al suelo, sólo es de esperar una cubierta rala.

2. en condiciones normales, y en los lugares en que el cauce del canal colector vaya a fijarse por medio de siembra, la velocidad deberá ser de 1.22 metros por segundo.

3. Una velocidad de 1.52 metros por segundo solamente debe usarse en los lugares en que se pueda lograr rápidamente un césped vigoroso, o en los que se pueda desviar el agua fuera del canal colector mientras se fije el césped sembrado.

4. Las velocidades podrán ser de 1,83 metros por segundo solamente cuando en el canal ya hay establecido un césped vigoroso, denso y permanente o donde se puede desviar el agua fuera del canal colector, mientras se establece sólidamente el césped de este tipo.

5. Las velocidades podrán ser de 2,13 m/seg. solamente sobre césped de excelente calidad, y sólo en circunstancias especiales en que no pueda tenerse en el cauce una velocidad más baja. Esta condición

hará necesario un mantenimiento o conservación especial. En condiciones medias, la máxima velocidad de diseño deberá ser de 1.22 metros por segundo.

Cálculo de las dimensiones

Al hacer los cálculos, se necesitan los datos siguientes:

a) El área de la cuenca. No se debe olvidar que deberá incluirse en esa área la de cualquier terreno colindante, si las aguas de éste tienen que escurrir y caer al canal o cauce colector de desagüe.

b) Las características del suelo: cultivos y topografía, utilizando una tabla de frecuencia de 10 años (Anexo IX).

c) La inclinación (pendiente) de la cuenca, expresada en tanto por ciento. Es decir, el desnivel vertical por cada 100 metros de longitud.

d) La estimación de valor de la velocidad permisible, como antes se ha mencionado.

e) La tabla de las dimensiones de los cauces (Anexo X), que se ha preparado a base de datos hidráulicos fundamentales para eliminar pasos que consumen mucho tiempo en los cálculos. Esta tabla se puede emplear para el trazado de secciones transversales, o trapeciales parabólicas, en forma de platillo.

Tabla 8. Características de las cuencas y áreas de drenaje que producen el escurrimiento.

DEFINICIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA	CARACTERÍSTICAS PRODUCTORAS DEL ESCURRIMIENTO		
	100 EXTREMO	75 ALTO	50 NORMAL
RELIEVE	(40) Terreno empinado y abrupto, con pendientes medias generalmente superiores al 30%.	(30) Monteñoso, con un promedio de pendiente del 10 al 30%.	(20) Ondulante, con un promedio de pendiente del 10 al 30%.
INFILTRACION DEL SUELO	(20) Cubierta del suelo sin eficacia, ya sea rocosa o con una delgada cubierta de suelo vegetal de capacidad de infiltración despreciable.	(15) Lento en absorber el agua; suelo arcilloso o de algún otro tipo con capacidad lenta de infiltración, tal como un gumbo pesado.	(10) Normal: migajón profundo con infiltración aproximadamente igual a la del típico suelo de la prodera.
CUBIERTA VEGETAL	(20) Cubierta vegetal sin eficacia; suelo desnudo o con cubierta muy rala.	(15) De mala a regular: cultivos de escarda o cubierta natural pobre; menos del 10% de la superficie de drenaje con una buena cubierta.	(10) De regular a buena: el 50% aproximadamente de la superficie de drenaje cubierta con buenos pastos o árboles o con una cubierta equivalente; no más del 50% de la extensión con cultivos de escarda.
ALMACENAMIENTO EN LA SUPERFICIE	(20) Despreciable; depósitos superficiales escasos y poco profundos; arroyos y cauces de drenaje empinados y pequeños; sin lagunetas ni marismas.	(15) Poco; sistema bien definido de pequeños arroyos y cauces de drenaje; no hay lagunetas ni marismas.	(10) Normal; considerable almacenamiento en las depresiones o los hundimientos superficiales; sistema de drenaje similar al de las tierras típicas de prodera; lagos, lagunetas y marismas en menos del 2% de la extensión de la superficie de drenaje.
			(5) Terreno relativamente plano, con un promedio de pendiente del 0 al 5%.
			(5) Alto; suelo arenoso profundo, o algún otro tipo de suelo que absorbe el agua rápida y fácilmente.
			(5) De buena a excelente; el 90% aproximadamente de la superficie de drenaje cubierta con buena hierba, arbolado, o alguna cubierta equivalente.
			(5) Alto; alto almacenamiento en los hundimientos o depresiones superficiales; sistema de drenaje no bien definido; gran almacenamiento por inundación de tierras planas o un gran número de lagos, lagunetas, ciénagas o marismas.

Del Manual núm. 135 del Depto de Agr. de los Estados Unidos.

ANEXO IX

Tabla 9. Cuadro de escurrimiento para proyectos de canales colectores empastados o revestidos con pasto, basada en una frecuencia de 10 años y factor 1.0 de precipitación pluvial.

Superficie de drenaje en hectáreas	Características de la cuenca										
	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	85
	P_{10} = metros cúbicos por segundo										
1.6	0.141	0.198	0.226	0.255	0.283	0.311	0.368	0.424	0.481	0.566	0.679
2.4	0.170	0.226	0.283	0.311	0.368	0.453	0.509	0.594	0.661	0.792	0.952
3.2	0.198	0.255	0.340	0.368	0.481	0.566	0.679	0.792	0.906	1.047	1.245
4.0	0.226	0.283	0.396	0.453	0.594	0.707	0.849	0.990	1.132	1.302	1.500
4.8	0.255	0.311	0.453	0.538	0.679	0.821	0.990	1.160	1.358	1.528	1.755
5.6	0.283	0.368	0.509	0.623	0.792	0.934	1.132	1.330	1.556	1.755	2.009
6.4	0.311	0.424	0.566	0.707	0.877	1.075	1.273	1.500	1.755	1.981	2.264
7.2	0.339	0.481	0.623	0.792	0.962	1.189	1.415	1.670	1.953	2.207	2.519
8.0	0.396	0.538	0.679	0.877	1.076	1.362	1.556	1.889	2.151	2.484	2.773
10.0	0.453	0.623	0.792	1.019	1.302	1.556	1.868	2.207	2.547	2.915	3.339
12.0	0.509	0.707	0.906	1.189	1.500	1.811	2.179	2.575	2.971	3.396	3.934
14.0	0.566	0.792	1.019	1.330	1.698	2.066	2.462	2.993	3.396	3.877	4.500
16.0	0.623	0.906	1.160	1.500	1.924	2.321	2.773	3.311	3.820	4.358	5.066
18.0	0.679	1.019	1.302	1.670	2.151	2.575	3.035	3.679	4.245	4.839	5.660
20.0	0.736	1.132	1.443	1.839	2.249	2.830	3.368	4.019	4.669	5.264	6.226
24.0	0.849	1.273	1.670	2.151	2.745	3.311	3.934	4.669	5.462	6.254	7.328
28.0	0.962	1.415	1.868	2.462	3.113	3.764	4.500	5.320	6.254	7.160	8.433
32.0	1.075	1.556	2.094	2.745	3.481	4.217	5.066	5.871	7.018	8.065	9.848
36.0	1.189	1.698	2.292	3.028	3.849	4.698	5.632	6.622	7.754	8.971	10.677
40.0	1.302	1.839	2.490	3.311	4.245	5.151	6.169	7.245	8.490	9.848	11.829
48.0	1.500	2.122	2.887	3.820	4.952	6.028	7.245	8.490	9.933	11.603	13.782
56.0	1.698	2.405	3.283	4.358	5.660	6.905	8.292	9.735	11.348	13.329	15.735
64.0	1.896	2.688	3.651	4.868	6.339	7.782	9.311	10.980	12.763	14.971	17.687
72.0	2.066	2.971	4.019	5.377	7.018	8.631	10.301	12.226	14.160	16.555	19.640
80.0	2.236	3.254	4.386	5.858	7.669	9.452	11.263	13.471	15.565	18.112	21.621
88.0	2.405	3.509	4.754	6.339	8.320	10.273	12.226	14.603	16.923	19.612	23.546
96.0	2.575	3.736	5.094	6.820	8.921	11.094	13.131	15.735	18.253	21.112	25.442
104.0	2.745	3.990	5.434	7.273	9.622	11.914	14.037	16.836	19.555	22.612	27.231
112.0	2.887	4.217	5.773	7.726	10.245	12.735	14.942	17.942	20.820	24.112	29.092
120.0	3.056	4.471	6.113	8.179	10.867	13.584	15.848	19.018	22.102	25.611	30.847
128.0	3.226	4.726	6.452	8.631	11.518	14.291	16.725	20.065	23.319	27.055	32.545
136.0	3.368	4.952	6.792	9.084	12.141	14.999	17.631	21.112	24.536	28.781	34.243
144.0	3.509	5.207	7.160	9.537	12.763	15.706	18.508	22.159	25.725	29.941	35.941
152.0	3.650	5.434	7.499	10.046	13.386	16.414	19.354	23.206	26.942	31.385	37.639
160.0	3.820	5.660	7.839	10.499	13.980	17.121	20.178	24.225	28.130	32.828	39.337
168.0	3.990	5.888	8.150	10.924	14.574	17.801	20.970	25.215	29.290	34.215	
176.0	4.132	6.113	8.462	11.348	15.140	18.480	21.763	26.206	30.451	35.573	
184.0	4.273	6.339	8.773	11.773	15.678	19.159	22.555	27.195	31.611	36.873	
192.0	4.415	6.566	9.084	12.226	16.188	19.810	23.347	28.187	32.771	38.148	
200.0	4.556	6.764	9.396	12.650	16.697	20.461	24.140	29.149	33.932	39.394	
208.0	4.698	6.962	9.679	13.075	17.178	21.112	24.649	30.111	35.036	40.610	
216.0	4.839	7.160	9.962	13.471	17.659	21.763	25.725	31.073	36.139	41.827	
224.0	4.981	7.358	10.245	13.867	18.140	22.385	26.517	32.007	37.243	43.044	
232.0	5.122	7.556	10.528	14.263	18.621	23.008	27.309	32.941	38.205	44.233	
240.0	5.235	7.754	10.811	14.659	19.102	23.630	28.102	33.845	39.280	45.421	

Del Manual núm. 135, del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos

Tabla 11. Gráfica de dimensiones para cauces colectores revestidos de pasto.

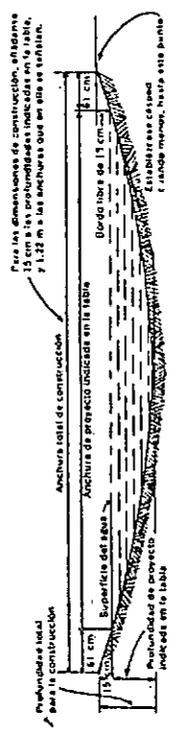
25' SW	Pendiente	0.5%	1%	1.5%	2%	3%	4%	5%	6%	8%	10%	12%	15%
Velocidad	81	122	132	142	152	162	172	182	192	202	212	222	232
Profundidad	30.5	34.8	37.3	40.1	43.2	46.5	50.0	53.7	57.6	61.7	66.0	70.5	75.2
Altura por seg	0.283												
0.273	3.32												
0.364	4.37												
0.708	5.19												
0.849	7.01												
0.991	8.21												
1.131	9.14												
1.274	10.09												
1.416	11.26												
1.659	13.22												
1.902	15.05												
2.265	18.29												
2.548	20.42												
2.832	22.86												
3.108	25.43												
3.464	28.00												
4.510	36.38												
5.663	45.71												
6.229	50.29												
6.796	54.80												
7.362	59.27												
7.928	63.71												
8.495	68.11												
9.061	72.48												
9.627	76.83												
10.194	81.15												
11.376	85.46												
11.893	89.76												
12.439	94.05												
13.025	98.33												
13.592	102.61												
14.158	106.89												

EXPLICACION

La primera columna de la izquierda es el valor del esturcimiento en metros cúbicos por segundo. La primera línea horizontal de la tabla indica el tanto por ciento de la pendiente del cauce de agua. La segunda línea brinda una elección entre tres distintos valores de la velocidad para el proyectar: de 61, 91 y 122 centímetros por segundo. La tercera línea indica la profundidad en centímetros en el centro del cauce y se lee debajo de la velocidad descendida. Las cifras del cuerpo de la tabla son la anchura superior del canal indicada en metros.

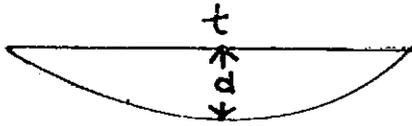
NOTA

Para pendientes menores del 5%, utilírese el tamaño que se indica para la pendiente del 0.5%, o enjuégase la tabla para proyectar de derivaciones. Hay que solicitar los proyectos especiales a un ingeniero. Para las dimensiones de construcción, añádase 15 centímetros a las profundidades indicadas en la tabla, y 1.22 metros, a las anchuras que en ella se señalan.

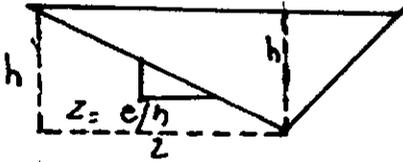


Del Manual núm. 135, del Depto. de Agr. de los Estados Unidos

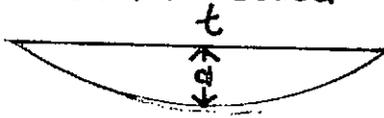
Sección transversal Parabólica Anexo XV-1



Sección transversal triangular Anexo XV-2

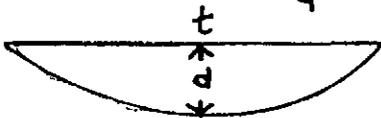


Sección transversal Parabólica Anexo XVII-1



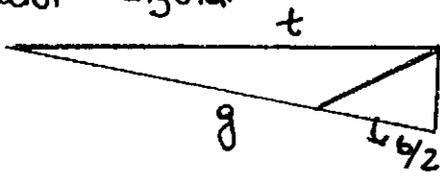
$t = 5,00 \text{ m}$
 $d = 0,40 \text{ m}$

Sección transversal Parabólica Anexo XVII-2



$t = 2,00 \text{ m}$
 $d = 0,40 \text{ m}$

Area sección Triangular Anexo XVIII-3



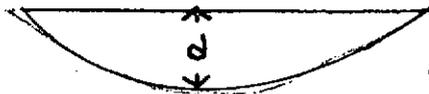
$b = 3,00 \text{ m}$
 $c = 0,30 \text{ m}$
 $f = 35,00 \text{ m}$
 $g = 31,60 \text{ m}$

Area de Sección Parabólica Anexo XVIII-1



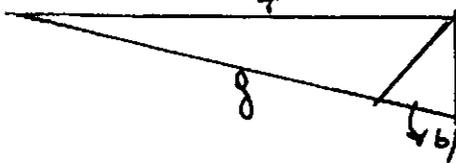
$t = 5,00 \text{ m}$
 $d = 0,40 \text{ m}$

Area de Sección Parabólica Anexo XVIII-2



$t = 1,50 \text{ m}$
 $d = 0,30 \text{ m}$

Area de Sección triangular Anexo XVIII-3



$b = 2,00 \text{ m} \dots$
 $c = 0,30 \text{ m} \dots$
 $f = 33,00 \text{ m} \dots$
 $g = 31,50 \dots$

6.6. Cálculo de caudales y diseño del cauce

Campo Vallecito:

Se consideran 4 situaciones específicas que representan las condiciones extremas existentes.

- A) Ingreso de agua al campo por el sector Oeste y la superficie involucrada entre el camino Los Varela, Catamarca y la primera terraza.
- B) Superficie comprendida entre la primera y segunda terraza.
- C) Superficie comprendida entre la segunda y tercera terraza.
- D) Superficie comprendida entre la tercera y cuarta terraza.

A) Ingreso de agua al campo en el sector Oeste y la superficie involucrada entre el camino Los Varela, Catamarca y las primer terraza

Para hacer los cálculos se requieren los siguientes datos:

a.- Area de la Cuenca: 4 hectáreas.

b.- Uso de tablas de escurrimientoy gráfica de dimensiones de cauce. (Anexo VIII)

- b.1. Relieve con un promedio de pendiente 2 % - 10 puntos
- b.2. Infiltración del suelo - 5 puntos
- b.3. Cubierta vegetal - 10 puntos
- b.4. Almacenamiento en la superficie - 10 puntos
- b.5. Sumatoria de las características de la cuenca 35 puntos.

Con el valor b.5. de la sumatoria y la superficie de la cuenca, 4 hectáreas, se ingresa en la tabla del Anexo IX, obteniéndose el valor de 0,283 m³/Seg. (b.6) que es la cantidad de escurrimiento que cabe esperar que tendría que manejarse en una zona cuyo factor de precipitación pluvial sea de 1.0.

El valor obtenido se recalcula con el factor 0,5 de precipitación pluvial, y se obtiene 0.141 m³/Seg. (b.7), que es la cantidad de escurrimiento que habrá de servir para proyectar el cauce colector empastado.

El factor 0,5 de precipitación pluvial equivale a Nueva Méjico y Arizona, similar a Catamarca.

c.- Cálculo de caudal de agua que ingresa a la propiedad por el badén del límite Oeste.

Se considera una sección transversal parabólica (Anexo XVII-1), donde :

$$t = 5 \text{ mts y } d = 0,4 \text{ mts.}$$

$$\text{Aplicando la fórmula: } A = \frac{2}{3} t \cdot d$$

$$\text{y reemplazando quedaría } A = 2 \cdot 5 \cdot 0,4 / 3 = 1,33 \text{ m}^2$$

El caudal (Q) = A . V y reemplazando obtenemos:

$$(Q) = 1,33 \text{ m}^2 \cdot 1 \text{ mt/ Seg.} = 1,33 \text{ m}^3/\text{Seg.}$$

d.- Caudal total que debe circular por el desagüe, según cálculo

Es la sumatoria del escurrimiento de la cuenca de 4 hectáreas, más el caudal ingresado a la propiedad.

El primer valor es de 0,141 m³/Seg. y el segundo valor es de 1,33 m³/Seg., totalizando 1,47 m³/Seg.

Con este valor se recurre a la tabla de dimensiones de canales colectores empastados (Anexo X), con entradas m³/segundo y la pendiente del canal 0,3 ‰.

Se obtiene un ancho de canal de 11,28 metros para una velocidad de 0,61 m/seg. y 0,305 metros de profundidad.

e.- Capacidad de conducción del diseño construido.

Remitirse a perfil de terraza, caso B).

Area de sección transversal parabólica (Anexo XVII-2).

$t = 2$ y $d = 0,40$

Aplicando la fórmula: $A = 2/3 t \cdot d$; reemplazando tendríamos

$$A = 2/3 \cdot 2 \cdot 0,40 = 0,53 \text{ m}^2.$$

A esto añadir, área de sección triangular (Anexo XVII-3).

Triángulo menor = $1,50 \cdot 0,70/2 = 0,52 \text{ m}^2$.

Triángulo mayor = $35 \cdot 0,52/2 = 9,1 \text{ m}^2$

Sumatoria de áreas = $0,52 \text{ m}^2 + 9,1 \text{ m}^2 = 9,63 \text{ m}^2$.

Caudal (Q) = $A \cdot V$; reemplazando tenemos que:

$$Q = 9,63 \text{ m}^2 \cdot 0,61 \text{ mt/Seg} = 5,87 \text{ m}^3/\text{Seg}.$$

La terraza dimensionada construida, podría llevar hasta $5,87 \text{ m}^3/\text{Seg}.$, pero según el cálculo de escorrentía e ingreso de agua extraña al campo, el transporte sería de tan sólo $1,53 \text{ m}^3/\text{Seg}.$

Esto quiere decir que teórica y técnicamente la terraza está construida adecuadamente.

B) Superficie comprendida entre primera y segunda terraza

a- Área de la cuenca - 6 hectáreas.

b- Uso de tablas.

b.1. 10 puntos.

b.2. 5 puntos.

b.3. 10 puntos.

b.4. 10 puntos.

b.5. 35 puntos.

b.6. $0,396 \text{ m}^3/\text{Seg}.$

b.7. $0,198 \text{ m}^3/\text{Seg}.$

c- Caudal total que debe circular por el desagüe.

Al aporte de la cuenca de 6 hectáreas consideradas $Q = 0,198$ m³/Seg. más el remanente de una rotura supuesta de la anterior terraza, $Q = 1.33$ m³/Seg., nos da un caudal total de 1,528 m³/Seg.

d- Capacidad de conducción del diseño construido.

$$Q = 5,87 \text{ m}^3/\text{Seg.}$$

El margen de seguridad es amplio en relación al caudal (Q) = 1,528 m³/Seg. que ingresaría.

C) Superficie comprendida entre la segunda y tercera terraza

a- Area de la cuenca, 7,5 has.

b- Uso de las tablas de escurrimiento y gráfico de dimensionamiento de cauce.

b.1. Relieve con un promedio de pendiente de 2% - 10 puntos.

b.2. Infiltración del suelo - 5 puntos.

b.3. Cubiertas vegetal - 10 puntos.

b.4. Almacenamiento en la superficie - 10 puntos

b.5. Suma de las características de la cuenca - 35 puntos.

Con este valor de la sumatoria de la cuenca, 35 puntos y la superficie de la cuenca, 7,5 hectáreas, se ingresa la tabla del Anexo IX y se obtiene un valor de 0,538 m³/Seg. (b.6.), que es la cantidad de escurrimiento de precipitación pluvial de 1,0 alta intensidad.

El valor obtenido 0,538 m³/Seg. se recalcula por el factor de precipitación Catamarca, 0,5 y se obtiene 0,269 m³/Seg. (b.7.), que es la cantidad de escurrimiento que habrá de servir para proyectar el cauce colector empastado.

c. Cálculo del caudal que ingresa a la propiedad por la zanja del límite Norte.

Sección transversal parabólica (Anexo XVIII-1).

$t = 5 \text{ mts} - d = 0,40 \text{ mts}$. El área $A = \frac{2}{3} t \cdot d$; reemplazando
 $A = 2 \cdot 5 \cdot 0,40/3 = 1,33 \text{ m}^3$.

d- Caudal que debe circular por el desagüe, según cálculo.

Es la sumatoria del caudal de escurrimiento de la cuenca de 7,5 has, 0,269 m³/Seg., más el caudal que ingresa por el límite Norte, 1,33 m³/Seg., más el caudal que ingresa por supuesta rotura de la terraza N° 1, 1,33 m³/Seg., más el caudal de escurrimiento de 3 has (entre las terrazas 1 y 2), nos da 0,093 m³/Seg., totalizando 2,82 m³/Seg.

e- Caudal a transportar con el diseño construido

El caudal que puede llevar esta terraza es de 5,87 m³/Seg. y el aporte máximo esperado es de 2,82 m³/Seg.

Esta es también una terraza dimensionada.

D) Superficie comprendida entre la tercera y cuarta terraza

a- Área de la cuenca, 10 hectáreas.

b- Uso de tablas.

b.1. 10 puntos.

b.2. 5 puntos.

b.3. 10 puntos.

b.4. 10 puntos.

b.5. 35 puntos.

b.6. 0,623 m³/Seg.

b.7. 0,311 m³/Seg.

c- Caudal a transportar calculado por el diseño realizado.

Remitirse a perfil de terrazas, caso A)

Área de sección transversal parabólica (Anexo XVIII-2).

Donde, $t = 1,50 \text{ mt}$ y $d = 0,30 \text{ mt}$.

$A = \frac{2}{3} t \cdot d$; reemplazando $A = \frac{2}{3}$ de $1,50 \cdot 0,30 = 0,30 \text{ m}^2$.

A esto añadir área de sección triangular (Anexo XVIII-3).

Triángulo menor $A = 1 \cdot 0,30/2 = 0,15 \text{ m}^2$.

Triángulo mayor $33 \times 0,15 / 2 = 2,475 \text{ m}^2$.

Sumatoria de áreas $0,15 \text{ m}^2 + 2,475 \text{ m}^2 = 2,625 \text{ m}^2$.

El Caudal (Q) = A . V, reemplazando
 $Q = 2,625 \text{ m}^2 \cdot 0,61 \text{ m/Seg.} = 1,60 \text{ m}^3/\text{Seg.}$

La terraza normal no dimensionada, podría llevar hasta 1,60 m³/Seg, pero según el cálculo de escorrentía de la cuenca sólo produciría un excedente de 0,311 m³/Seg. muy inferior a lo calculado.

Observaciones prácticas de carácter general

La velocidad de entrada de agua a la propiedad se toma de 1 m³/Seg. como límite exagerado, por cuanto existe una pared de tierra que embalsa y frena el agua, comenzando a partir de allí a desarrollar su velocidad que es de 0,61 m³/Seg. según los cálculos realizados.

Después de las lluvias hay que recorrer todas las terrazas para observar el nivel alcanzado por las aguas, que ante una imperfección en la construcción podría ser vulnerada, situación que lleva a reforzar inmediatamente la falla observada.

El peligro de rotura es el primer año y con las primeras lluvias, hasta que se asienta el sistema.

El escurrimiento del campo es muy limitado, porque el control de erosión es una sumatoria de obstáculos desde lo estructural como las terrazas, hasta el cincelado, siembra directa, cobertura, que constituyen una traba formidable al libre movimiento del agua, estimándose que cuando el campo funcione con todos los obstáculos, no podría superar la escorrentía en un 10 % de la máxima precipitación caída en las circunstancias de estos campos de la subcuenca del río Los Puestos

La construcción de terrazas dimensionadas en las cabeceras altas de los dos lotes, con doble reaseguro en el campo Tres Quebradas, hace imposible la entrada de agua al campo, y si eventualmente se produjera una fisura, con un artilugio de trinchera o contrabordo arriba de la rotura, se corrige la situación, al considerar que las terrazas tienen pendientes positivas. (Ver Anexo XX)

Al referirse a terrazas dimensionadas, se hace referencia a los casos A y B de Vallecito, con caudales de conducción de hasta 5,87 m³/Seg.

Para el resto del campo, con terrazas normales de caudal 1,60 m³/Seg. y menor superficie de escorrentía de la cuenca, por su menor superficie, está asegurado su funcionamiento.

6.7. Movimientos de suelos

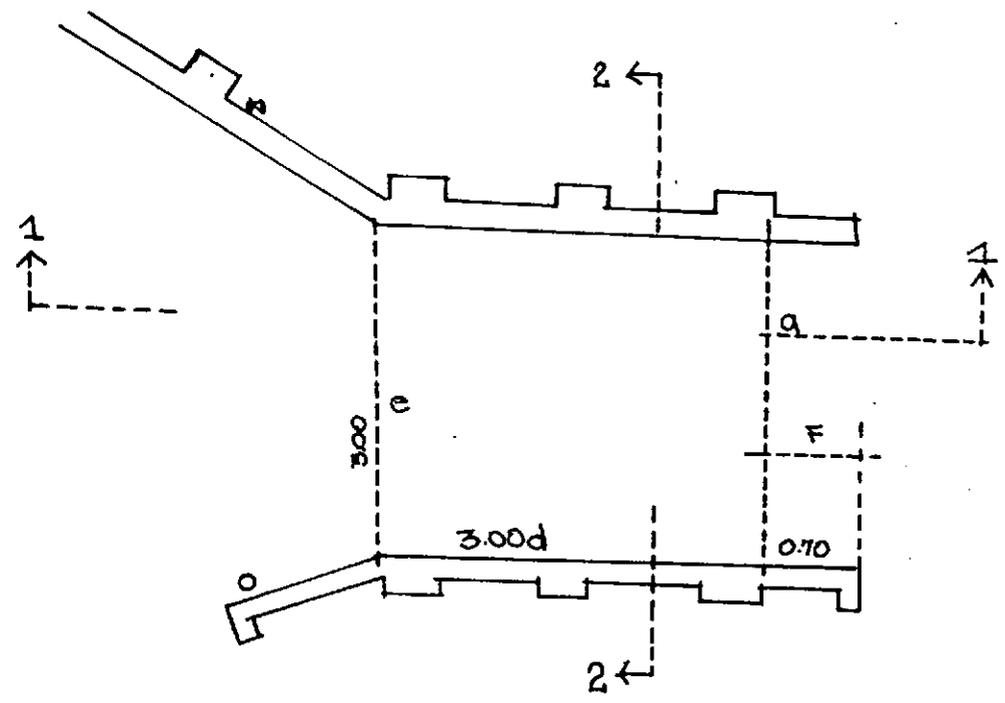
Terrazas dimensionadas	2,10 m ³ /m. lineal
Terrazas normales	1,00 m ³ /m. lineal
Unión alambrados-Terrazas 1, 2, 3	3,10 m ³ /m. lineal
Unión alambrados Terrazas otras	2,10 m ³ /m. lineal
Refuerzo unión terrazas dimensionadas -	2,70 m ³ /m. lineal
Refuerzo de terrazas normales	1,60 m ³ /m. lineal
Refuerzo de ingresos agua límite Oeste	7,20 m ³ /m. lineal

6.8. Cálculo de caudales y diseño de saltos

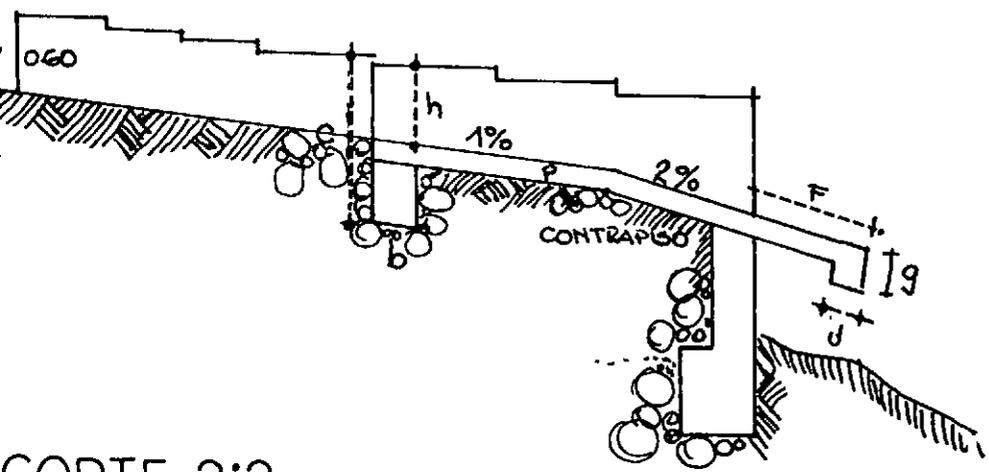
De los dos campos sistematizados, el de Vallecito es el que presenta la necesidad de construir saltos, porque está atravesado por una red de zanjas y donde las terrazas caen sobre nivel en éstas.

En la zona Sur, límite del campo sistematizado son necesarios siete saltos, en la próxima zanja, más al Norte, uno; en la que sigue uno y en la última zanja otro más, en total, diez saltos.

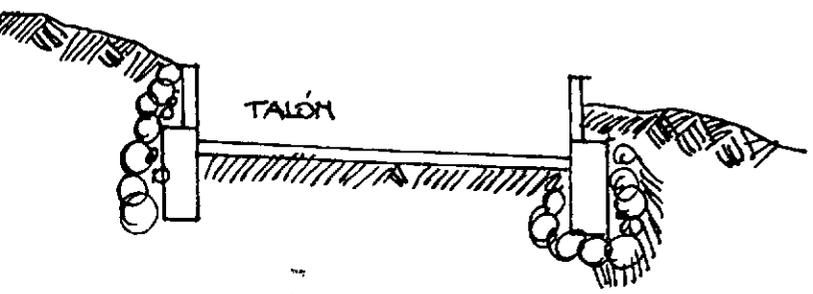
VISTA SUPERIOR ANEXO XIX - SALTOS



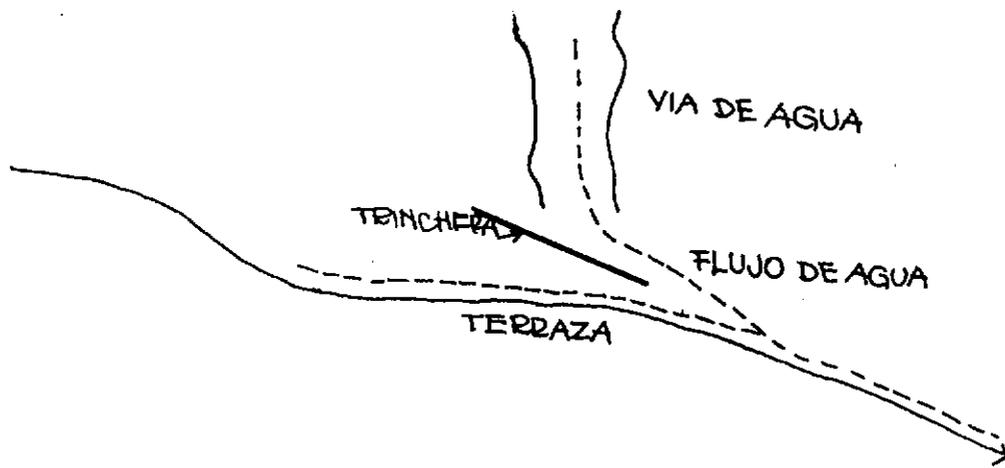
CORTE 1:1



CORTE 2:2



TRINCHERA ANEXO X X



Estos diez saltos se construirán con dos dimensiones. Los tres primeros de las terrazas dimensionadas más grandes que los otros siete de terrazas normales.

No es aconsejable como ya se explicó anteriormente, construirlo el primer año, en esta zona y para dar tiempo a que el campo se equilibre y estabilice, permitiendo en forma natural la insinuación del lugar preciso de construcción, metros antes de la zanja, para impedir que las aguas de estos cauces pudieran colisionar con estas obras eliminándolas y como forma de evitar más obras dentro de los cauces.

6.8.1. Característica de los saltos a construir. (Ver Anexo XIX)

6.8.2. Caudales

CUADRO 1

Capacidad de conducción

máxima calculada	Máxima escorrentía	
5,87	1,53	- Terraza dimensionada N° 1
1,60	0,311	- Terraza normal N° 4
5,87	1,528	- Terraza dimensionada N° 2
5,87	3,064	- Terraza dimensionada N° 3

CUADRO 2

Máximo Caudal Calculado	Máxima Escorrentía	Rebalse Escorrentía	Escorrentía Rotura	Escorrentía entre 1 y 2	
5,87	1,47	0,141	1,33	--	Terraza dimens.
5,87	1,528	0,198	1,33	--	Terraza dimens.
5,87	3,064	0,311	1,33	0,093	Terraza dimens.
1,60	0,311	0,311	--	--	Terraza normal

6.8.3. Dimensiones

cota	elemento	A	B	C
a	ancho de fondo a la salida	3,00	1,50	6,00
b	ancho del cimientto	0,30	0,30	0,30
c	suma de altura de la pared lateral del canal + profundidad de diente	1,10	1,10	1,15
d	longitud de la base del salto	1,50	1,00	3,00
e	ancho de fondo a la entrada	4,00	1,50	7,00
f	longitud del alero o voladizo	0,60	0,60	0,60
g	altura del listón o lagrimal	0,10	0,10	0,10
h	altura de la pared	0,60	0,60	0,65
i	profundidad del diente	0,50	0,50	0,50
j	ancho del listón o lagrimal	0,05	0,05	0,05
n	longitud de embocadura del lado del canal	4,00	1,50	4,00
o	longitud de embocadura del lado del bordo	1,00	1,00	1,00
p	espesor de la losa de piso	0,20	0,20	0,20

* Todas las medidas están expresadas en metros.

A- Son las medidas para las terrazas dimensionadas N° 1 y 2.

B- Son las medidas para la terraza normal N° 4.

C- Son las medidas de la terraza dimensionada N° 3.

6.8.4. Materiales de construcción

Puede construirse un salto con las siguientes variables de materiales:

Piso:

Hormigón simple.

Piedra de junta de mortero cementicia (arena y cemento).

Lozeta premoldeada 0,50 x 0,50 mts. ó 1,50 x 0,30 mts, transportable por dos personas.

Voladizo:

Loza de hormigón (hormigón simple más hierro del 10 x 1,50 mts.

Canalones con soportes de chapa, hierro del 10 x 1,00 mt. o de fibro cemento.

Cimiento:

De hormigón de cemento con piedra de río, de 0,30 x 0,70 de ancho.

Mampostería de elevación:

Muro de ladrillos de 0,15 mts. con pilares cada 1,80 mts. de 0,30 x 0,45 mts.

Muro de piedra, conjunto de mortero cementicio (sin cal) de 0,30 mts., 0,40 mts sin pilares.

Bloque de hormigón de 0,20 mts. Rellenado de huecos o sellado.

Revestimiento:

Revoque mortero cementicio.

Inspección y mantenimiento anual.

6.9. Observaciones a tener en cuenta en la construcción

El agua de la terraza ingresa al embudo del salto en forma mansa por la pendiente no erosiva del 3 ‰.

El embudo del salto se continúa con tierra en su extremo más alto, unos 10 metros (n) y en su otro extremo más bajo (o) penetra un metro sobre la columna de la terraza.

El punto central donde descansa el éxito del salto es en el diente o cimienta, que actúa como ancla impidiendo que el agua lo conmueva, lo afloje o lo vulnere.

Otro aspecto muy importante de gran incidencia en el costo es el vuelo, voladizo o alero (f), por donde pasa el agua que sale del salto y al caer forma un cráter en la parte baja de la zanja. Este alero suplanta la construcción completa del difusor de energía y que consta, según el tipo de vertedero que se construya de batiente, umbral, muros de base o tobogán.

Por un listón (g) en la parte inferior del alero, se impide que el agua cuando retroceda lo haga sobre la estructura del salto, aflojándolo y facilitando su deterioro e inutilidad.

Con este salto se evita que se produzca una cárcava y que retroceda continuamente, quedando allí completada la obra de sistematización estructural.

Otra razón muy importante para demorar, en este caso particular, la construcción de los saltos, ampliando el concepto vertido de esperar el equilibrio que se provocará por la sistematización, es que ajustado el funcionamiento del sistema, en especial en los puntos críticos, luego de las

primeras lluvias y escorrentías extrañas al campo por fuertes precipitaciones, no será necesario construir un salto tan grande y costoso como el diseñado para la terraza dimensionada N° 3.

Existe un sinnúmero de obras complementarias de conservación de suelos, como se aprecia en 2 Anexos especiales, XIII y XIV que se acompañan, Catálogos de Prácticas de Conservación de Suelos para las Provincias de Salta y Córdoba. No se hace necesario construir otro tipo de obra para los casos demostrativos de sistematización considerados, dado que no lo requieren ni existen las condiciones para que sea posible.

7. MEMORIA DESCRIPTIVA DE LAS OBRAS Y ACCIONES QUE FORMAN PARTE DEL PROYECTO

Los pasos dados para concretar este proyecto de sistematización de los campos Vallecito y Tres Quebradas de la subcuenca río Los Puestos, por la sedimentación que se acarrea al dique Las Pirquitas, fueron:

- Reconocimiento preliminar de la subcuenca.
- Información general de los trabajos realizados por la SECyTCa. en Convenio con el CFI.
- Reconocimiento preliminar de los campos involucrados en el proyecto.
- Análisis somero de los factores que inciden en la destrucción de los recursos y causantes de la sedimentación.
- Evaluación pormenorizada del complejo de desaciertos que inciden en los campos considerados y su influencia posterior.
- Entrevista a los propietarios, personal de campo, profesionales, personal de apoyo que participaría en el proyecto.
- Evaluación de la maquinaria a utilizar y la formación de personal para facilitar el trabajo de continuar la sistematización total de los campos habilitados en la subcuenca, como su posterior habilitación.
- Sistematización propiamente dicha.
- Determinación del criterio central de sistematización.
- Ubicación en el campo de la maquinaria a utilizar en la marcación.
- Marcación en el terreno de las curvas, con y a nivel, que formarán parte de la sistematización, con la maquinaria adecuada y el personal elegido.
- Levantamiento planialtimétrico del trabajo realizado.
- Trabajo de gabinete en la confección de los planos pertinentes.
- Construcción de las terrazas y bordos marcados en el campo Vallecito con motoniveladora y pala cargadora o frontal.
- Reforzamiento de puntos débiles y empalme en cruces de alambrados con pala cargadora.
- Presentación informe preliminar.
- Revisar y controlar las obras realizadas.
- Aleccionamiento al propietario y encargado del campo Tres Quebradas sobre el trabajo de construcción de obra, que se comprometieron a realizar.
- Elaboración informe definitivo.

- Normas de manejo de suelos que componen la red de obstáculos, como parte importante de los trabajos futuros, complementarios de la sistematización de suelos para toda la subcuenca del río Los Puestos.
- Los anexos que acompañan el informe final, reflejan el conocimiento para complementar obras futuras en la subcuenca.
- Formación de personal para las labores futuras, profesionales, encargados, operarios y controladores.

8. COMPUTO Y PRESUPUESTO DE LAS OBRAS Y ACCIONES

8.1. Terrazas

Se comenzará por adjuntar un Anexo XII de Costo de Construcción de Terrazas (Ing. Rafael Román) como marco de carácter general en la realización de obras de la sistematización de suelos.

Para el caso concreto y específico de los campos sistematizados, el tiempo que insumieron las labores desarrolladas fueron:

	Campo Vallecito		Campo Tres Quebradas	
	Horas - Sup. Has		Horas - Sup Has.	
Sistematización permanente - topográfico - tiempo operativo de trabajo con marcación simultánea	24	180	8	47
Levantamiento planialtimétrico de puntos	20	180	16	47
Trabajo motoniveladora	45	180		
Trabajo pala cargadora	24			

El consumo de la motoniveladora y pala cargadora es de 20 litros de gasoil por hora, con un 20 % más de lubricante en equivalente gas oil.

Total movimiento de tierra con motoniveladora	22.638 m3.
Total movimiento de tierra con pala frontal	1.452 m3.
Total movimiento de tierra	24.090 m3.

8.2 Cuadro de trabajos mecánicos con máquinas pesadas Campo Vallecito
Cuadro de kilómetros construidos con motoniveladora y movimiento de tierra con motoniveladora y pala cargadora.

Sector	Terrazas Nos.	Longitud (m)	mm3/m	Subtotal m3	PALA CARGADORA				TOTAL m3
					Cruce con zanja de ingreso Long (m)	Alambrados m3/m	Refuerzo Terrazas Long (m)	Subtotal m3/m	
A	Bordo de defensa	770	1	770	-	-	-	-	770
	1	650	2,10	1.365	50	12	30	1	1.767
	2	1.000	2,10	2.100	50	12	30	1	2.502
	3	1.130	2,10	2.373	30	12	30	1	2.631
	4	1.270	1	1.270	-	24	30	1,10	1.392,4
	5	1.280	1	1.280	-	24	30	1,10	1.339,4
	6	840	1	840	-	12	30	1,10	886,2
	7	900	1	900	-	12	30	1,10	946,2
	8	870	1	870	-	12	20	1,10	912,2
	9	670	1	670	-	12	20	1,10	705,2
	10	440	1	440	-	12	-	-	453,2
	11	500	1	500	-	12	-	-	513,2
	12	480	1	480	-	-	10	1,10	491
	13	610	1	610	-	-	10	1,10	621
	14	410	1	410	-	-	10	1,10	421
	15	410	1	410	-	-	10	1,10	421
16	350	1	350	-	-	10	1,10	361	
Subtotal	-	12.580	-	15.368	130	168	300	-	17.070
B	17	1.230	1	1.230	-	-	-	-	1.230
	18	110	1	110	-	-	8	1	118
	19	150	1	150	-	-	-	-	150
	20	80	1	80	-	-	-	-	80
	21	70	1	70	-	-	-	-	70
	22	160	1	160	-	-	8	1	168
	23	230	1	230	-	-	-	-	230
	24	220	1	220	-	-	-	-	220
	25	130	1	130	-	-	-	-	130
	26	330	1	330	-	-	-	-	330
	27	140	1	140	-	-	-	-	330
Subtotal	-	2.850	-	2.850	-	16	1	16	2.866

Sector	Terrazas Nos.	Longitud (m)	mm3/m	Subtotal m3	PALA CARGADORA				TOTAL m3		
					Cruce con zanja de ingreso Long.(m) m3/m	Subtotal	Alambrados Long.(m) m3/m	Refuerzo Terrazas Long.(m) m3/m		Subtotal	
C	28	90	1	90					90		
	29	80	1	80					80		
	30	60	1	60					60		
	31	80	1	80					80		
	32	50	1	50					50		
	33	260	1	260					260		
	34	80	1	80					80		
	35	160	1	160					160		
	36	290	1	290					290		
	37	450	1	450					450		
	38	190	1	190					190		
	39	210	1	210					210		
	40	210	1	210					210		
	41	320	1	320					320		
	42	280	1	280					280		
	43	340	1	340					340		
	44	270	1	270					270		
45	360	1	360					360			
46	280	1	280					280			
Subtotal	-	3.800	-	3.800					3.800		
D	47	350	1	350					350		
Subtotal	-	350	-	350					350		
TOTAL	-	19.580	-	22.638	130	936	156	168	316	348	24.090

Total kilómetros terrazas construidas		22.638 m.
Distribución de los kilómetros de terrazas	Sector A	15.638 m.
	Sector B	2.850 m.
	Sector C	3.800 m.
	Sector D	350 m.

8.3. Comparativo de gastos por contratación y de gastos directos en la construcción de ~~terrazas~~

Gastos por contratación

Alquiler de trazas y arados para marcación	\$ 30/hora
Alquiler de motocicleta niveladora	\$ 80/hora
Alquiler de palas frontal	\$ 80/hora

Grado de Gastos por Contratación Directa

Operación	Horas	\$/Hora	Total \$/H	Has.	\$/Has
Operación terrazas	24	30,00	720,00	180	4,00
Marcación terrazas	45	80,00	3.600,00	180	20,00
Const. terr. terrazas	24	80,00	1.920,00	180	10,66
Refuerzo terrazas					
Gasto total por hectárea				\$	34,66
Gasto total 180 hectáreas				\$	6.238,80

Gastos por Contratación Contratado

Un profesional cobra \$ 30 por hectárea más gastos para el trabajo de marcación con el sistema americano modificado. A esto añadir \$ 5 más por hectárea para controlar la ejecución de obra, más gastos.

El trabajo planialtimétrico posterior a \$ 15 por hectárea, más gastos.

En superficies importantes, el costo del trabajo se reduce en un 50 %.

La planialtimetría es necesaria en casos puntuales.

De manera práctica al propietario, para reducir costos, le interesa el trabajo concretado y no el plano.

8.4. Análisis de costos para la construcción de saltos

8.4.1. Memoria Descriptiva

1) Cimientos.

Materiales: ripiosa, cemento, piedra de río.

Dosificación: 1 parte de cemento,
4 partes de ripiosa.

Dimensiones: ancho 0,30 x 0,80 mts.

2) Mampostería de cimiento - (frente).

a) De ladrillos - espesor 0,30 mts.

b) De piedra - espesor 0,40 mts.

c) De bloque de hormigón - espesor 0,40 mts.

Asentamiento -juntas- con mortero cementicio.

Dosificación: 1 parte de cemento,
3 partes de arena.

3) Losa de hormigón armado.

Luz: 0,70 mts. (Voladizo).

Longitud 2,50 mts. - Espesor 0,15 mts.

Hierros 8 mm. de diámetro, cada 10 cms. por arriba.

Hierros repartición 4,2 mm de diámetro, cada 25 cms.

4) Piso de hormigón simple.

Espesor 0,10 mts. - Malla de hierro 6 mm. de diámetro, cada 30 cms.

5) Mampostería de elevación (defensa).

a) Muro de ladrillos de 0,15 mts - con pilares de 0,45mts. cada 1,50 mts.
juntas mortero cementicio.

b) Bloques de hormigón de 0,20 - con pilares ídem.

c) Piedra de río de 0,40 mts.

6) Protección de la obra con piedras de río.

7) Inspección y Mantenimiento anual.

8.4.2. Costos Unitarios

Mano de Obra

1) Movimiento de tierra	7	\$/m3.
2) Cimiento - Relleno	9	\$/m3.
3) Mampostería de ladrillo	19	\$/m3.
4) Mampostería de piedra	30	\$/m3.
5) Losa de hormigón	21	\$/m2.
6) Losa en voladizo (encofrado)	30	\$/m2.
7) Revoque	7	\$/m2.

Materiales

1) Ripiosa - Piedra	13	\$/m3.
2) Ladrillos comunes con mortero cemento - arena	67	\$/m3.
3) Losa - ripiosa - cemento	41	\$/m2.
4) Hierro	7	\$/m2.
5) Mortero de cemento (arena y cal) para revoque	4	\$/m2.

8.4.3. Cálculo del costo total

Piso:

$$2,00 \times 3,60 \text{ mts} = 7,20 \text{ m}^2. \times \$ 62.- = \$ 446,40$$

(Los \$ 62.- resultan de sumar los puntos 5 de Mano de Obra y 3 de Materiales).

Voladizos:

$$1,70 \times 3,00 \text{ mts.} = 5,10 \text{ m}^2. \times \$ 71.-- = \$ 362,10$$

(Los \$ 71.- resultan de sumar los puntos 6 de Mano de Obra y 3 de Materiales)

Cimientos:

$$17 \text{ mts. de longitud} \times 0,30 \text{ mts de ancho} \times 0,70 \text{ mts de profundidad} = 3,57 \text{ m}^3.$$

$$3,57 \text{ m}^3 \times \$ 29.- = \$ 103,53$$

(Los \$ 29 resultan de sumar los puntos 1 y 2 de Mano de Obra y 1 de Materiales).

Mampostería de elevación:

$$18,40 \text{ mas de longitud} \times 0,15 \text{ mas de ancho} \times 0,70 \text{ mas. de profundidad} = 1,932 \text{ m}^3.$$

$$1,932 \text{ m}^3 \times \$ 86.- = \$ 166,15.$$

(Los \$ 86 resultan de sumar los puntos 3. de Mano de Obra y 2 de Materiales).

Los pilares se calculan en 10% de mampostería, o sea, \$ 16,61.

La suma total de la mampostería es de \$ 182,76.

Revestimiento:

$$19 \text{ mts} \times 1,10 \text{ mts} (0,70 \text{ mts. de pared} + 0.40 \text{ mts. de coronamiento}) = 20,9 \text{ m}^2.$$

$$20,9 \text{ m}^2 \times \$ 11.- = \$ 229,90$$

(Los \$ 11.- resultan de sumar los puntos 7 de Mano de Obra y 5 de Materiales).

El revestimiento se considera opcional.

Terminación carpeta de piso.

$3,70 \times 3,00 \text{ mts} = 11,1 \text{ m}^2 \times \$ 11.- = \$ 122,10$

(Los \$ 11.- resultan de sumar los puntos 7 de Mano de Obra y 5 de Materiales).

La construcción total del salto, cuyas medidas se consignan en el Anexo XIX es de \$ 1.216,89.

8.5. Trabajos realizados en campo Tres Quebradas

Para la marcación se empleó la maquinaria del propietarios del campo, tractor y bordadora para marcar y tractor y arado para construir.

Las terrazas marcadas fueron:

Lote	Terraza N°	Longitud Metros	Hectáreas m3/m	Total m3
Norte	1	150	2,10	315
	2	230	1,00	230
	3	220	1,00	220
	4	230	1,00	230
	5	140	1,00	140
	6	210	1,00	210
	7	210	1,00	210
	8	210	1,00	210
	9	90	1,00	90
	10	140	1,00	140
Subtotal		1.830	12	1.995
Sur	11	70	1,00	70
	12	170	1,00	170
	13	200	1,00	200
	14	120	1,00	120
	15	110	1,00	110
	16	170	2,10	357
	17	40	1,00	40
	18	160	1,00	160
	19	240	1,00	240
	20	270	1,00	270
	21	230	1,00	230
	22	230	1,00	230
	23	460	1,00	460
	24	560	1,00	560
	25	490	1,00	490
	26	280	1,00	280
Subtotal		3.800	35,00	3.987
TOTAL		5.630	47	5.982

Total de kilómetros de terrazas	5.600 m.
Lote N - 12 Has.	1.995 m.
Lote S - 35 Has.	5.630 m.
Total de m ³ a mover con el tractor y arado	5.982 m ³ .

8.6. Gastos directos de construcción de terrazas con tractor y arado

La terraza que se construye es de tamaño normal, tipo A, descripta anteriormente.

Se emplea tractor de arado de 2 discos que posee la propiedad.

Se realizan 8 pasadas ida y vuelta para terrazas normales y 12 ida y vuelta para terrazas dimensionadas.

El tractor trabaja a 6 km/hora, o a una máxima velocidad de equilibrio con la herramienta. El arado debe tener discos nuevos o de poco uso de 26".

Estas condiciones son importantes por la capacidad de movimiento de suelos del arado (penetración), la velocidad porque vuela la tierra removida y las pasadas que compactan.

Es normal que siempre se comience el trabajo en el período seco, pero por la soltura de la tierra y la desestructuración de la misma en cada pasada, al quedar como talco, se hace necesario repasar cuando comienzan las lluvias.

Con los datos aportados se concluye que para levantar una terraza como la propuesta y con una maquinaria disponible, se realizan a 6 km/hora, 8 pasadas ida y vuelta, con un 30 % de pérdida de tiempo, (70 % de eficiencia) construyéndose 100 metros en 20,79'.

En cambio, para construir la terraza más dimensionada, en 12 pasadas se requiere 31,18' para los 100 metros.

Cuadro de gastos directos

	I	II	III	IV	V	VI	VII
A-	8	3,48	1,875	5,355	42,84	47	0,91
B-	18,4	3,48	1,875	5,355	98,53		
C	1,66	3,48	1,875	5,355	8,88		
D	20,66				107,41	47	2,28
E	28,06				150,25	47	3,19

A - Marcación con tractor y bordeador.

B - Construcción con tractor y arado, terrazas normales.

C - Construcción con tractor y arado, terrazas dimensionadas.

D - Subtotal de B + C.

E - Total de A + D.

I - Horas

II - Combustible y lubricantes en \$ / horas.

III - Jornales en \$ / horas.

IV - Gastos / hora (II + III).

V - Gasto Total (I x IV).

VI - Hectáreas.

VII - Gasto Total en \$ / hectárea.

Trabajo profesional contratado.

-Similar consideración a lo expresado para Vallecito

9. JUSTIFICACION ECONOMICA Y AMBIENTAL

Para el caso concreto de los campos sistematizados, el cambio total tecnológico con modificación estructural de manejo de suelos, significa contar, por lo pronto, con una captación total del agua de lluvia, reducción de pérdidas de la misma por cobertura, minimización de gastos por trabajos mecánicos al cambiar el sistema de manejo, aumentando las posibilidades de seguridad de cosecha.

Si se considerara un sólo cultivo extensivo, el poroto negro que no es ajeno al conocimiento de los pobladores de la zona, éste cuenta con un mercado actual de precio fluctuante pero comercializable en el orden de \$ 300,00 la tonelada.

Con este cultivo, la sistematización es rentable y se paga tan sólo en el primer año, cuando en realidad debiera ser amortizable en 10 años, porque se trata de un cambio estructural profundo.

El gasto (no costo) para producir una hectárea de poroto negro, el primer año de cultivo con mínima labranza y siembra directa, es de \$ 113,20 por hectárea y que obedece a la siguiente discriminación:

Operación	Gasto con maquinaria propia y precios de insumos en \$.	
Cinzel	12	
Pulverización (máquinaria)	4	Para herbicida de contacto.
Herbicida	15	Glifosato 1,5 lts/ha. opcional.
Siembra	6	
Carpida	6	
Cortadora	6	
Juntada a mano	20	
Acordonar	5	
Trilla	24	16 bolsas/ha. a \$ 1,50 la bolsa.

Bolsas	8	16 bolsas a \$ 0,50 cada una.
Juntar bolsas (tractor-acoplado)	4	
Juntar bolsas (mano de obra)	3,20	A \$ 0,20/bolsa, 2 movimientos carga y descarga.
Total	113,20	

Sistematizar una hectárea tendría un gasto de \$ 33,19/hectárea.

Con los valores expresados, que son objetivos y tomados de la realidad, (hay un ingreso de \$ 300,00 menos un egreso de \$ 146,39 quedaría un remanente o ganancia de \$ 153,61) se demuestra que económicamente la sistematización en el campo se justifica ampliamente.

El problema de la sistematización para campos como los trabajados, no es el costo la justificación económica, lo central en realidad, es un problema cultural, de educación, de formación profesional o laboral, en síntesis es el factor humano, la mente es lo que hay que modificar o cambiar.

La tecnología de manejo propuesta, la está aplicando el país total, y en mayor proporción la región pampeana.

En provincias como Salta, la sumatoria de estas tecnologías propuestas, supera el 25 % de la superficie total cultivada, estimada en 550.000 hectáreas.

La justificación ambiental que comprende a todos los recursos naturales y a todos los pobladores de la región, adquiere una importancia trascendente.

El hombre con su accionar, está actuando como detonante y catalizador de destrucción, que arranca simultáneamente con igual valoración cualitativa desde el alto de la montaña hasta el bajo, donde cultiva, provocando una alteración sustantiva del ambiente que lo envuelve,

siendo el arrastre de suelos, el daño más visible al estar colmatando la reserva de agua que él mismo construyó.

El carácter económico de las propiedades ha cambiado, para muchos, el ángulo de ataque, ya que ahora adquiere una atención más social que economicista, por cuanto están destruidos los recursos bases generadores de riquezas.

Todos los profesionales que han actuado con laboriosos trabajos y estudios en la subcuenca río Los Puestos, han comprobado y expresado su preocupación por tamaña destrucción y alteración ambiental, exponiendo los lineamientos a seguir para modificar esta inercia, por lo cual no caben más consideraciones que actuar enérgica y rápidamente en los diversos enfoques de solución que se han escrito.

La sistematización de campos como la que se ha realizado, y concluida en toda la subcuenca, ayudará indudablemente a normalizar el ambiente modificado tan profundamente por la acción del hombre, y en consecuencia, una preocupación central de impedir el acceso de sedimentos al dique Las Pirquitas se habrá logrado completamente con trabajos de este tipo.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Arzeno, José Luis (1993) "Boletín Técnico N° 3 INTA - Manejo de Suelos en la región subtropical de Jujuy y Salta.
- 2.- Bianchi, A. R.; Yáñez, C. E. (1992) Segunda Edición "Las precipitaciones en el Noroeste Argentino"
- 3.- Centro Regional de Ayuda Técnica - Agencia Internacional de Desarrollo (1966) "Manual de Conservación de Suelos".
- 4.- Foster, Albert B. (1967) "Métodos Aprobados de Conservación de Suelos".
- 5.- Gargicevich, Adrián - Massoni, Sandra (1987) "Manual de Agricultura Conservacionista" INTA.
- 6.- Governo Do Estado Do Parana (1994) "Secretaría de Estado Da Agricultura e Do Abastecimento - Programa de Desenvolvimento Rural Do Parana - Manual Técnico Do Sub Programa de Manejo e Conservação Do Solo - 2ª Edição".
- 7.- Grassi, Carlos J. (1966) "Riego y Drenaje".
- 8.- Israelsen, Orson - Hansen Vaughn (1965) "Principios y Aplicaciones del Riego".
- 9.- Luna, Julio E (1995) "Estudio Integral del Sistema Pirquita y Manejo de la Subcuenca del Río Los Puestos -Sistematización de Areas Críticas- Primer Informe de Avance-".
- 10.- Luna, Julio E. (1978) "Catálogo de Prácticas de Conservación de Suelos para la Provincia de Salta".
- 11.- Luna, Julio E. (1990) "Hojas Informativas de Conservación de Suelos - INTA, Metán - Salta".

- 12.- Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación - FAO (1949) "Conservación de Suelos - un Estudio Internacional-".
- 13.- Provincia de Córdoba (1979) "Catálogo de Prácticas de Conservación de Suelos".
- 14.- Román, Rafael S. (1993) "El deterioro de los Suelos en la provincia de Salta".
- 15.- Secretaría de Estado de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación (1995) "El Deterioro de las tierras en la República Argentina - Alerta Amarillo".
- 16.- Saravia Toledo, Carlos (1995) "Estudio Integral del Sistema Pirquitas y Manejo de la Subcuenca del Río Los Puestos -Recuperación y Conservación de Areas Críticas- Informe final y anexos - Convenio CFI Catamarca".-
- 17.- Suarez de Castro, F. "Conservación de Suelos". Ed. Salvat, Barcelona, 1970.