

INFORME FINAL
DEL
PROYECTO AEROFOTOGRAMETRICO
OEA/CHILE

PROCEEDINGS OF THE

ANNUAL MEETING

OF THE

PROYECTO AEROFOTOGRAMETRICO - CHILE
DE LA ORGANIZACION DE LOS ESTADOS AMERICANOS

AERO SERVICE CORPORATION
FAIRCHILD AERIAL SURVEYS
GEOTECHNICS AND RESOURCES
HUNTING SURVEY CORPORATION

LABORATORIO PROVISORIO:
CALLE LONDRES 67
TELEFONO 381480
SANTIAGO DE CHILE

Dr. José A. Mora, Secretario General
Organización de los Estados Americanos
Unión Panamericana
Washington 6, D. C.

Estimado Dr. Mora:

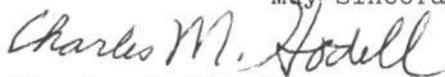
Nos place incluir con la presente el informe final de nuestro consorcio, sobre los trabajos y estudios realizados para ustedes según nuestros contratos de Abril 19 de 1963 y Agosto 13 de 1963.

Los resultados de esos estudios están listos para su presentación al Gobierno de Chile. Nos complace constatar que han sido cumplidas las principales recomendaciones del informe de Octubre de 1960 de la Misión de Asistencia Técnica de la O.E.A. a Chile. Con esos resultados, se ponen a disposición instrumentos substanciales para llevar a cabo investigaciones futuras y más detalladas, para lo cual se dispone ahora de personal capacitado con el que se ha establecido un espíritu de amistosa cooperación.

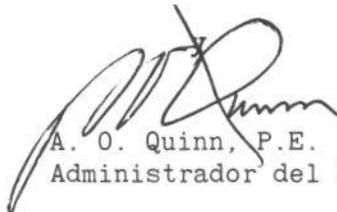
Nuestras compañías se enorgullecen de haber tomado parte en este importantísimo proyecto. Reconocemos con gratitud la asistencia y cooperación que nos brindaron miembros de esa entidad bajo su digna dirección, representantes del Gobierno de Chile, funcionarios del Banco Interamericano de Desarrollo y el personal chileno que participó en el proyecto. Nos hemos granjeado la amistad de muchos y estimamos que la terminación de este proyecto brinda un ejemplo evidente del espíritu de cooperación y amistad existente entre la Organización de los Estados Americanos y los países que la integran.

Mucho agradecemos la oportunidad que se nos ofreció de trabajar conjuntamente con nuestros vecinos de Chile.

Muy sinceramente,



Charles M. Hodell
Director General

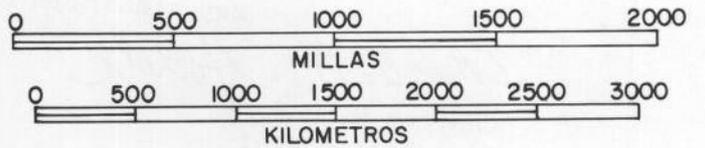


A. O. Quinn, P.E.
Administrador del Proyecto

**SOUTH AMERICA
AMERICA DEL SUR**

**CENTRAL VALLEY (SHADED)
AND SIX NORTHERN VALLEYS
VALLE CENTRAL (SOMBREADA)
Y SEIS VALLES DEL NORTE**

**SCALE AT EQUATOR
ESCALA EN EL ECUADOR**

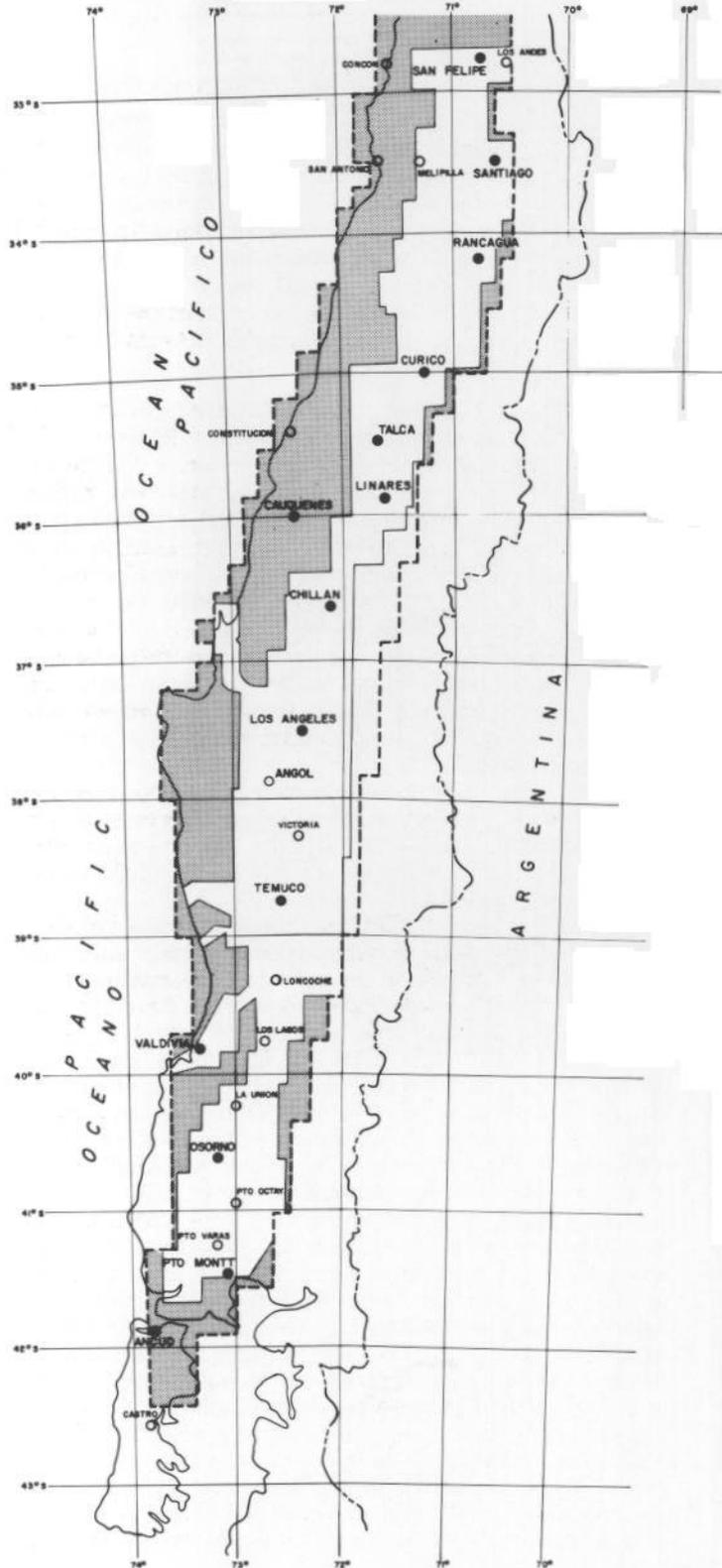


INDICE

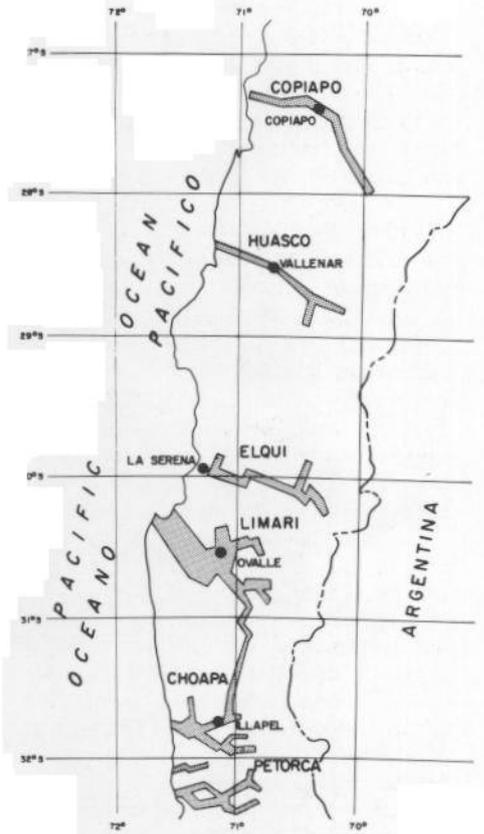
	Página
<i>Prefacio</i>	7
<i>Capítulo 1: Fotografía Aérea</i>	11
<i>Capítulo 2: Control Terrestre</i>	15
<i>Capítulo 3: Mapas Topográficos de Ciudades</i>	19
<i>Capítulo 4: Mosaicos</i>	21
<i>Capítulo 5: Mapas de Propiedades</i>	24
<i>Capítulo 6: Uso Actual de la Tierra</i>	29
<i>Capítulo 7: Geología y Geomorfología</i>	45
<i>Capítulo 8: Suelos y Factores Limitantes</i>	55
<i>Capítulo 9: Plantaciones Forestales</i>	81
<i>Capítulo 10: Mapas de Canales</i>	103
<i>Capítulo 11: Hidrología</i>	105
<i>Capítulo 12: Meteorología y Climatología</i>	109
<i>Capítulo 13: Estudios Económicos</i>	115
<i>Capítulo 14: Capacidad de Uso de la Tierra</i>	117
<i>Personal con Funciones Específicas en el Proyecto</i>	131

PROJECT AREA
AREA DEL PROYECTO

CENTRAL VALLEY
VALLE CENTRAL



NORTHERN VALLEYS
VALLES DEL NORTE



- | | | |
|--|-----|---|
| PROJECT BOUNDARY | --- | LIMITES DEL PROYECTO |
| 1:20,000 PHOTO AREA | — | AREA FOTOGRAFIADA A ESCALA de 1: 20.000 |
| RECONNAISSANCE AREAS OUTSIDE 1:20,000 PHOTO AREA | ■ | AREAS de RECONOCIMIENTO FUERA del AREA FOTOGRAFIADA A ESCALA de 1: 20.000 |
| MAIN FIELD HEADQUARTERS | ● | PRINCIPAL CENTRO de OPERACIONES |
| TEMPORARY SUB-OFFICES | ○ | OFICINA PROVISIONAL |

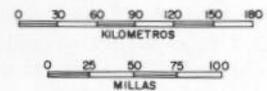


Fig. 1—Mapa del Area de Estudio del Proyecto

PREFACIO

Este informe es parte integrante de la consecución de los contratos entre la Organización de los Estados Americanos y el consorcio formado por cuatro compañías dedicadas a la técnica de la fotogrametría, de fechas 28 de febrero de 1961, 19 de abril de 1963, y 13 de agosto de 1963, a fin de ofrecer servicios profesionales, estudios, mapas, fotografías aéreas, y fotomosaicos de las principales áreas agrícolas de Chile.

Después de los devastadores terremotos de mayo de 1960, la Organización de los Estados Americanos envió una Misión de Asistencia Técnica a Chile, para estudiar la situación y hacer sugerencias tendientes a la rehabilitación y construcción de las áreas damnificadas. El informe de la Misión, de octubre de 1960, esbozó un amplio programa a fin de facilitar a Chile los medios básicos y los estudios fundamentales para 1) planificación básica, 2) recopilación de datos geológicos y otros sobre recursos naturales, 3) establecimiento de programas de adiestramiento y 4) preparación de mapas topográficos y mapas básicos.

La Organización de los Estados Americanos aceptó las recomendaciones de la Misión y financió un programa inicial destinado a proporcionar fotografías aéreas de un sector considerable afectado por los terremotos, los puntos de apoyo terrestre y los mapas topográficos de siete ciudades devastadas.

Posteriormente, el Gobierno de Chile autorizó y adjudicó fondos para que la Organización de los Estados Americanos continuase el programa básico, proporcionase apoyo terrestre, fotomosaicos, mapas de propiedades y estudios del uso actual de la tierra del Valle Central y de seis valles al Norte.

A petición del Gobierno de Chile, un préstamo del Banco Interamericano de Desarrollo financió la tercera fase importante del Proyecto, que incluyó fotografías aéreas adicionales, así como los estudios para la capacidad de uso de la tierra en la mayor parte del área comprendida en el Proyecto.

El presente informe describe principalmente los elementos de trabajo que se requirieron para cumplir con los términos del contrato que se ha citado. No obstante, hace también referencia a actividades que se llevaron a cabo en cumplimiento de acuerdos previos, ya que su satisfactoria terminación era necesaria antes de poner en ejecución la tercera fase del trabajo.

Al revisar y compilar los resultados del Proyecto, nos sentimos altamente agradecidos al personal vinculado con el mismo, cuya perseverancia y lealtad fueron vitales para su éxito. La asistencia y cooperación de numerosos funcionarios del Gobierno de Chile y del Banco Interamericano de Desarrollo merecen nuestro beneplácito. Un importante resultado de las operaciones del Proyecto fue la comprensión mutua y el respeto por los problemas técnicos, económicos y sociales.

El Proyecto Aerofotogramétrico OEA/CHILE, un trabajo efectuado en colaboración del Gobierno de Chile, la Organización de los Estados Americanos y el Banco Interamericano de Desarrollo, ha hecho uso de las más avanzadas técnicas de la fotogrametría y la fotointerpretación, apoyado por extensas investigaciones de campo, a fin de levantar mapas de delimitación de predios agrícolas, del uso actual de la tierra, de la capacidad de uso de la misma, de canales de riego y planos topográficos de siete ciudades devastadas por los terremotos de 1960.

Esta información, lograda durante el transcurso de tres años, abarca aproximadamente 120.000 kilómetros cuadrados de tierras agrícolas entre Chiloé al Sur y el Río Aconcagua al Norte, más seis valles transversales al norte del Valle Central (*Fig. 1*).

Los resultados de este extensivo estudio proporcionaron al Gobierno de Chile la información necesaria para viabilizar las etapas iniciales de reconstrucción y rehabilitación de las ciudades damnificadas por los terremotos, para sus programas de reformas agraria y tributaria y para los proyectos—todavía no esbozados—de fomento de los transportes, generación de energía eléctrica, riego, desarrollo agrícola y renovación urbana.

A pesar de que varios elementos que integran este Proyecto fueron empleados separadamente en muchos países, jamás habían sido todos ellos combinados en forma tan amplia en un solo estudio como se hizo en Chile.

El Proyecto se llevó a cabo a petición del Gobierno de Chile, bajo la supervisión técnica y administrativa de la OEA, por un consorcio de cuatro compañías dedicadas a la aerofotogrametría (Aero Service Corporation, de Filadelfia, la Fairchild Aerial Surveys, de los Angeles, Geotechnics and Resources, de White Plains, New York—todas de E.U.A.—y la Hunting Survey Corporation, de Toronto, Canadá) trabajando en colaboración con científicos y técnicos chilenos. Cuando el Proyecto estaba en plena actividad, hubo más de 260 personas trabajando en Chile. En las oficinas principales del consorcio, unos 135 técnicos coadyuvaron en la realización del programa. Durante el trabajo, se emplearon cinco aviones especialmente modificados para la toma de fotografía aérea, tres helicópteros y setentaicuatro vehículos para las operaciones de campo. El Proyecto dispuso, además, de un laboratorio fotográfico, otro para los análisis de suelos y un taller de dibujo, todos en la ciudad de Santiago. En toda el área de estudio del Proyecto, se establecieron numerosas oficinas de campo provisionales.

Durante las distintas etapas del Proyecto, los profesionales y técnicos chilenos trabajaron conjuntamente con los especialistas del consorcio contratado

por la OEA, lo que sienta las bases para trabajos más detallados de esta naturaleza a la terminación del Proyecto.

Las diversas fases del Proyecto pueden recapitularse como siguen:

Fotografía Aérea:

Durante los trabajos efectuados se llevaron a cabo misiones aerofotográficas sobre un área combinada total de más de 230.000 kilómetros cuadrados, confeccionándose alrededor de 24.000 negativos a escalas adecuadas, según exigían las áreas y el uso final de dichas fotografías.

Apoyo Terrestre:

El Proyecto estableció puntos geodésicos de apoyo terrestre para la compilación fotogramétrica de mapas topográficos de siete ciudades devastadas por los terremotos, y para la preparación de mosaicos fotográficos de un sector agrícola de unos 120.000 kilómetros cuadrados.

Mapas Topográficos de Ciudades:

A fin de proporcionar los medios básicos para los programas de reconstrucción urbana, el Proyecto levantó mapas topográficos a escala 1:2.000, con curvas de nivel cada 1 metro, de siete ciudades devastadas por los terremotos de 1960.

Mosaicos Fotográficos:

Para confeccionar los mapas básicos de las diversas fases del estudio, se prepararon mosaicos fotográficos, controlados, a escala de 1:20.000, del Valle Central y de los seis valles transversales del Norte.

Mapas de Propiedades:

Mediante extensas operaciones de campo, se llevó a cabo la delimitación de los linderos de unas 170.000 propiedades agrícolas en fotografías aéreas y mosaicos fotográficos.

Uso Actual de la Tierra:

En el Proyecto se clasificó el uso actual de la tierra dentro del área comprendida según el sistema de la Unión Geográfica Internacional, modificado de acuerdo con las características especiales de Chile. Este trabajo se efectuó mediante programa de fotointerpretación y comprobación de campo.

Geología y Geomorfología:

Mediante la combinación del empleo de técnicas de foto-interpretación y comprobación de campo, el Proyecto proporcionó información sobre formas y pendientes del terreno y sobre la génesis de los materiales que integran los suelos agrícolas.

Suelos y Factores Limitantes:

Mediante la foto-interpretación y el trabajo de campo, los especialistas del Proyecto estudiaron la estructura, textura y factores limitantes de los suelos agrícolas.

Plantaciones Forestales:

El Proyecto efectuó estudios de las diversas plantaciones forestales para determinar el ritmo de crecimiento de varias especies según la naturaleza de los suelos en tales plantaciones.

Mapas de Canales:

El Proyecto preparó mosaicos y transparentes de los principales sistemas de canales de riego y drenaje en el Valle Central y en los del Norte.

Hidrología:

El Proyecto estudió la cantidad de agua disponible para riego en las nueve principales cuencas de ríos del Valle Central.

Meteorología y Climatología:

El Proyecto estudió, compiló, y analizó, los antecedentes climatológicos y meteorológicos según afectan a la agricultura.

Estudios Económicos:

El Proyecto participó en el establecimiento de un índice nacional del valor en el mercado de las tierras comprendidas en el área del Proyecto.

Capacidad de Uso de la Tierra:

Mediante la integración de los resultados de muchos de los investigaciones mencionados anteriormente, el Proyecto logró determinar la capacidad de uso agrícola de las tierras comprendidas en el área de estudio.

Toda la información recogida por el Proyecto fue puesta en Chile a la disposición de ministerios, municipalidades, universidades, industrias y particulares, para el uso de ésta en sus propios planes y programas de desarrollo. Como ejemplo del uso intensivo de esa información, puede mencionarse que durante los tres años de operaciones se confeccionaron más de 300.000 copias de fotografías, mosaicos y transparentes, a solicitud de entidades tales como:

Ministerio de Agricultura: Para la investigación de suelos, estudios económicos, silvicultura, conservación, erosión, riego, control de dunas, y mejoras de los minifundios.

Ministerio de Obras Públicas: Para la planificación de caminos y carreteras, sistemas de riego, represas, puertos, ciudades y proyectos de desarrollo regional.

Ministerio de Tierras y Colonización: Para planificar nuevas áreas de colonización y reubicación de la población.

Ministerio de Defensa Nacional: Para la confección de la Carta Básica de Chile, que ejecuta el Instituto Geográfico Militar, de mapas costeros, y de levantamientos para la ubicación de futuros aeropuertos, cuya responsabilidad corresponde a la Fuerza Aérea.

El Instituto de Investigaciones Geológicas: Para las investigaciones geológicas con fines de descubrir nuevas reservas minerales de Chile.

Cuerpo de Carabineros de Chile: Para confeccionar mapas básicos de sus respectivos distritos administrativos y combatir los fuegos forestales.

El Instituto Forestal: Para efectuar estudios forestales y planificación.

La Organización para la Agricultura y la Alimentación, de las Naciones Unidas: Para la confección de un inventario de los bosques naturales de Chile.

Diversas Municipalidades: Para el planeamiento de ciudades y los programas de desarrollo regional.

Corporación de Fomento de la Producción: Para la planificación del desarrollo agrícola, proyectos de riego y represas, fomento minero, investigación de recursos de aguas subterráneas, telecomunicaciones y estudios económicos.

Corporación de Reforma Agraria (CORA): Para la acertada planificación de la redistribución de tierras, de acuerdo con la Ley de Reforma Agraria.

Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP): Para el control de créditos y fomento agrario.

Corporación de la Vivienda (CORVI): Para la planificación de viviendas y comunidades.

Empresa Nacional de Electricidad, S.A. (ENDESA): Para la planificación de líneas de transmisión.

Oleoductos: Para la prolongación de oleoductos.

Organizaciones Religiosas: Para la planificación del uso de sus tierras agrícolas y la ubicación de iglesias y personal.

Universidad de Chile: Escuela de Ingeniería Forestal, Escuela de Economía, Escuela de Sociología, e Instituto Geográfico.

Universidad Católica de Chile y Universidad Católica de Valparaíso: Para sus Facultades de Ingeniería y Arquitectura y sus Institutos de Suelos.

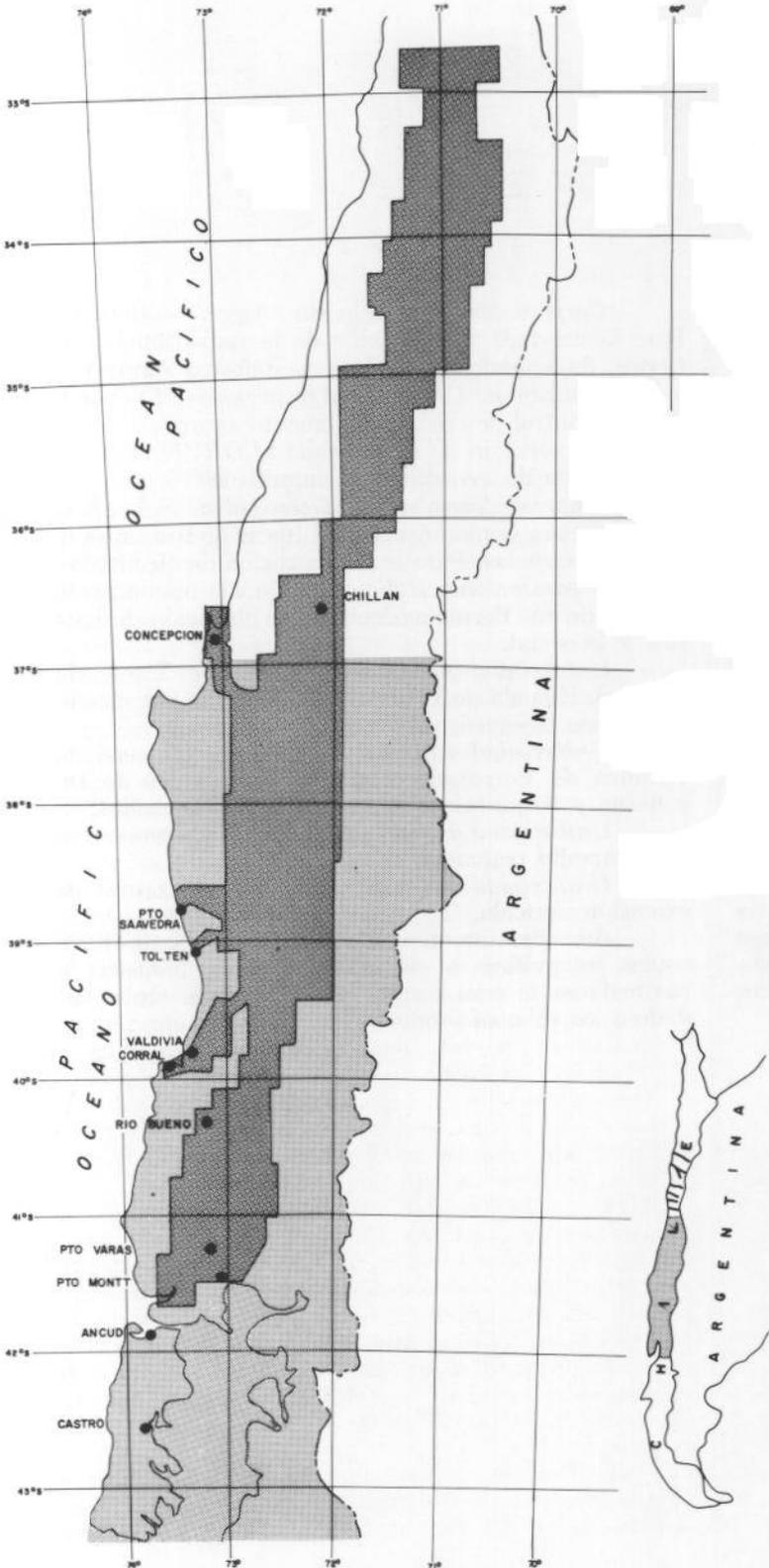
Universidad de Concepción: Para sus programas de desarrollo regional.

Universidad Austral: Para sus programas de extensión agrícola.

Además, fueron confeccionadas más de 1.000 copias fotográficas y de mapas para la industria y particulares, lo cual corrobora aún más el amplio uso dado a los valiosos productos del Proyecto.

AERIAL PHOTOGRAPHY
FOTOGRAFIA AEREA

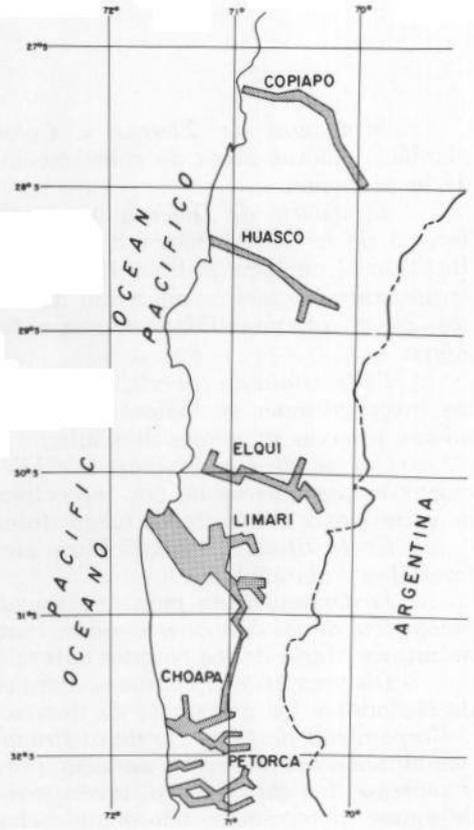
CENTRAL VALLEY MAP
MAPA DEL VALLE CENTRAL



CENTRAL VALLEY PHOTOGRAPHY
1:50,000 SCALE
1:20,000 SCALE
1:10,000 SCALE

FOTOGRAFIA VALLE CENTRAL
 ESCALA 1:50.000
 ESCALA 1:20.000
 ESCALA 1:10.000

NORTHERN VALLEY MAP
MAPA DEL VALLE NORTE



PRINCIPAL TRANSVERSE VALLEYS
NORTH OF 32°30'S, LATITUDE
1:30,000 SCALE

VALLEES TRANSVERSALES PRINCIPALES
AL NORTE DE LA LATITUD 32° 30'
ESCALA 1:30.000

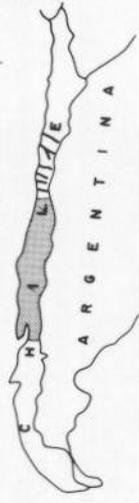


Fig. 2—Mapa del Area Cubierta con Fotografías Aéreas

Capítulo 1

FOTOGRAFIA AEREA

1.1 Alcance y Propósito

1.2 Método de Operación

1.1 Alcance y Propósito

El primer paso dado fue con el fin de obtener fotografías aéreas del área asignada. Esto era esencial para las etapas subsiguientes del programa, que exigían fotointerpretación, el computar las observaciones en el terreno, y un mapa básico fotográfico final de toda la información, en forma gráfica.

1.2 Método de Operación

Se llevaron a cabo misiones aerofotográficas sobre un área de más de 230.000 kilómetros cuadrados para hacer aproximadamente 24.000 negativos. Las escalas de los negativos variaban según exigían las áreas y el uso final de dichas fotografías. (Ver. Fig. 2.) Las escalas y áreas fotografiadas fueron:

- 1:50.000 — un área de aproximadamente 150.000 kilómetros cuadrados entre Concepción (Lat. 37° Sur) y Chiloé (Lat. 43°30' Sur) y desde el Océano Pacífico a la frontera argentino-chilena. Se escogió esta escala por favorecer el reconocimiento de los recursos generales y, también, por ser más económica para la confección de los mosaicos. El Proyecto produjo 4.486 negativos durante enero-abril de 1961, y octubre 1961-enero 1962.
- 1:20.000 — un área de 70.000 kilómetros cuadrados del Valle Central entre el Río Aconcagua y Puerto Montt. Se escogió esta escala para usar en la fotointerpretación detallada de las principales áreas agrícolas de Chile. El Proyecto produjo 16.855 negativos en enero-abril de 1961, y noviembre 1961-enero 1962.
- 1:10.000 — ciudades que fueron severamente damnificadas por los terremotos de mayo de 1960: Concepción, Valdivia, Puerto Montt, Puerto Varas, Ancud, Castro, Corral, Chillán, Puerto Saavedra, Toltén, Río Bueno. Esta escala se empleó para la preparación de mapas topográficos a escala 1:2.000, con curvas de nivel a intervalos de 1 metro, para los planes de reconstrucción de las primeras siete ciudades enumeradas. El Proyecto produjo 441 negativos fotográficos entre enero y febrero de 1961.

1:30.000 — un área de alrededor de 8.000 kilómetros cuadrados de seis fértiles valles transversales al Norte: Petorca, Limarí, Huasco, Elqui, Copiapó y Choapa. La selección de dicha escala para la fotografía de los valles se hizo debido a cierto número de factores. Originalmente los estudios del uso actual de la tierra y su capacidad se suponía fuesen más bien de reconocimiento, para lo cual la fotografía a escala de 1:50.000 hubiese bastado. Sin embargo, se decidió posteriormente efectuar estos estudios a nivel semidetallado, lo que requería el empleo de fotografías a mayor escala. Puesto que una escala de 1:20.000 no brindaría suficiente cobertura, debido a la angosta e irregular conformación de los valles, se escogió una escala de 1:30.000 por satisfacer mejor los requisitos, incluyendo la preparación de mosaicos fotográficos. El Proyecto produjo 1.075 negativos durante los meses de marzo y abril de 1962. Debemos destacar que la Fuerza Aérea de Chile tomó, además, fotografías de un sector de aproximadamente 25.000 kilómetros cuadrados del litoral comprendido entre los Ríos Aconcagua y Toltén, con el fin de complementar a las fotografías aéreas anteriores, destinadas al levantamiento de mapas de propiedades para uso de Impuestos Internos. La toma de estas fotografías por la Fuerza Aérea no formaba parte del Proyecto original.

1:10.000 y 1:15.000 — infrarroja — A petición de la FAO de las Naciones Unidas, el Proyecto obtuvo fotografías aéreas especiales de aproximadamente 5.500 kilómetros cuadrados empleando películas infrarrojas, para producir 1.705 negativos a escala de 1:15.000, más 376 negativos a escala de 1:10.000.

Las Figs. 3, 4 y 5 corresponden a una porción idéntica de la ciudad de Valdivia, a escalas de fotografía de 1:50.000, 1:20.000 y 1:10.000, respectivamente.

El Proyecto utilizó cinco aviones especialmente modificados para la fotografía aérea. Dos Boeing B17, dos Beechcraft AT-11 y un Lockheed P-38. Las alturas



*Fig. 3—Sector de la Ciudad de Valdivia
a Escala 1:50.000*



Fig. 4—El Mismo Sector a Escala 1:20.000



Fig. 5—El Mismo Sector a Escala 1:10.000

de vuelo variaban desde 1.829 a 9.449 metros (6.000 a 31.000 pies), según la escala requerida y la altura del terreno a observar. Se emplearon cámaras fotográficas para fotografía aérea de precisión: Wild RC5A, Wild RC8, Zeiss RMK 15/23 y Fairchild T-12. Para cada cámara se sometieron especificaciones detalladas separadamente.

En Santiago funcionó un laboratorio fotográfico desde el comienzo de los trabajos hasta diciembre 31 de 1963, no sólo para revelar y verificar las películas aéreas y confeccionar las copias de contacto para el uso interno del Proyecto, sino también para hacer copias para los diversos Ministerios del Gobierno, municipalidades, la industria y particulares. Se contó, además, con los laboratorios de las compañías inte-

grantes del consorcio, para llevar a cabo órdenes especiales que requerían equipo del que no se disponía en Santiago. Estos laboratorios produjeron más de 250.000 copias fotográficas.

En el edificio del Ministerio de Hacienda, se disponía de una máquina Ozalid que reprodujo más de 25.000 copias heliográficas de mosaicos, requeridas por las operaciones del Proyecto, las oficinas del Gobierno, la industria y particulares.

La labor fotográfica necesitó 35 personas, incluyendo pilotos, fotógrafos aéreos, navegantes, mecánicos de aviación, profesionales y técnicos de laboratorios fotográficos.

Todos los negativos de las fotografías aéreas se entregaron al Gobierno de Chile.



Fig. 6—Geodímetro y Helicóptero

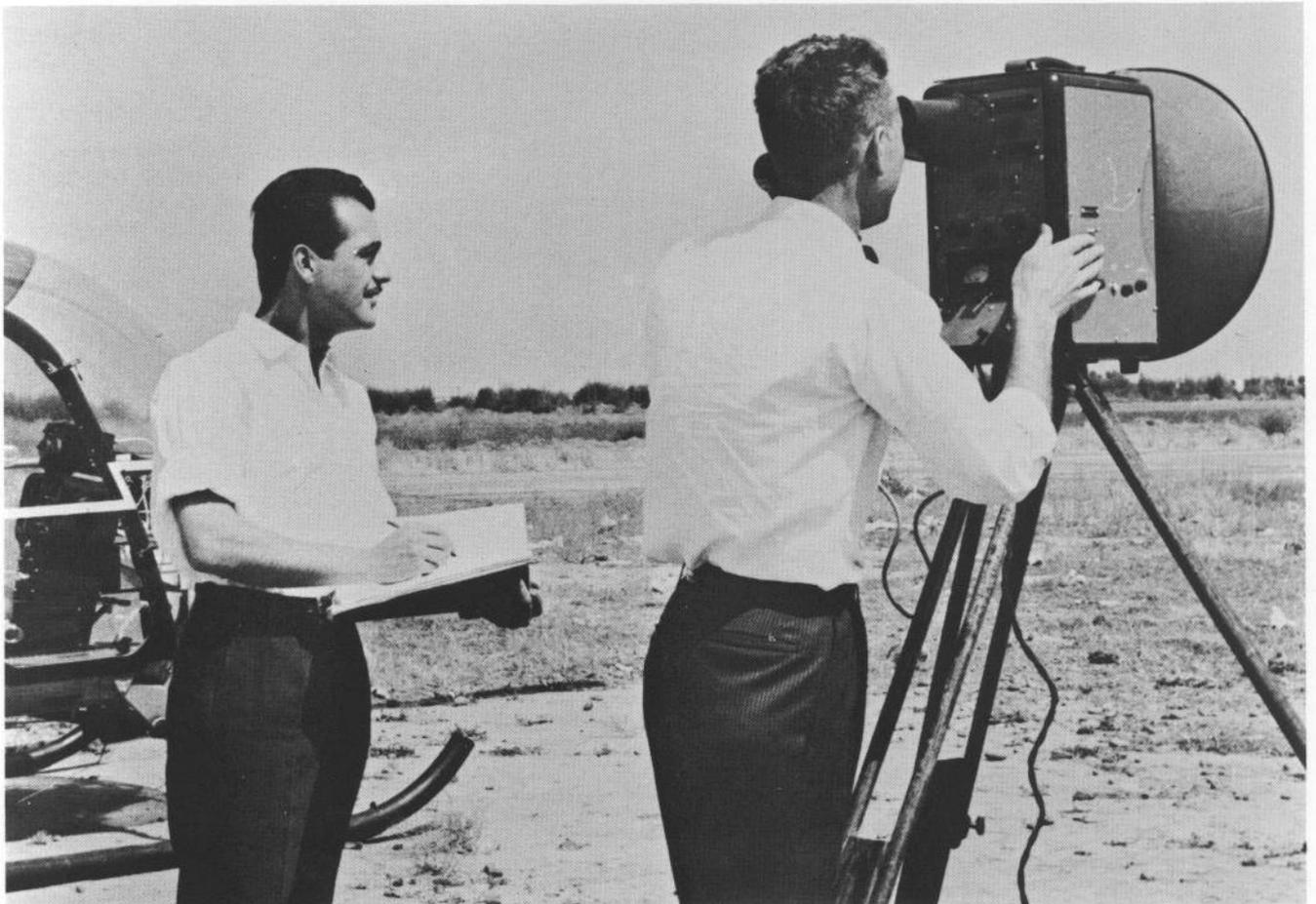


Fig. 7—Telurómetro y Helicóptero

Capítulo 2

CONTROL TERRESTRE

- 2.1 Alcance y Propósito
- 2.2 Métodos de Operación
 - 2.21 Apoyo Terrestre para los Mapas Topográficos
 - 2.211 Control Horizontal
 - 2.212 Control Vertical
 - 2.22 Apoyo Terrestre para los Fotomosaicos—Valle Central
 - 2.23 Apoyo Terrestre para los Fotomosaicos—Valles del Norte
- 2.3 Resumen de los Resultados
 - 2.31 Control de los Mapas Topográficos
 - 2.32 Control de los Fotomosaicos

2.1 Alcance y Propósito

La reconstrucción de ciudades damnificadas por los terremotos de mayo de 1960 requería la producción de mapas topográficos a escala grande para tales ciudades. Debido a que muchas de las estaciones básicas y puntos de referencia fueron dislocados por los terremotos, se requirió establecer un número limitado de puntos de control horizontales y verticales durante el trabajo de campo. Después de establecido este control terrestre, el Proyecto pudo iniciar la confección de mapas topográficos mediante fotografías aéreas.

Además de establecer el apoyo terrestre para la confección de mapas topográficos de las ciudades devastadas por los terremotos, el Proyecto requirió un mayor número de puntos geodésicos que la red primaria existente para la preparación de los mosaicos fotográficos que habrían de servir como mapas básicos semi-controlados en los estudios del Valle Central y de los valles del Norte, y para la preparación de mapas topográficos de las ciudades de Victoria y Llanquihue.

2.2 Métodos de Operación

2.21 Apoyo Terrestre para los Mapas Topográficos

El Gobierno de Chile dió prioridad a la preparación de mapas topográficos a escala de 1:2.000, mostrando las curvas de nivel a intervalos de 1 metro, de las ciudades severamente damnificadas de Concepción-Talcahuano, Valdivia, Corral, Ancud, Castro, Puerto Montt y Puerto Varas.

Antes del comienzo de las operaciones de control terrestre, los ingenieros del Proyecto tomaron fotografías aéreas a escala de 1:10.000 de cada ciudad, a fin de seleccionar su ubicación general, que determinaría sus posiciones horizontales o verticales, según se requiriese. Los mismos profesionales decidieron que la información de control horizontal y vertical era de rigor para casi la mitad de las 441 fotografías aéreas tomadas de las ciudades.

2.211 Control Horizontal

El Proyecto estableció puntos de control horizontal para el levantamiento de mapas topográficos de las ciudades devastadas, mediante el trazo de una poligonal cerrada principal, utilizando los puntos más altos disponibles, por lo general, cumbres de colinas y de cerros. En áreas planas, los topógrafos emplearon los techos de los edificios para este fin.

Los topógrafos seleccionaron cada punto en las poligonales principales, de manera que fuesen visibles entre sí, con tres o cuatro puntos a identificar en las fotografías aéreas. Midieron la distancia de tales puntos de control desde la referencia en la poligonal cerrada principal como distancia polar. Todas las distancias se midieron con el geodímetro (*Fig. 6*) y se verificaron todos los ángulos horizontales de la poligonal, con cierres horizontales empleando un teodolito Wild T-2.

Aproximadamente, cada cuatro modelos (superposición estereoscópica de un par de fotografías) había un punto de control horizontal identificable en el terreno y en las fotografías. Siempre que fue posible, las cuadrillas topográficas del Proyecto establecieron puntos de control horizontal dentro de la red poligonal primaria.

Puesto que la poligonal se cerraba sobre sí misma en todas las ciudades, cualquier error en el geodímetro no podía descubrirse. Como medida de precaución, el Proyecto concatenó líneas bases en cada ciudad y luego tomó éstas distancias con el geodímetro, una vez al inicio del trabajo en cada ciudad y después al final. Durante el período de cinco meses de operaciones con el geodímetro, todas las reparaciones que se efectuaron fueron de carácter mecánico, y no afectaban en modo la alguno la exactitud del instrumento. De las principales poligonales trazadas en cada una de las ciudades damnificadas, el cierre horizontal promedió 1:103.000.

2.212 Control Vertical

Empleando un nivel Zeiss N-2, primero se estableció una curva de nivel siguiendo los caminos, cuando era posible, y siempre localizada a distancia relativamente corta de los puntos de foto-control requeridos.

Siguiendo los procedimientos normales de la cartografía fotogramétrica para alcanzar exactitud de tercer orden, los topógrafos del Proyecto establecieron un mínimo de cuatro puntos identificables por cada par estereoscópico de fotografías. Se obtuvieron estas elevaciones extendiendo los niveles a partir de la línea de nivel primario hacia los puntos de control fotográfico. Se empleó un sistema de niveles de doble vástago al proyectarse el punto de control en la fotografía; un vástago comprobaba al otro y ambos cerraban la curva. Este procedimiento eliminó la necesidad de regresar cada vez a la red primaria, con lo que se logró una economía substancial de tiempo y a la vez una gran precisión.

2.22 Apoyo Terrestre para los Fotomosaicos — Valle Central

Como en el primer caso para producir mosaicos controlados a escala de 1:20.000 de toda el área comprendida en el Proyecto (aproximadamente 120.000 kilómetros cuadrados), el Proyecto estableció, mediante métodos de reconocimiento en el terreno, una red básica horizontal. Desde esta red, y mediante un trazado de control radial de oficina, se logró extender suficiente control a fin de ubicar exactamente cada fotografía aérea en el mosaico. Para cubrir la superficie del área del Valle Central a fin de producir los mosaicos de 1:20.000, se requirieron alrededor de 3.800 fotografías aéreas a escalas de 1:50.000 y 1:60.000.

Con la cooperación del Instituto Geográfico Militar (I.G.M.), el Proyecto realizó un estudio completo de la red geodésica existente, con el fin de evaluar el monto de puntos de apoyo terrestre adicionales que era necesario levantar. Gracias a esa coopera-

ción y con la ayuda de los ingenieros del I.G.M., se alcanzaron todas las estaciones existentes de las que se contaba con descripciones; una vez identificadas, éstas fueron incluidas en la red de control de los mosaicos. En aquellas áreas donde se requerían puntos de control, pero que no existían, los ingenieros del Proyecto establecieron nuevas estaciones y las conectaron al sistema de control.

La Fuerza Aérea de Chile prestó, en arriendo, dos helicópteros Heller al Proyecto, y facilitó dos pilotos para auxiliar en la operación. Se seleccionaron bases de operación a fin de sacar partido de la distancia máxima que podrían recorrer los helicópteros que, empleando tanques auxiliares para combustible, era de 160 kilómetros.

La fuerza de trabajo consistía en dos grupos con tres hombres en cada uno. Cada grupo usaba un helicóptero, un telurómetro para microdistancias (*Fig. 7*), un teodolito Wild T-2, y equipos pertinentes. Un grupo trabajó a través de todas las estaciones existentes en un área que pudiese ser cubierta desde una base de operaciones, y después seguía de allí a otra área. Cuando un área cubierta por control existente excedía 30 ó más fotografías, se establecían puntos de control adicionales, y se conectaban a la red poligonal básica.

Se seleccionaron estaciones horizontales, siendo identificadas, sirviendo de asiento al telurómetro principal. La unidad de control remoto del telurómetro se instaló en una estación contigua a la red y se determinaron las distancias entre las dos estaciones. Los grupos tomaron estas medidas empleando seis canales independientes, con lecturas no afinadas en el primero y último canal.

Al completarse la determinación de distancias con el telurómetro, se colocó el teodolito T-2 en el mismo trípode, en la misma posición que había ocupado

el telurómetro, trazándose ángulos horizontales desde la estación trasera hacia la delantera, cuando era posible, o bien a una marca azimutal. También se trazaron ángulos verticales tomando solamente una lectura directa y otra inversa.

Los dos grupos siguieron este sistema alterno, ocupando una estación y moviéndose a la próxima en el área inmediata.

2.23 Apoyo Terrestre para los Fotomosaicos — Valles del Norte

En el Valle Central, las estaciones existentes o de reciente ubicación quedaban localizadas generalmente en cumbres de colinas o cerros. Pero en los seis valles del Norte, Copiapó, Huasco, Elqui, Limarí, Choapa y Petorca, el área de interés estaba en las angostas planicies agrícolas de los valles. Debido a que las pendientes en los valles eran muy inclinadas a ambos lados, las cuadrillas del Proyecto tuvieron que trazar una poligonal continua, con suficientes curvas de control desde un extremo de cada valle al opuesto. Para ello, los grupos emplearon de nuevo telurómetros, a fin de determinar las distancias, y usaron teodolitos T-2 para trazar ángulos. Para verificar el trabajo en el terreno se hicieron observaciones solares al comienzo y final de cada valle, así como en puntos intermedios.

2.3 Resumen de los Resultados

2.31 Control de los Mapas Topográficos

El Proyecto estableció suficientes puntos de control terrestre como para permitir la compilación de mapas de 192 modelos estereoscópicos, que cubrían un área de 260 kilómetros cuadrados en las siete ciudades. En esta operación de apoyo terrestre, trabajaron diez ingenieros entre el 10 de abril y el 22 de noviembre de 1961. En total, se perdieron 60 días de labor, debido a las fuertes lluvias y a la neblina, especialmente en las ciudades de Valdivia y Corral.

Entre el 14 y el 26 de marzo de 1962, los topógrafos del Proyecto establecieron nueve posiciones de control horizontal y doce de control vertical para la ciudad de Victoria. Estos puntos de control fueron suficientes para la compilación cartográfica a escala 1:2.000, con curvas de nivel cada 2 metros, de cinco modelos estereoscópicos a escala 1:20.000.

Los topógrafos del Proyecto establecieron, entre el 28 de enero y el 6 de febrero de 1962, 31 posiciones de control horizontal y 32 de control vertical para la ciudad de Llanquihue. Todas estas posiciones fueron identificadas en las fotografías aéreas para la producción de una carta topográfica a escala 1:5.000, con curvas de nivel a intervalos de 2 metros.

2.32 Control de los Fotomosaicos

En el Valle Central, los ingenieros del Proyecto, trabajando desde junio a diciembre de 1961, identificaron y utilizaron 156 estaciones horizontales existentes, estableciendo, además, 66 nuevas estaciones en áreas carentes de ellas. El control existente, más las posiciones adicionales, constituyeron el control horizontal básico necesario para la construcción de los fotomosaicos para las cartas básicas requeridas en los estudios.

En los seis valles transversales del Norte, los equipos de campo del Proyecto establecieron 295 puntos de control horizontal para 1.075 fotografías, trabajando entre el 10 de setiembre de 1962 y el 15 de marzo de 1963. Un desglose detallado de estas operaciones es el siguiente:

Valle	Fotografías	Puntos de Control
Copiapó	77	24
Huasco	77	23
Elqui	136	42
Limarí	434	111
Choapa	187	53
Petorca	164	42

Capítulo 3

MAPAS TOPOGRAFICOS DE CIUDADES

- 3.1 Alcance y Propósito
- 3.2 Métodos de Operación
 - 3.21 Ciudades Damnificadas por Terremotos
 - 3.22 Llanquihue
 - 3.23 Victoria
- 3.3 Resumen de los Resultados

3.1 Alcance y Propósito

Las investigaciones llevadas a cabo por la Misión de Asistencia Técnica de la OEA, enviada a Chile después de los terremotos de mayo de 1960, pusieron de relieve que se carecía de información cartográfica adecuada a escala grande para planificar la reconstrucción de siete ciudades que sufrieron daños considerables. Estas eran: Ancud, Castro, Puerto Montt, Puerto Varas, Concepción-Talcahuano, Valdivia y Corral.

La Misión de la OEA aconsejó dar prioridad a la preparación por métodos fotogramétricos de mapas topográficos de estas ciudades, a escala de 1:2.000, con curvas de nivel a intervalos de 1 metro.

El Ministerio de Obras Públicas de Chile solicitó del Proyecto la confección de mapas topográficos de la ciudad de Llanquihue, a escala de 1:5.000, con curvas de nivel a intervalos de 2 metros.

La ciudad de Victoria pidió al Proyecto se le suministrasen mapas topográficos de Victoria y sus áreas circundantes, a escala de 1:2.000, con curvas de nivel a intervalos de 2 metros.

3.2 Métodos de Operación

3.21 Ciudades Damnificadas por Terremotos

En consonancia con las prioridades establecidas por el Gobierno de Chile, el Proyecto inició el levantamiento de los mapas topográficos en agosto de 1961, comenzando por los de las ciudades de Valdivia, Corral, Concepción-Talcahuano, terminando el trabajo en marzo de 1962. En junio de 1962, reinició las actividades cartográficas con el levantamiento de los mapas topográficos de Ancud, Castro, Puerto Montt y Puerto Varas, para terminarlas en el otoño de 1963.

Una vez que se completó la toma de fotografías aéreas de las siete ciudades (*véase el Capítulo 1*) y que se estableció el apoyo terrestre de ellas (*véase el Capítulo 2*), la compilación fotogramétrica de los mapas se realizó en los Estados Unidos. La confección final de las hojas de los mapas correspondientes a las ciudades de Concepción-Talcahuano, Valdivia y Corral fue hecha en los Estados Unidos, mientras que la de los mapas de Ancud, Castro, Puerto Montt y Puerto Varas fue preparada en los talleres del Proyecto en Santiago. La *Fig. 8* corresponde a una fotografía aérea de un sector de la ciudad de Concepción y a su costado aparece el levantamiento topográfico del mismo sector, preparado por el Proyecto.

Los mapas compilados con el estereotrazador Kelsh a escala 1:2.000, incluían detalles tales como carreteras pavimentadas, caminos sin pavimentar, senderos, edificios, canales, zanjas, embalses, ferrocarriles, estanques, cementerios, bosques y huertas, puentes, estaciones de energía eléctrica, tanques de depósito y las principales líneas de comunicación y transmisión, además de las curvas de nivel a intervalos de 1 metro.

Los mapas finales incluían los nombres de todas las características distintivas tales como iglesias, escuelas y otros edificios públicos, así como las principales carreteras y parques.

El trazado final de los mapas incluyó una red de curvas espaciadas a 250 metros, basado en el control geodésico del Sistema Chileno de Topogrametría. Cada mapa mide 76,2 cm. por 96,44 cm. y cubre una superficie de aproximadamente 1.250 por 1.500 metros.

3.22 Llanquihue

Utilizando la fotografía aérea del área de Llanquihue a escala de 1:20.000, el Proyecto ejecutó la estereocompilación en mayo de 1963 de un mapa topográfico a escala de 1:5.000, mostrando curvas de nivel a intervalos de 2 metros. El mapa final cubre un área de aproximadamente 6,5 kilómetros cuadrados.

3.23 Victoria

Utilizando las fotografías aéreas de Victoria a escala de 1:20.000, el Proyecto produjo mediante la estereocompilación mapas topográficos a escala de 1:2.000, mostrando curvas de nivel a 2 metros. Los mapas comprenden 10 láminas de 76,2 cm por 91,44 cm, e incluye un área que mide 10,4 kilómetros cuadrados. El Proyecto entregó las láminas de los planos a la Municipalidad de Victoria en septiembre de 1962.

3.3 Resumen de los Resultados

El Proyecto produjo mapas topográficos de siete ciudades devastadas por los terremotos, cuya superficie total sumaba 259,56 kilómetros cuadrados en 204

láminas cartográficas. Un desglose de este trabajo por ciudad, es el siguiente:

<i>Ciudad</i>	<i>Area Levantada (Kilómetros Cuadrados)</i>	<i>Número de Láminas</i>
Valdivia	70,82	56
Corral	18,8	17
Concepción-		
Talcahuano	140,54	97
Ancud	3,1	5
Castro	3,1	4
Puerto Montt	19,5	21
Puerto Varas	3,7	4

Los mapas topográficos producidos por el Proyecto resultaron de gran valor en la reconstrucción de las ciudades devastadas y el planeamiento urbano de Llanquihue y Victoria, y se espera que presten útiles servicios en los estudios y proyectos de control de avenidas, localización de carreteras, desarrollo de áreas y similares.

Capítulo 4

MOSAICOS

- 4.1 Alcance y Propósito
- 4.2 Método de Operación
- 4.3 Resumen de los Resultados

4.1 Alcance y Propósito

En su informe de octubre de 1960, la Misión de Asistencia Técnica de la OEA a Chile recomendó la producción de mapas básicos, no sólo para las ciudades devastadas por los terremotos, sino también para del Valle Central y seis valles transversales del Norte: Elqui, Huasco, Copiapó, Choapa, Limarí y Petorca.

Tales mapas brindarían una base para trazar los resultados de los mapas de propiedades, uso actual de la tierra, y estudios de la capacidad de uso de la tierra. Los mapas servirían también para proyectos aun no esbozados de programas de ingeniería, arquitectura y planeamiento urbano.

La Misión propuso originalmente la preparación de fotomosaicos controlados de las áreas y el trazado de mapas planimétricos teniendo como base tales mosaicos. La discusión y valoración de este plan motivó la decisión de emplear fotomosaicos controlados como mapas básicos. Se arguyó que la fotointerpretación de los mosaicos brindaría más detallada información de los terrenos, que lo que se obtendría de mapas planimétricos generales trazados linealmente. Además, los mosaicos se podrían producir más rápida y económicamente que los mapas planimétricos del área del Proyecto.

4.2 Método de Operación

Una vez tomadas las fotografías aéreas del Valle Central y de los valles transversales del Norte (véase el Capítulo 1) y establecido el apoyo terrestre para dichas áreas, el Proyecto inició la preparación de los mosaicos fotográficos en las oficinas principales de las firmas integrantes del consorcio en los Estados Unidos. La producción de mosaicos comprendió las siguientes operaciones:

- a. Extender el control básico horizontal en el terreno mediante un levantamiento de control radial.
- b. La impresión individual de aproximadamente 4.365 fotografías rectificadas en el rectificador Zeiss SEG V (Fig. 9), corrigiendo cada fotografía lo más posible, teniendo en cuenta los movimientos del avión, el margen de desplazamiento y los cambios de escala entre las distintas fotografías.

- c. La superposición de fotografías rectificadas sobre tableros con la trama adecuada y las posiciones básicas y radiales de control en el terreno.

- d. La compaginación del mosaico en una hoja sencilla que cubría 10 minutos de latitud por 10 de longitud, en un tamaño de hoja de 90,17 cm por 106,68 cm, insertándose el número de la hoja, esquinas geográficas y puntos intermedios, y la debida hoja índice. La Fig. 10 ilustra el formato de la hoja-mosaico.

- e. La confección de un negativo a escala de 1:20.000 de cada segmento del mosaico.

- f. La impresión, por contacto, del negativo en el material, especificando cada uno de los 472 mosaicos para el Valle Central y los mosaicos de los valles al Norte.

Los mosaicos del Valle Central cubrían áreas de fotografías aéreas y se orientaban para conformarse a las líneas geográficas de latitud y longitud. A fin de brindar la más eficaz cobertura de los largos, angostos y serpenteantes valles del Norte, la orientación de las hojas de mosaicos individuales la determinaba la naturaleza lineal de cada valle. Antes de preparar el negativo se marcó en el conjunto la zona correspondiente a cada hoja de mosaico, así como también los datos marginales correspondientes, incluyendo el nombre del valle, el número de la hoja, la escala, y el índice respecto a las hojas adyacentes.

4.3 Resumen de los Resultados

El Proyecto produjo 472 hojas de mosaicos a escala de 1:20.000, cubriendo el Valle Central de Chile, desde las latitudes 32°30' al Sur hasta los 42°30' al Sur, y generalmente desde la Costa del Pacífico hasta la falda de la Cordillera de los Andes. Produjo, además, el Proyecto un total de 60 láminas de mosaicos fotográficos a la misma escala, que comprenden los seis valles transversales del Norte (Copiapó, 7; Huasco, 7; Elqui, 8; Limarí, 19; Choapa, 9; y Petorca, 10).

Estas láminas sirvieron como mapas básicos para recopilar en ellos los resultados de las operaciones del Proyecto.

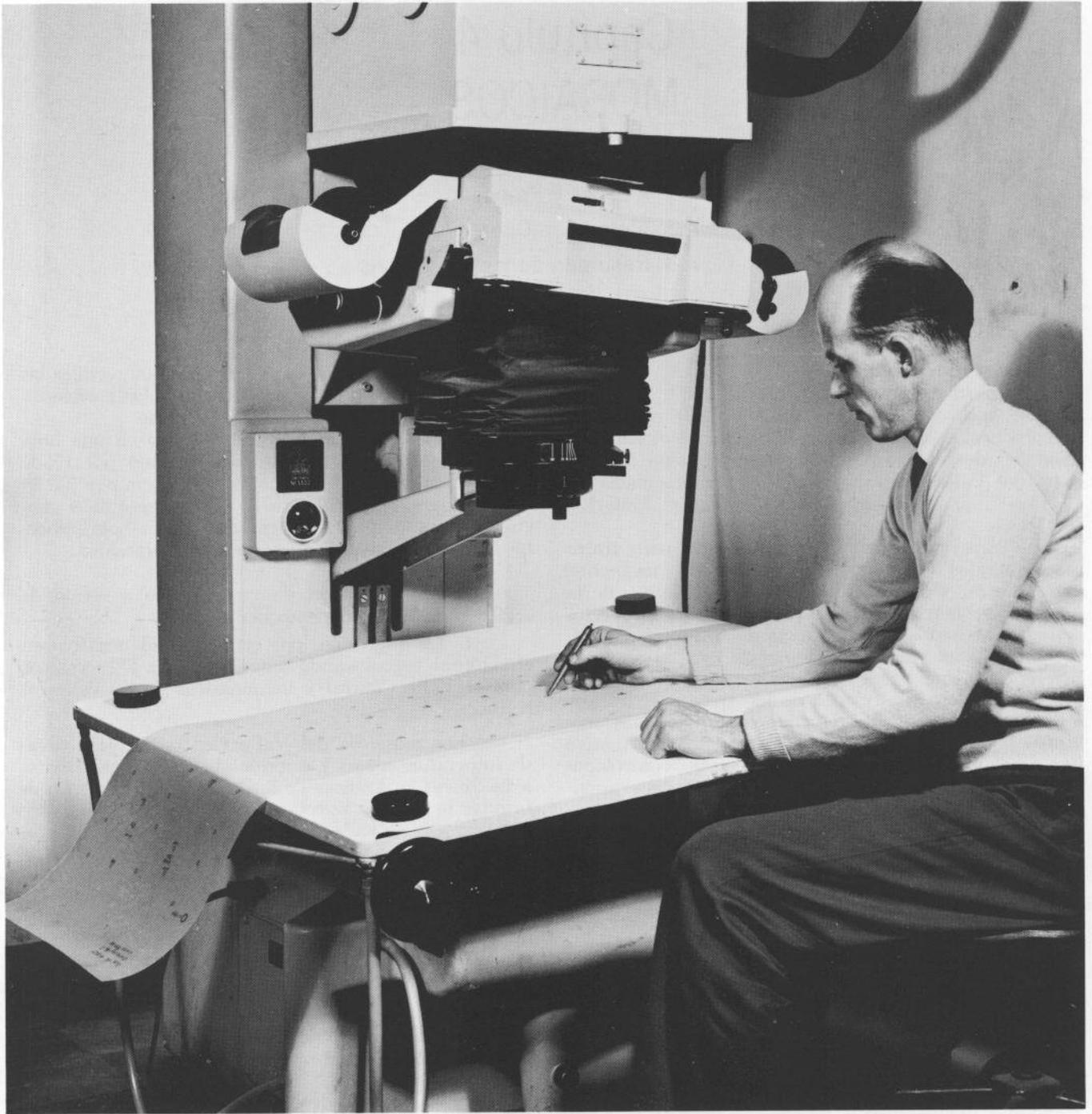


Fig. 9—Rectificador Tipo Zeiss SEG V



Fig. 10—Formato de una Hoja de Mosaico a Escala 1:20.000

Capítulo 5

MAPAS DE PROPIEDADES

- 5.1 Alcance y Propósito
- 5.2 Método de Operación
- 5.3 Resumen de los Resultados

5.1 Alcance y Propósito

El Proyecto de Ley que modifica la Ley No. 4174, en relación con el impuesto territorial, es la base del impuesto agrícola en Chile. El Artículo 6 de este estatuto especifica que: "las tablas de clasificación de los terrenos agrícolas estarán basadas en la capacidad potencial de uso actual de la tierra, y la tabla de valores considerará, además, la distancia hacia los centros de abasto, servicios y mercados, clases de vías de comunicación y otros factores que pueden ser usados para determinar los valores dentro de la clasificación".

Los dueños de terrenos agrícolas deben pagar impuestos de acuerdo con la capacidad productiva de su tierra. Se determina la capacidad por un sistema de clasificación que incluye ocho clases de terrenos sin regadío y cuatro que cuenten con riego. El sistema también toma en cuenta los factores físicos de la tierra, su topografía, clima, regadío y ciertas condiciones económicas que influyen sobre la producción agrícola. El impuesto se aplica indistintamente a terrenos cultivados y no cultivados, ya que se impone contribución a la tierra de acuerdo con su potencial de producción y no por el uso que se hace de la misma.

Para aumentar la eficiencia de esta Ley Tributaria, se encomendó al Proyecto entrevistar a los propietarios y demarcar los linderos precisos de los predios rurales dentro del área de estudio, que comprendía 21 provincias y 246 comunas.

Fue descartada la confección de mapas catastrales, ya que el costo del levantamiento de éstos habría estado muy fuera de proporción con su utilidad y se hubiese requerido un tiempo excesivo para prepararlos (de 20 a 25 años).

El Proyecto decidió que el método más económico y práctico era producir mosaicos fotográficos controlados, a escala de 1:20.000, en los cuales pudieran

libujarse las propiedades mayores de 1 hectárea en su tamaño y formas relativas, para la administración del programa de avalúo.

En 1956, la Dirección de Impuestos Internos del Ministerio de Hacienda envió grupos de peritos tasadores para identificar las propiedades agrícolas. La información que obtuvieron se basaba solamente en las declaraciones de los propios dueños de las tierras.

Basado en esta información, Impuestos Internos hizo un croquis de cada propiedad. Al principio, el Proyecto pensaba recopilar estos dibujos tomando el mosaico como base, con un mínimo de trabajo en el terreno. Estos bosquejos, no obstante, no se pudieron juntar para formar mapas, porque no tenían escala uniforme. Además, los registros de propiedades rurales en poder del Conservador de Bienes Raíces no incluían datos suficientes para la identificación de las propiedades descritas en los mosaicos.

Por estas razones, el Proyecto cambió su plan original, y entrevistó a cada uno de los 170.000 propietarios a fin de definir la extensión de sus predios respectivos.

5.2 Método de Operación

Antes de empezar las entrevistas en el campo, el Proyecto recopiló todos los mapas existentes de propiedades rurales en las oficinas de gobierno e instituciones privadas, incluyendo:

Caja de Colonización
Ministerio de Tierras y Colonización
Ministerio de Obras Públicas
Ferrocarriles del Estado
Instituto Geográfico Militar
Empresa Nacional de Electricidad, S.A.
(ENDESA)
Ministerio de Agricultura
Dirección de Estadística y Censos

Rol	PROPIETARIO	Nombre Predio	Mosaico	Superficie en Hás		Derechos de Aguas
				Tasada	Comprobada	
			4130			
46-1	Guerrero Ralil Vicente	Chayahue	7300 D	17,0	16,9	
46-2	Guerrero Guerrero Juan	Chayahue	"	6,50	6,0	
46-3	Guerrero G. Benito	Chayahue	"	40,60	46,8	
46-4	Navarro Guerrero	Chayahue	"	17,80	22,0	
46-5	Ralil Haricahuin Ventura	Chayahue	"	11,20	12,0	
46-6	Guerrero Arcos Efrain	Pida Traiguen	"	4,60	5,2	
46-7	Guerrero de Neuquel Rufina	La Sombra	"	2,0	1,8	
46-8	Guerrero Guerrero Pedro	Tralpe	"	5,0	7,6	
46-9	Guerrero Arcos Efrain	Chobeno	"	10,0	7,7	
46-10	Guerrero Guerrero Pedro Segundo	Auco	"	7,0	8,0	
47-1	Guerrero Arcos Efrain	Sta. María	"	15,0	12,3	
47-2	Ralil Navarro Alejandrino	Levacura	"	14,0	16,4	
47-3	Ralil Navarro Daniel	Levasura	"	2,50	9,3	
47-4	Ruiz Ruiz Máximo	Mira Mar	"	7,0	8,8	
47-5	Ruiz Ruiz Máximo	Vista Hermosa	"	6,0	6,4	
47-6	Mansilla Reyes Evangelista	Choritos	"	5,0	6,4	
47-7	Ralil Ralil Silverino	Los Tordos	"	22,0	20,4	
47-8	Ayacan Ralil Agustin	El Alto	"	11,50	14,0	
47-9	Guerrero Ralil Sebastian	Los Ariscos	"	8,0	6,4	
47-10	Hernández Ralil Blanca	La Blanquita	"	3,30	2,8	
47-11	Hernández Carvajal Enrique	El Roble	"	14,0	13,2	
47-12	Hernández Carvajal Enrique	Chayahue	"	11,20	7,6	
47-13	Hernández H. Enrique	Los Pavos	"	2,0	2,8	
TOTAL						

Este formulario debe llenarse a máquina o con letra tipo imprenta.
La columna Superficie en Hás. Comprobada está reservada para Central Santiago.

Fig. 11—Hoja del Registro de Propiedades

Desafortunadamente, muchos de estos mapas tenían valor muy limitado, porque eran muy anticuados o estaban incompletos, o inexactos. Después de recopilar los decretos que fijaban los límites administrativos de los distritos, el primer paso del Proyecto para la identificación de propiedades fue establecer los límites administrativos del territorio chileno en mosaicos fotográficos a escala de 1:20.000.

El Proyecto organizó grupos de campo para identificar las propiedades rurales. Cada grupo incluía un Jefe de Grupo, un dibujante a cargo de los croquis o bosquejos preliminares, y ocho funcionarios de Impuestos Internos, incluyendo un perito tasador. Antes de salir al campo se dio un curso de orientación de 15 días a cada grupo, en el uso del estereoscopio y en la fotointerpretación aérea. También aprendieron a emplear los números índices y los símbolos de las fotografías aéreas y mosaicos fotográficos.

Cinco o seis grupos de éstos trabajaron simultáneamente en las provincias, mientras lo permitieron las condiciones atmosféricas. Cada perito tasador llevaba consigo fotografías aéreas de la zona a escala 1:20.000, en las que marcaba los límites de las propiedades después de las inspecciones oculares y las entrevistas a los propietarios o sus representantes. Como la mayoría de los deslindes consistía en cercas, caminos, senderos, ríos, arroyos, quebradas u otros accidentes del terreno, los grupos tuvieron poca dificultad para identificar las demarcaciones de las propiedades en las fotografías aéreas.

Durante el período culminante de esta fase del Proyecto, unos 48 vehículos y 65 funcionarios de Impuestos Internos estaban comprometidos en sus

operaciones de campo. Cada perito tasador identificaba un promedio de cinco a seis predios al día, de acuerdo con la accesibilidad al mismo, tamaño de la propiedad y condiciones climáticas. En casi 170.000 entrevistas, los tasadores encontraron pocas discrepancias, entre los propietarios de los predios adyacentes, sobre la ubicación del deslinde común. Sólo muy pocos dueños de propiedades se negaron a cooperar con los representantes del Proyecto.

Al propio tiempo que se hacían investigaciones en el campo para determinar la superficie y quiénes eran los propietarios, cada grupo tenía un segundo juego de fotografías aéreas, en las cuales marcaban informaciones sobre las vías de comunicación hacia cada propiedad. Esto incluía ferrocarriles, carreteras, caminos, senderos (en cuanto a su calidad y estado de construcción); ríos navegables, cruces de éstos, puentes y otros elementos, tales como aeropuertos y puertos. Esta información se empleó después como factor para el avalúo con fines tributarios.

Los dibujantes de cada grupo trasladaron la información que los peritos tasadores habían marcado en el campo en las fotografías aéreas a los mosaicos de trabajo del grupo, que eran copias en ozalid del mosaico original. Después de terminar este traslado, los dibujantes mandaban sus mosaicos a Santiago, junto con los nombres de los propietarios. Esta información era revisada en Santiago y, cuando existía alguna duda, los verificadores podían esclarecer sus problemas poniéndose en contacto con el grupo responsable en el campo.

Después de las debidas correcciones, los dibujantes en Santiago trasladaban la información a los mosaicos Cronaflex originales. Estos mosaicos, que

contenían los límites y número de registro de los predios agrícolas de cada distrito, constituyen los mapas de propiedades preparados por el Proyecto.

El páso final en la preparación de los mapas de propiedades fue medir la superficie de cada predio mayor de 1 hectárea. Esta operación la realizaron los dibujantes midiendo directamente en los mosaicos con planímetros polares (en los mosaicos a escala 1:20.000, hay 4 hectáreas por centímetro cuadrado). La producción media diaria por persona en esta operación fue de 5.000 hectáreas. Cada lámina de mosaico abarcaba una superficie de unas 27.000 hectáreas.

5.3 Resumen de los Resultados

Cada predio rural mayor de 1 hectárea fue delineado e identificado en los fotomosaicos. En los mismos, aparece el número de registro de la propiedad y, en algunos casos, ciertas letras claves que se refieren a observaciones anotadas al margen.

El número de registro está compuesto por dos grupos de cifras divididas por un guión. Las cifras a la izquierda representan propiedades dentro de una zona específica. Las de la derecha son los números correspondientes a la misma propiedad en la clasificación precedente. Las letras claves pueden mostrar, por ejemplo, que varias personas son dueñas de la propiedad cuando pertenece a chacras (huertos) de menos de 1 hectárea; que la propiedad no está registrada y no había pagado contribuciones antes de la preparación de los mapas; que no es usada para fines agrícolas; o que requiere acción administrativa por parte del Servicio de Impuestos Internos.

El estudio mostró que las declaraciones de los propietarios eran exactas, con sólo un 3% de aumento en la superficie agrícola total. Mostró que 2% de los

propietarios no habían pagado nunca contribuciones. La *Fig. 11* es un ejemplo del registro de una porción de las propiedades ubicadas en el mosaico 4130-7300D, e incluye una comparación entre superficies declaradas y las superficies medidas en las propiedades indicadas.

El trabajo de identificación de predios y los mapas de propiedades dan información sobre:

- Ubicación exacta de cada predio agrícola.
- Inscripción del predio de acuerdo con el número de registro.
- Dueño del predio y tipo de propiedad.
- Superficie total del predio.
- Distancia a las vías de comunicación y la calidad de tales comunicaciones.
- Distancia de la ciudad o del centro comercial más inmediato.
- Mejoras hechas a la propiedad.

Esta información era presentada en términos cuantitativos y cualitativos. Con ella y los datos recogidos por el Proyecto sobre uso actual y capacidad de uso de la tierra, se prepararon fórmulas para establecer el monto de los impuestos territoriales.

La misma información, transferida a tarjetas perforadas IBM y con el empleo de calculadoras electrónicas, proporcionó bases para series estadísticas.

La información recogida durante este trabajo brindó al Gobierno una idea exacta del número de propiedades rurales, la superficie útil de las tierras agrícolas, la superficie exacta de cada propiedad, un resumen de factores económicos, las facilidades o medios de transporte para la distribución de los productos agrícolas, y los grados de concentración de fincas grandes y pequeñas.

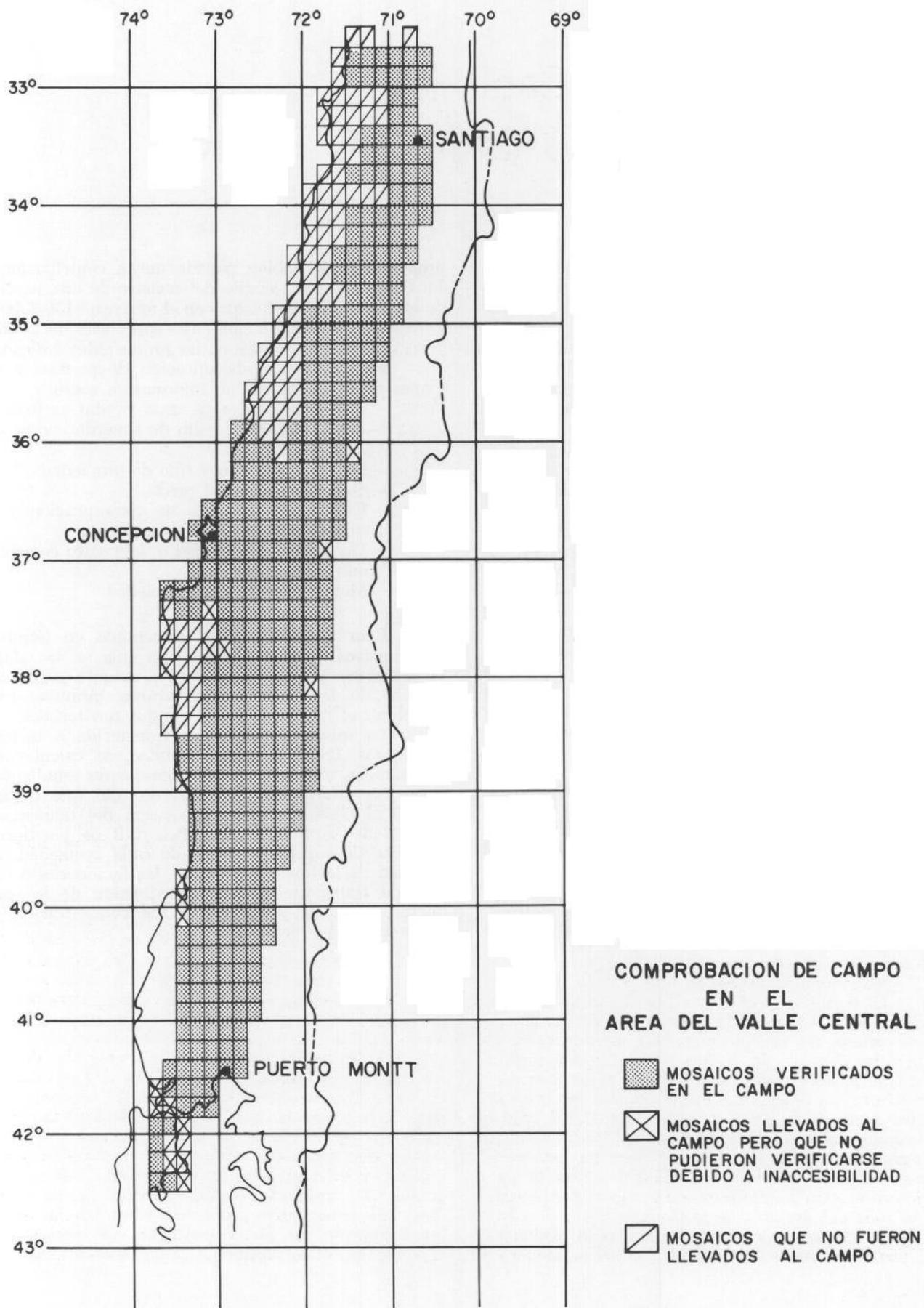


Fig. 12—Uso Actual de la Tierra — Comprobaciones de Campo en el Valle Central

Capítulo 6

USO ACTUAL DE LA TIERRA

- 6.1 Alcance y Propósito
- 6.2 Método de Operación
 - 6.21 Fotointerpretación
 - 6.22 Comprobación de Campo
 - 6.23 Preparación de los Transparentes
- 6.3 La Leyenda
 - 6.31 Leyenda para la Clasificación del Uso de la Tierra en Areas Cubiertas por Fotografías a Escalas de 1:20.000 y 1:30.000.
 - 6.32 Leyenda Generalizada para la Clasificación del Uso Actual de la Tierra en Areas Cubiertas por Fotografías a Escalas de 1:50.000 y 1:60.000.
- 6.4 Exactitud de la Fotointerpretación
- 6.5 Resumen de los Resultados
 - 6.51 Número de Unidades de Areas Levantadas
 - 6.52 Empleo de la Información sobre el Uso Actual de la Tierra.
 - 6.53 Recomendaciones para Empleos Futuros de la Información Compilada sobre el Uso Actual de la Tierra.

6.1 Alcance y Propósito

Mediante la interpretación de fotografías aéreas, apoyado en verificación de campo, el Proyecto confeccionó mapas del uso de la tierra, en forma de transparencias, del Valle Central y de los seis valles del Norte. Estos mapas se utilizarán como una información básica por el Gobierno de Chile, en la planificación y ejecución de planes y fomento agrícolas.

6.2 Método de Operación

6.21 Fotointerpretación

El estudio topográfico sobre el uso de la tierra, que en Chile ejecutó el Proyecto fue, principalmente, un programa de fotointerpretación estereoscópica de fotografías aéreas. El trabajo de interpretación fue auxiliado por observaciones de campo y estudios de la agricultura, tanto nacional como regional. El Proyecto utilizó fotografías aéreas a escala de 1:20.000 para la interpretación detallada del área del Valle Central; fotografías a escala de 1:30.000 para los seis valles transversales del Norte, y de 1:50.000 y 1:60.000 para la interpretación generalizada en las áreas bajo estudio en la zona del litoral y la de Chiloé.

El primer paso del Proyecto en la evaluación del uso de la tierra, fue orientar a los agrónomos y

geógrafos chilenos en la fotointerpretación. Se continuó con la creación de una leyenda basada en el sistema adoptado por la Unión Geográfica Internacional y el levantamiento de 34 categorías sobre el uso de la tierra.

La fotointerpretación preliminar fue hecha directamente sobre fotografías aéreas, delimitando y marcando las áreas con lápiz. Un supervisor compilador experimentado corregía estas fotografías y las devolvía a los intérpretes a fin de lograr un adiestramiento más avanzado y mejorar la capacidad de interpretación. La interpretación correcta de cada foto fue después transferida, en tinta, al mosaico de compilación.

El Proyecto mantuvo una proporción de tres foto-intérpretes por cada compilador. Al revisar los mosaicos con las anotaciones en tinta, el compilador debía cerciorarse de que cada área delimitada estaba correcta tanto en símbolo como en extensión, de que la misma área había sido cubierta en su totalidad, y que las áreas contiguas, idénticas en símbolo, fuesen coincidentes. El compilador decidía también acerca de las áreas que presentaban problemas y de aquellas que el foto-intérprete no podía clasificar con certeza. La experiencia de los ingenieros agrónomos chilenos y su

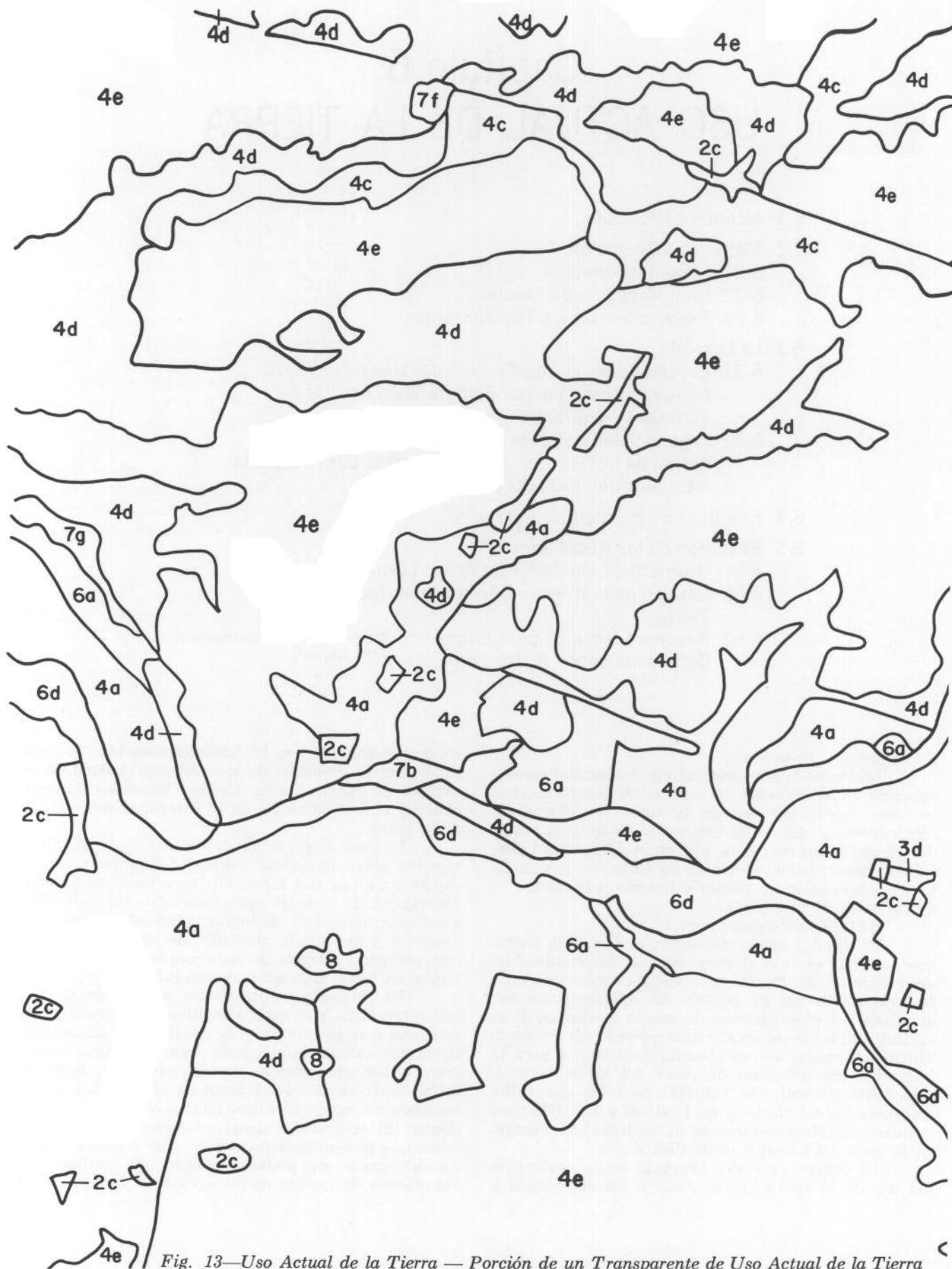


Fig. 13—Uso Actual de la Tierra — Porción de un Transparente de Uso Actual de la Tierra

familiaridad con el territorio y las variantes de su agricultura, ayudaron considerablemente a resolver problemas de identificación y uso de la tierra. En aquellos casos en que el compilador no podía determinar una unidad de área con razonable exactitud, tomaba notas para ordenar una comprobación de campo.

6.22 Comprobación de Campo

La comprobación o verificación de campo empezó en noviembre de 1961, como práctica para la confección de la clave de la parte Norte del Valle Central, al mismo tiempo que se hacía una confirmación final en las fotos que se llevaban al campo. El Proyecto empezó de lleno el programa de confirmación de los mosaicos interpretados y compilados, a comienzos de 1962 y lo completó a principios de 1963.

Los grupos comprobadores llevaron al campo los mosaicos a escala de 1:20.000 para su verificación. Esta consistió en una poligonal igual al largo, más el ancho, del mosaico, o sea, alrededor de 33,4 km. Prácticamente todos los mosaicos cubiertos, completamente o en parte, por fotos a escala de 1:20.000, fueron verificados en el campo. (*Fig. 12*).

Los grupos encargados de la confirmación en el campo viajaron en vehículos con tracción en las cuatro ruedas, trazando todos los caminos transitables, para obtener una buena confirmación del uso de la tierra. En la mayoría de los casos fue posible levantar más de los 33,4 km, considerados necesarios para el muestreo o confirmación de las muestras. Sin embargo, en otras áreas el estado de los caminos hizo imposible verificar tal distancia.

Una vez en desarrollo el programa, grupos de tres técnicos investigaron aquellas áreas que los intérpretes no habían podido clasificar, y completaron el levantamiento del uso de la tierra mediante observación directa. A veces, se obtuvo de parte de los mismos agricultores la mejor información sobre la agricultura de una zona y datos específicos sobre el uso de la tierra.

En los valles del Norte, después de una fotointerpretación preliminar realizada en la oficina, dos grupos de tres técnicos cada uno llevaron al campo las fotografías a escala de 1:30.000. En pocas semanas se completó así el levantamiento de mapas y la comprobación o verificación de campo en los seis valles.

Igual procedimiento se empleó en las áreas del Proyecto para las cuales sólo había disponibles fotografías a escala de 1:50.000. En estos sectores el acceso con vehículos fue mucho más difícil y un mayor porcentaje de estos mosaicos no pudo ser confirmado con precisión.

Un problema diferente se presentó en el área del Proyecto cubierta sólo por fotos a escala de 1:60.

000. La fotografía utilizada para los mosaicos y para la fotointerpretación había sido tomada siete años antes, de manera que el trabajo de rutina de comprobación o verificación de campo resultó virtualmente imposible. Para lograr en esta área bajo estudio la misma exactitud y detalles obtenidos en el Valle Central — para el cual se dispuso de fotografías recientes a escalas de 1:20.000 y 1:50.000 — habría sido necesario un nuevo levantamiento de fotografías o un prolongado programa de levantamiento de mapas en el terreno mismo. Ninguno de los dos era posible de llevar a cabo, dadas las condiciones del Proyecto. Por este motivo, la compilación de datos y la foto-interpretación se completaron mediante el empleo de una leyenda generalizada y eliminando la comprobación de campo.

El Proyecto ensayó la comprobación o verificación de campo con un helicóptero en mayo de 1962, al Este y Oeste de Chillán, en las zonas costeras y en las alledañas a la Cordillera de los Andes. Aunque ello dio buenos resultados, se abandonó debido a su alto costo.

A medida que los grupos de mosaicos volvían del campo después de ser verificados, los compiladores los revisaban y efectuaban las correcciones en tinta por cada error anotado. Cada hoja fue empalmada con las hojas vecinas respectivas, y sólo cuando este ajuste era perfecto, se consideraba lista para el trazado por superposición. Durante esta fase de la revisión y corrección, los compiladores llevaron cuenta de las unidades correctas verificadas en el campo y del número original de unidades erróneas. Esta medida dio base para el análisis estadístico de la exactitud de la fotointerpretación en el levantamiento del uso de la tierra.

Cada grupo de campo redactó un corto informe relativo a los aspectos generales o específicos del uso agrícola de la tierra del área que les tocó recorrer. Estos informes combinados, son una indicación descriptiva de los cambios en el uso de la tierra de una zona a otra dentro del área del Proyecto.

6.23 Preparación de los Transparentes

Los transparentes por superposición sobre cada mosaico son el resultado final de esta fase del Proyecto. Están dibujados a tinta sobre una lámina de material plástico indeformable (la *Fig. 13* muestra un sector a escala del transparente final que describe el uso de la tierra). El transparente de uso de la tierra se utilizará más tarde con el de clasificación de la capacidad de uso y el de límites de las propiedades, para establecer las correlaciones y avalúos de cualquiera de estos tres factores en el área del Proyecto.

Al trabajar con fotografías a escala de 1:50.000, el Proyecto decidió que, debido a esta escala mucho menor, no sería posible levantar áreas de unidades de 1 hectárea, conforme se había hecho con las fotografías a escala de 1:20.000. El mismo tamaño de unidad (1/2 cm por 1/2 cm) que cubría 1 hectárea en la escala de 1:20.000, en la escala de 1:50.000 cubría más de 6 hectáreas, de modo que se adoptó esta última superficie como área mínima para trabajar con las fotografías a dicha escala. Debido al número de áreas de uso que caerían bajo el límite 6,25 hectáreas, pareció viable desarrollar símbolos combinados para incluir algunos tipos pequeños de uso dentro de un área de mayor simbolización y evitar así sacar en forma forzada detalles que una escala tan pequeña no proporciona normalmente.

Ya que la leyenda para la interpretación de las fotografías a escala de 1:50.000 incluía los mismos elementos que aquella para 1:20.000 — excepto en lo que se refiere a riegos, que no podían determinarse con suficiente exactitud — a la primera se le dio forma abreviada y se utilizaron diferentes letras para los símbolos de estas escalas menores.

Esta misma leyenda generalizada se utilizó también en la interpretación de las fotografías a escala de 1:60.000, que cubrían la zona de la Cordillera de la Costa, al Norte de la latitud 37°S. Aunque el límite de 6,25 hectáreas se encontraba más generalizado en las zonas marginales, tales como las faldas de colinas y cerros (donde existían pastos esparcidos, matorrales y, a veces, bosques naturales); en la práctica, el detalle que resultó en los mosaicos se acercó más al patrón de 1:20.000 que al que se adoptó para escalas menores, ya que al superponer los límites de uso sobre el mosaico, quedaba expuesta una imagen a escala 1:20.000 que, a menudo, ofrecía mayores detalles sobre la utilización de la tierra.

6.31 Leyenda para la Clasificación del Uso de la Tierra en Áreas Cubiertas por Fotografías a Escalas de 1:20.000 y 1:30.000

1. Áreas Urbanas:

1a. Áreas urbanas y relacionadas — Se incluye en este grupo las ciudades, pueblos y aldeas. La separación con respecto al grupo 2c y 2d (Horticultura doméstica), se considerará donde haya menos de 5 casas por manzana. También se incluyen en este grupo las áreas que no tienen edificaciones actualmente, pero que tienen su red de caminos (terminadas o en construcción), su alcantarillado, etc. Generalmente, dichas áreas se encuentran en las afueras de las grandes ciudades.

1b. Instalaciones gubernamentales y otras tierras institucionales — Incluye este grupo los siguientes tipos de construcciones e instalaciones: aeropuertos civiles y militares, estaciones agrícolas experimentales, bases e instalaciones del ejército; prisiones, escuelas, hospitales, parques aledaños, estaciones de ferrocarril y minas.

2. Terrenos Hortícolas:

2a. Horticultura comercial, con riego —

Se incluye en este grupo toda área cultivada de hortalizas, que por su tamaño y/o ubicación esté destinada a producir hortalizas para la venta en estado fresco o a plantas de conserva o frigoríficos. Los cultivos más comunes son de tomates, ají, lechuga, pimientos, coles, apio, arvejas, porotos verdes (alubias), etc. Estas áreas se ubican usualmente vecinas a los centros poblados.

Un compilador revisó cada transparente para cerciorarse de que todas las unidades de áreas estaban comprendidas, de que todas tenían los símbolos debidos, y de que no se había omitido o agregado área alguna. En efecto, los compiladores certificaron que el transparente final era una réplica exacta del uso de la tierra interpretado, compilado, confirmado en el terreno, corregido y aceptado por la Sección del Uso de la Tierra.

6.3 La Leyenda

La leyenda que sirvió de base para el levantamiento del uso de la tierra del Proyecto, se deriva de la leyenda básica propuesta por la Comisión de Inventario Mundial del Uso de la Tierra, de la Unión Geográfica Internacional. Esta leyenda fue desarrollada entre 1949 y 1952, contiene nueve categorías principales y ha sido la clave para los levantamientos realizados o en vías de ejecución para determinar el uso de la tierra en el mundo entero.

La adopción de la leyenda básica de la Comisión fue sólo el primer paso en el desarrollo de la leyenda que se utilizaría para el levantamiento del uso de la tierra en las fotos y en los mosaicos.

El debate entre los ingenieros agrónomos chilenos y los expertos del consorcio, produjo la serie de categorías de uso que describieron, en forma completa y exacta, la utilización de las tierras comprendidas dentro del área del Proyecto.

La leyenda básica fue modificada varias veces con el fin de brindar la mejor cobertura de todas las situaciones agrícolas que pudieran presentarse. Las modificaciones fueron principalmente adiciones, ampliación del significado de alguna categoría, basado en situaciones que no debían ignorarse. En unos pocos casos se agregaron nuevas categorías secundarias.

2b. Horticultura comercial, sin riego — Se hace de estas tierras el mismo uso descrito en el párrafo 2a, pero sin riego. Estas áreas se encuentran, en su mayoría, al sur de las provincias de Cautín y de Malleco (y en ciertas regiones al norte de Cautín), donde la lluvia hace posible este tipo de cultivo sin riego.

2c. Horticultura doméstica, con riego — Incluye toda área cultivada de vegetales cuyo producto se dedica con preferencia al consumo familiar, aun cuando a veces se pueda vender algo en los mercados. Estas áreas se encuentran usualmente en el cercado familiar de los *inquilinos*, que son los trabajadores de las haciendas mayores. Las cosechas principales son de tomates, melones, pimientos, y también incluyen pequeños huertos.

2d. Horticultura doméstica, sin riego — Se incluye en este grupo áreas de las mismas condiciones anteriores, pero sin riego. Estas áreas se encuentran de preferencia en la zona de lluvias (para su cultivo sin riego) y en algunos sectores bajos de *vegas* o terrazas vecinas a los ríos. Podría considerarse en este grupo también pequeños huertos frutales que por su tamaño no pueden incluirse en el grupo 3 y en los cuales se hacen cultivos hortícolas. Se incluye en este grupo anterior cuando tienen 1 hectárea o menos, de extensión. Por lo general, estos huertos o áreas hortícolas suelen presentarse en forma de pequeños bloques de formas rectangulares.

3. Huertos Frutales y Otros Cultivos Permanentes:

3a. Huertos frutales, con riego — Este grupo incluye toda plantación frutal cuya superficie sea superior a 1 hectárea. La condición de riego podrá establecerse por la presencia de canales, acequias y surcos.

3b. Huertos frutales, sin riego — Incluyen áreas iguales a las anteriores, pero sin riego. Es posible encontrarlos en la zona de las lluvias, donde pueden cultivarse manzanas, cerezas y otras frutas.

3c. Viñas con riego — Las viñas con riego, por lo general, se encuentran sobre alambradas con postes. Lo normal es encontrar estas viñas en el Llano Central y en terrenos delimitados regularmente.

3d. Viñas sin riego — Generalmente, las viñas sin riego se presentan en terrenos ondulados y aun en algunas pendientes de colinas o cerros. La principal diferencia con 3c. es que, por lo general, las viñas sin riego no descasan sobre alambradas, sino que se apoyan en los troncos más gruesos de otras vides. Por ocupar suelos de topografía más irregular, no siem-

pre los terrenos son uniformes. Las zonas costeras de las provincias de Maule y Concepción ofrecen buenos ejemplos de esta clase de uso.

3e. Parronales — Forma especial de cultivar la vid para producir uvas de mesa. En general, se encuentran sólo en suelos con riego. Las áreas cultivadas con parronales son bastante limitadas, como lo es el área vecina a Melipilla, en el valle del Aconcagua (Llay-Llay), y en algunas áreas cerca de El Palqui (Ovalle).

3f. Uso combinado con plantíos de árboles frutales — En este grupo se incluyen terrenos cuya superficie sobrepasa 1 hectárea, en los cuales se ha mezclado el cultivo de legumbres y árboles frutales (estos últimos separados más de lo corriente). En general, se da este tipo de cultivo en los sectores con riego dentro del área del Proyecto.

4. Terrenos con Cultivos Extensivos

4a. Rotación de chacra-cereal-pastos, con riego — Las áreas que incluye este grupo están ubicadas en el Llano Central, donde se encuentran tierras planas. Los límites de los campos y de las plantaciones pueden determinarse en las fotografías aéreas. El sentido exacto de la rotación puede variar en las diferentes zonas agrícolas del país.

4b. Rotación de chacra-cereal-pastos, sin riego — Este grupo incluye tierras cuyo uso es el mismo que se describe en el párrafo 4a., pero sin riego, las que se prestan a esta rotación gracias a la abundancia de lluvias que permite mantener bastante humedad durante la primavera y el verano. Estas áreas se encuentran en el Llano Central, al sur del Río Bío-Bío y a lo largo de la costa, lo mismo que en algunos valles y terrazas de ríos. La rotación puede ser diferente en varias de las zonas agrícolas a través del área donde se presente este uso.

4c. Rotación de cereal-pastos, con riego — Incluye aquellas áreas en que no pueden cultivarse chacras, ya sea debido a condiciones físicas o de calidad del suelo (pedregosidad, espesor) o, también, por limitación de agua para riego.

4d. Rotación de cereal-pastos, sin riego — Este grupo incluye las zonas secas del Llano Central (generalmente, al sur de la zona con riego) o de la costa, en donde se cultivan cereales. La ausencia de canales, zanjas y surcos muestra que la tierra carece de riego.

4e. *Rotación del arroz* — Este grupo ha sido considerado separadamente porque, cuando los arrozales no están en producción, se transforman en pastos y en barbechos. Sus pequeños camellones, en forma de curvas de nivel (*pretilas*) se pueden reconocer fácilmente, sin importar el uso actual.

Algunas veces el cultivo del arroz forma parte de una rotación con trigo, pasto y chacra. En este caso se considera como un aspecto de la rotación 4a, y está representado como tal en el mapa. (Ejemplo: rotación de arroz-chacra-trigo-pasto, zona de Melipilla.)

4f. *Cultivo predominantemente de chacra, con riego* — Este grupo incluye áreas bien específicas, en donde la chacra se cultiva todos los años. Una característica definitiva de esta categoría es la presencia de chacra en el 70%, ó más, de las superficies.

También están clasificadas como 4f las pequeñas propiedades que presentan los aspectos de la rotación de chacra-cereal-pasto, con riego, pero demasiado pequeñas y poco importantes para ser consideradas, como la 4a. La característica de estas pequeñas parcelas es el uso intensivo de la tierra: pueden tener chacras, pastos y, a menudo, trigo, pero cambian rápidamente, probablemente cada año. Se nota también la presencia de hortalizas, pero la chacra predomina. La región de El Carmen, cerca de Chillán, es un buen ejemplo de este tipo de uso intensivo.

4g. *Cultivo predominante de chacras, sin riego* — Comprende este grupo, en primer lugar, las tierras sin riego de la parte sur del Llano Central, donde una suficiente precipitación pluvial y las condiciones del suelo, permiten mantener la necesaria capa freática durante la primavera y el verano para propiciar el cultivo de chacras sin riego. Se clasifica también en esta categoría las llanuras abiertas y otras regiones sujetas a inundaciones durante el invierno.

La segunda aplicación (similar a la segunda 4f, arriba), incluye las pequeñas porciones de tierra de agricultores independientes, que cultivan principalmente la chacra, pero que utilizan también sus terrenos para trigo, legumbres y pasto. Esta zona no tiene riego, aunque de vez en cuando es irrigada, sin que haya un sistema regular de canales o surcos.

5. *Praderas Permanentemente Mejoradas*

Este grupo se encuentra únicamente en las regiones más al sur de la provincia de Magallanes, fuera de los límites del Proyecto.

6. *Praderas Naturales*

6a. *Praderas en terrenos semi-desbrozados* — En este grupo se incluyen los terrenos de pastoreo usuales que, por su densidad de *matorrales* o montes, puede deducirse han sido cultivados alguna vez, aunque no en forma regular. En éstas áreas se presentan sectores a veces bastante limpios de matorrales, donde se cultivan cereales, aunque en tales áreas predomina principalmente el pastoreo y los cultivos de cereales se hacen a veces para aprovechar las áreas que se desbrozan a largos intervalos. La prolongación de la rotación de cultivo-desbroce varía en zonas distintas y resulta, por lo general, más prolongada e irregular que la rotación 4d.

6b. *Praderas con matorrales, o sin matorrales, no cultivadas* — Este grupo incluye todas las praderas con matorrales y arbustos o sin ellos; su principal diferencia con la categoría 6a. es que jamás han sido cultivadas o hace un gran número de años que no se cultivan, debido a la intensa erosión, pendiente desfavorable, pobreza del suelo, malas condiciones económicas, o cualquier otro factor. En algunas áreas, la vegetación natural ha reaparecido.

6c. *Praderas con matorrales, con escasos pastos* — Este grupo incluye las tierras donde predominan el cacto y la acacia, y cuyas características de aridez le clasifican como praderas de baja calidad. Se encuentran a lo largo de la base de la precordillera, donde las pendientes son muy escarpadas y, en general, en las áreas no cultivadas del norte del Río Maipo. Estas tierras son usualmente áridas y pueden ser distinguidas de la categoría 6b por la mínima cantidad de hierba que puede servir de pasto.

6d. *Pradera con matorral, llanuras sujetas a inundaciones* — Incluye todas las áreas vecinas a ríos, que son o forman lechos de ríos que sufren inundaciones ocasionales y que ahora son muy pedregosas, carecen de la debida vegetación y no permiten los

cultivos. Empero, pueden ser aprovechadas temporalmente para el pastoreo cuando existe suficiente vegetación.

7. Terrenos de Bosques:

7a. *Bosque natural* — Este grupo incluye todas las áreas con vegetación natural arbórea, en que los árboles se pueden distinguir claramente por sus diferentes alturas. En general deben considerarse árboles de 10 metros o más de altura, agrupados, que, pese a presentar sus copas en forma densa, pueden distinguirse claramente en forma individual. Este tipo, por lo general, se encuentra en terrenos ondulados o cerros y, también, en áreas llanas de suelos húmedos.

7b. *Bosque plantado, con riego* — Incluye toda área sembrada y que dispone de riego. Por esta razón, es lo más probable que ocupen áreas llanas, plantadas de álamos, eucaliptus y, a veces, pinos (que requieren riego durante los primeros 3 años de crecimiento).

7c. *Bosque plantado, sin riego* — Esta categoría incluye toda plantación artificial de árboles que no dispone de riego. Se encuentra de preferencia en la zona de la costa, en terrenos ondulados y colinas, lo mismo que en terrenos arenosos de las provincias de Bío-Bío, Malleco y Concepción. Las principales especies plantadas son pinos y eucaliptos.

7d. *Bosques talados, con riego* — Incluye aquellas áreas de bosques explotados, y que no tienen otro uso por el momento. En esta categoría se incluyen solamente los álamos, eucaliptos y, a veces, los pinos. En el caso de los árboles que retoñan, como el eucalipto, sólo puede considerarse en este grupo mientras el renuevo es pequeño, debiéndose considerarse posteriormente en el grupo 7f (Renovales).

7e. *Bosque talado, sin riego* — Incluye toda área de bosque natural o plantado que ha sido explotado y en la que es fácil distinguir los tocones que usualmente quedan en el terreno. No incluye áreas de bosques destruidos por incendios, que corresponden al grupo 7f (Renovales), especialmente cuando se trata de bosque natural en desarrollo. La posición fisiográfica que ocupan estas áreas es igual a la 7a (Bosques naturales) y 7c (Bosques plantados, sin riego).

7f. *Renovales* — Incluye áreas de bosques talados, cuya vegetación se recupera (e.g., eucaliptos), así como también áreas en que se ha cortado la vegetación arbórea, pero no se han desbrozado lo suficiente como para permitir la recuperación del bosque. También incluye las áreas quemadas por incendios pero que, por las condiciones climáticas, la vegetación natural se recupera.

7g. *Matorrales* — Incluye toda área en que la densidad de arbustos, árboles achaparrados y montes bajos no permite el crecimiento de pasto y no tienen aprovechamiento para el pastoreo. Estas áreas son comunes a orillas de arroyos y ríos.

8. *Terrenos Húmedos* — Esta categoría incluye los terrenos recubiertos de agua o que permanecen pantanosos durante todo el año. Se encuentran generalmente en las regiones bajas, donde el desagüe es deficiente, tal como en ciénagas, pantanos, y que a menudo tienen vegetación característica. Estos no pueden utilizarse con fines agrícolas sin mejorar su desagüe.

9. Terrenos Sin Uso

Esta categoría incluye todos los terrenos que no son utilizados en las clasificaciones anteriores. Están comprendidos en ella los sectores cubiertos de arena; los afloramientos de rocas; las regiones desérticas; los terrenos con suelos demasiado salinos, inútiles para la agricultura; las tierras muy pedregosas; los terrenos de derrumbe y las áreas de erosión muy avanzada.

9a. *Terrenos inundados después de terremotos* — Este grupo incluye las tierras inundadas a consecuencia de los terremotos.

9b. *Terrenos anteriormente usados, con riego* — Este grupo incluye terrenos ubicados en los valles del Norte, donde hay señales evidentes de que han sido cultivados con riego anteriormente, pero que no están en uso actualmente. No se deben confundir con ciertos terrenos que aparecen secos en las fotografías pero que, en realidad, forman parte de un sistema de rotación de riego con terrenos adyacentes.

DISTRIBUCION, POR PORCENTAJE DE EXACTITUD, DE 317 MOSAICOS VERIFICADOS EN EL TERRENO

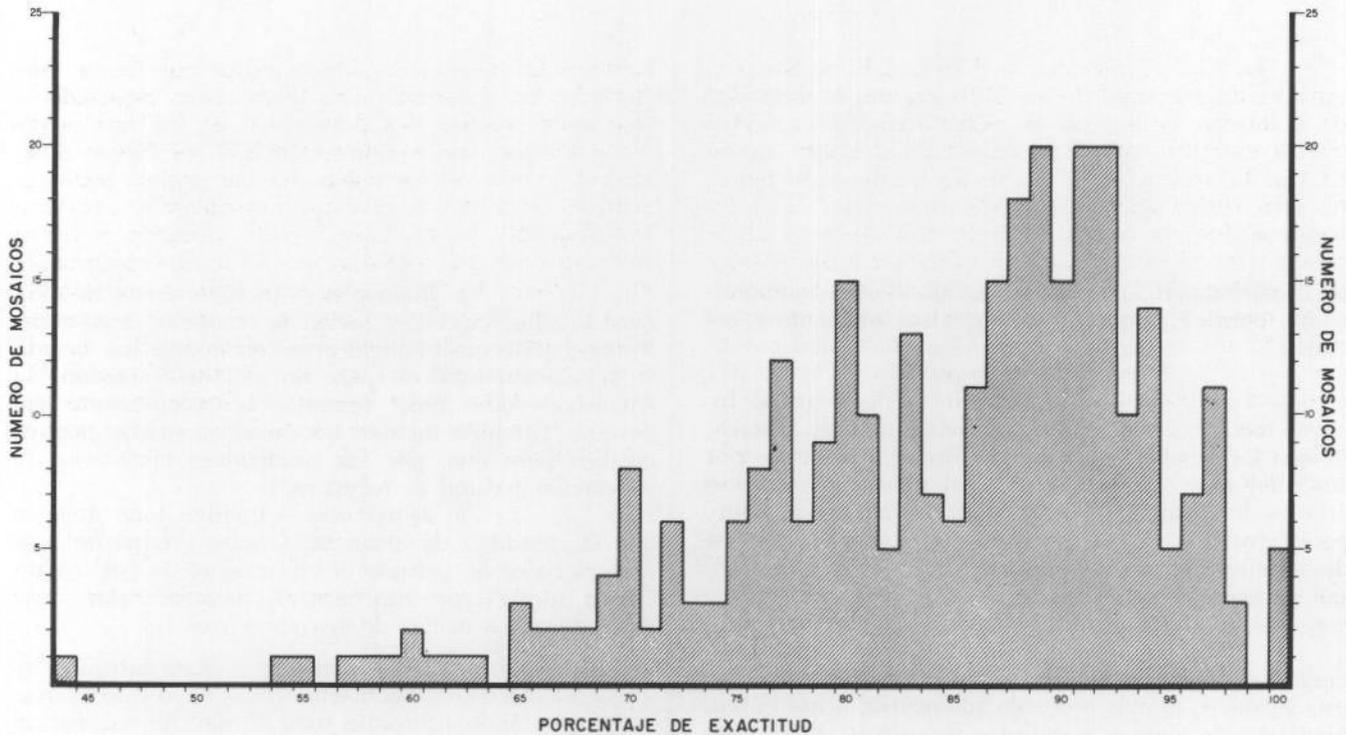


Fig. 14—Uso Actual de la Tierra — Carta de Distribución del Porcentaje de Exactitud

6.32 *Leyenda Generalizada para la Clasificación del Uso Actual de la Tierra en Áreas Cubiertas por Fotografías a Escalas de 1:50.000 y 1:60.000.*

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> 1. <i>Áreas Urbanas:</i> <ul style="list-style-type: none"> 1z. Áreas urbanas 1y. Instalaciones gubernamentales y otras tierras institucionales 2. <i>Terrenos Hortícolas:</i> <ul style="list-style-type: none"> 2z. Horticultura comercial 2y. Horticultura doméstica 3. <i>Huertos Frutales y Otros Cultivos Permanentes:</i> <ul style="list-style-type: none"> 3z. Huertos frutales 3y. Viñas y parronales 4. <i>Terrenos con Cultivos Extensivos:</i> <ul style="list-style-type: none"> 4z. Rotación de chacra-cereal-pasto 4y. Rotación de cereal-pasto, y arroz 4x. Principalmente chacra 5. <i>Praderas Permanentemente Mejoradas:</i>
(Sin aplicación en las áreas del Proyecto) | <ul style="list-style-type: none"> 6. <i>Praderas Naturales:</i> 7. <i>Terrenos de Bosques:</i> <ul style="list-style-type: none"> 7z. Bosque natural 7y. Bosque plantado 7x. Bosque talado y renoval 7w. Matorral 8. <i>Terrenos Húmedos:</i> 9. <i>Terrenos Sin Uso:</i> |
|--|---|

6.4 *Exactitud de la Fotointerpretación*

Durante el programa de confirmación en el terreno, el Proyecto confeccionó registros de las unidades interpretadas correctas e incorrectas, con el fin de realizar un análisis estadístico de la exactitud de la fotointerpretación original.

Se determinó el porcentaje de exactitud de 317 mosaicos, relacionando en cada mosaico el número de áreas correctamente interpretadas con el total de áreas confirmadas en el terreno. Estos 317 mosaicos (67% de los mosaicos del Valle Central del Proyecto y 86% de todos los mosaicos que recibieron confirmación de campo) son más que suficientes para servir de base para una determinación estadística de la fotointerpretación de esta sección del trabajo.

La Fig. 14 muestra la distribución de los porcentajes de exactitud de los 317 mosaicos confirmados en el terreno. El análisis de esta distribución muestra que la exactitud promedio para todo el grupo fue de 84,3%. La mediana y el valor de máxima frecuencia de esta distribución muestran cifras más altas. La mediana fue de 87%. La frecuencia máxima es la misma (en 20 casos) para tres diferentes porcentajes de exactitud: 89%, 91% y 92%. También puede apreciarse que 34,7% de todos los casos tienen una exactitud del 90%, o superior; que el 72,6% presenta una exactitud del 80%, o superior; y que el 92,4% de los 317 mosaicos alcanzó una exactitud del 70%, o superior.

La Fig. 12 muestra la ubicación de cada mosaico del área del Valle Central del Proyecto, respecto a la confirmación en el terreno. La ancha faja fuertemente

sombreada muestra los 369 mosaicos que fueron confirmados en el terreno. Los 17 mosaicos esparcidos y marcados con las dos diagonales, en los bordes del Valle Central, son aquellos mosaicos que fueron llevados al terreno en los cuales no fue posible penetrar, porque los caminos estaban intransitables o porque sencillamente no existían. Los 86 mosaicos restantes marcados con una sola diagonal no fueron confirmados en el terreno. La mayoría de estos últimos se encuentra en la Cordillera de la Costa, en el sector situado un poco al norte del paralelo 36° de latitud S. y la provincia de Arauco. El cuadro siguiente enseña los resultados de las operaciones de confirmación de campo, relacionados con la escala de las fotografías empleadas en los mosaicos.

Mosaicos Cubiertos Por

	Fotos a 1:20.000 (Todas o en parte)	Fotos a 1:50.000	Fotos a 1:60.000	Totales
Mosaicos verificados en el terreno	315	37	17	369
Donde no se pudo entrar a verificar	4	12	1	17
Mosaicos no llevados al terreno	2	20	64	86
TOTALES	321	69	82	472

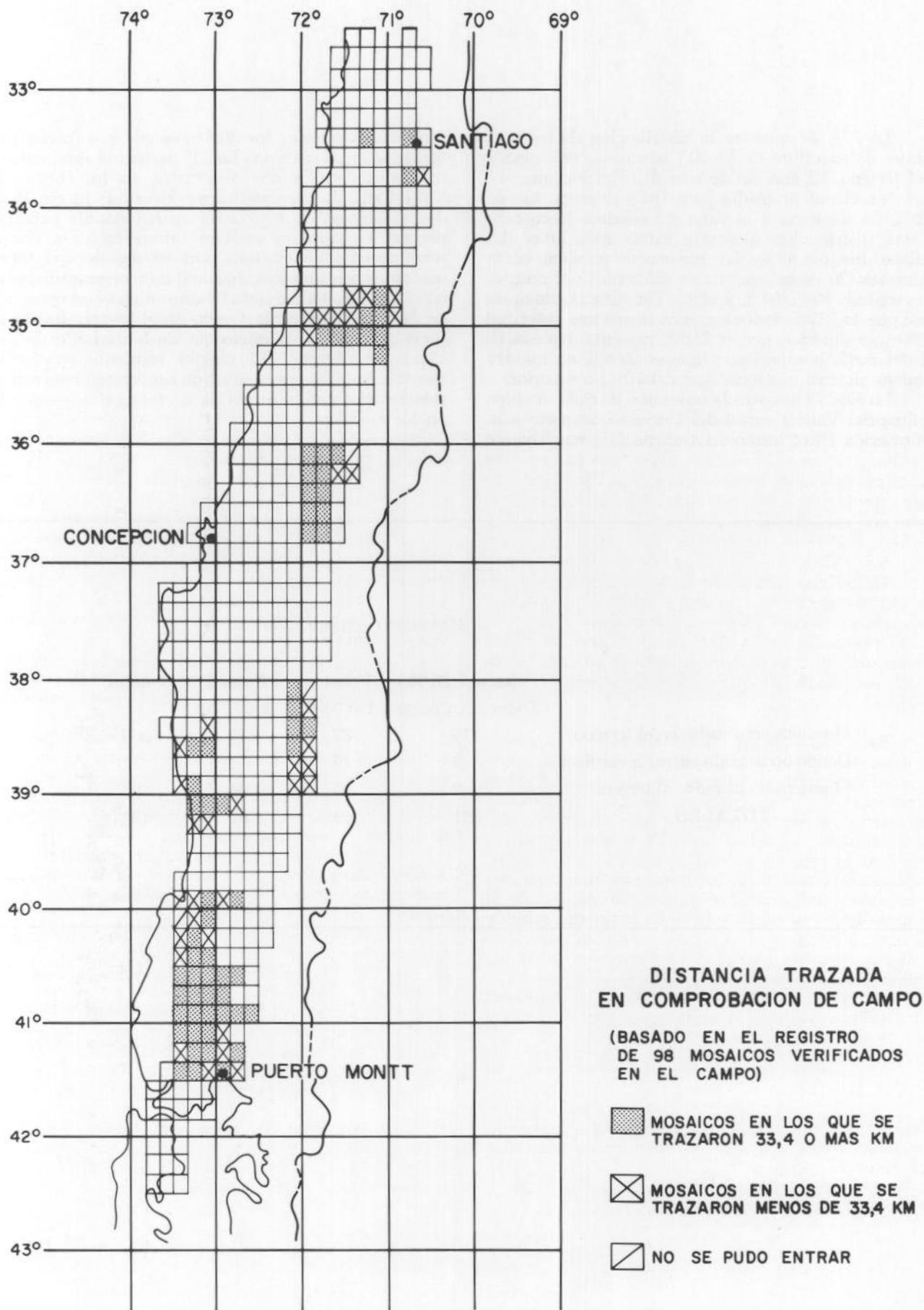


Fig. 15—Uso Actual de la Tierra

Mosaicos Seleccionados para las Comprobaciones de Campo — Distancias Recorridas

La Fig. 15 muestra la ubicación de 103 mosaicos confirmados en el terreno, de los cuales se llevó registro de la distancia efectivamente trazada. El mapa muestra que de los 98 mosaicos que pudieron trazarse (en cinco no fue posible hacerlo), 64 estuvieron por encima de la norma de 33,4 km. Sólo 34 mosaicos no alcanzaron dicha norma. El promedio para los 98 mosaicos que fueron verificados por caminos fue de 42,1 km de confirmación efectiva, muy superior a la norma mínima.

Los mapas finales de uso de la tierra han de presentar una exactitud aún mayor que la indicada arriba, puesto que el intenso trabajo de verificación de campo implicó la corrección de todos aquellos sectores en los que se descubrió algún error.

6.5 Resumen de los Resultados

6.51 Número de Unidades de Áreas Levantadas

Después de completar el levantamiento de mapas, el Proyecto escogió un grupo de 24 mosaicos como base para calcular el número de unidades de uso de la tierra levantadas en el área total de estudio. Esta muestra del 5%, se escogió de manera que incluyera una representación proporcional de las diferentes zonas agrícolas (véase Fig. 16).

Estos mosaicos estaban cubiertos por fotografías a escalas de 1:20.000, 1:50.000 y 1:60.000. Varios de ellos contienen áreas de fotografías a dos escalas. Se hizo un recuento de todas las áreas de cada mosaico. A continuación, puede apreciarse la lista de estos mosaicos, su ubicación, el número de áreas, y una descripción general de la zona en la cual están ubicados. Aunque esta muestra es pequeña, los resultados dan una idea del esfuerzo total para el levantamiento del uso de la tierra realizado por el Proyecto. El promedio total de unidades en los 24 mosaicos, incluyendo las fotografías a todas las escalas, fue de 529 por mosaico. Esto significa que se levantaron unas 248.000 unidades en el Valle Central. Si a esto agregamos las áreas levantadas en los valles del Norte, se llega a un total de 250.000 áreas de uso de la tierra levantadas.

6.52 Empleo de la Información sobre el Uso Actual de la Tierra.

La información obtenida con este levantamiento puede ser utilizada sola, o en combinación con otras informaciones del Proyecto, en diferentes formas. He aquí algunos ejemplos:

a) Planes agrícolas generales y específicos.

b) Combinada con la capacidad del uso, puede utilizarse para determinar las áreas con ajuste satisfactorio o deficiente del uso agrícola de la tierra. Los cambios que resulten recomendables pueden incrementar la producción o la conservación del suelo.

c) Pueden desarrollarse planes y proyectos específicos para la distribución de tierras fiscales o de propiedad del Estado.

d) Pueden ayudar a determinar la dirección de expansión o de contracción que han tomado ciertas cosechas o prácticas agrícolas.

e) Combinada con el mapa de identificación de predios, se pueden realizar estudios que establezcan la relación entre el tipo de uso de la tierra y el tamaño de la propiedad. Si a esto se agregan estadísticas de producción y capacidad del uso de la tierra, se pueden desarrollar correlaciones entre el tamaño de la propiedad en las diferentes clases de capacidad y el tipo de uso y de la producción agrícola con las rentas derivadas de dicho uso.

f) Si la información se la combina con estadísticas de población, se pueden obtener datos precisos para el planeamiento de caminos, escuelas, redes de energía y otras mejoras rurales.

g) Se pueden hacer planes sobre bases más seguras de diferentes industrias basadas en la agricultura.

h) Combinando con futuros levantamientos de uso de la tierra, puede servir para medir los progresos de planes e inversiones agrícolas.

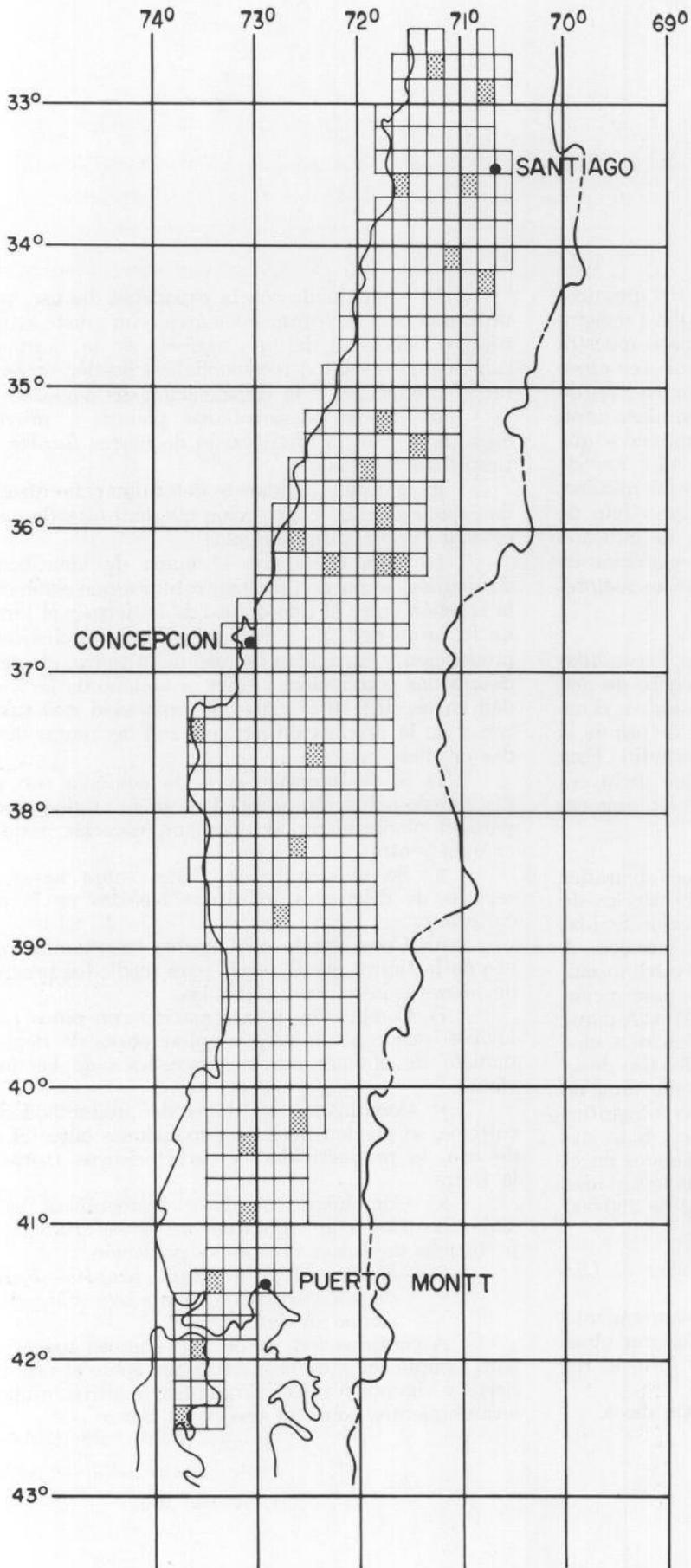
i) Combinada la información con datos hidrológicos, puede servir para ampliar obras de riego, de manera de obtener mayores beneficios de las inversiones.

j) Combinado con datos de productividad de cultivos, se pueden derivar correlaciones entre el tipo de uso, la productividad y características físicas de la tierra.

k) Combinado con datos demográficos, es posible localizar con exactitud las áreas rurales con problemas de escasa o excesiva población.

6.53 Recomendaciones para Empleos Futuros de la Información Compilada sobre el Uso Actual de la Tierra

A continuación, se ofrecen algunas sugerencias para la aplicación de la información sobre el uso de la tierra y algunos planes a largo plazo relativos a nuevos levantamientos sobre el uso de la tierra:



UBICACION DE LOS MOSAICOS
MUESTRA ESCOGIDOS PARA
COMPUTAR LAS UNIDADES
DE AREAS

Fig. 16—Uso Actual de la Tierra — Localización de los Mosaicos de Muestreo

No. Mosaico	Provincia	Comuna	1:50.000		Total de Unidades de Areas	Descripción General de la Zona
			1:20.000 Núm. de Unidades de Areas	1:60.000 Núm. de Unidades de Areas		
3230-7100 E	Aconcagua	Calera	407	—	407	Huertos, hortalizas comerciales, cultivos con riego, cerros.
3250-7100 B	Aconcagua	Calera	427	129	556	Hortalizas comerciales, huertos, lomajes praderas naturales.
3330-7030 A	Santiago	Peñaflor	497	—	497	Cultivos con riego, huertos, viñas, hortalizas comerciales, cerros.
3330-7130 C	Santiago	Sto. Domingo	—	283	283	Cultivos de rulo, plantaciones forestales.
3350-7100 F	Santiago	Alhué	125	121	246	Cultivos de rulo y riego, pastoreo, praderas naturales.
3410-7030 B	O'Higgins	Los Lirios	489	6	495	Cultivos con riego, huertos, viñas, lomajes, pastos naturales.
3510-7130 B	Talca	Pencahue	137	—	137	Cultivos de secano, lomajes, pastoreo, viñas de rulo.
3510-7100 D	Talca	Pelarco	596	—	596	Zona arrocera, cultivos con riego, viñas y pastoreo, praderas naturales.
3530-7130 A	Linares	Sn. Javier	277	—	277	Cultivos de secano, lomajes, pastos naturales, viñas de rulo.
3550-7130 B	Linares	Longaví	482	—	482	Campo plano regado, arroz, viñas de rulo.
3550-7230 F	Maule	Cobquecura	—	272	272	Bosques y renovales, campos de cultivos de rulo y pastoreo, de praderas naturales con matorrales.
3610-7200 B	Ñuble	Sn. Carlos	70	129	199	Cultivos en campos planos de rulo, lomajes pastoreo natural, viñas de rulo.

No. Mosaico	Provincia	Comuna	1:50.000		Total de Unidades de Areas	Descripción General de la Zona
			1:20.000 Núm. de Unidades de Areas	1:60.000 Núm. de Unidades de Areas		
3610-7130 C	Ñuble	Coihueco	122	141	263	Lomajes, praderas naturales, renovales, campo de cultivos limitados.
3610-7130 B	Ñuble	Sn. Gregorio	394	—	394	Campos de cultivos con riego y rulo, lomajes de praderas naturales.
3710-7330 F	Arauco	Lebu	—	171	171	Lomajes cultivados, bosques naturales y renovales.
3730-7130 A	Bío-Bío	Quilleco	541	365	906	Lomajes suaves cultivados, bosques naturales, pastoreo natural.
3810-7200 C	Malleco	Victoria	1195	—	1195	Lomajes limpios de cultivos, bosquecillos naturales.
3830-7230 E	Cautín	Nueva Imperial	947	—	947	Campos planos cultivados.
4010-7230 C	Valdivia	Ranco	833	57	890	Campos planos cultivados.
4010-7300 F	Osorno	Sn. Pablo	389	—	389	Campos planos cultivados.
4050-7300 C	Osorno	Corte Alto	912	—	912	Cultivos de rulo, huertos, talaje, praderas naturales.
4110-7300 D	Llanquihue	Los Muermos	1158	—	1158	Cultivos de secano, bosques y praderas naturales.
4150-7330 C	Chiloé	Bahía Linao	—	596	596	Bosques naturales, renovales y matorrales, empastadas, pastoreo natural.
4210-7330 E	Chiloé	Castro	—	439	439	Cultivos de rulo, bosques naturales, campos de talaje con matorrales.

Promedio total unidades áreas por mosaico = 529

En las Areas Cubiertas por Fotografías de 1:20.000

Unidades/Mosaicos

Máxima Cantidad de Unidades de Areas 1195

Mínica Cantidad de Unidades de Areas 277

Promedio para 12 Mosaicos 623

En las Areas Cubiertas por Fotografías de 1:50.000 y 1:60.000

Unidades/Mosaicos

Máxima Cantidad de Unidades de Areas 596

Mínica Cantidad de Unidades de Areas 171

Promedio para 6 Mosaicos 359

a) Ejecutar una medición exacta de las áreas de cada uso de la tierra, y mantener estos totales al día. El levantamiento de identificación de predios ayudará a confeccionar estas listas por áreas políticas, hasta el nivel de comuna. Habría que vaciar esta información en un sistema de calculadoras con tarjetas, a fin de obtener con rapidez los resultados cuantitativos que se necesitaren. Un comentario sobre un levantamiento reciente donde se emplearon dichas máquinas calculadoras, establece que: "Mediante calculadoras IBM, es posible compilar y analizar la información sobre condiciones físicas y del uso de la tierra para diferentes unidades, tanto naturales como económicas y políticas del país. Así pueden realizarse estudios más objetivos y analíticos de varias correlaciones entre condiciones físicas y otras características del uso de la tierra." (James R. Anderson, "Hacia más efectivos métodos para obtener información sobre el uso de la tierra en las investigaciones geográficas," aparecido en la revista *Professional Geographer*, de noviembre de 1961).

b) El esfuerzo conjunto de geógrafos y economistas agrícolas debería definir las regiones de uso de

la tierra de Chile, teniendo como base la información proporcionada por el Proyecto y complementada con otras fuentes de datos. Si a ello se uniera información estadística adicional, podrían definirse mejor las regiones agrícolas y encarar en forma más satisfactoria los problemas regionales de la agricultura chilena.

c) Realizar un levantamiento del uso de la tierra cada 5 a 7 años, empleando nuevas fotografías aéreas. Esto permitiría la valoración o el avalúo de los resultados de planes para el uso de la tierra en ejecución, y ofrecería oportunidad de encontrar las claves para su crecimiento y desarrollo.

d) Tomar fotografías aéreas a escala 1:20.000 de todas aquellas zonas agrícolas no cubiertas hasta la fecha con fotos de esa escala. El levantamiento del uso de la tierra mediante la foto-interpretación, debería seguir de inmediato a la toma de fotografías, con el fin de obtener el máximo provecho de la nueva área cubierta. Un programa de vuelos y levantamiento de mapas de las pocas regiones que aún faltan, daría a Chile, en corto plazo, un cuadro completo y consistente del uso de su tierra agrícola.



Fig. 16-A—Estudio de un Fragmento de Roca Diorita cerca de San Felipe, en el Valle de Aconcagua

Capítulo 7

GEOLOGIA y GEOMORFOLOGIA

- 7.1 Alcance y Propósito
- 7.2 Método de Operación
- 7.3 La Leyenda
 - 7.31 Leyenda de Campo
 - 7.311 Topografía
 - 7.312 Formas del Terreno
 - 7.313 Materiales Componentes
 - 7.32 Explicación de los Términos de la Leyenda
 - 7.321 Topografía
 - 7.322 Formas del Terreno
 - 7.323 Materiales Componentes
 - 7.33 Símbolos Especiales
- 7.4 Posible Uso de los Resultados

7.1 Alcance y Propósito

Como parte de un programa general para el Gobierno de Chile, que comprendía el levantamiento de un inventario de recursos naturales y de la capacidad de uso de la tierra, el Proyecto proporcionó fotografías aéreas precisas de las diversas formas del terreno y de los materiales componentes. Haciendo uso de los resultados obtenidos de los estudios basados en esa información, los técnicos del Proyecto pudieron efectuar, en forma más eficiente, investigaciones sobre clasificación de suelos, disponibilidad de aguas, accesibilidad, climatología, economía regional y capacidad potencial del uso de las tierras.

7.2 Método de Operación

Los geomorfólogos del Proyecto efectuaron sus investigaciones iniciales del terreno comprendido en el área del Proyecto mediante la fotointerpretación, auxiliados por los elementos de referencia disponibles. Estos prosiguieron sus investigaciones mediante considerable examen terrestre, que conllevó a familiarizarlos con cada distrito con mayor precisión de lo que hubiese sido posible lograr mediante las acostumbradas técnicas de reconocimiento.

El mapeo básico del sector en cuestión, tratado como unidad en el área de estudio del Proyecto, fue la hoja de mosaico fotográfico a escala 1:20.000, que cubre aproximadamente 270 kilómetros cuadrados. El espaciamiento de las ciudades escogidas como centros de operaciones de campo fue tal que, un conjunto de

20 a 25 mosaicos se pudiese confeccionar dentro de un radio de recorrido razonable desde la oficina de control. Las áreas menores, que consisten de cuatro a ocho mosaicos dentro de ese sector, fueron asignadas a un geomorfólogo.

Los geomorfólogos del Proyecto, utilizando técnicas de fotointerpretación, efectuaron la compilación, a lápiz, de los linderos y símbolos, en las hojas o láminas-mosaicos. Cuando fue necesario, los geomorfólogos hicieron comprobaciones terrestres y trasladaron los resultados de tales investigaciones a una lámina-mosaico principal. La terminación de todos los mosaicos de un grupo, fue seguida por la superposición del sector interno de las láminas y finalmente, unida a los bloques de mosaico adyacentes.

En la costa, donde se emplearon escalas de 1:50.000 y 1:60.000, los reconocimientos fueron más generalizados, la fase geomorfológica fue, por lo general, una operación independiente. Transcurrió algún tiempo antes de que los agrimensores recibiesen los mosaicos y añadiesen la información recibida.

Pero en el Valle Central, de gran desarrollo agrícola, y donde el valor comercial de los terrenos es mayor, cubierto por fotografías a escala de 1:20.000, el obtener detalles más concretos a fin de determinar la capacidad de uso de la tierra requirió más íntima cooperación entre los geomorfólogos y los agrimensores. Por lo general, estos trabajaron de conjunto. A la

terminación de su trabajo en el mosaico, el geomorfólogo destinaba uno o dos días a recorrer el terreno con el agrimensor, a fin de destacar y anotar las características de formas del terreno y de materiales que allí existían. Esto redujo considerablemente el tiempo de trabajo de los agrimensores.

7.3 La Leyenda

De común acuerdo con los jefes de las secciones de suelos y capacidad de uso de la tierra, los geomorfólogos del Proyecto convinieron en presentar la información geomórfica de los materiales transportados, como un símbolo de cuatro elementos que describía:

Topografía—El estado actual del terreno, que ha adquirido cierto carácter topográfico específico, expresado en términos de relieves, declives y la elevación promedio, con respecto a los sistemas circundantes. Esta primera unidad del símbolo geomorfológico describe un factor principal determinante del uso de la tierra.

Formas del Terreno—La configuración geomórfica existente en su estado original, antes de posteriores modificaciones. Este término tiene significación genética, debido a que alude a la formación y proceso formativos y se presta para la clasificación de los terrenos.

Materiales Componentes — La contextura de los materiales de origen de los suelos, la distribución de los tamaños de partículas inherentes en el cuerpo de la conformación misma del terreno.

Mineralogía — El carácter litológico de los materiales de origen que comprenden las formas del terreno. Esta unidad de símbolo indica la conformación bruta mineralógica, según se identifica con la roca del área de donde proviene.

Para aquellos materiales residuales, no transportados, la composición de la contextura y su litología se combinaron en una sola unidad, que produjo un símbolo de tres elementos.

A fin de mantener al mínimo el número de identidades en la leyenda geomórfica, el Proyecto limitó las variantes de cada clase de formación con símbolos, ya fuesen de 10 dígitos (del 0 al 9), o de 26 letras (de la A a la Z). En muchos casos, los geomorfólogos del Proyecto tuvieron que utilizar dobles dígitos o letras dobles, a fin de describir una variante fundamental.

Fue también necesario aumentar el número de variantes fundamentales topográficas mediante la adición de subscriptos. A pesar de que el símbolo geomórfico ideal ha de contener solamente cuatro elementos, uno para cada clase de información, el empleo de símbolos compuestos para describir adecuadamente más de una variante fundamental principal de cada clase, resultó indispensable. Por consiguiente, muchos de los símbolos levantados poseen de seis a ocho elementos y tienden a presentar las diversas complejas características dentro de la formas del terreno, contrario a lo que pudieran realizar símbolos de cuatro elementos.

7.31 Leyenda de Campo

7.311 Topografía

Tierras bajas

1. A nivel, o de ligera ondulación
2. De ondulantes a ligeramente quebradas
3. Quebradas

Tierras altas

4. A nivel o ligeramente ondulant
5. De ondulant a quebradas
6. Montuosas

Tierras Montañosas

7. A nivel o ligeramente ondulant
8. De ondulant a quebradas.
9. Montañosas.

Condiciones Especiales: Las letras que siguen se añadieron donde pudieran aplicarse:

- d. Divididas, de moderadas a severamente.
- s. Con pendiente uniforme.
- 3s, 6s, 9s—de moderada a aguda pendiente.
- 2s, 5s, 8s—de suave a moderada.

7.312 Formas del Terreno

- A. Llanuras sujetas a inundaciones — correlacionadas con los drenajes o desagües que puedan definirse.
- B. Terraza fluvial o terraza remanente — correlacionada con los drenajes o desagües que puedan definirse.
- C. Cono.
- D. Playas altas o lomos de playas.
- E. Panicie — formada por depósitos no glaciales.
- F. Planicie remanente.
- G. Planicie de deslave glacial.
- H. Valle entre montañas.
- J. Terraza marina.
- K. Morrena glacial.

- L. Cono aluvial.
- M. Kames y morrena de tipo kame.
- N. Planicie de ventisquero.
- P. Terreno de dunas.
- R. Terreno montañoso u ondulado (lecho rocoso como origen de la sedimentación).
- S. Planicie de rigen lacustre.
- T. Colina aislada.
- U. Pendiente en piedemonte.
- V. Terreno escarpado, barranca, garganta.
- W. Ciénaga.
- Y. Rodado de barro o sedimento, derrumbes, avalanchas.

7.313 Materiales Componentes

Materiales Transportados — con Texturas sin Consolidar

(compactados o moderadamente cohesivos).

- a. Grava — sin matriz o con matriz de arena.
- k. Grava — con matriz de limo o arcilla.
- b. Arena
- c. Limo
- r. Cenizas
- w. Agregado heterogéneo
- hh. Breccia volcánica.

Materiales Transportados — con Texturas Consolidadas

(de mucha coherencia a cementados).

- d. Conglomerado — no volcánico.
- dd. Conglomerado — descompuesto, no volcánico
- e. Arenisca
- f. Esquisto o piedras de acarreo
- g. Tufa
- h. Breccia volcánica
- i. Conglomerado volcánico — de puro a parcialmente descompuesto
- ii. Conglomerado volcánico — muy descompuesto
- j. Arcilla
- s. Serie de rocas sedimentarias
- y. Morrena glacial

Nota Especial: Cuando la matriz posee gran contenido de cal, insertar el símbolo CA después de la contextura, en la forma siguiente: i(Ca)1 — conglomerado andesítico con matriz que posee gran contenido de cal. Seguir el mismo procedimiento para la cementación sílicea (Si).

Materiales Transportados — Litología Dominante

1. Andesítica
2. Basáltica
3. Intrusión con gran contenido de basalto — De granito a diorita cuarzosa
4. Micácea
5. Andesítica y basáltica
6. Cuarzosa y sílicea
7. Intrusión pobre en cuarzo — Sienita a gabro
8. Composición mixta

Materiales No Transportados (In situ, e.g. lecho de roca natural, intemperizado)

- m. Intrusiones con gran contenido de cuarzo — De granito a diorita cuarzosa
- n. Intrusiones con poco cuarzo — De sienita a gabro
- o. Rocas metamórficas con alto contenido de mica — esquistos y filitas
- u. Complejo metamórfico — incluye rocas metamorfizadas sedimentarias y volcánicas
- p. Complejo de rocas metamórficas e intrusivas
- q. Volcánica-riolita; lava con piroclásticas incluídas o sin ellas.
- t. De andesita volcánica a basalto; lava con piroclásticas incluídas o sin ellas.

7.32 Explicación de los Términos de la Leyenda

7.321 Topografía — El propósito inicial de la cartografía topográfica en el estudio de la clasificación de las tierras, procuraba alcanzar tres finalidades: determinar el monto de superficie escabrosa o de declive que impide su explotación; evaluar, en términos generales, la relación entre escurrimiento e infiltración — lo mismo que el grado de erosibilidad del suelo — bajo la acción del agua de riego o de la precipitación pluvial; y anotar la importancia relativa y los efectos en la formación de los suelos de la descomposición química en el lugar y la remoción de material bajo diversas acciones climáticas. Las principales clases de topografía en la leyenda se expresan como variantes de relieves dentro de las categorías generales de elevación.

Clase de Elevación: Aunque difícil de definir con precisión y, por consiguiente, fijar límites, se con-

sideró útil presentar alguna idea de la elevación general de un sistema de configuración de la tierra. De ello resultó la subdivisión en tierras altas, montuosas y bajas. La norma adoptada resultó algo flexible pero, en su mayor parte, determinó que las configuraciones de la tierra ocupasen elevaciones no mayores de unos pocos metros por sobre los principales cuerpos de agua, o por encima de desagües secundarios o perennes, se considerarían como características pertenecientes a *tierras bajas* (1, 2, ó 3), por lo que las unidades ubicadas en posiciones superiores, tales como conductoras de agua, o sea, altas terrazas, llanuras interfluviales, mesetas, y terrenos montuosos, se catalogarían como de *tierras altas* (4, 5, y 6). El término *tierras altas* se pensó dedicarlo a regiones de mayor elevación, que presentasen un ambiente distintivo de clima y vegetación. Algunas transparencias superpuestas de tales separaciones fueron resultado de la disparidad de criterio de los geomorfólogos, aunque tales discrepancias fueron resueltas durante la compilación. Fue tendencia de los intérpretes, al designar las clases de elevación, dejarse influir grandemente por las referencias comunes al área de trabajo. Una disminución notable en la elevación promedia de un distrito de tierras altas hubiese pronosticado el uso de un símbolo de tierras montuosas, aunque cuando la propia área fuese hallada por el geomorfólogo durante su interpretación de las montañas del Valle Central y de sus mesetas superiores, una clasificación de tierras altas sería su preferencia. A fin de reducir la frecuencia de tales discrepancias, el término *tierras altas* se aplicó a amplio margen de terreno.

Otro problema para designar la categoría apropiada resultó en los casos de intrusión de una clase dentro de la otra, en que la ubicación del lindero había de basarse en algo más que mostrar una sola. La transición coincidía a veces con el lindero o límite de alguna que otra característica natural, como por ejemplo, un río, a fin de obviar la necesidad de establecer una división arbitraria por separado.

Clase de Relieve: Los sistemas empleados generalmente en la clasificación de suelos para la separación de unidades de relieve y declives, comprenden por lo menos cinco variantes. Debido a la naturaleza de los estudios geomorfológicos de este programa, los geomorfólogos del Proyecto establecieron originalmente tres graduaciones bajo cada clase de elevación. Puesto

que resultó aparente que este número no satisfaría aun en la escala planimétrica de 1:60.000 empleada en ciertas áreas, se extendió la leyenda para que abarcase más categorías de declives y división. La escabrosidad del terreno fue separada en unidades denotando su planicie, grado o aspecto de ondulación, quebrada y montuosidad; además, se colocaron símbolos de relieves negativos en aquellas formaciones más benignas causadas por la erosión. Fueron también destacados los declives uniformes, debido a su importancia en las prácticas de cultivo y en la planificación y operación de las redes de distribución de riego.

Cuando la topografía ofrecía suficiente complejidad, a punto tal que los dos tipos de relieve quedaban yuxtapuestos, el empleo de símbolos compuestos fue de rigor, a fin de describir el terreno más prolijamente.

En la vista estereoscópica, la exageración de la escala vertical en aproximadamente 2-1/2 veces la verdadera diferencia de elevación entre dos puntos cualquiera, requería que el intérprete aplicase una corrección mental constante de la imagen observada en las fotografías, a fin de evitar sobrepasar el grado de la clase de relieve.

7.322 Formas del Terreno

Como segundo elemento del símbolo, la identidad de las formas del terreno ha de establecerse reconstruyéndola, si fuese necesario, a partir del aspecto que éstas presentan. Si su característica conserva todavía su apariencia original — o si ha sido segmentada en restos aislados cuyo origen ha de identificarse — el término geomórfico aplicable indicará, a quien use el mapa, el procedimiento genético que dio origen a las formas del terreno. Es evidente la necesidad de proporcionar esta información a quienes realizan investigaciones de suelos.

A continuación se ofrece una discusión de la nomenclatura geomórfica y de su extensivo empleo en el Proyecto:

A. *Planicies de Inundación*—Se decidió emplear este término para describir la parte inferior de las tierras en los valles formados por acarreo fluviales de reciente formación, aunque también se tuvieron en cuenta antiguos canales de desagüe abandonados dentro de los límites de tal definición. Estos depósitos no fueron suficientemente elevados sobre el curso de la corriente a fin de constituir terrazas, aunque tampoco quedaban sujetos necesariamente a los períodos de

inundaciones de temporadas. Este término se amplió posteriormente para incluir lagunas, llanuras sujetas a inundaciones, así como otras planicies costeras de áreas menores a las verdaderas planicies costeras sujetas a las propias inundaciones, antes que asignarles a dichas características símbolos por separado.

B. Terraza Fluvial o Terraza Remanente — Conforme se emplea en este estudio, este término se refiere a los bancos formados en configuraciones preexistentes y generalmente llanas, tales como llanuras sujetas a inundaciones, a consecuencia de la erosión, especialmente de tipo fluvial, aunque incluye también la erosión lacustre por la acción del oleaje. En el caso de terrazas fluviales, fue preciso que mostrasen una cierta diáfana asociación con alguna corriente de agua definible, y que cualquier característica que pudiese considerarse como terraza estuviese circundada por dislocaciones notables del terreno, identificables en la planimetría de otras configuraciones terrestres adyacentes. Las terrazas con afloramiento de rocas, a excepción de aquellas de origen marino, se consideraron dentro de los límites de esta definición. Las que fueron motivadas por procesos marinos se enumeran en alguna otra parte de la leyenda.

C. Conos — Esta característica terrestre, fácilmente discernible, requiere poca explicación, a excepción de que es una característica continental común en los desemboques de corrientes en llanuras y terrazas, y comprende productos de erosión de derivados fluviales y coluviales. Los conos ocupan posición fisiográfica similar a la de los piedemontes y frecuentemente surgen con estos mismos.

D. Playas Altas o Lomos de Playas — Este término se supone incluya las playas activas o de residuos, que tienen lugar en los ambientes lacustres o marinos. Dentro de esta categoría se incluye también a las restingas y lenguas de tierra.

E. Planicie — formada por depósitos, no glaciales — Esta forma del terreno, profusamente diseminada, es, en realidad, un tipo de llanura o sistema sujeto a inundaciones, que no puede correlacionarse con certeza a una red de desagüe definida. Es una característica que, por lo menos, dentro del área visual de un par estereoscópico raramente posee forma característica, aunque es generalmente amplia y algo alargada, que comprende numerosas desembocaduras de

valles laterales. Tal llanura formada por depósitos puede ocupar una cierta posición en tierras bajas, ligeramente elevadas sobre las vías fluviales locales, con la resultante creación de un manto freático poco profundo. Usualmente, la superficie queda elevada tanto como varias decenas de metros por encima del sistema de corrientes secundarias. Estas llanuras constituyen regiones interfluviales, desaguadas e intersectadas por tributarios terciarios que alimentan las principales corrientes fluviales. Las llanuras costeras y de los deltas han sido también comprendidas en esta categoría. Las llanuras con afloramiento de rocas o superficies erosionadas hasta formar llanuras planas o ampliamente onduladas, levantadas principalmente en la porción costera, se tienen en cuenta en otras partes de la leyenda.

F. Planicie Remanente — Pueden designarse con este símbolo los vestigios (que por su dimensión deben trazarse en un mapa) de llanos originalmente más continuos, pero ahora segmentados por la erosión. También se incluyen en él los restos de llanuras formadas por procesos glaciales.

G. Planicie de Deslave Glacial — Esta forma del terreno tiene por origen la dispersión de materiales clásticos gruesos en gran volumen, provenientes de la etapa final de un frente glacial de desgaste. Las llanuras anchas y planas de gravas y arenas surtidas, son el resultado normal de tal proceso, y se hallan dispersas en forma de mantos por medio de una densa red de corrientes entrelazadas. Se incluyen en esta clasificación los camellones sinuosos depositados en canales subglaciales, desleídos por el agua, los cuales se encuentran estrechamente ligados a las llanuras originadas por deslaves en proceso de formación.

H. Valles entre Montañas — La introducción de este término ha sido útil, a pesar de que no es una forma del terreno unitaria en el verdadero sentido de la palabra. En su acepción más pura, se intentó originalmente aplicar el símbolo *H* a valles menores de tierras altas serpenteados por corrientes terciarias o secundarias, conteniendo una mezcla de intrusión coluvial y detritos fluviales dispersos. En tales valles no había señales de llanuras o terrazas sujetas a inundaciones y, típicamente, el perfil del trazado tomaría forma de una *V* abierta. Este término resultó ser conveniente también, para describir cualquier valle en las montañas o tierras altas caracterizado por un complejo de declive coluvial

incipiente, pequeñas terrazas y estrechos canales con sus correspondientes camellones, ninguno de los cuales justificaba una separación según la escala topográfica empleada. Las depresiones sujetas a desagüe de cualquier índole, en que la forma del terreno no pudiese definirse como llanura o terraza sujeta a inundaciones, también fueron comprendidas en esta clasificación.

I. A esta letra no se le ha asignado determinada forma del terreno en la leyenda final. Se le dio originalmente el nombre de *talud detrítico coluvial*, y se aplicó a una escarpa intersecada que separa dos niveles de terreno. El término fue posteriormente cambiado a talud coluvial, a fin de abarcar las acumulaciones en las laderas, de materiales coluviales que mostraban un perfil más benigno. Finalmente, las características descritas bajo la letra *I* se dividieron en:

1. Pendientes coluviales inclinadas, a incluir con escarpas y derrumbes de talud detrítico, bajo la letra *V*, y
2. Las laderas de colinas poco pronunciadas, para ser incorporadas bajo el nombre genérico de piedemonte bajo la letra *U*.

J. *Terraza Marina* — Este término abarca los bancos y terrazas cortados por la acción de las olas por la parte del océano, sujetos a otras emergencias costeras. La superficie desgastada por las olas puede presentar una porción erosionada casi plana u ondulada, o una secuencia de sedimentos depositados por el ambiente marino antes de la emergencia.

K. *Morrena Glacial* — Bajo este encabezamiento, se comprenden depósitos compuestos de diversos despojos, ya sean acumulados en montículos o en camellones por acción del hielo, o depositados sin transporte fluvial como resultado del deshielo (o la evaporación). Los "drumlins" — o pequeñas colinas de morrena glacial, con su eje mayor paralelo al movimiento del hielo — que sólo se encuentran en raras ocasiones en Chile, quedan también comprendidos bajo la letra *K*, como un tipo de acumulación de morrena glacial sin estratificar. No obstante, la mecánica de cómo éstos se derivan es bastante diferente.

L. *Conos Aluviales* — En aquellos valles que profundizan rápidamente, de topografía montañosa reciente, en especial en regiones donde cae poca lluvia y donde la precipitación ocurre principalmente por chaparrones o aguaceros, las inundaciones repentinas y de corta duración causan el acarreo de sedimentos a elevaciones menores. Tales materiales se depositan abruptamente en el lecho fluvial cuando cesa la inundación, y forman acarreos de detritos de pendientes agudas, que por lo general se extienden en ambas laderas de los valles. Por lo común, un solo canal no aloja tan violenta descarga, sino que ésta es, en cambio, desparramada por todo el valle en forma de aluvién.

Por lo tanto, tales depósitos son fácilmente discernibles por sus características de las inundaciones comunes de las planicies.

M. *Kames y Morrena de tipo Kame* — Las características de tal descripción no pueden incluirse debidamente bajo deslaves glaciofluviales o morrenas glaciales, aunque aportan algunas características de ambas. Los "Kames" son una forma de morrena glacial originada por infiltración fluvial entre montículos de acarreo o bloques de hielo derretidos. Una forma del terreno característica distintiva consiste, a veces, en un racimo de colinas cónicas en las que la clasificación está desarrollada burdamente.

N. *Planicie por Ventisqueros* — El material misceláneo distribuido sobre una región ocupada primeramente por hielo, y depositada mediante el deshielo, es un escombros de espesor grandemente variable, al que se le da también el nombre de morrena o terreno de acarreo por ventisqueros. A menudo, la superficie de morrenas de acarreo es ampliamente ondulante, salpicada de cantos rodados incrustados en matriz arenosa o arcillo-limosa. Es una característica común del terreno en la provincia de Llanquihue y en la Isla de Chiloé, donde exhibe frecuentemente alto grado de consolidación, que sugiere ha sido formada por la compresión de una avalancha de hielo después de un período glacial.

O. Esta letra se mantuvo en reserva, pero nunca se le asignó característica distintiva alguna.

P. *Terreno de Dunas* — Las arenas arrastradas por el viento, que forman montículos o camellones de formas diversas, están identificadas por este símbolo. La cuenca del Río Laja y muchas playas a lo largo de la costa ofrecen excelentes ejemplos de esta topografía de dunas.

Q. Esta letra se mantuvo en reserva, pero nunca se le asignó característica distintiva alguna.

R. *Terreno Montañoso u Ondulado* — (Lecho rocoso como fuente de depósito) — Este término se estableció para comprender una situación geológica y fisiográfica que impide una definición precisa. Para la mayoría de los geólogos, corresponde a regiones bajo las cuales yacen rocas metamórficas deformadas y consolidadas, o sedimentos generalmente asociados con masas cristalinas (lavas e intrusiones). No se intentó que la letra *R* representase capas sedimentarias, ligeramente dislocadas hacia arriba y luego cortadas por la topografía montañosa. El término *planicie* habría sido más descriptivo del origen en este caso. No obstante, existe la tendencia, bastante común, de considerar cualquier sección plana y probablemente sedimentaria de la era pre-terciaria, como lecho rocoso antes que como un resto de la forma del terreno que efectivamente representa.

El término "residual" se introdujo primeramente para lechos rocosos, pero surgieron objeciones al uso del término por prestarse a confusión para los especialistas de suelos. Con este propósito, se probó cierto número de alternativas, pero todas fallaron por no satisfacer las variables condiciones de la antigüedad del material. Aunque no resultó ideal, sin embargo, este término fue adoptado.

S. Planicies Lacustres — Los ambientes lacustres se identificaron en numerosas localidades dentro del área del Proyecto. Otros sectores extensos fueron designados como tales, donde existieron antiguos lagos y donde quedaron depositados los sedimentos que ahora se observan. Se admitió también que el material fue arrastrado hasta estos ojos de agua por las corrientes y el asentamiento atmosférico de eyecciones de polvo arrastrado por el aire y de materia piroclástica expelida, en este último caso, para formar lechos de tufa y ciertos depósitos de breccia. No se observó con frecuencia arcillas estratificadas, que representan el más conocido tipo de sedimentación lacustre. Las ensenadas marinas poco profundas reciben los sedimentos y los distribuyen en forma muy similar a como lo hacen los lagos de agua dulce, de allí que sean motivo de conjeturas las condiciones que prevalecen en el Valle Central desde los comienzos de la era terciaria.

T. Colinas Aisladas — Este término se explica por sí mismo. Los rellenos sedimentarios y algunas veces la lava, han recubierto parcialmente muchos restos de erosiones de antiguas masas rocosas del valle, aislándolas del cuerpo matriz mediante tierras de superficies planas intrusivas. En cierto sentido, por lo tanto, una colina aislada constituye una forma del terreno.

U. Pendiente en Piedemonte — Una parte de la discusión bajo el inciso de *I* de formas del terreno puede aplicarse aquí. Los amplios antepechos coluviales se acumulan en la base de cualquier frente montañoso, a consecuencia del desgaste de rocas y la migración cuesta abajo de material suelto. Esta mezcla se esparce por los terrenos bajos como agregado sin clasificar. Las partes más inclinadas de tal masa coluvial consisten en pedregullo, tal vez mantenidos íntimamente en cohesión por una pequeña cantidad de matriz de textura más fina. El símbolo *U* no se aplica a las porciones muy pendientes.

V. Terreno Escarpado, Barranca, Garganta — Como se explicó en la forma del terreno *I*, esta unidad se aplica solamente a las fallas topográficas muy pronunciadas. En pendientes tan acentuadas como éstas, el suelo agrícola halla dificultad para sostenerse.

W. Ciénaga — Aquí se incluyen todas las tierras húmedas que muestran evidencia de un manto freático muy próximo a la superficie.

X. Esta letra se mantuvo en reserva pero nunca se le asignó una forma del terreno determinada.

Y. Rodado de Barro o Sedimento, Derrumbes, Avalanchas — Aunque raramente se encontró esta clasificación en el área de estudio del Proyecto, fue necesaria la introducción de una unidad de forma del terreno aplicable a estos fenómenos. Las masas de rocas intemperizadas y fragmentadas, en condición inestable en una superficie en declive, pueden ser movilizadas ya sea por suficiente saturación de agua, o por la fuerza de percusión de choques físicos. El material se pone en movimiento y se desplaza pendiente abajo en estado viscoso hasta llegar a la posición de equilibrio, ya sea en lento flujo fangoso, ya en forma de avalancha en pendientes más pronunciadas. El depósito que resulta es una mezcla heterogénea en cuanto al tamaño de las partículas, que a menudo cubre una superficie de muchas hectáreas. Otra alternativa que explica el origen de los flujos fangosos en las comarcas volcánicas, es la obstrucción de las vías fluviales por las cenizas y otros piroclásticos que caen, a tal extremo que la mezcla fluye plásticamente hasta que es contenida por la fricción interna.

Z. Esta letra se mantuvo en reserva pero nunca se le asignó una forma del terreno determinada.

7.323 Materiales Componentes

La sustancia generadora del suelo, en su forma más usual y sencilla, consiste en los materiales de los que se formaba la configuración de origen. De allí surge la necesidad de determinar los tamaños de las partículas y formas de estos materiales, y de analizar su estado de consolidación e intemperización. Los elementos disponibles dependen fundamentalmente de la mineralogía de la sustancia generadora; por lo tanto, el cuarto elemento — y final — del símbolo geomórfico, se presta para describir los minerales predominantes y las litologías de rocas compuestas que comprenden la forma del terreno.

Cuando el suelo y su material de origen son recientes y tienen menos de un metro de espesor, el substrato también se identifica en el símbolo, puesto que sus efectos se reflejarán fuertemente en el horizonte del suelo. A la inversa, cuando una forma del terreno en particular ha sido cubierta por un grueso manto (mayor de un metro) de material transportado, conforme ocurre en los suelos profundos de cenizas, se omite la referencia sobre la composición de la unidad enterrada. El barro o las partículas del tamaño de la arcilla en el material de origen, no pueden identificarse mineralógicamente por otros medios que el estudio petrográfico bajo el microscopio, mediante análisis térmico diferencial o espectroscopía de rayos X, aunque a veces pueda inferirse por asociación. Del mismo modo, es difícil de predecir, sin ayuda óptica, el grado de intemperización o descomposición en texturas tan finas. El limo y la arcilla, que representan depósitos de material clasificado mecánicamente durante su

proceso de transporte, difieren mineralógicamente de texturas similares que provienen de la descomposición en el lugar de agregados más gruesos. Solamente en este último caso puede correlacionarse la composición a una litología de roca específica. En el primer caso, la composición parecería constituir una mezcla compuesta de partículas minerales que sobreviven a la descomposición y que se han juntado por la acción intensiva de vertientes, a pesar de sus disímiles características mineralógicas.

Un problema relacionado con la identificación de texturas finas es el relativo al origen. Tanto las rocas cristalinas intemperizadas y los agregados gruesos transportados, ceden el paso frecuentemente cuesta arriba a las mezclas de limo y arcilla en el perfil del suelo, el cual puede mostrar estratificación. La evidencia en el campo resulta a veces inconclusa para establecer si el manto superior es en realidad un producto de la descomposición del material identificable inferior, o un sedimento transportado y subsiguientemente tendido. Ante este dilema, los geomorfólogos tenían dudas acerca de la indicación de que la masa interna del terreno formaba efectivamente el material de origen del suelo. No podía descartarse la posibilidad de que el horizonte superficial hubiese sido introducido en forma separada, fluvialmente o por transporte eólico.

Al clasificar las texturas, la separación en dos grupos principales basado en el grado de consolidación es de capital importancia. Puesto que bajo circunstancias normales sólo los depósitos de material grueso o aluvial o glaciofluvial recientes carecen de notable cohesión, la mayoría de los otros agregados eran propensos a ser considerados como consolidados, en el sentido que ello implica para expertos en suelos y agropedólogos. Por lo tanto, se designó bajo esta forma una vasta proporción de las comarcas interfluviales del Valle Central.

La discusión que sigue, relativa a los términos de la clave bajo el encabezamiento sólo tratará de unidades escogidas en la leyenda que merecen comentarios especiales.

1. *Materiales Transportados sin Consolidar*

w. *Agregados Heterogéneo* — Este término se introdujo para describir las mezclas sin clasificar que comprenden los piedemontes y los escombros productos de rodados y derrumbes, de los cuales los fragmentos angulosos y diagonales o los fragmentos redondeados de cualquier tamaño forman un agregado heterogéneo con limo o arcilla intersticial.

hh. *Breccia Volcánica* — Los fragmentos volcánicos angulosos de cualquier tamaño, son fácilmente discernibles a la vista, y que están incluidos en matriz volcánica o tobácea más fina, constituyen la breccia volcánica. El agregado suelto aquí descrito se contrasta por su equivalente consolidado, al que se le da la letra *h* sencilla. Las breccias tobáceas se incluyen en esta categoría.

2. *Materiales Transportados Consolidados*

g. *Tufa* — El nombre "tufa", se aplicó a muchas formaciones del Valle Central, donde el tamaño predominante de las partículas eran semejantes a las de arena o aún más finas, y que parecían tener origen piroclástico. Es cierto que un número de estratos así designados son bien sedimentos tobáceos, transportados por el agua, o acarreos fluviales volcánicos, antes que lechos piroclásticos. Las que son tufas genuinas se depositaron diversa y directamente, provenientes de la atmósfera en la tierra o en ojos de agua tranquila. En cualquiera de los casos, la clasificación se efectúa por el proceso de asentamiento.

i. *Conglomerado Volcánico* — Este tipo de depósito está tan diseminado en el Valle Central que se le asignó una letra separada a fin de distinguirlo de los otros conglomerados menos comunes. La composición andesítica predomina en estas formaciones, aunque el material basáltico está presente a menudo en cantidades importantes.

s. *Serie de Rocas Sedimentarias* — Puede aplicarse este término cuando las series de estratos que yacen planos y poseen composición y textura variables, quedan divididas al extremo que puede decirse que ningún horizonte sencillo comprende el principal material de origen del suelo, y, en especial, donde el grado de consolidación no es elevado y la configuración puede catalogarse como planicie formada por depósitos, o planicie remanente. Tales formaciones son relativamente recientes y no deformadas.

y. *Morrena Glacial* — En muchos aspectos, este material puede describirse como agregado heterogéneo, con la reserva de que se considera producto de la glaciación. Es posible que esté presente en su composición un mayor porcentaje de arcilla.

3. *Materiales Transportados—Litología Dominante de las Rocas de Origen*

Los tipos de litología representados en los materiales transportados fueron relacionados a las principales variedades de rocas de las cuales se derivaron. El objetivo principal fue distinguir los materiales pobres o ricos en cuarzo, hierro, (en los minerales ferromagnéticos) la mica o feldespato. Estos se consideraron de las clases más notables. La selección de una descripción litológica apropiada se basó en el porcentaje relativo del volumen total del agregado. El 90% o más del estimado de campo se consideró era suficiente para asignarle una litología singular. En la superabundancia el agregado volcánico que comprende los materiales transportados del Valle Central, aunque predominaba la composición andesítica, una notable cantidad de partículas basálticas se podían ver mezcladas usualmente con la andesita, y por tal ocurrencia corriente, se ideó el símbolo para indicar su mutua presencia (símbolo 5 del cuadro.)

Los sedimentos derivados de rocas intrusivas pobres en cuarzo, eran generalmente ricos en ferromagnesio y feldespato, y el empleo del símbolo 7 indicaba que una de estas condiciones poseía una cierta rareza de cuarzo.

Las composiciones mezcladas (símbolo 8) quedaban indicadas cuando un símbolo compuesto de dos partes no lo era suficiente para describir la variedad de litologías representadas.

4. *Materiales no Transportados*

Para la identificación de verdaderas fuentes de sedimentación rocosa, según se define anteriormente y que se designa con el símbolo R, se establecieron las principales divisiones para comprender las más importantes formaciones basado en su estructura, granulometría y mineralogía. Todos los tipos cristalinos incluyen sus equivalentes porfíricos.

Las agrupaciones fueron necesariamente amplias para mantenerse a tono con la escala de las fotografías y el curso geológico natural del programa de campo. La intemperización profunda oscureció los modelos característicos fotográficos por sobre gran parte de la superficie del lecho rocoso.

7.33 *Símbolos Especiales*

Además del símbolo geomórfico de cuatro partes, se incorporaron a la leyenda ciertos números, marcas especiales y signos convencionales, a fin de hacer resaltar situaciones de importancia geológica o geomórfica observadas durante el curso de la foto-interpretación. Estos símbolos se explican a continuación:

1. Aunque el propósito del símbolo de cuatro elementos era indicar solamente el tipo de cada parámetro observado en una cierta característica, el defecto de esta práctica era ignorar las variaciones secundarias principales. Con mucha frecuencia, a fin de omitir mencionar estas características subordinadas, representaba un cuadro falaz, simplificado en exceso, de la situación. Es claramente visible, que existen condiciones compuestas pertinentes a la clasificación tanto del suelo como de su potencialidad de uso, y no obstante, su separación no es posible ni viable a menudo. Para indicar su mutua presencia, sin importar si tales variaciones ocurren como complejos topográficos de composición o aún de formas del terreno, se adoptó la marca (/) permitiendo indicar el aspecto secundario siguiendo el símbolo de la condición primaria.

2. La superposición estratigráfica tiene a menudo gran trascendencia sobre las características del horizonte del suelo, como cuando un manto superficial de arenas eólicas yace sobre la roca, o cuando delgado limo aluvial descansa sobre grava de río. *Ambos* materiales han de indicarse, y esto se logra mediante la disposición de los símbolos en forma de fracción, expresándose la zona más profunda como el denominador.

3. Los límites geomórficos separan ocasionalmente formas del terreno idénticas, diferenciándose solamente en posición y, por lo tanto, en edad. Una importante discontinuidad de edad viene generalmente acompañada por tipos de suelo disímiles. A fin de establecer la edad relativa, según se infiere por la diferencia de elevación se traza una línea que cruza el límite, las letras *H* y *L*, u *O* e *Y*, colocándose luego en las extremidades de la línea para mostrar superior o inferior posición (o de más edad o más joven).

4. Cuando una serie de unidades geomórficas continuas e idénticas quedaba íntimamente relacionada por razones de tiempo, su composición y tipo de suelo, conforme ocurre en muchos sistemas de terrazas, estas fueron levantadas como entidad sencilla. Entre las terrazas y llanuras interfluviales del Valle Central, se observaron numerosas formas del terreno "articuladas", lo que hacía que una unidad geomórfica se fusionase con otra. El cerrar los límites presentaba entonces problemas. Para evitar que se colocara en la forma del terreno un límite que en realidad no existía, la delimitación se truncaba en el punto que desaparecía mediante una corta barra y se la dejaba a la decisión del especialista en suelos. A medida que progresaba la experiencia en la preparación de mapas, esta práctica fue abandonándose y se cerraron los linderos.

5. Dos formaciones geológicas disímiles pueden estar en contacto sin mostrar en la fotografía una línea de separación discernible. También tienen lugar transiciones de graduación. No obstante, ha de demostrarse alguna región de cambio, y esto se logra mejor mediante un límite deducido, representado por una línea quebrada. El límite deducido, se empleó en este estudio especialmente en la Cordillera de la Costa, donde la intemperización y otros problemas no permitirían la certeza que implica una línea sólida. Un procedimiento alternativo, permisible solamente en este tipo de estudio, fue indicar la palabra "transición" mediante una flecha de extremos iguales, indicando el cambio de una entidad litológica a la otra. Esta práctica se limitó normalmente a terrenos montañosos de muy bajo potencial.

6. La alineación de cordilleras tiene siempre significación estructural o geomórfica y se aprecia claramente en la imagen estereoscópica. Su ocurrencia se ha denotado por una flecha de extremos iguales ($\leftarrow\rightarrow$).

7. Los pequeños y aislados segmentos de la misma forma del terreno se conectan a menudo por flechas de extremos iguales y lengüeta sencilla (\leftarrow), a fin de evitar repetición idéntica de la simbolización, especialmente cuando el espacio es limitado.

8. Los lugares donde se efectuaron ensayos de las muestras en el campo, se denotan mediante una cruz azul encerrada en un círculo, seguida por las letras del código de quien hizo la muestra, y el número de la muestra que aparece en sus observaciones de la libreta de campo.

9. Unos pocos símbolos de uso corriente en los mapas geológicos fueron empleados por el Proyecto y se describen a continuación. Todos ellos fueron trazados con lápiz azul en los autositivos Cronaflex.

-  Inmersión y nivelación de estratos sedimentarios. La línea más larga define la trayectoria, mientras que la más corta indica la dirección de la inclinación a partir de la horizontal.
-  Estrato vertical, donde se indica la trayectoria por la línea más larga.
-  Estrato horizontal.
-  Esquistosidad vertical, mostrando su trayectoria, empleado solamente para rocas metamórficas.
-  Inmersión y nivelación de esquistosidad en rocas metamórficas.
-  Línea de falla.
-  Fractura o dirección de la junta.

7.4 Posibles Usos de los Resultados

Entre las diversas aplicaciones de un estudio geomórfico, como base para la mejor capacidad de uso de la tierra — que implica otros usos además del puramente agrícola — se cuenta con la investigación de los recursos hidráulicos, particularmente de las aguas subterráneas, y la prospección económica de concentraciones minerales. Los datos relativos al origen y constitución interna de las formas del terreno, se derivan del levantamiento geomorfológico y pueden convertirse en poderosos factores guías para la efectiva consecución del trabajo del ingeniero de exploración. El investigador que busca materiales de construcción (ripios, gravas, arena), arcilla para cerámica, la localización de edificios, depósitos de petróleo, hierro, manganeso o tierras raras, reconoce de inmediato la utilidad del levantamiento geomorfológico, sobre todo cuando se carece de mapas topográficos. El inversionista en finca raíz es quien puede evaluar mejor que cualquiera los atributos del terreno en relación con el uso que se intenta darle, una vez que cuenta con la descripción geomórfica del área en cuestión. El ingeniero de carreteras, presas y canales puede derivar gran información de utilidad de los mapas que muestren las formas del terreno y las propiedades del subsuelo.

Los estudios geomorfológicos constituyen por lo tanto una parte esencial de un estudio para determinar la potencialidad de la tierra.

Capítulo 8

SUELOS Y FACTORES LIMITANTES

- 8.1 Alcance y Propósito
- 8.2 Método de Operación
 - 8.21 Fotointerpretación e Investigación de Campo
 - 8.22 Muestras de Perfiles de Suelos
 - 8.23 Muestras de Fertilidad de Suelos
 - 8.24 Métodos de Análisis de Laboratorio
 - 8.25 Investigaciones en Fertilidad y Rendimientos
- 8.3 La Leyenda
 - 8.31 Ejemplos de Identificación de Suelos por medio de Fotografías Aéreas
- 8.4 Resumen de los Resultados
 - 8.41 Resumen de los Análisis de Laboratorio
 - 8.42 Sugerencias para Futuros Trabajos sobre Fertilidad
 - 8.43 Descripciones de los Suelos y Desarrollo de Perfiles
- 8.5 Posibles Usos Adicionales de los Datos
 - 8.51 Clasificación de la Tierra—Una Base para la Tributación
 - 8.52 Uso del Agua
 - 8.53 Uso de la Tierra
 - 8.54 Zonas Industriales y Residenciales
 - 8.55 Transportes y Comunicaciones
 - 8.56 Ciencia de los Suelos

8.1 Alcance y Propósito

Como parte de un estudio detallado del uso de la tierra, la aptitud y potencial de ella en Chile, el Proyecto necesitó determinar las características físicas, químicas y biológicas del suelo, del material de origen y de los materiales inmediatamente bajo su superficie. La Misión de Asistencia Técnica que enviara la Organización de los Estados Americanos a Chile en septiembre de 1960, juzgó que los mapas de suelos del Valle Central eran inadecuados y requerían revisión. Un mapa de los suelos de las zonas agrícolas de Chile proveerá el mejor medio para llevar a cabo el desarrollo regional.

8.2 Método de Operación

Las operaciones del Proyecto, siguiendo los métodos convencionales, clasificaron los suelos por serie, tipos y fases.

Una serie consiste en un grupo de suelos que tienen horizontes similares en diferentes características y arreglos según su perfil, a excepción de la textura superficial, y que provienen de un material de origen determinado. Un horizonte es un estrato con caracte-

terísticas originadas por los procesos de formación de suelos.

Los tipos de suelos son sub-divisiones de las series de suelos basados en la textura del suelo superficial. El nombre del tipo se forma con el nombre de la serie, más el nombre de la clase textural a que pertenece el horizonte superficial, usualmente lo forman de 15 a 30 cms, o la profundidad a que llega el arado con los implementos modernos.

La fase de suelo puede ser una subdivisión de cualquier clase del sistema natural de clasificación de suelos, pero como se describe aquí y como se ha usado en el Proyecto, es la subdivisión del tipo de suelo.

La unidad empleada en los mapas de suelos podría ser el tipo, pero por lo general fue la fase. La fase, o sea la unidad de este estudio, es la unidad acerca de la cual se hacen más predicciones y se establecen mayores relaciones que se refieren al uso del suelo, manejo y profundidad. Se identificaron un total de 350 suelos y se describieron en el área bajo estudio en modelos como el que se muestra en la *Fig. 17*.

DESCRIPCION TIPO DE SUELOS

MOSAICO: 3630 - 7200 B

SERIES PARRAL PR 524 IIR -III

Ubicación y Area: A 6 Kms. al S.O de Chillen por carretera Panamericana, provincia de Nuble, ocupa un area comprendida entre las provincias de Linares y Nuble.

Geomorf. y Topog: 2Eg5. - Suelo de posicion baja, plano depositacional, ondulado a ligeramente quebrado.

Material de Origen: Desarrellado de toba de composicion mixta, principalmente andesitica. Precipitaciones: Del area: 1.000 a 1.200 mm. Local: 1.033 mm.

Vegetación natural: Estepa de Acacia cavenia

Drenaje: Externo e interno, bueno Erosión: Ligera erosion en pendientes mayores a 2%.

Descripción del perfil: (cms.)

A 0 - 10 Pardo grisaceo muy oscuro en humedo, 10YR3/2; de textura franco arcillosa; de estructura granular fina, debil; ligeramente adhesive, duro en seco, friable; raices finas abundantes; pH 5.7; limite inferior abrupto lineal.

B₂ 10 - 28 Pardo grisaceo muy oscuro en humedo, 10YR3/2; de textura arcillosa; de estructura prismatica gruesa y media, moderada, a bloques subangulares finos; muy adhesive, muy duro en seco, friable; raices finas, abundantes; cerosidades de arcillas gruesas, continua, sobre los agregados y en los poros; pH 5.9; limite inferior claro lineal.

B₂₂ 28 - 55 Pardo rojizo oscuro en humedo, 5YR3/4; de textura arcillosa; de estructura de bloques angulares gruesos, moderados; muy adhesive, muy duro en seco, friable; raices finas abundantes; cerosidades de arcilla, delgada, continua, sobre los agregados y en los poros; pH 5.9; limite inferior difuso lineal.

B₃-C 55-100 Pardo rojizo oscuro en humedo, 5YR3/4; de textura arcillosa; de estructura masiva; adhesive, muy duro en seco, friable; raices finas, escasas; manchas de cerosidades de arcilla en los poros y sobre los fragmentos de toba, el color de la toba es pardo amarillento oscuro en humedo (10YR 4/4); pH 5.9; limite inferior difuso, irregular.

+ 100 Toba de composicion mixta, principalmente andesitica.

Cultivos	Rendimientos/ha.	Abonos
<u>Chacra</u>		
Remolacha	40 Ton.	150 u P205 - 58 u N
<u>Cereal</u>		
Trigo dif. variedades	27,5 qq.	70 u P205 - 48 uN
<u>Pastos</u>		
Trebol rosado	Heno 1er. Corte 58 qq. Talajeo 2,1 a 3,5 UAM	

Características de los tipos y fases. Suelo que presenta las siguientes variaciones: a) Por posicion y topografia. - Suelo depositacional en topografia baja plana a ondulada, presentando algunas areas disectadas. b) Por pendiente y erosion - Suelo de pendiente fuerte a escarpada, moderadamente susceptible a la erosion; suelo de riego, con microrelieve. c) Por profundidad. - Suelo delgado a moderadamente profundo.

Suelos similares: Mirador

Uso, cultivos y rendimientos: Suelo dedicado a chacras, cereales y pastos. La rotacion mas corriente es chacra (lano), cerseales (lano) y pastos (3 anos). En las partes de secano encontramos vinas, siendo las Cepas Pais y Semillion las mas importantes, con rendimientos de 5.750 litros/Ha y 6.750 litros/Ha, respectivamente.*

Datos del laboratorio: Las muestras analiticas del suelo Parral se indican en el cuadro No. 8.

Observaciones: Las variaciones han determinado diferentes Capacidades de Uso, siendo las mas representativas, las Clases IIIr - IV y VI.

Fig. 17—Ejemplo de Descripción de un Suelo

8.21 Fotointerpretación e Investigación de Campo

Antes de iniciar las operaciones de campo, los especialistas en suelos analizaron los resultados de estudios previos ejecutados en el área del Proyecto, a fin de obtener los nombres y características de las series de suelos ya identificadas. Los instrumentos fotográficos de esos especialistas fueron los mosaicos básicos, preparados con las fotos aéreas a diferentes escalas. Alineando cuatro mosaicos, de modo que las relaciones entre las formas del terreno pudieran ser estudiadas sobre una vasta superficie, los especialistas en suelos decidieron dónde iniciar las operaciones de campo y cómo y dónde proceder en cada mosaico. Usando los mosaicos en los que fueron bosquejadas las formas del terreno (véase el Capítulo 7) y el juego de fotografías correspondiente a cada mosaico, los mismos especialistas determinaron cuándo se necesitaba una comprobación de campo para identificar los suelos y delinear las unidades empleadas en los mapas. Se necesitó trabajo de campo para determinar y describir las características químicas y físicas de los suelos. El número de observaciones hechas varió entre 10 y 100 por mosaico, según la complejidad de los suelos, las formas del terreno y la geología. Como promedio, podría decirse que fueron 25 observaciones por mosaico.

8.22 Muestras de Perfiles de Suelos

Los especialistas del Proyecto recogieron muestras de suelos de perfiles modales del tipo o fase dominante de cada serie, con fines de comparación, correlación, caracterización y clasificación, esta última con el uso de la información de laboratorio. Recoleccionaron, también, diez o más perfiles de los suelos más extensivos y una cantidad menor de los menos extensivos.

Se tomaron muestras de perfiles de las fases más importantes. Estas muestras se recogieron por horizontes para todos los suelos que tenían un incipiente (3) o un mayor grado de desarrollo. En los suelos aluviales se recogieron muestras del horizonte superficial y de dos o tres estratos del subsuelo.

El Proyecto recogió unas 750 muestras de perfiles de suelos, que representan alrededor de 200 series. Dependiendo de la naturaleza del suelo, se tomaron de 3 a 6 muestras de los diferentes horizontes en un

área. Los tipos de análisis fueron determinados por el jefe del grupo de expertos en suelos. Entre los análisis efectuados, se cuentan: el mecánico, el pH al 1:1, el pH al 1:10, el de carbono orgánico, el de equivalente de humedad, el de capacidad de intercambio de cationes, el de calcio intercambiable, el de sodio de intercambio, el de fósforo utilizable, etc. Los análisis de horizontes superficiales de cada perfil, junto con los datos sobre fertilidad, ayudaron a determinar las características de fertilidad de las principales series de suelos en campos específicos.

En adición a las determinaciones de norma ya indicadas, los siguientes estudios fueron efectuados en ciertos suelos:

(1) Carbono y nitrógeno de los horizontes superficiales, de muchos suelos seleccionados de diferentes zonas climáticas para establecer la variación en materia orgánica y la relación carbono-nitrógeno.

(2) Oxidos de hierro en los horizontes de ciertos suelos en los cuales la distribución del hierro en el perfil del suelo parecía ser importante y estar relacionada con el desarrollo pedogenético.

(3) Se determinó el aluminio en algunos suelos seleccionados para determinar las relaciones del contenido de aluminio con el fósforo utilizable.

(4) Se hicieron estudios mineralógicos de 10 suelos para caracterizar el material de origen de los mismos y se efectuaron unos pocos cortes delgados en tosca de la serie Frutillar para determinar el material aglutinante. Este material parece ser principalmente hierro y es similar a muchos suelos conocidos en Chile bajo el nombre de "ñadis" (suelos húmedos). Si el material aglutinante es sílice, ésta aparece altamente teñida o impregnada de hierro.

La Figura 19 es una muestra de una hoja de análisis de laboratorio hecha para un espécimen de limo Arrayán franco (AY 323) que fue tomado de un campo ubicado aproximadamente a 10 km, al Sudeste de Bulnes, en la Provincia de Ñuble.

8.23 Muestras de Fertilidad de Suelos

Las muestras de suelos se tomaron de los mismos campos en los cuales se obtuvieron las informaciones sobre rendimientos. (Ver Párrafo 8.25) Las muestras se tomaron de 24 cm de profundidad aproximadamente en 4 ó 5 áreas representativas de cada campo, y en

DESCRIPCION DE SUELO EN CAMPO Marga arcillosa de Parral

PROVINCIA Linares		LUGAR Alrededor 3 km al NW de Parral en Fundo El Salto					
FOTO N.º 6339		MOZAICO N.º 3550 - 7130 D		DESCRIPCION N.º 11-29G		MUESTRA 4	
UNIDAD GEOMORFOLOGICA lEg5		RELIEVE Uniforme y casi a nivel		ALTURA 166 metros		VEGETACION Vifedos	
USO ACTUAL Cultivo de uvas para vinos		CLIMA Durante las dos ultimas semanas ha llovido.			RIEGO NO	DRENAJE EXTERNO No muy bien desarrollado.	
MATERIAL GENERADOR Suele formado por tufa subyacente		RAICES Y OTROS FACTORES BIOLOGICOS Ver observaciones		HARDPAN NO TIPO	DRENAJE INTERNO Bien drenado	NAPA DE AGUA Ninguna	
CALICATA BARRENO CORTE							
PERFIL	LIMITES	COLOR S. o M.	TEXTURA	ESTRUCTURA	CONSISTENCIA S. o M.	pH.	OBSERVACIONES
A 1 0-17 cm	Abrupto y uniforme sobre tosca	5YR3/2 H	Marga arcillosa	Moderada, mediana y granular fina.	Dura - S; desmenuzable - H; Ligeramente - m; y ligeramente plástica.	7.0	Abundantes raíces finas y muy finas.
B 2 17-40 cm	Claro y uniforme	5YR3/2-H 5YR3/3-H y triturado	Marga arcillosa. Pocas concreciones de hierro y manganeso	Moderada, mediana y de bloques subangulares	Muy dura-S; desmenuzable - H; Muy pegajosa y muy plástica - M.	6.5	Abundantes raíces de vides, gruesas y medianas - pocas finas raíces de yerba. Gruesas continuas películas de arcilla en los granos y poros.
B 3 40 - 70	Difusos	5YR3/3-H 5YR3/4 cuando triturado - H.	Marga arcillosa	Igual que arriba y parte en bloques subangulares finos moderados.	11	6.0	Pocas raíces, de finas a medianas. Películas de arcilla más escasas y delgadas que en el horizonte arriba. Concreciones comunes, de delgado hierro y manganeso.
C 70 - 120		5YR3/4-H	Marga arenosa con más contenido de arena según profundiza.	Masiva	Dura - S; Desmenuzable -H Pegajosa y plástica-m.	6.0	Muy pocas raíces finas; muy delgadas películas de arcilla en los poros y base superior del horizonte. Concreciones finas comunes, de hierro y manganeso.
FACTORES LIMITANTES							
No existen factores limitantes. Necesitan probablemente fertilizantes fosfatados, pero no como tanto los suelos Arrayán.							
Penetración de raíces - Erosión actual - Pendiente - Susceptibilidad a la erosión - Pedregosidad - Salinidad - Posibilidad de drenar - Peligro de inundación - Otros.							
OBSERVACIONES Y OPINION DEL LUGAR Este suelo es típico del Parral. Posee muchas características similares a los suelos Mirados.							
SIMBOLO PR524		CAPACIDAD DE USO PROVISORIA 11r		FECHA E INICIALES Julio 24, 1962 WGH y H. Mella		DESIGNACION FINAL EN EL MOZAICO 11r	

Fig. 18—Descripción de Suelo y su Perfil en el Campo

PROYECTO AEROFOTOGRAFETRICO OEA/CHILE
SOIL TESTING LABORATORY

SOIL TYPE AY 323 - Arrayan loam

LOCATION 10 Kms. S.E. of Bulnes

PROVINCE Ñuble PHOTO N° 13-1840

MOSAIC N° 3630-7200 E

FIELD N° 29-11-1,2,3,4

LABORATORY N° 1255 - 1258

DEPTH cm	PARTICLE SIZE ANALYSIS				pH			LIME REQUIREMENTS lbs./acre		
	CLAY %	SILT %	SAND %	TEXTURAL CLASS	1:1	1:10				
0-20	17.19	46.94	35.87	loam	5.9		7,500			
20-45	12.30	44.89	42.81	loam	6.2					
45-75	19.81	50.27	29.92	silt loam	6.4					
75-100	25.00	40.11	34.89	loam	6.7					
ORGANIC MATTER			MOISTURE EQUIVALENT %	CATION EXCHANGE CAPACITY	EXCHANGEABLE CATIONS m. eq. per 100 g. soil.					
ORGANIC CARBON %	NITROGEN %	C/N			Ca	K	Mg	Na		
7.15			44.40	40.56	11.30	1.14	0.32			
5.11			41.42	40.12	11.62	0.78	0.48			
3.23			40.71	36.62	9.86	0.69	0.47			
2.76			45.38	33.89	9.52	0.70	0.45			
AVAILABLE PHOSPHORUS P. P. M. AIR DRIED	PHOSPHATE FIXATION	Fe ₂ O ₃ %	Al m. eq. per 100 g. soil.	SATURATION PASTE		EXTRACTABLE Na %	WATER SOLUBLE Na %	ALKALI RANK OF SOIL	EXCHAN- GEABLE Na %	SATUR- ATION PERCENT- AGE
				pH	E. C.					
5.3		2.55								
3.8		3.19								
3.0		3.70								
1.1		3.33								

Fig. 19—Hoja de Análisis de Laboratorio

viadas al laboratorio. De muchos campos se tomaron segundas muestras a más o menos 60 cm de profundidad. La ubicación de cada punto de muestreo está identificada en el mosaico. En el Laboratorio del Proyecto, los técnicos en suelos analizaron las muestras de fertilidad para pH, carbono orgánico, fósforo utilizable, potasio intercambiable y demanda de cal en suelos cuyo pH fue 6.2 o menor.

8.24 Métodos de Análisis de Laboratorio

Los procedimientos empleados en el Proyecto fueron métodos de norma y son los siguientes:

1. Análisis mecánico, distribución del tamaño de partícula o textura del suelo por el método de Bouyoucos, empleando el hexametáfosfato de sodio (Na) como dispersante.
2. Determinación del pH mediante potenciómetro (Beckman) con electrodos de vidrio, en suspensiones de agua de 1:1 y 1:10.
3. Equivalente de humedad, por centrifugación, siguiendo el método de Briggs y Lane.
4. Carbono orgánico, por combustión húmeda, método de Walkley.
5. Nitrógeno total, por el método de Kjeldahl.
6. Fósforo utilizable, por el método de Bray.
7. Aluminio, por lavado con cloruro de potasio (IN) y determinación colorimétrica empleando aluminón.
8. Determinación de hierro, por el método de Deb, modificación de Kilmer.
9. Demanda de cal por el método de Woodruff.
10. Capacidad de intercambio catiónico; saturación con calcio, desplazamiento con acetato amónico y determinación del calcio por fotómetros de llama (Beckman).
11. Cationes intercambiables, desplazamiento con acetato amónico, determinación del calcio, sodio y potasio mediante fotómetro de llama (Beckman).
12. Salinidad, por medición de la conductividad de la pasta saturada y determinación del calcio, sodio y potasio por fotómetro de llama, y el magnesio por titulación con versenato. Métodos 3a, 10a, 11a, y 7 respectivamente, del Manual de Agricultura No. 60 del Departamento de Agricultura, de E. U. A.
13. Análisis petrográficos, por determinación microscópica de la fracción gruesa, separada por líquidos pesados de conocido peso específico.

8.25 Investigaciones en Fertilidad y Rendimientos

Para ayudar a clasificar la capacidad de uso de la tierra, dos agrónomos de Ministerio de Agricultura recopilaron informaciones sobre rendimientos y prácticas de administración en 856 campos de agricultores con un promedio económico y cultural superior. Los informes contenían datos sobre variedad de cultivos, preparación de la tierra, secuencia de las siembras, fechas de las mismas, clase y cantidad de fertilizantes empleados, fecha y métodos de cosecha, y rendimientos durante los últimos cinco años.

En el trabajo de compilación final de la clasificación de capacidad de uso, las informaciones de rendimiento y los análisis de suelos fueron cuidadosamente considerados, junto con la información sobre las configuraciones de la tierra y las características físicas de los suelos, suplementados por la investigación de campo.

Para establecer lo que constituían niveles adecuados de los diferentes nutrientes, se emplearon varias fuentes locales de información. Entre ellas podemos nombrar:

1. Boletín Remolacha — Industria Azucarera Nacional, S. A. (IANSA) Año VII No. 20, Junio, Julio, Agosto de 1963.
2. Cien Ensayos N P K en trigo, Boletín Técnico No. 9, Ministerio de Agricultura, Dirección de Agricultura y Pesca, Santiago de Chile, Abril 1961.
3. Dregne, H. E. Informe al Gobierno de Chile sobre el Estado de Fertilidad de los suelos Chilenos (con especial referencia al fósforo) Informe de la F. A. O. No. 1487, Roma, 1962.
4. Investigación Agronómica 1960-61, en Remolacha, IANSA, Departamento Agrícola, Chile.
5. Letelier E. y Wright, H. C. S. "Algunas Interrelaciones Entre los Procesos del suelo y la Respuesta de los Fertilizantes en Chile." Conferencia Internacional de Suelos, Nueva Zelanda, 1962.
6. Memoria Oficina de Estudios Especiales Ministerio de Agricultura, 1961

8.3 La Leyenda

El símbolo del suelo consta de dos partes: la primera tiene dos letras mayúsculas y la segunda es una fracción.

Las dos letras mayúsculas identifican las series de suelos, tales como CQ para la serie Cauquenes. Donde fue posible hacerlo, el Proyecto incorporó en los mapas, los nombres de las series de suelos que aparecían en cartas previas o en informes preparados por el Ministerio de Agricultura. Extensas áreas de suelos aluviales recientes, o muy recientes, han recibido nombres de series, pero no se requieren estos nombres para áreas limitadas de los mismos suelos. La letra mayúscula *R* o *P* se empleó para identificar estos suelos relativamente jóvenes; la *R* para los suelos que se presentan en las planicies aluviales o terrazas, y la *P* para los que se presentan en una pendiente de piedemonte. Si se levanta una serie, se describe el carácter del subsuelo en la descripción de la serie. Si se levanta un suelo reciente, se coloca un número delante de la letra *R* o *P* para indicar la textura del subsuelo. El número apropiado se da más tarde bajo el encabezamiento "textura de suelo". Un ejemplo sería el siguiente: *3R* indica un suelo aluvial reciente, con un subsuelo de textura media, que se presenta en un área de inundación o terraza y *5P* indica un suelo con un subsuelo arcilloso, que se presenta en un piedemonte, o cono aluvial.

La segunda parte del símbolo de suelo consiste en una fracción, cuyo numerador está compuesto de 3 números: el primero indica el estado de desarrollo pedogenético del perfil y el grado de intemperización del material de origen; el segundo indica la clase de drenaje o el grado de humedad; y el tercero indica la textura del suelo superficial. El denominador está compuesto de varias letras que indican los factores limitantes aplicables a la unidad de levantamiento.

A. Estado de intemperización y desarrollo del perfil — Primer numeral del numerador:

1. Material fresco (roca no intemperizada o depósitos recientes).

Consiste en grava, arena o limo, etc. recientemente depositado, e incluye suelos de planicies de inundación recién formadas, terrazas, conos aluviales de piedemonte. Muchos de estos suelos, aunque han estado por un período relativamente corto en el lugar, pueden tener una ligera acumulación de materia orgánica en el estrato superficial. Esto se observa en forma de un color ligeramente más oscuro cuando se

humedece el suelo. No se observan otras indicaciones de desarrollo del perfil.

3. *Desarrollo incipiente del perfil* (material de origen ligeramente intemperizado) Incluye suelos con un horizonte A distinto pero con un horizonte B textural o estructural pequeño o ausente*. Es permisible en esta categoría una ligera coloración del suelo bajo el horizonte A, (un color B). Este color B es normalmente causado por el lavado de los sesquióxidos del horizonte A y teñido del material de origen. Se permiten horizontes B texturales o estructurales muy débiles o insignificantes. Los cambios texturales que son insignificantes y difíciles de reconocer en el campo son: (a) los que tienen menos de 3% de aumento de arcilla en suelos que tienen menos del 15% de arcilla; b) menos del 5% de incremento para suelos de textura media a moderada con 15 a 37% de arcilla, y c) aquellos con menos de 8% de incremento en suelos de textura fina. Un suelo con un B estructural débil posee estructura granular, de bloques subangulares débiles, o prismática gruesa débil, sin un significativo incremento en el contenido de arcilla.

5. *Suelo moderadamente maduro* (perfil de suelo moderadamente bien desarrollado, sobre material de origen ligeramente intemperizado). Estos suelos tienen un desarrollo de perfil moderado. Bajo el horizonte A poseen un horizonte B significativo, que puede ser identificado por el color, la textura, la estructura y la cementación; pero, la profundidad total del desarrollo de perfil es, por lo general, de menos de 1,5 m. y la intemperización del material de origen no ha penetrado profundamente en el lecho rocoso o el material consolidado.

La mayoría de los suelos de esta categoría tienen horizontes B, tanto texturales como estructurales. Estos horizontes resultan principalmente de la intemperización y transformación de los minerales formadores de arcilla o por la translubricación de las partículas de arcilla del horizonte A al B, or por una combinación de ambos procesos. La expresión de la estructura de los suelos en esta categoría es de grado moderado. Es decir, suelos que tienen estructura granular de moderada a fina, estructura de bloques angulares o subangulares de moderados medios a gruesos y/o estructura prismática media moderada. Tales horizontes B usualmente poseen escasas películas de arcilla común en las caras de los gránulos y en los poros. Los gránulos son generalmente duros a muy duros cuando secos, pero desmenzables cuando húmedos.

*Una definición de los horizontes A y B se ofrece en las páginas 178 y 179 del Manual # 18 del Departamento de Agricultura de E.U.A.

Como regla general, los suelos de esta categoría tienen horizontes B de menos de 60 cm de profundidad en áreas áridas y subhúmedas y no más de 100 cm de grueso en la región húmeda de Chile. Estos suelos son generalmente pardos, pero algunas veces son de color rojizo.

7. *Suelo maduro* (perfil fuertemente desarrollado sobre material de origen moderadamente intemperizado). El perfil de estos suelos es fuertemente desarrollado, con horizontes muy definidos y bien diferenciados. El horizonte B tiene, por lo general, una estructura de bloques o prismas que van del tamaño mediano al fino, con muchas películas continuas de arcilla — de tamaño mediano al grueso — ubicadas en los glánulos o en la superficie de los poros. Estos suelos poseen, generalmente, mayor cantidad de arcilla en todo el perfil, o tienen un horizonte B más grueso, de textura más compacta y de estructura más fuerte que los de la categoría 5.

El material de origen se encuentra intemperizado fuerte y profundamente, y cuenta con 2 m. de profundidad y en ciertos lugares con más de 3 m. Los colores son a veces marrones; pero, por lo general, marrón rojizo o rojo.

9. *Suelo viejo* (perfil profundo, muy fuertemente desarrollado, sobre material de origen altamente intemperizado a gran profundidad).

Estos suelos son similares a los de la categoría 7, pero tienen generalmente más contenido de arcilla. Las películas de arcilla son gruesas y continuas en las caras de los glánulos. Estos suelos se encuentran sólo en las comarcas más húmedas de Chile; no se desarrollan en sectores áridos o semi-áridos.

B. *Drenaje Interno* — Segundo numeral del numerador:

Las diferencias en el drenaje interno de los suelos se relacionan corrientemente con el relieve, teniendo los suelos de las tierras altas mejor drenaje que aquellos que se encuentran en depresiones o cuencas, por lo general mal drenados. Los suelos que se encuentran en posiciones intermedias varían en cuanto a drenaje, entre moderadamente bueno e imperfecto. En las operaciones del Proyecto, se emplearon las siguientes cinco clases de drenaje:

0. *Drenaje excesivo*: Normalmente se presenta en suelos de textura arenosa gruesa, pero también puede aplicarse a pendientes expuestas a la erosión de suelos de textura fina.

2. *Drenaje óptimo*: Se presenta normalmente en suelos de textura arenosa fina o más finos que esta textura. Las arcillas con una adecuada profundidad en áreas húmedas, o arcillas muy lentamente permeables en áreas secas pueden ser incluídas en esta clase.

3-4. *Drenaje imperfecto* — Los suelos de cualquier textura ubicados en los lugares bajos de los terrenos pueden sufrir mal drenaje. Los suelos gruesos, sin adecuada permeabilidad, en posiciones más elevadas, también pueden exhibir esta condición. Estos suelos tienen un subsuelo moteado, que se desarrolla bajo condiciones aneróbicas durante parte del año. Esto puede ser debido a la carencia de buena permeabilidad en el perfil, un manto freático fluctuante, filtraciones o riego excesivo. Los suelos imperfectamente drenados pueden adaptarse para el cultivo de muchas plantas de la región, pero no son satisfactorios para algunos árboles y otras plantas de raíces profundas que requieren una zona bien aireada para las raíces y propiciar el crecimiento óptimo.

Se usan dos símbolos para estos suelos imperfectamente drenados. El número 4 se usa para todos estos suelos, a excepción de los de Huiño-Huiño y parte de la serie Frutillar, Lancopán y Llanquihue. Los de Huiño-Huiño y parte de los otros tres suelos son excepcionalmente húmedos en invierno y primavera, pero no tienen exceso de agua en la zona de las raíces durante el verano y temprano en otoño. El número 3 se emplea para indicar estas específicas condiciones de drenaje.

6. *Drenaje deficiente* — Los suelos de las posiciones todavía más bajas, normalmente sufren de drenaje deficiente. Esta condición está indicada por un gris pronunciado y/o amarillo moteado o un suelo de poca intensidad de color. La presencia de plantas de áreas húmedas, tales como las del género *Carex* (como las eneas), son un buen indicador de esta condición. Es usual hallar alguna acumulación de materia orgánica en el horizonte superficial.

El drenaje deficiente se debe a una remoción muy lenta del agua del perfil a causa de un manto freático alto, permeabilidad muy dificultada, filtraciones permanentes, de modo que las condiciones aneróbicas persisten durante gran parte del año. En estos suelos, pueden darse bien las plantas de zonas húmedas y los cultivos de raíces superficiales; pero, la mayoría de los cultivos no puede realizarse y menos aún aquellos de raíces profundas.

8. *Drenaje muy deficiente* (acumulación de materia orgánica sobre gley).

Los suelos que tienen la capa freática muy cerca de la superficie, en forma permanente o durante una gran parte del año, se caracterizan por un subsuelo totalmente "gleisado", con un estrato superficial que consiste casi por entero de materia orgánica descompuesta o fibrosa (turba). Pueden desarrollarse en estos suelos plantas tolerantes al agua, ya se trate de arbustos o árboles.

C. *Textura del Suelo Superficial* — Tercer numeral del numerador:

Este número indica la textura del horizonte superior a la del suelo que es arado. Se emplea la siguiente agrupación textural:

0. *Muy Grueso*. Grava o gravas y guijarros.
 1. *Grueso*. Arenas gruesas, medias, finas y muy finas, arena margosa, con excepción de arena margosa muy fina.
 2. *Moderadamente Grueso*. Arena margosa muy fina, margas arenosas.
 3. *Medios*. Marga arenosa muy fina, marga, marga limosa, limo.
 4. *Moderadamente finos*. Marga arcillo-arenosa, marga arcillosa, franco arcilla limosa, marga arcillo-limosa.
 5. *Fina*. Arcilla arenosa, arcilla limosa, arcilla.
- El mismo número de designación se emplea para indicar texturas de *subsuelos* en los suelos aluviales recientes.

D. *Los Factores Limitantes (denominador de la fracción)*:

1. *Restricción a las raíces*. El concepto de suelo poco profundo es válido solamente si el medio para las raíces es restringido para el grupo de cultivos adaptados a la región. Los suelos que tienen más de un metro de material efectivo de suelo, se considera que tienen muy poca o ninguna restricción radicular.

(r) Los suelos que varían en profundidad, hasta cualquier clase de medio restrictivo, excepto el agua, entre 40 y 100 cm se considera tienen una moderada restricción radicular.

(rr) Suelos de menos de 40 cm de profundidad, tienen usualmente una severa restricción radicular.

2. *Pendiente*

La pendiente es un factor importante en la tierra regada a causa de los costos de construcción y operación de los canales, la distribución del agua de riego y el drenaje. También tiene importancia en las zonas de rulo (secano) a causa de su efecto sobre el escurrimiento de las aguas, la erosión y la dificultad para la labranza de la tierra. La leyenda geomorfológica muestra tres clases de pendientes, en *tierras bajas*, *tierras altas* y *tierras escarpadas*. Esta clasificación de las pendientes puede subdividirse en forma sencilla o estricta, y donde existen pendientes uniformes, la subdivisión puede abarcar del grado "suave" al "moderado" y de éste al "severamente inclinado." Las pendientes se indican también en la leyenda geomórfica allí donde *P* señala un terreno de dunas y donde *V* designa un terreno escarpado, un acantilado, un farallón o una barranca. Además de las clases de pendientes indicadas en la leyenda de geomorfología,

se emplean símbolos en el denominador de la fracción correspondiente a los suelos para señalar las limitaciones. Si no aparece en el denominador ninguna restricción de pendiente, son adecuadas, entonces, las pendientes de la leyenda de geomorfología.

(m) Este es usado solamente en tierras regadas para indicar una restricción ligera al uso y manejo del agua debido a microrrelieves.

(t) Este símbolo se usa para indicar moderada restricción al uso debido a la pendiente. La pendiente o las pendientes donde se usa este símbolo pueden diferir en gradiente, dependiendo si se trata de pendientes simples o complejas, o de suelos que difieren en susceptibilidad a la erosión. Esta categoría se emplea para pendientes simples de 1 al 3% en suelos regados y de 3 a 10% en suelos de rulo. Pendientes complejas pueden ser menos del 1% en suelos regados y 2 a 8% en suelos de rulos.

(tt) Este símbolo se emplea para indicar una fuerte limitación al uso de la tierra debido a la pendiente. Al igual que cuando se usa el símbolo *t*, el porcentaje de pendiente puede diferir en forma considerable en un suelo que se erosiona con facilidad, si se lo compara con otro que no está realmente expuesto a la erosión. Los terrenos de esta categoría pueden ser de pendientes más pronunciadas o más complejas que las de la clase *t*. El límite superior para los suelos que no se erosionan fácilmente, es de 15%. En terrenos regados, el símbolo *tt* se emplea por lo general para pendientes mayores del 3%.

3. *Erosión*

La erosión de los suelos tiene importancia en cualquier parte del mundo. Difiere grandemente con la pendiente del terreno, las características del suelo y el clima. La erosión puede provenir del viento o del agua y ser de diferentes tipos, tales como la erosión laminar, por cárcavas y en pequeños surcos causados por el agua.

(e) *Tierra moderadamente erosionada*

Este símbolo se usa para indicar una restricción moderada al uso o productividad del suelo debido a la erosión por el agua.

(ee) *Tierra grandemente erosionada*

Este símbolo se usa para indicar áreas que ofrecen gran restricción al uso a causa de la erosión por el agua.

(E) *Tierra severamente erosionada*

Este símbolo se emplea para indicar erosión en estado avanzado causada por el agua. Este grado de erosión se presenta en terrenos con pendientes ondulantes y escarpadas, pero difiere grandemente con relación al carácter del suelo. Prevalece entre suelos

de estructura inestable y no se presenta en suelos con agregados estables al agua.

(v) *Erosión por el viento, de severa a moderada*

Este símbolo se usa para los suelos erosionados por el viento. Está relacionado con suelos que varían en textura desde limo a arena y es función de la velocidad del viento. Las margas limosas de peso liviano, vuelan cuando se cultivan en seco. La mayoría de los suelos que se erosionan por acción del viento, no posee estructura, ya sea masiva o de grano sencillo.

4. *Gravas y Piedras*

Varios tamaños de fragmentos gruesos han sido establecidos por el Manual de Estudios de Suelos del Departamento de Agricultura de E. U. A. La *grava* va de 2 mm a 7,6 cm de diámetro, los *guijarros* entre 7,6 a 25,4 cm y las *piedras* de diámetro mayores de 25,4 cm. En este estudio las gravas fueron separadas de los fragmentos mayores.

(g) *Ripioso*

Los suelos que en su superficie tienen menos del 15% de grava, no son considerados suelos ripiosos. Los que tienen entre 15 y 45% se designan como cascajosos. Tales suelos crean un ligero a moderado problema para los arados, sembradoras y otra maquinaria agrícola, así como en la construcción de canales de riego y otras estructuras.

(gg) *Muy ripioso*

Si la superficie del suelo contiene más de un 45% de ripio, se lo designa como muy ripioso. Si los fragmentos gruesos son guijarros o piedras, el tipo de suelo es designado pedregoso.

Para una descripción detallada de los problemas creados por los fragmentos gruesos en la superficie de los suelos, debería consultarse el Manual de Estudio de Suelos del Departamento de Agricultura de E. U. A., páginas 213 a 215.

5. *Nivel freático superficial*

(w) De moderada o temporal restricción de las raíces.

(ww) Severa restricción al crecimiento de las raíces.

Como en el caso de los suelos poco profundos, el criterio para el uso de estos símbolos depende de la restricción al crecimiento de las raíces, que afecta la elección de los cultivos y su rendimiento. Si existe napa freática permanente a 120 cm de la superficie durante la mayor parte de la temporada de crecimiento, o a 60 cm por un corto período, se emplea el símbolo *w*. Si el nivel freático está a menos de 60 cm durante una gran parte del período de crecimiento, o cerca, o en la superficie del suelo por un corto período entonces se usa el símbolo *ww*.

La condición de drenaje interno deficiente, debido a la impermeabilidad, no debería confundirse con

la presencia o ausencia de nivel freático. Las notas de campo relacionadas con estas observaciones, deberán llevar fechas, de modo que puedan compararse con las informaciones de registros pluviométricos y mencionar la *causa* que motiva un nivel alto freático, ya se trate de exceso de riego, posición baja en relación a la napa freática de algún lago cercano o corriente de agua, o de un obstáculo o estrato impermeable situado en el suelo o debajo de éste.

6. *Aridez o sequía*

Ciertos suelos porosos de texturas gruesas, y lugares que, a causa de la pendiente, su aspecto o exposición al viento, son más secos que los suelos normales de la región climática que se estudia, deberían indicarse usando uno de los siguientes símbolos:

(d) Lugar moderadamente árido.

La restricción moderada en la selección de cultivos normales de la región, o una reducción del rendimiento debido al lugar, se indica mediante este símbolo.

(dd) Lugar muy árido.

Este símbolo denota severa restricción del uso debido del suelo o del lugar.

7. *Inundaciones*

(i) Inundación ocasional.

(ii) Inundación frecuente.

Se usa el símbolo *i* si la inundación interfiere ligeramente los cultivos cada año, o severamente alrededor de cada cinco años.

Se emplea el símbolo *ii* en terrenos que permanecen inundados casi todo el año, de modo que el uso de ellos está restringido al pastoreo o a los cultivos durante una temporada de crecimiento muy corta.

8. *Salinidad y condiciones sódicas (álcalis)*

(s) Salinidad de ligera a moderada.

Este símbolo se usa para suelos donde la concentración de sales es suficiente para tener un ligero a moderado efecto en el crecimiento de los cultivos. Esto ocurre generalmente cuando la conductividad eléctrica de los primeros 18 cm del suelo va de 4 a 12 millimhos, o donde la superficie del suelo contiene menos sal aunque ocurren altas concentraciones en la zona de las raíces debajo de la profundidad de 18 cm.

(ss) Salinidad de moderada a severa.

Este símbolo se aplica donde la conductividad de la superficie del suelo es mayor de 12 millimhos, o donde tiene lugar una alta y poco usual concentración de sales en el subsuelo; en ambos casos, las sales tienen un efecto, que va de moderado a severo, en el crecimiento de la mayoría de las plantas de cultivo.

(sa) Salinidad de ligera a moderada y condiciones sódicas (álcali) moderadas.

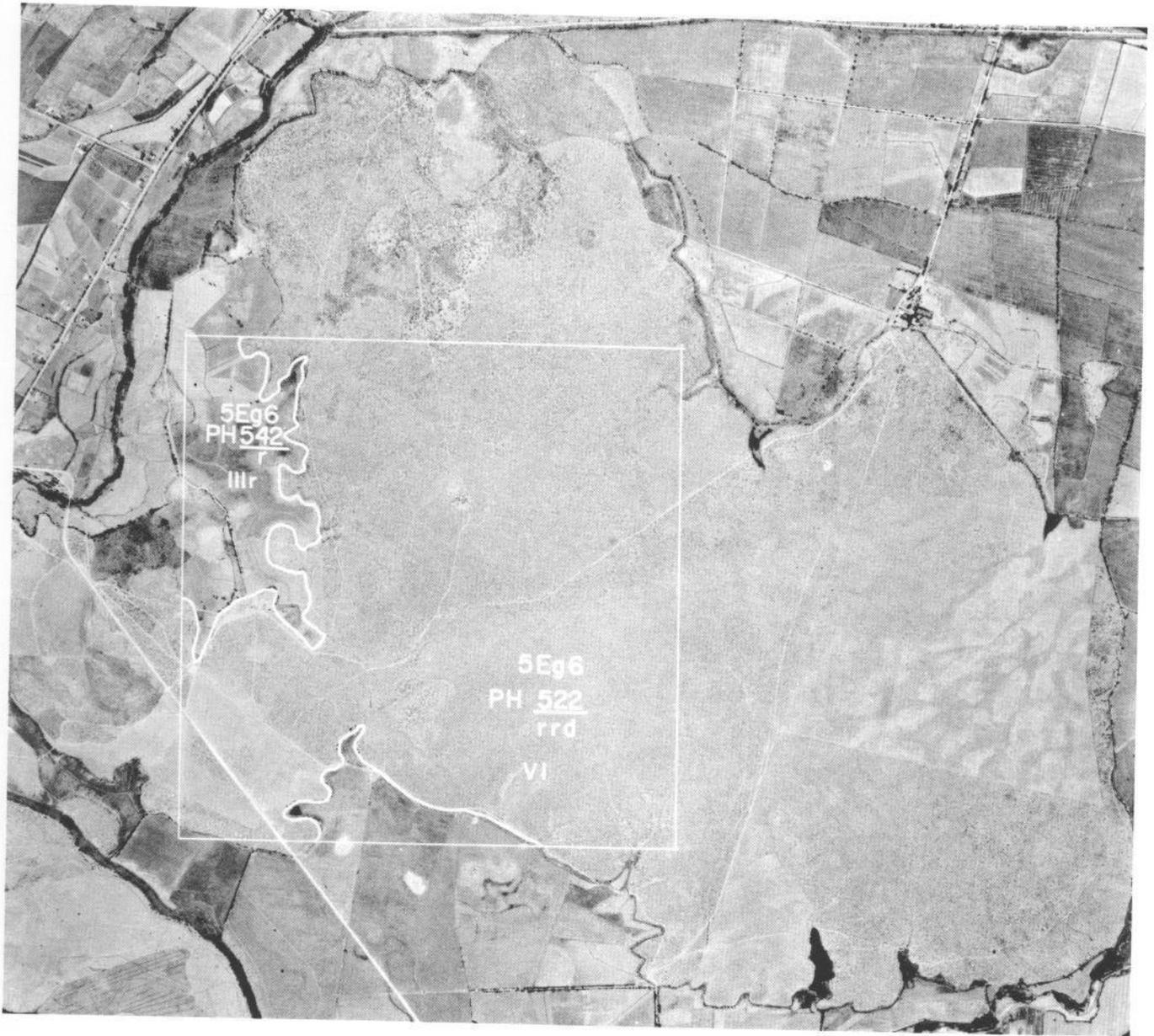


Fig. 20—Suelos — Fotografía Aérea #68-9439

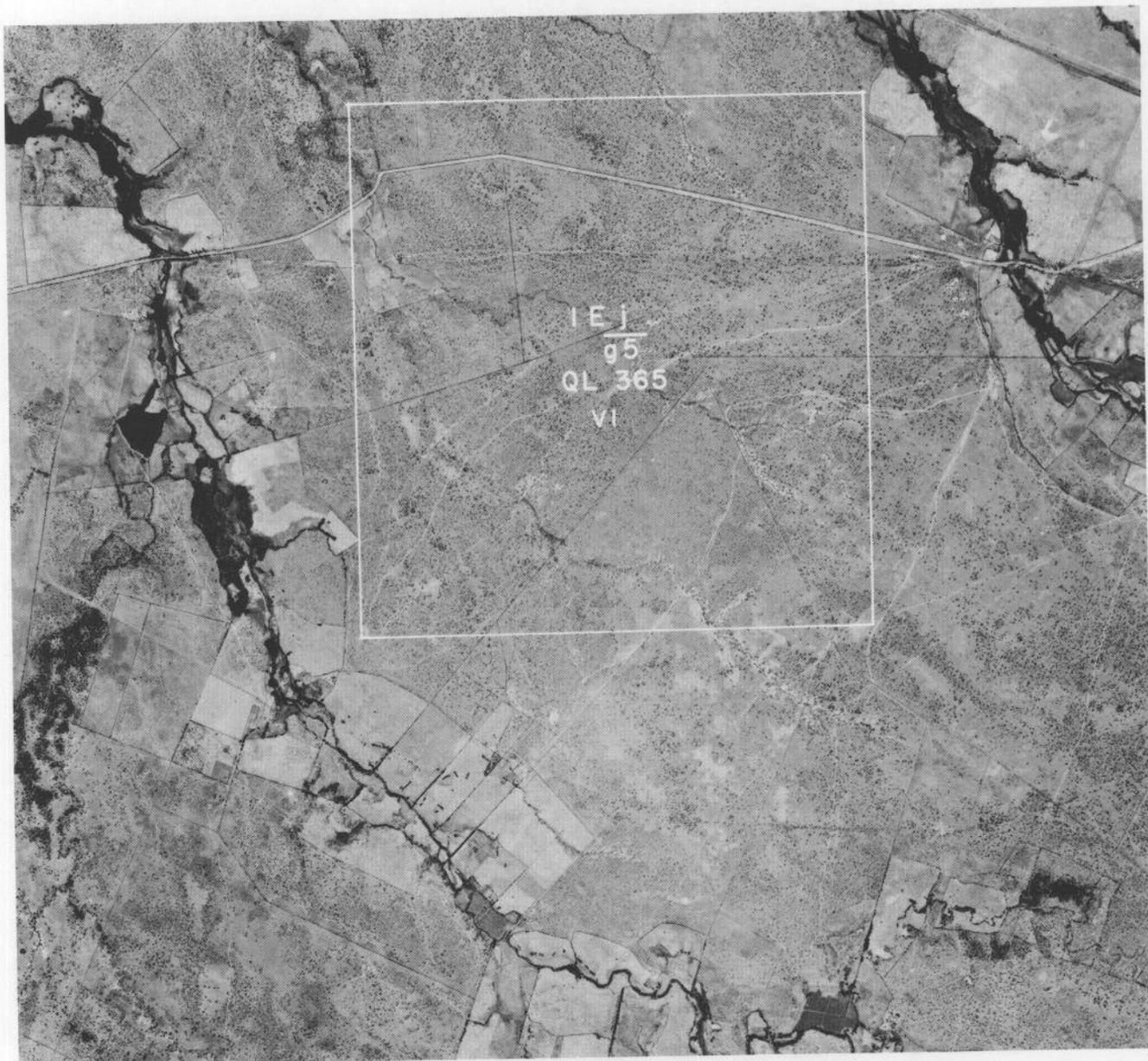


Fig. 21—Suelos — Fotografía Aérea #15-2168

Este símbolo se usa en suelos de ligera a moderadamente salinos, que contienen suficiente sodio intercambiable distribuido en el perfil, de tal forma como para producir un efecto perjudicial de ligero a moderado, en el crecimiento de la mayoría de las plantas de cultivo. Este efecto perjudicial puede afectar el crecimiento de las plantas o la estructura física del suelo. Tales suelos contienen más del 15% de sodio permutable en el suelo superficial, y esta cantidad se incrementa usualmente en el subsuelo.

(ssa) Salinidad de moderada a severa y condiciones sódicas (álcali) moderadas.

Este símbolo se usa donde los suelos son moderada o severamente salinos, y contienen suficiente sodio permutable que ejerce un efecto nocivo moderado en el crecimiento de la mayoría de las plantas de cultivo.

(ssaa) Salinidad de moderada a severa y severa condición sódica (álcali).

Este símbolo se usa cuando la concentración de sales y el porcentaje de sodio intercambiable son tan altos que, prácticamente, no se pueden efectuar cultivos. Estos suelos tienen usualmente una conductividad de más de 15 millimhos en la superficie del suelo y una concentración igual o mayor en el subsuelo, y el porcentaje de sodio intercambiable es de más del 20% en la superficie, aumentando generalmente en el subsuelo.

E. Unidades Complejas.

Si no es posible o práctico separar dos o más series o fases de suelo, se identifican ambos, precediendo el dominante al otro, por ejemplo:

$$\frac{RC \ 364}{w} + \frac{SR \ 323}{t}$$

Si se presentan dos texturas superficiales en una unidad de levantamiento, las dos texturas se muestran aunque separadas por una raya inclinada, por ejemplo PR524/3. Si se presenta un complejo rocoso en una unidad de levantamiento, los símbolos se muestran separados por una raya inclinada, por ejemplo: 6R p/u ó 5Ei5/r5.

8.31 Ejemplos de Identificación de Suelos por medio de Fotografías Aéreas

A fin de mostrar cómo las series de suelos fueron identificadas por los tonos y los aspectos característicos en las fotografías aéreas, se ha seleccionado algunas de estas fotografías, en las que se han hecho las anotaciones correspondientes y se reproducen en las páginas que vienen a continuación.

taciones correspondientes y se reproducen en las páginas que vienen a continuación.

La Figura 20 es una fotografía de un sector de suelos Pudahuel, a 12 kilómetros al oeste de Santiago. El tipo y nombre de las fases y muchas características de las áreas regadas y vírgenes los dan la leyenda de geomorfología y los símbolos de suelos. Los suelos Pudahuel son moderadamente maduros, o tienen un perfil relativamente bien desarrollado, y se presentan donde la precipitación pluvial anual es de un promedio de 360 mm. Esta precipitación se produce en forma de lluvia durante el invierno, en un área donde los veranos son secos y cálidos, los inviernos benignos y la estación de crecimiento es de casi 365 días al año.

Estos suelos descansan sobre tufa silíceica que tiene alto contenido de pómez. Sus principales características son una baja pero significativa acumulación de materia orgánica en el horizonte superficial, y tosca silíceica cementada en el subsuelo, a profundidad generalmente entre 40 y 80 cm aunque puede encontrarse más próxima a la superficie en áreas fuerte o severamente erosionadas.

En las áreas de rulo (secano) de la foto, las claves para identificar el suelo Pudahuel son generalmente el color claro, las áreas erosionadas se presentan en color casi blanco, los colores más oscuros cuando se presenta el matorral de espinos, la ausencia de grandes espinos y un conjunto más denso de arbustos o árboles en los canales de drenaje.

La figura 21 muestra el aspecto de la arcilla Quella. Este es un suelo muy reciente desarrollado sobre tufa volcánica. El material sobre la tufa puede haberse formado de la tufa subyacente, o puede ser en parte aluvial, o debido a depósitos lacustres. Los suelos Quella de la figura 21 están próximos a la ciudad de Parral, donde la precipitación anual es de 1.155 mm o casi el triple que en la zona de Santiago. La mayor parte de la precipitación ocurre durante el invierno y los meses de primavera, y durante el verano casi no hay lluvias.

El aspecto difiere de la figura 20 en que la cubierta vegetativa es más densa. Los arbustos y la mayoría de los espinos se presentan como árboles. En los canales de drenaje en muchos lugares se presenta un conjunto comparativamente más denso de árboles

y en cada lado de la mayoría de los canales de drenaje se observa una franja de color blanco. Cuando se observan estereoscópicamente, son visibles las diferencias en microrelieve.

La figura 22 muestra dos aspectos. Uno donde el suelo Osorno (SR323) es dominante, pero incluye algunas áreas de suelo Reconciliación (RC364) y otra área donde se presentan los mismos dos suelos en una asociación compleja, pero los de Reconciliación son dominantes. La serie Osorno consiste en suelos profundos, bien drenados de textura media que se han formado en cenizas volcánicas estratificadas por agua, más algo de loes (marga), que descansa sobre un material aluvional de gravas tufáceas y arenas glaciales.

Los suelos Reconciliación se han desarrollado sobre tufa volcánica. Son pardos, de textura moderadamente fina y drenaje de imperfecto a deficiente. Esta tufa usualmente está bajo el material del suelo Osorno y, cuando los suelos Reconciliación están asociados con ésta, se presentan en depresiones que varían de 1,5 a 4 m bajo la superficie de los suelos Osorno. Ambos suelos son profundos y fértiles, pero el drenaje deficiente a imperfecto del suelo Reconciliación impide el crecimiento de muchas plantas, incluyendo el roble, que se desarrolla en el suelo Osorno.

El aspecto de la foto aérea donde se presentan los suelos Osorno solamente, es uniforme y de una sola tonalidad. En la figura 22 son prominentes los matices de blanco y gris, debido a las condiciones de drenaje y en ella el suelo Reconciliación es dominante. Este mismo aspecto es aparente donde los suelos Osorno son dominantes. Esto se puede ver más claramente si es estudiado estereoscópicamente.

La Figura 23 muestra cuatro suelos y una compleja asociación de dos de ellos. En un tiempo, esta comarca fue una planicie continua, compuesta de depósitos aluvionales en los que había grava y guijarros glaciales bien redondeados. A continuación del depósito, la erosión posterior formó un relieve ondulado y la arcilla Collipulli (CL725) pasó a añadirse al conglomerado altamente intemperizado. Luego de esto, varios depósitos de ceniza volcánica cubrieron la superficie. Con posterioridad, la ceniza fue erosionada de las pendientes más pronunciadas, dejando expuestos los suelos Collipulli.

La marga limosa Santa Bárbara (BA323) se desarrolló sobre este material de ceniza y ocupa las colinas más altas y menos pendientes. Este suelo es profundo, de textura media, bien drenado y con un alto contenido de alofán (silicato de aluminio). El

único desarrollo pedogenético de importancia es un horizonte superficial un tanto oscuro, debido a una acumulación de materia orgánica y humus moderadamente alta. Los suelos Santa Bárbara tienen un aspecto gris claro y las áreas vírgenes están cubiertas con robles naturales un tanto densos. En este sector, la mayoría de los árboles ha sido eliminada, dejando grupos de éstos u ocasionalmente alguno aislado en los campos de cultivo. Muchos de los terrenos con suelos Santa Bárbara que se enseñan en esta fotografía se utilizan para sembrar trigo un año, seguida esta siembra por pasto durante tres o cuatro años, antes de volver a sembrar trigo nuevamente.

Los suelos Collipulli son extensos en esta foto. Consisten en arcillas rojas que tienen un desarrollo pedogenético fuerte. El horizonte superficial es granular y tiene una moderada acumulación de materia orgánica. El subsuelo u horizonte B2 ha desarrollado prismas fuertes, medios, que tienen películas de arcillas gruesas y continuas en las caras de los gránulos. En conformidad con el trabajo de Agricultura Técnica, Año XVIII, No. 2, de Diciembre de 1958 del Ministerio de Agricultura, Santiago, Chile, las arcillas de este suelo que predominan son la caolinita y la halosita. La halosita puede influenciar los agregados sumamente inestables de este suelo. Los agregados se dispersan casi inmediatamente al mojarse, más rápidamente que cualquier otro suelo de textura parecida en Chile. Este suelo es más severamente erosionado y aparentemente más sujeto a la erosión que cualquier otro suelo. El substrato, a profundidad de varios metros, consiste en conglomerado de gravas, guijarros y algunos cantos rodados, todo tan grandemente intemperizado que puede ser cortado con un cuchillo.

En esta foto se presentan tres grados de erosión: moderada, fuerte y severa. Las áreas fuerte o severamente erosionadas aparecen con unas manchas o bandas blancas, y el porcentaje de tales áreas, dentro de una unidad de levantamiento, es correlativa con la clase de erosión. Las áreas erosionadas son fácilmente identificables cuando se emplea el estereoscopio. Las áreas erosionadas en el suelo Collipulli las hacen diferenciar del suelo Santa Bárbara. Otras diferencias en el aspecto son aquellas debidas a los tipos de cubierta vegetativa. En contraste con los altos robles del suelo Santa Bárbara, la vegetación del suelo Collipulli consiste en cuatro especies de árboles: boldo, maqui, arrayán y litre y algunos arbustos. La mayoría de esta vegetación es de crecimiento bajo, formando una cubierta de moderada a densa y la mayoría de ella refleja tonos oscuros y unos pocos parches son grises.

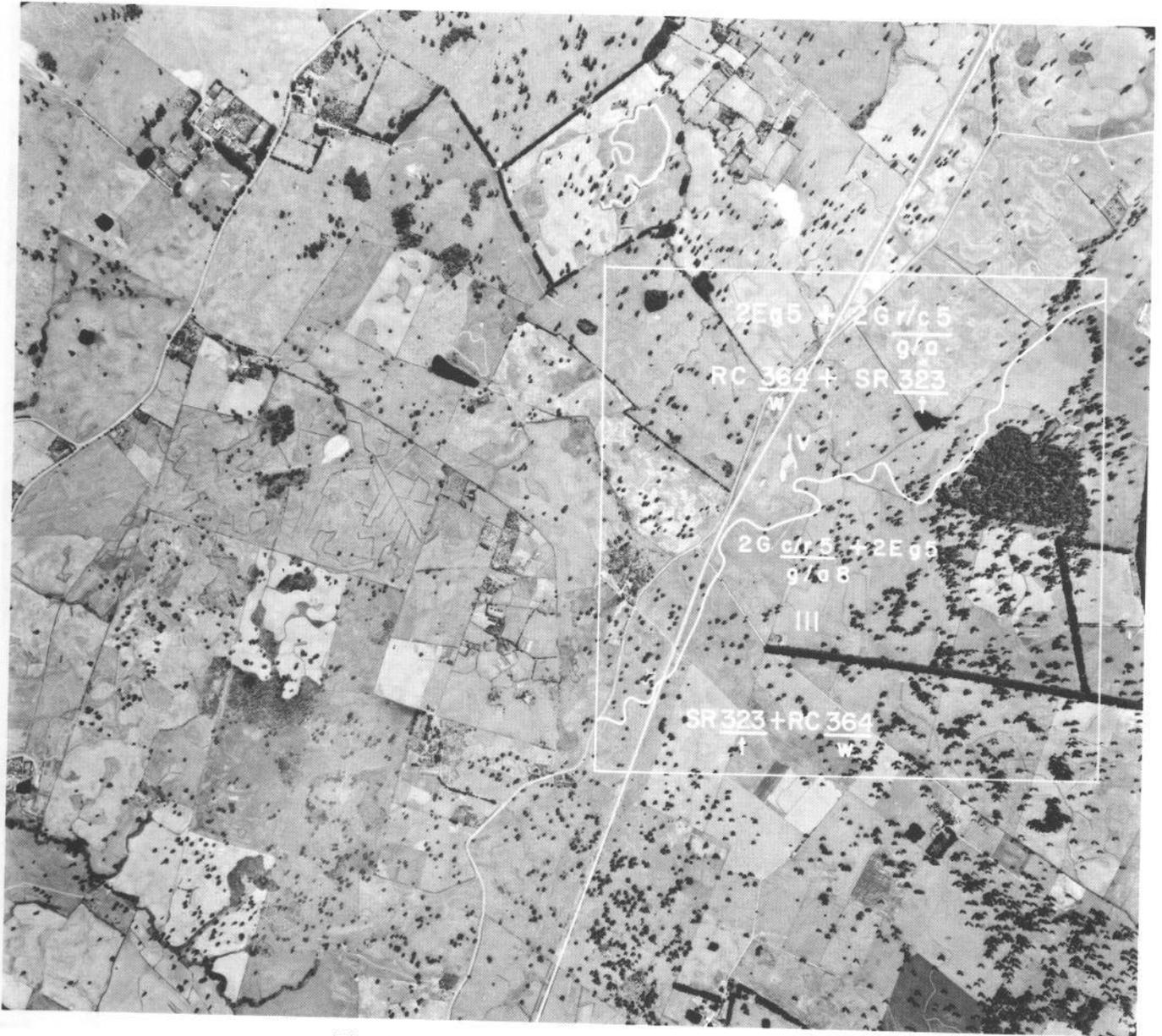


Fig. 22—Suelos — Fotografía Aérea #38-5657



Fig. 23—Suelos — Fotografía Aérea.#52-7730

DESLEIMIENTO DEL PH 1:1

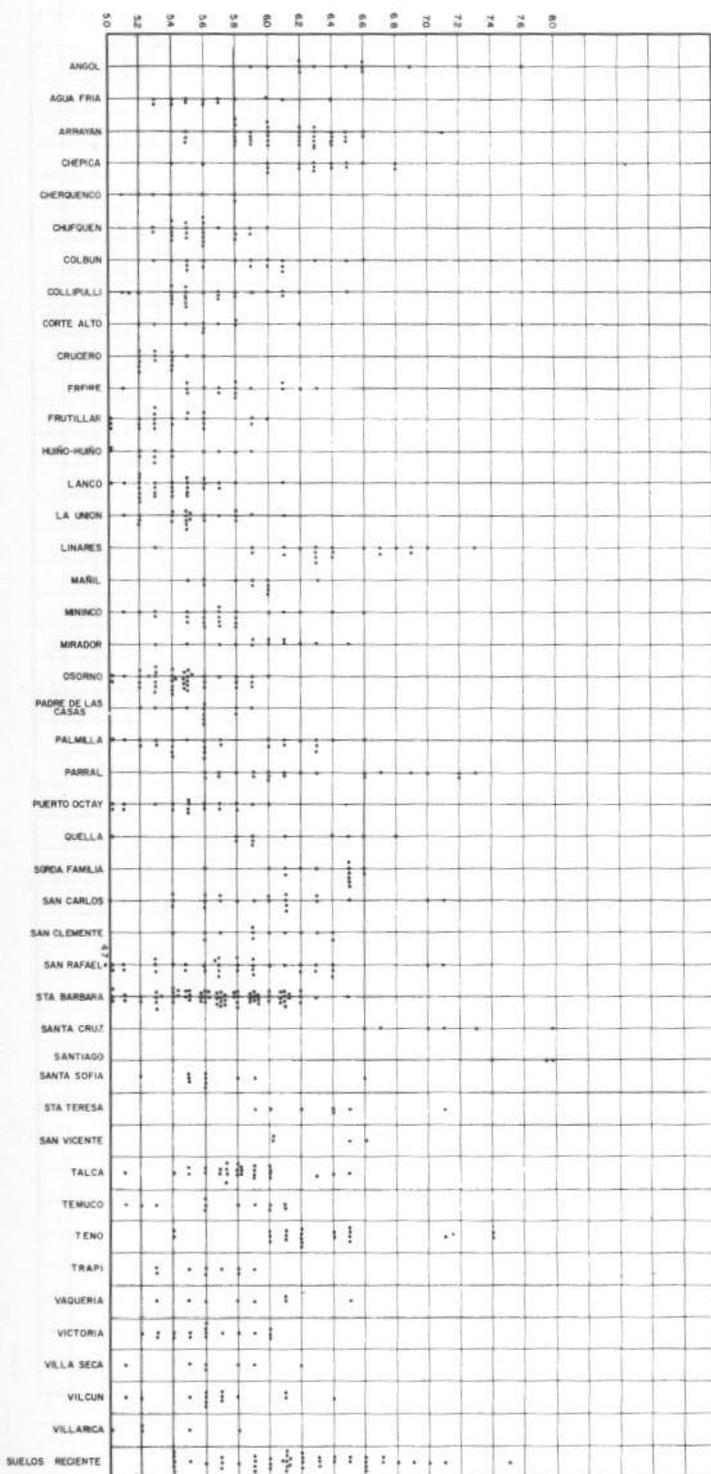


Fig. 24—Forma de los Suelos — Factor pH al 1:1

PORCENTAJE DE CARBONO ORGANICO

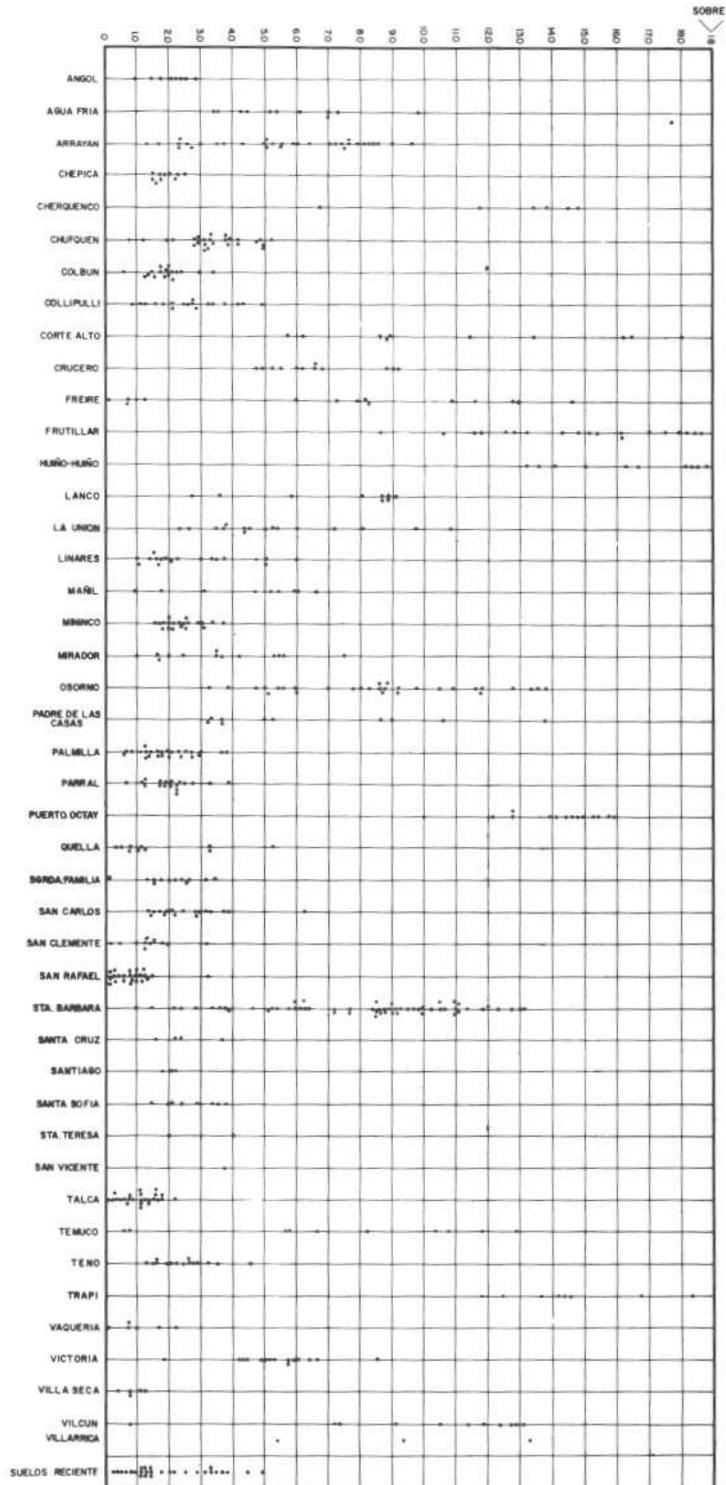
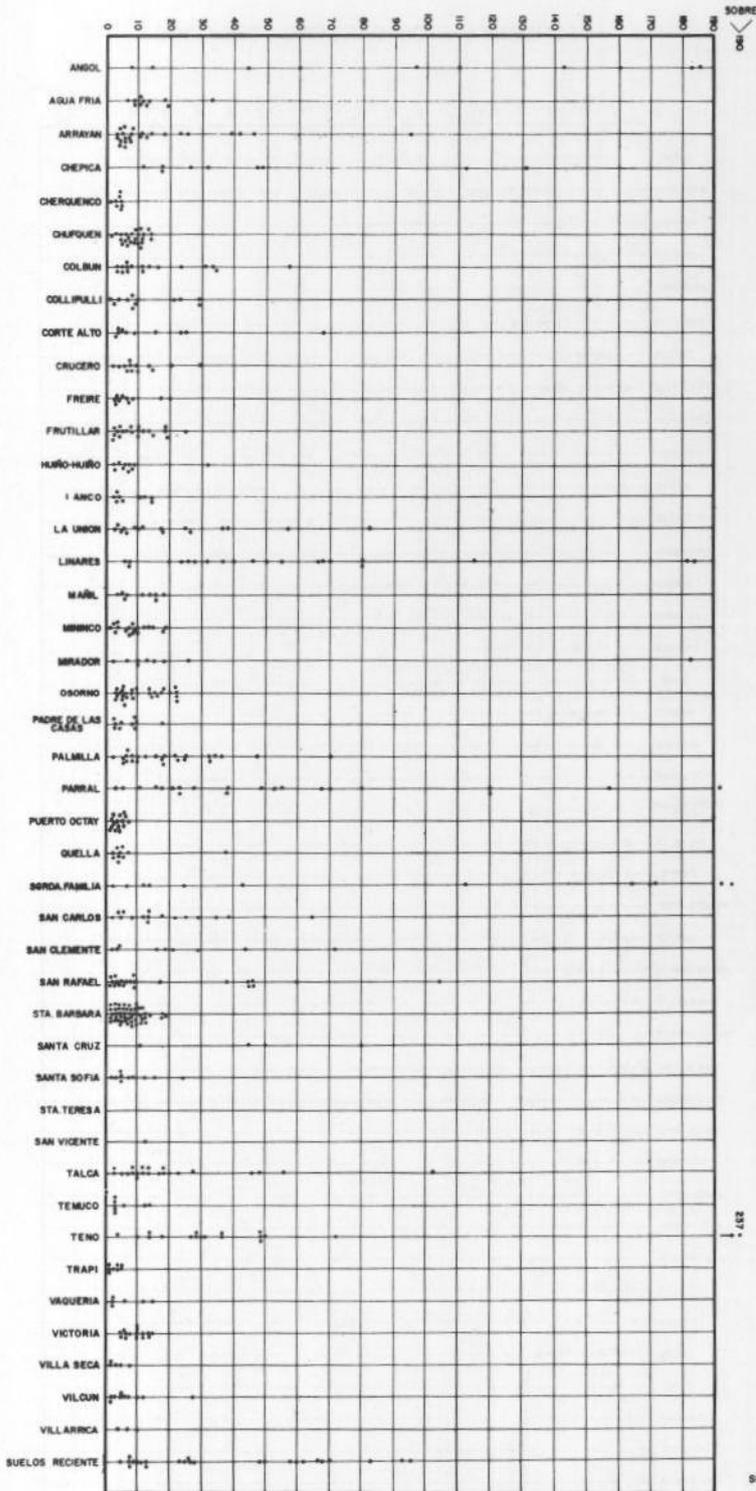


Fig. 25—Forma de los Suelos — Carbono Orgánico

P.P.M. FOSFORO UTILIZABLE (BRAY)



POTASIO INTERCAMBIABLE
MEQ/100 GRAMOS SUELOS

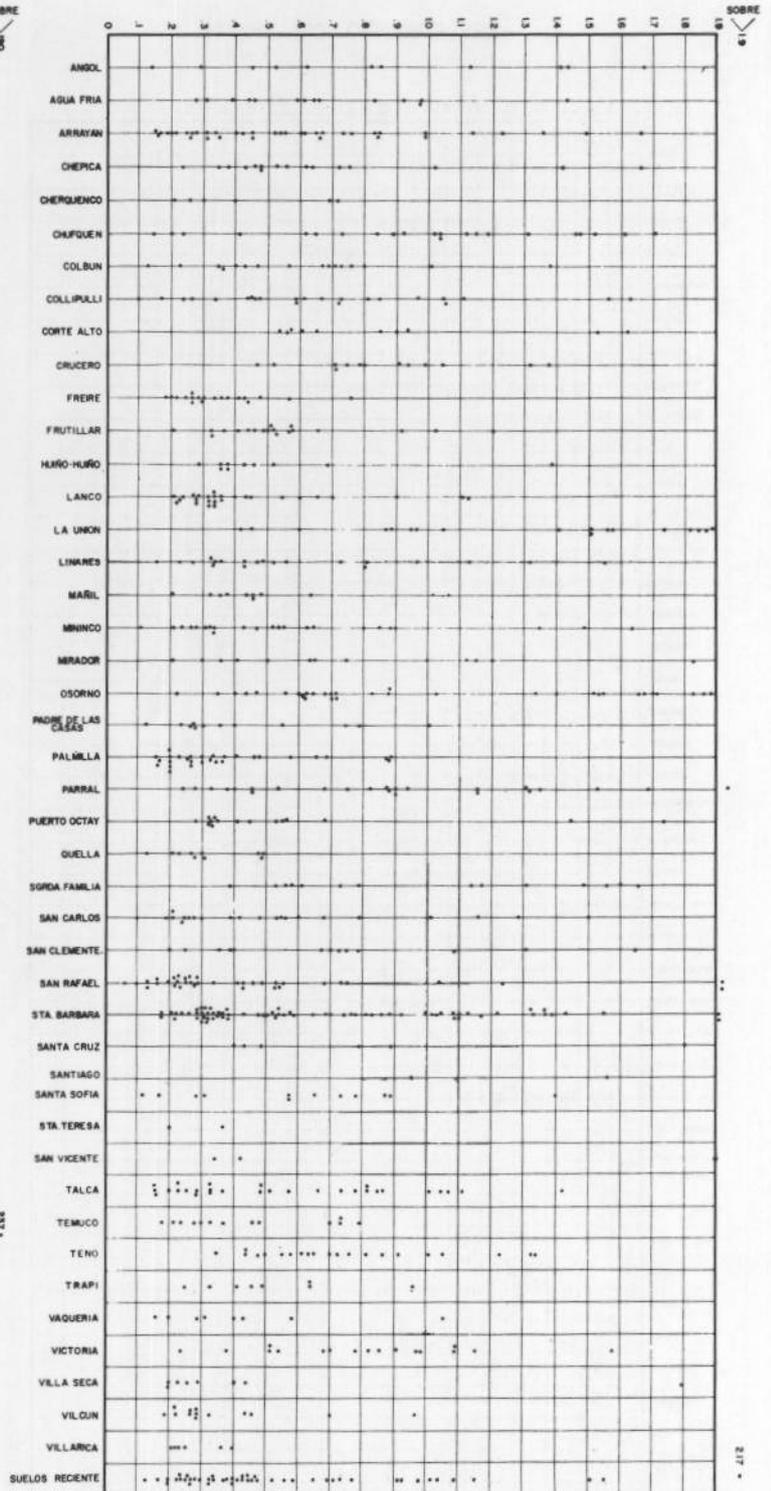


Fig. 26—Forma de los Suelos — Fósforo Utilizable

Fig. 27—Forma de los Suelos — Potasio Intercambiable

En el sector donde se han trazado conjuntamente los suelos Collipulli y Santa Bárbara, estos últimos se identifican por el tono gris y los altos robles. Por la topografía, la erosión y otras características, la mayor parte del sector corresponde al típico suelo Collipulli, lo que se hace más evidente cuando se observan los detalles en el estereoscópico.

En las llanuras aluviales, adyacentes a las corrientes pequeñas, se presentan dos áreas de suelos aluviales (3R323) profundos, bien drenados, de textura media. Estos suelos son predominantemente margo-limosos que han sido lavados de las partes más altas de los suelos Santa Bárbara. Las áreas regadas de estos suelos recientes son de la Clase III, y las porciones no regadas de la clase IV.

La serie Coihueco (KJ344) es un suelo aluvial que consiste en un horizonte superficial margo-limoso o marga arcillo-limosa, sobre un subsuelo margo-arcilloso o arcilloso. Esta serie incluye la tierra aluvial desgastada de los suelos Collipulli y del material de origen subyacente. Las tierras bajas son fácilmente diferenciables de las altas cuando se observa un par estereoscópico.

8.4 Resumen de los Resultados

8.41 Resumen de los Análisis de Laboratorio

Las Figuras 24 a 27 muestran los resultados de los análisis de pH al 1:1, carbono orgánico, fósforo utilizable y potasio intercambiable para algunos de los suelos más extensos dentro del área del Proyecto.

Como guías generales de los niveles de fertilidad en fósforo y potasio se emplearon las siguientes:

	Fósforo Utilizable (ppm)	Potasio Intercambiable (m. eq./100 gramos)
Muy alto	60 +	1,2 +
Alto	20 — 60	0,6 — 1,2
Medio	8 — 20	0,3 — 0,6
Bajo	3 — 9	0,2 — 0,3
Muy bajo	Menos de 3	Menos de 0,2

En concordancia con las informaciones ya obtenidas, las observaciones de pH y de fósforo utilizable, decrecen de Norte a Sur. El nivel de carbono orgánico incrementa de Norte a Sur. El nivel de potasio parece ser extremadamente variable en prácticamente todos los suelos. Algunos suelos, tales como el Arrayán, Santa Bárbara y otros, que se han desarrollado princi-

palmente de cenizas volcánicas, son extremadamente bajos en fósforo utilizable, y la capacidad de uso de la tierra se bajó a causa de esta pronunciada deficiencia. Otras características notables pueden ser observadas estudiando los gráficos. Por ejemplo, el contenido de carbono orgánico de los suelos Parral varía del 1 al 4%, mientras que en el suelo Puerto Octay va del 14 al 16%.

En algunos suelos, las aplicaciones de fertilizantes fosfatados llevadas a cabo en ellos, tuvieron un marcado efecto en el nivel de fósforos obtenido en los análisis, pero en los de cenizas volcánicas el fósforo era siempre bajo, a pesar de las aplicaciones anteriores. Esto es probable se deba a la presencia de alofán, que fija el fósforo en forma no utilizable.

8.42 Sugerencias para Futuros Trabajos sobre Fertilidad.

1. Puesto que los niveles de potasio son extremadamente variables, aún en una misma serie de suelos, debería establecerse un servicio de análisis de laboratorio para auxiliar a los agricultores, junto con los ensayos de campo. Un ejemplo lo tenemos en la serie Mininco, que varía desde 0,11 m.eq. (muy bajo) a 1,64 m.eq. (muy alto).

2. Debería efectuarse trabajo futuro para la fijación de fosfato a los suelos derivados de cenizas volcánicas. Esto debería incluir investigación básica para establecer el exacto mecanismo de fijación y después tratar de encontrar un método práctico para evitarlo, como podría ser el tiempo y métodos de aplicación, o tipo de fertilizante fosfatado.

3. Se recomienda que toda la información que ya se tiene sea publicada y distribuida a los agricultores y otras personas interesadas en la agricultura.

8.43 Descripciones de los Suelos y Desarrollo de Perfiles

Los análisis de laboratorio documentan en forma amplia sobre el carácter y fertilidad de los suelos. Ellos substancian y complementan la información de campo. Por conveniencia, la primera parte de esta información se refiere a los suelos de la Cordillera de la Costa, que se extienden desde cerca de Valparaíso hasta el Sur de Valdivia. Esto es seguido por una explicación que empieza con los valles del Norte entre Copiapó y Ovalle, las áreas entre Ovalle y San Fernando y las áreas tanto de Los Andes y del Valle Central, entre San Fernando y la Isla Chiloé. Esta explicación se complementa con análisis de laboratorio seleccionados de estas áreas.

En la Cordillera de la Costa, desde Valparaíso hasta el Sur de Valdivia, la mayoría de los suelos se han desarrollado principalmente de rocas granitoideas o restos de planicies de que fueron primitivamente valles, rellenados por acarreos aluviales graníticos. Otros suelos se han formado de esquistos y áreas menos extensas, cerca de la costa, se han desarrollado en terrazas marinas. Series extensas desarrolladas sobre material granítico incluyen Cauquenes, Constitución, Lo Vásquez y San Esteban. Nahuelbuta y Pocillas son extensos suelos sobre esquistos y el Curanipe se presenta extensamente sobre terrazas marinas.

Los suelos de la Cordillera de la Costa fueron estudiados con menos detalle que los del Norte y el Valle Central. En unas áreas no se dió el nombre de las series identificándolas en los símbolos por el grado de desarrollo del perfil, clase de drenaje, textura superficial, factores restrictivos y la clase de tierra. La mayoría de los suelos de la zona de la Costa habían sido clasificados en anteriores estudios como Pardos no Cálcidos, Pardos-Rojizos, Lateríticos o como transiciones entre estos grupos. La información de laboratorio y la descripción de las series proporcionan las bases para catalogar estos suelos siguiendo el antiguo sistema de clasificación o el esquema propuesto en 1962 por Guy Smith y otros especialistas del Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos.

La mayoría de los suelos regados de los valles del Norte están colocados en planos aluviales y se han clasificado como suelos aluviales recientes. Los suelos sobre las terrazas adyacentes a valles que se extienden desde Copiapó a cerca de Ovalle, son típicos como en cualquier otra zona árida del mundo. Al sur de La Serena, se presentan unos pocos Calcisoles, suelos de colores claros con un horizonte calcáreo de moderado a fuertemente desarrollado, pero sin un horizonte textural B. Otros Aridisoles con una B textural sobre un horizonte calcáreo son comunes en las viejas terrazas aluviales entre Ovalle y Copiapó.

Al Sur de Ovalle hasta un lugar próximo a San Fernando, los suelos son similares a muchos de California del Sur. La serie Monserrate, que tiene un prominente horizonte B textural y estructural sobre una tosca de sílice comentada, es idéntica a los suelos Monserrate de California. Otros grandes grupos de esta zona incluyen Pardos-No-Cálcidos, Renzinas y Grumsoles.

Los suelos pobremente drenados al Noroeste de Santiago, incluyen suelos Gley Húmeda y suelos

aluviales que son salinos o sódico-salinos. Unas pocas áreas de suelos salinos se encuentran en las tierras bajas cerca del Océano Pacífico, pero ninguno se presenta en el Valle Central, al Sur de Santiago.

Siguiendo hacia el Sur desde San Fernando, los suelos del Valle Central y los de los Andes cambian de carácter con el incremento de la precipitación y la disminución de la temperatura. El deslave de bases es mayor y el hidrógeno reemplaza al calcio en el complejo de cambio de la base, los valores del pH son más bajos y el contenido de aluminio y materia orgánica aumenta.

El carácter y la fertilidad de los suelos en esta parte de Chile están fuertemente influenciados por la clase de material de origen y la edad del suelo. Muchos suelos se han desarrollado en depósitos loésicos de cenizas volcánicas y otros en acarreos aluviales con alto contenido de cenizas. Suelos de edades diferentes se han desarrollado sobre tufas. Este material varía en mineralogía, tamaño de los fragmentos y en estratificación. Otras extensas áreas de suelos se han desarrollado en terrazas y restos de llanuras de conglomerados de gravas y guijarros formados durante el deshielo en Los Andes en los períodos glaciales. El acarreo aluvio-

nal de gravas y guijarros cerca de Puerto Montt y el de las morrenas en la Región de los Lagos, fueron depositados al final del último período glacial, probablemente menos de 10.000 años atrás, pero el material gravoso de la serie Bulnes, cerca de Chillán es más viejo. Los suelos Cudico y Collipulli se han desarrollado sobre conglomerados que fueron depositados en períodos comparativamente cálidos del Pleistoceno. El suelo Metrenco se parece al Cudico, pero tiene un perfil más profundo y más fuertemente desarrollado. Estos se formaron sobre conglomerados y tufas, o en parte sobre depósitos de cenizas, probablemente durante el Pleistoceno primitivo.

Las tufas, conglomerados, breccias y corrientes de barro del Valle Central, están constituidos predominantemente de material andesítico con algo de basalto y otras pequeñas mezclas de granito y otras rocas. Las tufas cerca de Talca, de las que se derivan los suelos Talca y San Rafael, tienen gran contenido de feldespato, y algunas cerca de la Cordillera de la Costa contienen considerable cantidad de cuarzo.

Los suelos de los Andes, desde un punto al este de Talca en el mosaico 3610-7130F y hacia la ex-

tremidad sur del estudio cerca de Puerto Montt, se han desarrollado principalmente en cenizas que se han originado de una serie de volcanes andinos que han depositado la ceniza en forma de lluvia. La serie Santa Bárbara levantada desde Talca hasta un punto cerca de Paillaco, es un extenso suelo reciente desarrollado sobre cenizas. En algunos lugares la ceniza es uniforme hasta una profundidad de más de 2 metros y parece haber sido depositada durante un solo período de activo volcanismo, pero en otros lugares, a tal profundidad, se presentan de tres a cinco depósitos separados. El suelo Santa Bárbara puede reposar sobre roca andesítica, conglomerado o suelos viejos desarrollados sobre cenizas.

Los suelos más antiguos que el de Santa Bárbara, formados sobre cenizas que cayeron sobre agua o fueron trabajadas por ésta, se presentan en la margen occidental de los Andes, o en los valles situados entre las Cordilleras de los Andes y la de la Costa. Dichos suelos contrastan con los de Santa Bárbara, ya que poseen una textura fina o moderadamente fina, comparada con la textura margosa o margo-limosa de Santa Bárbara. Tienen también una estructura prismática o de bloques, con película de arcilla en el subsuelo, característica que no se observa en los suelos Santa Bárbara. Tales suelos son: Frontera, Reumén, Nueva Braunau y Fresia.

Otras características de los suelos de cenizas volcánicas que desarrollan con la edad y los cambios climáticos, pero que pueden depender de la mineralogía de la ceniza, son los agregados estables al agua y la irreversibilidad de los agregados cuando el suelo seca completamente. Varios ejemplos, no dispersados completamente por los reactivos empleados en el laboratorio, pueden observarse en la parte sur del área estudiada cerca de Puerto Octay, Puerto Montt y Maullín. Entre estos terrenos, los de Maullín, Poigüén y Frutillar poseen agregados más estables al agua. Otros que tienen agregados moderadamente estables al agua, ya sea en la superficie o cerca de la superficie, y en el subsuelo, son los del grupo de suelos de los Ñadis: Puerto Octay, Trapi, Llanquihue y Nueva Braunau. La serie Puyehue, que se encuentra justamente fuera del límite del área en estudio, al este y sudeste del Lago Puyehue, tiene agregados extraordinariamente estables al agua, continuando hasta más de 2 metros de profundidad.

La mayoría de los suelos de los valles del Norte, parte de los del Valle del Aconcagua y algunos de las

vecindades de Santiago y otros cerca de la costa que reposan sobre terrazas marinas, son calcáreos en todo el perfil o en el subsuelo. Estos suelos son pobres en materia orgánica, tienen pH que va de 6,8 a 8,0, capacidad de intercambio catiónico desde 15 a 40 m.eq, según la textura y el contenido de materia orgánica, y la saturación de bases es generalmente entre 80 y 100%. Los suelos no calcáreos de estas áreas difieren principalmente en que el pH es más bajo, 6,6 a 7,0, la capacidad de intercambio catiónico de 15 a 35, y la saturación de bases de 70 a 85%. Los fosfatos son variables en cantidad, pero están en forma utilizable para las plantas.

Los suelos de la Cordillera de la Costa varían algo, pero son generalmente pobres en contenido de materia orgánica, tienen pH de 6,0 a 6,8, capacidad de intercambio catiónico comparativamente baja de — 13 a 20 y la saturación de bases varía de 30 a 60%. El fosfato utilizable generalmente es bajo y el potasio utilizable varía ampliamente.

Los datos de laboratorio muestran que los suelos del Valle Central al sur de San Fernando varían grandemente en su capacidad de intercambio catiónico, saturación de bases, equivalente de humedad y fosfato utilizable, dependiendo del material de origen, edad y contenido de materia orgánica.

Aunque los análisis son limitados, parece que el carácter de la tufa sobre la cual muchos suelos se desarrollan, está relacionado con la capacidad de intercambio catiónico. Las variaciones pueden verse en el siguiente cuadro:

<i>Series</i>	<i>Cap. de Intercambio Catiónico (m.eq./100 gms)</i>	<i>Saturación de bases (%)</i>	<i>pH (1:1)</i>
San Rafael y Talca	12-17	54-60	5,2-7,0
Vaquería	11	60	5,5-6,6
Quella	35-42	60-70	6,5-7,3
San Carlos	12-15	60-70	5,4-6,5
Santa Cruz	35-48	46-65	6,6-7,2
Mirador	20-26	46-58	5,7-6,1

La información de laboratorio sobre suelos recientes, desarrollados total o parcialmente en cenizas, indica que tienen más alto contenido de alofán que otros suelos de Chile. Cuando estos suelos envejecen,

parece que la intemperización de los minerales produce un tipo de suelo en el cual el alofán es menos dominante como material arcilloso. La información de laboratorio es la siguiente:

Suelos Incipientes y Moderadamente Maduros de Texturas Margosa o Margo-Limosa.

<i>Series</i>	<i>Cap. de Intercambio Catiónico (m.eq./100 gms)</i>	<i>Saturación de bases (%)</i>	<i>pH (1:1)</i>
Santa Bárbara	65-90	10-25	5,2-6,0
Vivanco	50-70	6-30	5,6-6,4
Trapi	65-80	9-17	5,6-6,3
Osorno	40-64	7-10	5,3-5,8
Puerto Octay	34-64	7-30	5,5-6,3
Dalcahue-Chiloé	64-75	6-12	5,2-6,0
Coquiao-Chiloé	61-62	3- 4	4,8-5,6

Suelos Moderadamente Maduros y Maduros de Texturas Margo-Arcillosa.

<i>Series</i>	<i>Cap. de Intercambio Catiónico (m.eq./100 gms)</i>	<i>Saturación de bases (%)</i>	<i>pH (1:1)</i>
Reumén	31-38	13-15	5,0-6,5
Nueva Braunau	32-50	5-12	5,5-6,0
Fresia	27-40	10-15	5,0-5,7

Los suelos Ñadi consisten principalmente de cenizas un tanto recientes sobre morrena compuesta de grava y guijarros, o sobre depósitos del último período glacial. Estos suelos se presentan en zonas de altas precipitaciones pluviales, en las que el deslave es elevado. La tosca de estos suelos aparece en secciones finas, cementadas principalmente por hierro. Los análisis de laboratorio muestran una acumulación del 2 al 4% más de Fe₂O₃ en el horizonte cementado que en los ubicados arriba o debajo de la tosca.

Información de Laboratorio Sobre los Ñadis

<i>Serie</i>	<i>Profundidad</i>	<i>Cap. de Intercambio Catiónico (m.eq./100 gms)</i>	<i>Saturación de Bases (%)</i>	<i>pH (1:1)</i>	<i>Carbono Orgánico (%)</i>
Frutillar	0-18	87	16,5	5,4	16,24
	18-40	64	4,0	5,8	12,22
	40-70	37	2,5	6,2	4,84
Llanquihue	0-19	83	16,0	5,7	17,30
	19-29	58	5,5	6,1	7,49
	29-54	61	4,5	6,2	5,84
Huiño-Huiño	0-22	66	11,0	4,6	25,46
	22-40	69	4,0	5,5	7,90
	40-80	49	5,0	5,7	5,02

El color rojo de los suelos puede ser heredado del material de origen, pero en este estudio está asociado con la edad o grado de desarrollo del perfil del suelo. Los suelos más rojos incluyen los Metrenco, Padre Las Casas, Cudico, Collipulli, Mininco y Fresia. El óxido de hierro libre excepto en los Nadis, es general-

mente menos del 3% en los horizontes A y B de los suelos no rojos del estudio, pero es casi el doble en los suelos ya señalados arriba. La información de laboratorio de estos suelos, además del de la serie Napeco, que es un suelo pobre en fertilidad y con alto contenido de aluminio, es la siguiente:

<i>Serie</i>	<i>Prof. en cm</i>	<i>Cap. de Intercambio Catiónico (m.eq./100 gramos)</i>	<i>Sat. Bases (%)</i>	<i>pH (1:1)</i>	<i>Carbono Orgánico</i>	<i>P₂O₅ (ppm)</i>	<i>Fe₂O₃ (%)</i>	<i>Al. (m.eq./100 gramos)</i>
Metrenco	0-27	21	54	5,0		5,5	5,59	
	27-52	20	24	5,4		2,8	7,28	
	52-180	19	50	5,8		1,5	6,80	
Cudico	0-14	29	11	5,5	4,07	4,7	6,06	
	14-38	26	29	5,4	1,89	2,2	7,05	
	38-60	22	26	5,7	,67	1,8	6,33	
	60-120	20	24	6,4	,34	2,8	7,77	
Collipulli	0-18	27	35	5,5	3,30	8,5	6,73	
	18-66	23	23	5,4	1,68	1,5	8,24	
	66-190	23	20	5,3	,61	1,8	7,11	
	190-240	23	16	5,1	,34	2,6	6,64	
Fresia	0-16	39	23	6,3	5,76	3,4	5,97	
	16-80	25	11	5,2	1,23	1,0	7,29	
	80-120	23	12	5,0	,52	,8	7,52	
	120-180	23	18	5,1	,35	1,3		
Mininco	0-15	26	37	5,6	1,87	6,6	4,42	2,00
	15-40	25	39	5,3	1,02	2,8	5,26	4,23
	40-73	24	31	5,4	,51	4,0	6,04	8,01
	73-100	11		5,2	,51	2,6	5,04	9,52
Napeco	0-28	33	20	5,2		5,3	5,0	6,71
	28-34	25	14	5,4		2,4	5,7	17,08
	34-57	25	14	5,3		1,5	5,0	21,71
	57-102	18	17	5,1		8,4	3,5	20,51

Se da a continuación la información de laboratorio de algunos suelos que son los más ricos de Chile, de modo que el lector pueda comparar y evaluar la potencialidad de los anteriores. Es esencial estudiar los análisis completos de laboratorio de cada suelo antes de recomendar su uso específico y posteriores investi-

gaciones. Puede notarse gran diferencia entre los valores de estos suelos, en comparación con los relativamente estériles de Dalcahue y Coquiao en la Isla de Chiloé. Es manifiesto que han sido aplicados fertilizantes fosfatados en el suelo de Mallarauco.

Serie	Prof. en cm	Cap. de Intercambio		pH (1:1)	Carbono Orgánico	P ₂ O ₅ (ppm)	Fe ₂ O ₃ (%)
		Catiónico (m.eq./100 gramos)	Sat. Bases (%)				
Parral	0-17	19	91	7,0	1,82	67,5	3,90
	17-40	20	51	6,5	1,02	9,5	4,97
	40-70	19	51	6,2	,52	11,0	4,66
	70-120	14	50	6,4	—	7,5	3,63
Colbún	0-20	17	68	5,6	2,16	7,0	3,10
	20-73	20	48	6,2	,75	3,5	3,93
	73-90	18	53	6,4	,25	2,0	3,50
San Clemente	0-23	20	72	5,6	1,97	44,0	4,70
	23-50	16	74	6,2	,75	18,5	4,90
	50-70	18	60	6,1	,60	24,3	2,60
	70-160	13	70	6,2	,08	27,5	4,52
Mallarauco	0-19	22	100	7,4	1,46	231,5	
	19-56	22	97	7,4	,62	7250,0	
	56-89	27	90	7,3	,40	7250,0	

8.5 Posibles Usos Adicionales de los Datos

Los símbolos geomórficos y los que representan las características del suelo que aparecen en los mapas, en las descripciones de series y en los datos de laboratorio y de producción, pueden ser interpretados a fin de elaborar planes regionales de largo alcance y también planes de desarrollo de áreas menores a corto o largo término, de modo que los recursos de tierras y aguas gocen de la máxima protección y reviertan en el máximo provecho. Se dan a continuación los tipos de usos e interpretaciones que se pueden derivar de estos datos:

8.51 Clasificación de la Tierra — Una Base para la Tributación

El propósito fundamental de la investigación de los suelos fue desarrollar factores que permitiesen llegar a obtener una clasificación de la capacidad de uso de la tierra para diferentes cultivos. Esta clasificación puede servir de base para calcular el impuesto territorial en forma justa y equitativa. Al realizar los avalúos, los economistas agrícolas y los especialistas en impuestos considerarán la clasificación de la tierra, los

tipos de cultivos más aptos, los derechos de agua, la cantidad y calidad de agua disponible para el riego, el rendimiento de las cosechas, los costos de ellas y las posibilidades de mercado de los productos.

8.52 Uso del Agua

Considerando que la cantidad de agua de que se dispone en los valles del Norte de Santiago es limitada, es muy importante que se economice y se utilice en las mejores tierras. Se puede ayudar a la conservación del agua revistiendo los canales en las áreas donde los suelos son excesivamente porosos. Se podría economizar el agua, o disminuir el costo de su distribución, mediante la nivelación de las regiones levantadas identificadas por el símbolo *r*.

En los alrededores de Santiago, durante las épocas de super-abundancia, el agua inutilizada se pierde en el mar. Hay grandes áreas regadas, pero la cantidad de tierra que, mediante el riego podría sacar provecho del agua suplementaria, es tal vez tres veces mayor que el área actualmente regada. En el estudio se han señalado la ubicación y la calidad de los terrenos que se beneficiarían del riego. Ciertas áreas de la Clase VII no se han utilizado para el pasto a causa de la

falta de agua. La construcción de depósitos para agua aumentaría el potencial de estas tierras.

8.53 *Uso de la Tierra*

La posibilidad de satisfacer la demanda chilena por el vino, la carne, el trigo, el arroz, el azúcar y las fibras, es importante. Esto puede determinarse si se comparan las tierras utilizadas actualmente para el cultivo de las plantas que sirven para la elaboración de estos productos esenciales, y las que podrían ser empleadas para aumentar la producción de una o de todas estas materias primas.

Por ejemplo, la producción de trigo y de carne podría incrementarse mediante la adaptación al cultivo del trigo sobre una base rotativa de cuatro años con el pasto, de las vastas áreas de Santa Bárbara utilizadas ahora, únicamente como pasto o como pasto y arbolados. También se podría comparar la producción obtenida con o sin riego en el mismo terreno o grupo de terrenos, para determinar si el desarrollo del riego vale realmente la pena.

La producción podría ser aumentada y variada mediante la creación de mejores sistemas de desagüe en áreas cuyo drenaje es deficiente. Es posible que después del estudio de los mapas del terreno y de los costos del desagüe, se llegue a la conclusión de que algunas de estas áreas deben ser drenadas, mientras que otras podrían ser utilizadas para el cultivo del arroz.

Muchos terrenos inundados de la Clase V pueden ser mejorados mediante el desagüe, pero en otras áreas sería mejor que se usaran como lugares de recreo, viveros o como reservas naturales.

8.54 *Zonas Industriales y Residenciales*

No se ha procedido a la clasificación de los terrenos con relación a su conveniencia como zonas industriales o lugares residenciales; tampoco se han hecho pruebas de laboratorio específicamente para este propósito. Las importantes características que han sido descritas se prestan a interpretaciones. Dichas características incluyen la topografía, el drenaje, la permeabilidad, la textura, la composición del suelo de la superficie hasta la profundidad de un metro y medio, la composición del subsuelo. Los mapas de terrenos, las descripciones de series y los datos de laboratorio (de ser aplicables) se podrían utilizar para las interpretaciones. Si se van a construir edificios de más de tres pisos, se deben efectuar investigaciones del lugar.

Los suelos Pudahuel, al noroeste de Santiago, no son más que ligeramente fértiles cuando se riegan y, sin riego, son completamente inservibles. En los lugares

donde el desagüe es satisfactorio podrían servir como zonas industriales, lugares residenciales y para aeropuertos.

8.55 *Transportes y Comunicaciones*

Los datos geológicos y las informaciones acerca del terreno que aparecen en los mapas junto con las descripciones de serie y de tipo, así como los estudios de laboratorio de las condiciones del suelo, tienen suma importancia para los ingenieros que proyectan y construyen carreteras, canales, líneas de transmisión y de conducción.

El personal militar puede determinar de las mismas informaciones los lugares convenientes para el empleo de equipos pesados o livianos.

En los mapas han sido representados varios Grumosols, ubicados cerca y al norte de Santiago. Estos terrenos arcillosos, poco permeables, que se arrugan por el efecto de la sequedad y que, mojados, se dilatan más que los otros suelos del país, constituyen un problema para muchos tipos de construcción.

Durante la época de lluvias, pueden ocurrir derrumbes si se dejan taludes próximos a carreteras, en lugares donde se han hecho cortes en los suelos de Nahuelbuta o en otros terrenos esquistosos de Chile. Es de suma importancia dedicar máximo cuidado para controlar toda erosión seria en las cercanías de carreteras construídas en los terrenos de Collipulli y de Cauquenes. Estas marcadas condiciones de inestabilidad contrastan con las que existen en Puyehue, donde cortes casi perpendiculares han permanecido durante años sin señales aparentes de erosión, degradación o derrumbes.

8.56 *Ciencia de los Suelos*

Las informaciones compiladas por el Proyecto deberían ser empleadas para clasificar los suelos de Chile, de acuerdo con el nuevo sistema de clasificación propuesto y perfeccionado por los profesionales expertos en suelos a través del mundo entero en los últimos años.

Los suelos que son resultado de depósitos de cenizas, se encuentran en áreas que presentan condiciones climáticas ampliamente diversas, y sus diferencias de edad son notables. Constituyen una ocasión excelente para investigar acerca de esta clase de suelos. Se debería proceder a estudios de laboratorio permitiendo llegar a establecer las características arcillosas de varios terrenos y los factores responsables de la estabilidad de otros. Las siguientes series comprenden los terrenos que merecen ser estudiados: Santa Bárbara, Frontera, Valdivia, Reumén, Nueva Braunau, Corte Alto, Fresia, Puerto Octay, Frutillar, Maullín y Puyehue.

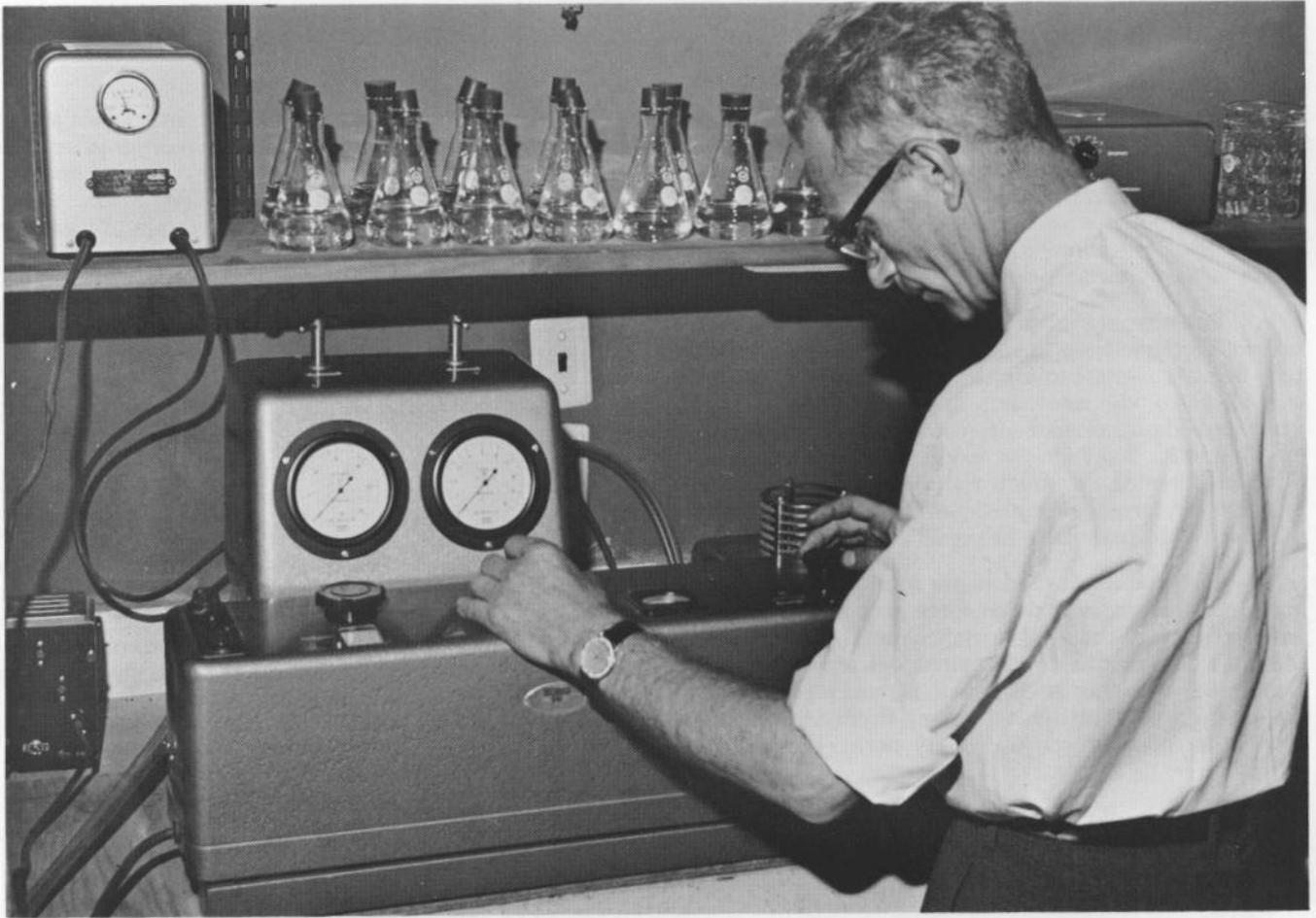


Fig. 27-A—Análisis de una Muestra de Suelos mediante el Uso del Espectrofotómetro

Capítulo 9

PLANTACIONES FORESTALES

- 9.1 Alcance y Propósito
- 9.2 Método de Operación
- 9.3 Aplicación de los Mapas de Capacidad de Uso de la Tierra
- 9.4 Resumen de los Resultados
 - 9.41 Volumen Estimado de Alamos

9.1 Alcance y Propósito

El estudio de las plantaciones forestales dentro del área del Proyecto tenía como propósito obtener información cuantitativa que indicara las capacidades relativas de algunos suelos agrícolas para dichas plantaciones. El mismo estudio comprendió el área cubierta por el de capacidad de uso de la tierra (véase el Capítulo 14).

Los ingenieros forestales y agrónomos del Proyecto usaron para este objeto la relación altura-edad de árboles dominantes en plantaciones de pino insignis y de álamo.

9.2 Método de Operación

El Proyecto seleccionó los suelos para el estudio entre aquellos que habían sido objeto de identificación y descripción en el reconocimiento previo (véase el Capítulo 8). Los únicos tipos de suelos seleccionados para observaciones de campo fueron aquellos que contenían una adecuada distribución de clases de pino o de álamo que permitieran trazar una curva de altura sobre edad hasta los veinte años. Llenaron estos requisitos unos treinta y dos suelos. En algunos sectores, fue imposible estudiar los tipos de suelos debido a que las plantaciones habían sido hechas después de 1943, y en otros porque la edad de tala acostumbrada es antes de que los árboles cumplan los veinte años. El personal forestal del Proyecto estuvo integrado por dos ingenieros forestales, dos ingenieros agrónomos y dos técnicos forestales, quienes realizaron muestras de 280 plantaciones y midieron un total de 11,349 árboles en cuanto a su altura, diámetro y edad.

Los grupos encargados de las operaciones de campo y del muestreo de las plantaciones, emplearon uno de los dos métodos siguientes:

En plantaciones de gran extensión se siguieron líneas que comenzaban en puntos identificables en las fotografías (de escalas 1:20.000 y 1:50.000), midiendo cinco árboles dominantes a intervalos regulares sobre esas líneas. En las plantaciones pequeñas se midieron

todos los árboles dominantes sobre las líneas, como una manera de contar con suficientes árboles dentro de la respectiva clase de edad. En cada árbol se determinó la altura con aproximación de 10 cm, el diámetro con aproximación de 1 cm, y la edad con aproximación de un año.

El personal forestal obtuvo las medidas para ubicar todas las plantaciones en los mosaicos, y se dibujaron las líneas y posición de las muestras en ellos. La Fig. 28 muestra la manera como se orientó el mosaico con respecto a la plantación y así poder determinar los rumbos de las líneas y la ubicación de las muestras.

Las curvas principales altura/edad fueron dibujadas para 32 terrenos, 4 para plantaciones de álamo y las 28 restantes para plantaciones de pino. Las curvas individuales fueron dibujadas por grupos de dos provincias, en un solo gráfico, con el propósito de reducir al mínimo la influencia del clima sobre los resultados. Se ha descubierto que el crecimiento del pino en provincias adyacentes era similar, pero que en provincias muy distantes la diferencia en crecimiento era notable para el mismo tipo de suelo. Esto no debe sorprender, pues el clima, especialmente la caída de lluvia, cambia considerablemente de norte a sur. La Fig. 29 ilustra las curvas principales altura/edad para las provincias de Bío-Bío y de Ñuble.

Se estableció un índice convencional que permite agrupar los suelos en cuatro clases, de I a IV, con intervalo de 3 metros en altura dominante a los 20 años. De esta manera se han agrupado los suelos estudiados y derivado las comparaciones del caso. El Proyecto cree que los márgenes asignados a cada clase son más que suficientes para compensar las variaciones que hay dentro de una misma serie de suelos. La Fig. 30 es un ejemplo de las curvas de edad sobre altura, que fueron preparadas por el Proyecto, y muestra los resultados de la mensura de un total de 561 pinos que crecen en suelo Collipulli. La curva indica, por ejemplo,



Fig. 28—Plantaciones Forestales — Orientación del Fotomosaico

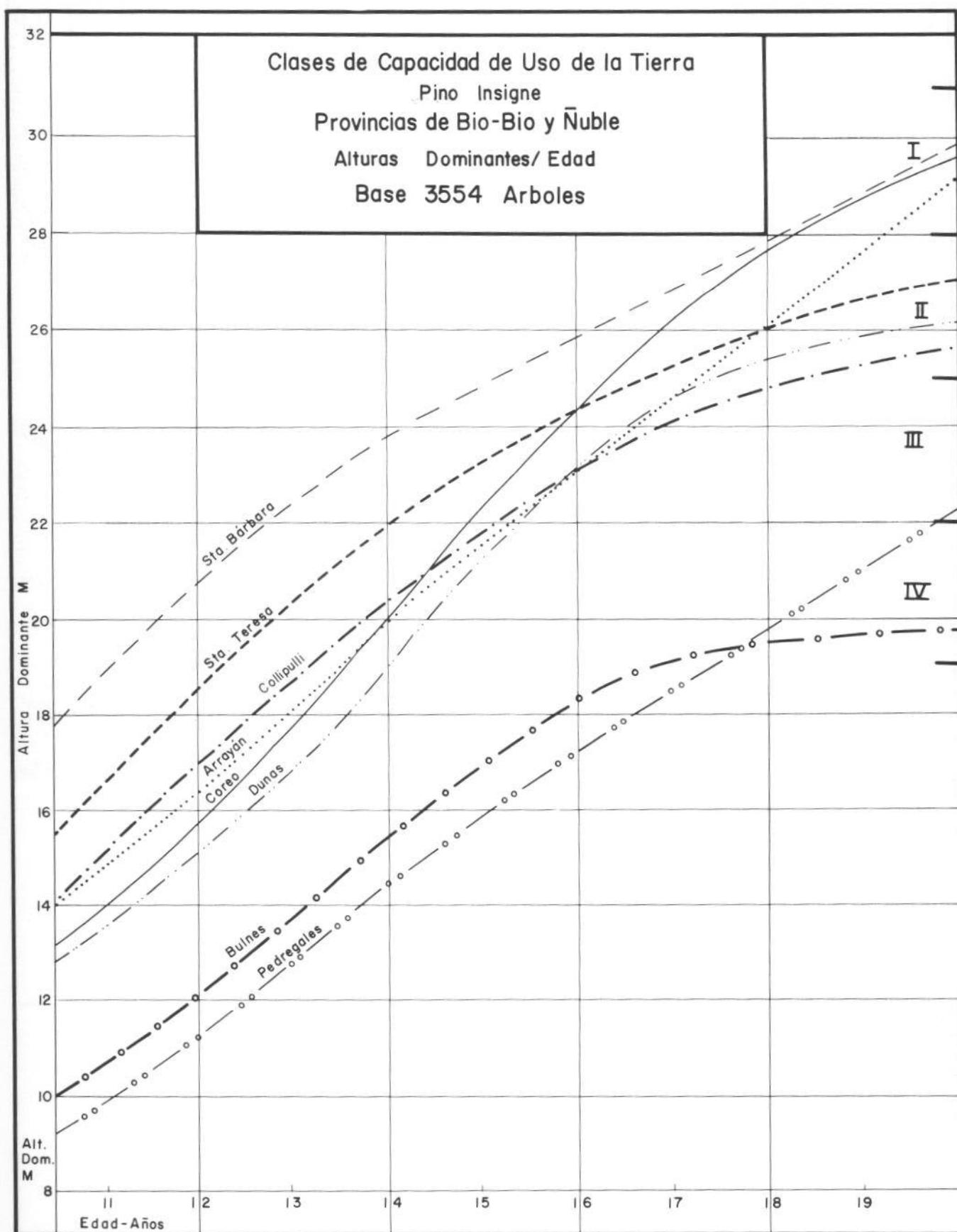


Fig. 29—Plantaciones Forestales — Carta de Capacidad de Uso de la Tierra (Base: 3554 Arboles, Pino Insignis)

Tabla 1
SUELOS POR CLASES DE CAPACIDAD DE USO — PINO INSIGNIS

<i>Provincia</i>	<i>Suelos</i>	<i>Curva a los 20 años metros</i>	<i>Clase Capacidad</i>
Bío-Bío - Ñuble	Sta. Bárbara	29,9	I
	Arrayán	29,9	
	Coreo	29,0	
Malleco - Cautín	Sta. Bárbara	31,2	
	Vilcún	30,2	
	Sta. Bárbara - Nahuelbuta	29,7	
	Metrengo	29,0	
	Araucana	28,7	
Valdivia - Osorno	Crucero	29,8	
	La Unión	29,1	
Cordillera de la Costa	Valdivia	31,2	
	Curanipe	31,0	
	Cauquenes A	28,7	
	Constitución	28,6	
Bío-Bío - Ñuble	Sta. Teresa	27,2	II
	Dunas	26,3	
	Collipulli	25,8	
Malleco - Cautín	Temuco	25,3	
Valdivia - Osorno	Lanco	28,0	
	Trumao Osorno	27,7	
	Cudico	25,7	
Cordillera de la Costa	Lo Vásquez	27,8	
	Nahuelbuta	26,8	
	Cauquenes B	25,3	
Bío-Bío - Ñuble	Pedregales	22,3	III
Malleco - Cautín	Huaqui	22,0	
Valdivia - Osorno	Trumao Pto. Octay	24,3	
Bío-Bío - Ñuble	Bulnes	19,8	IV
Cordillera de la Costa	Quintero	21,9	

Tabla 2
SUELOS POR CLASES DE CAPACIDAD DE USO — ALAMO

O'Higgins - Linares	Cachapoal	40,1	I
	Cachapoal Caja de Río	34,5	III
	San Vicente	34,5	
	Arrayán	29,1	IV

que 59 árboles, cuya edad era de 16 años, alcanzaban una altura poco mayor de 24 metros.

9.3 Aplicación de los Mapas de Capacidad de Uso de la Tierra

Los índices de capacidad, derivados de la altura dominante de las plantaciones, pueden ser empleados junto con la información de rendimientos de los cultivos agrícolas, para clasificar los suelos según la capacidad de uso. Las clasificaciones son relativas y deben aplicarse según las regiones, por cuanto, en Chile, los cambios climáticos de sur a norte y de este a oeste tienen una gran influencia en el desarrollo de la altura de los árboles. Los árboles pueden crecer tanto en altura en un buen suelo de una región seca, como en un suelo pobre de una región lluviosa. Se encontró otra característica en la reducida área en que suele caer nieve y que, invariablemente, se pierde el crecimiento en altura de uno a dos años hasta los 20 años.

Los índices de las plantaciones son relativamente equivalentes a las clases de capacidad de uso aplicada a los tipos de suelos por el Grupo de Suelos (Capítulo 14). No hay, prácticamente, bosques artificiales en las Clases I y VIII, y son escasos en los tipos de suelo de la Clase II.

La clase forestal I es equivalente a la clase III de capacidad de uso, la clase II lo es a la clase IV de capacidad de uso, la clase III corresponde a la clase V de capacidad de uso, y la clase IV a las clases VI y VII de capacidad de uso. Estas dos últimas clases de capacidad de uso, VI y VII, se encuentran, en su mayor parte, en las serranías de la Cordillera de la Costa y generalmente han sido clasificadas como complejos en el estudio respectivo. Estas áreas, por lo general, están bastante erosionadas y son aprovechadas como praderas y, a veces, para cultivar trigo dentro de una larga rotación; por cierto que las fases erosionadas de los tipos de suelos de las clases VI y VII de capacidad de uso deben ser consideradas como terrenos forestales, y muchas de ellas ya se encuentran plantadas con pinos. En este estudio forestal no se incluyeron las plantaciones hechas en estas clases VI y VII.

9.4 Resumen de los Resultados

Se determinó que la relación altura dominante/edad pone de manifiesto la capacidad del uso relativo de varios suelos agrícolas. Las Tablas 1 y 2 contienen la lista de los suelos por ubicación e índice de capacidad, derivados de las plantaciones de pino y álamo.

En las provincias de O'Higgins y Linares, el trabajo fue dedicado a los álamos solamente; y en los grupos de Bío-Bío-Nuble, Malleco-Cautín, Valdivia-Osorno y la Cordillera de la Costa, se trabajó solamente con pino insignis.

En los párrafos siguientes se discuten las clasificaciones de los suelos estudiados en las provincias mencionadas más arriba. La descripción de cada suelo se encuentra en el Capítulo 8.

O'Higgins-Linares

La mayor rapidez de desarrollo del álamo, característica inherente a la especie, hace que se le coloque en clase aparte a la del pino insignis.

En este sector, sólo se encontraron cuatro suelos con suficiente número de plantaciones para medir su capacidad de uso. Entre éstos, el suelo Cachapoal se le clasifica en capacidad I. Es margo-limoso, con buen drenaje y profundidad variable. Los suelos Caja de Río y San Vicente se clasifican en capacidad III.

Caja de Río es un suelo reciente, con grava abundante y rápido drenaje. San Vicente es arcilloso, profundo y de drenaje que va de moderado a deficiente. El suelo Arrayán es clasificado en capacidad IV para plantaciones de álamos, a pesar de ser margo-limoso. Este suelo es menos profundo en los alrededores de Copihue que en los de Los Angeles, donde se lo clasifica en capacidad I para plantaciones de pinos. Hay indicaciones de deficiencia de fósforo en el suelo Arrayán, la que probablemente tiene un efecto adverso sobre el crecimiento en altura del álamo.

El resumen de las curvas aparece en la Fig. 31 y las estadísticas en la Fig. 32.

Bio-Bio-Nuble

Tres suelos de estas provincias: Santa Bárbara, Arrayán y Coreo, son catalogados en la clase I, siendo los dos primeros margo-limosos y el último arenoso grueso, con alto nivel freático. En la clase II quedan: Santa Teresa, arenoso medio, con nivel freático alto; Dunas, que es arenoso medio, con partículas de arena fina; y Collipulli, arcilloso permeable. El suelo Pedregales, arenoso grueso con grava y piedras, muy seco, es el único de la clase III. En la clase IV queda el suelo Bulnes, margo-arcilloso ligero, porque las plantaciones medidas estaban en terrenos poco profundos.

El resumen de las curvas aparece en la Fig. 33 y las estadísticas en la Fig. 34.

Malleco-Cautín

La clase I comprende 5 suelos: Santa Bárbara, suelo profundo, bien drenado, de textura mediana y formado de cenizas volcánicas; Santa Bárbara-Nahuelbuta, un complejo de Santa Bárbara y Nahuelbuta, suelo bien drenado, de textura mediana, con subsuelo de marga arcillosa, desarrollado sobre mica y esquisto; Vilcún, suelo imperfectamente drenado, poco o moderadamente profundo, formado de cenizas volcánicas transportadas sobre sedimentos gravosos mezclados; y Metreco y Araucana, ambos terrenos arcillosos profundos y bien drenados. En la clase II hay un suelo, Temuco, margo-limoso poco profundo, sobre grava. El suelo Huaqui, arcilloso, poco profundo y seco, es el único de la clase III. El resumen de las curvas está en la Fig. 35 y las estadísticas en la Fig. 36.

Valdivia-Osorno

El suelo Crucero, margo-arcilloso, bien desarrollado y bien drenado, se encuentra en la clase I solamente. En la clase II hay dos suelos, principalmente formados por cenizas volcánicas, Osorno y Lanco, y

COLLIPULLI
 ALTURA DOMINANTE / EDAD
 PINO INSIGNE
 BASE 561 ARBOLES

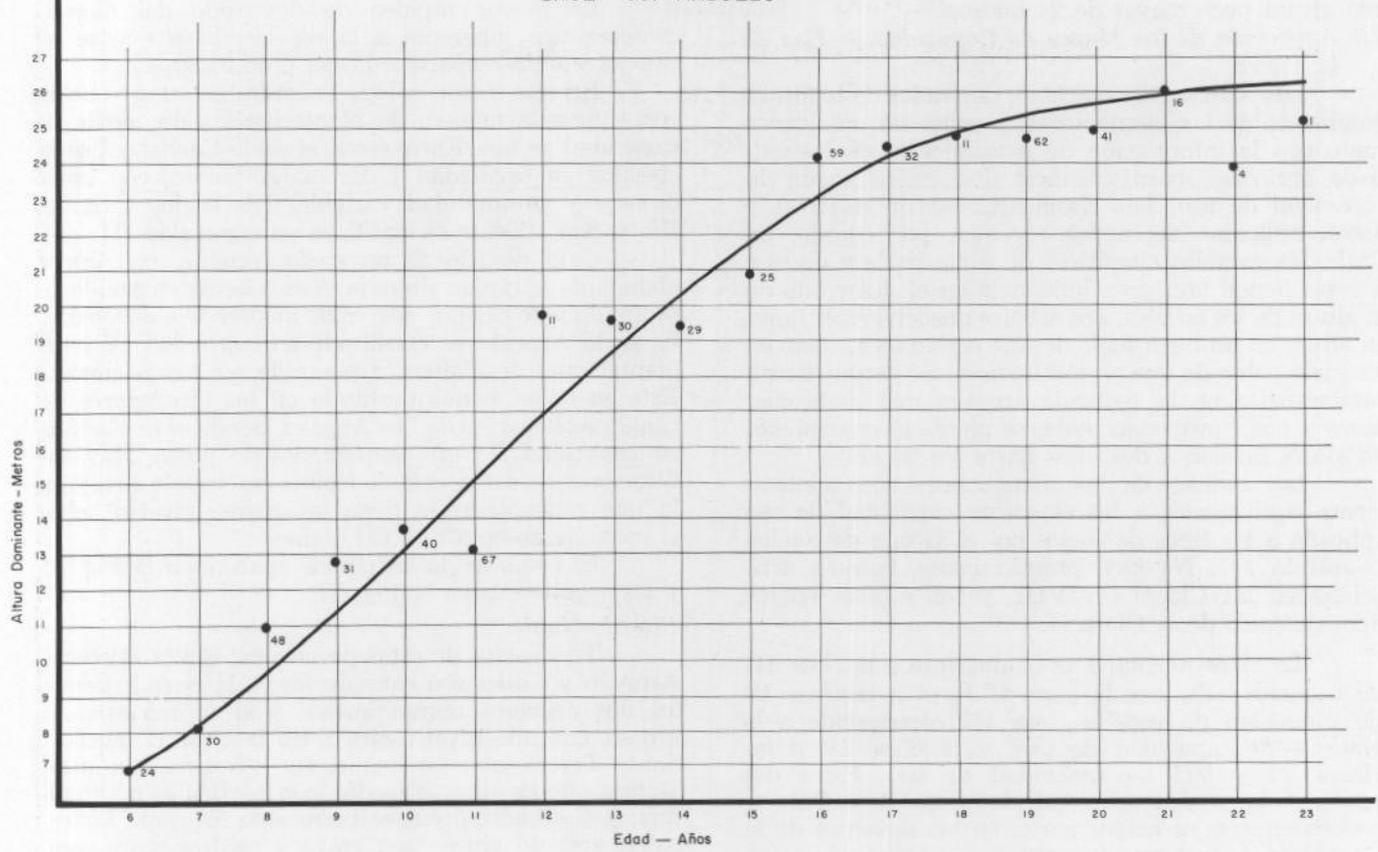


Fig. 30—Plantaciones Forestales — Carta de Altura Dominante/Edad (Base: 561 Arboles, Pino Insignis)

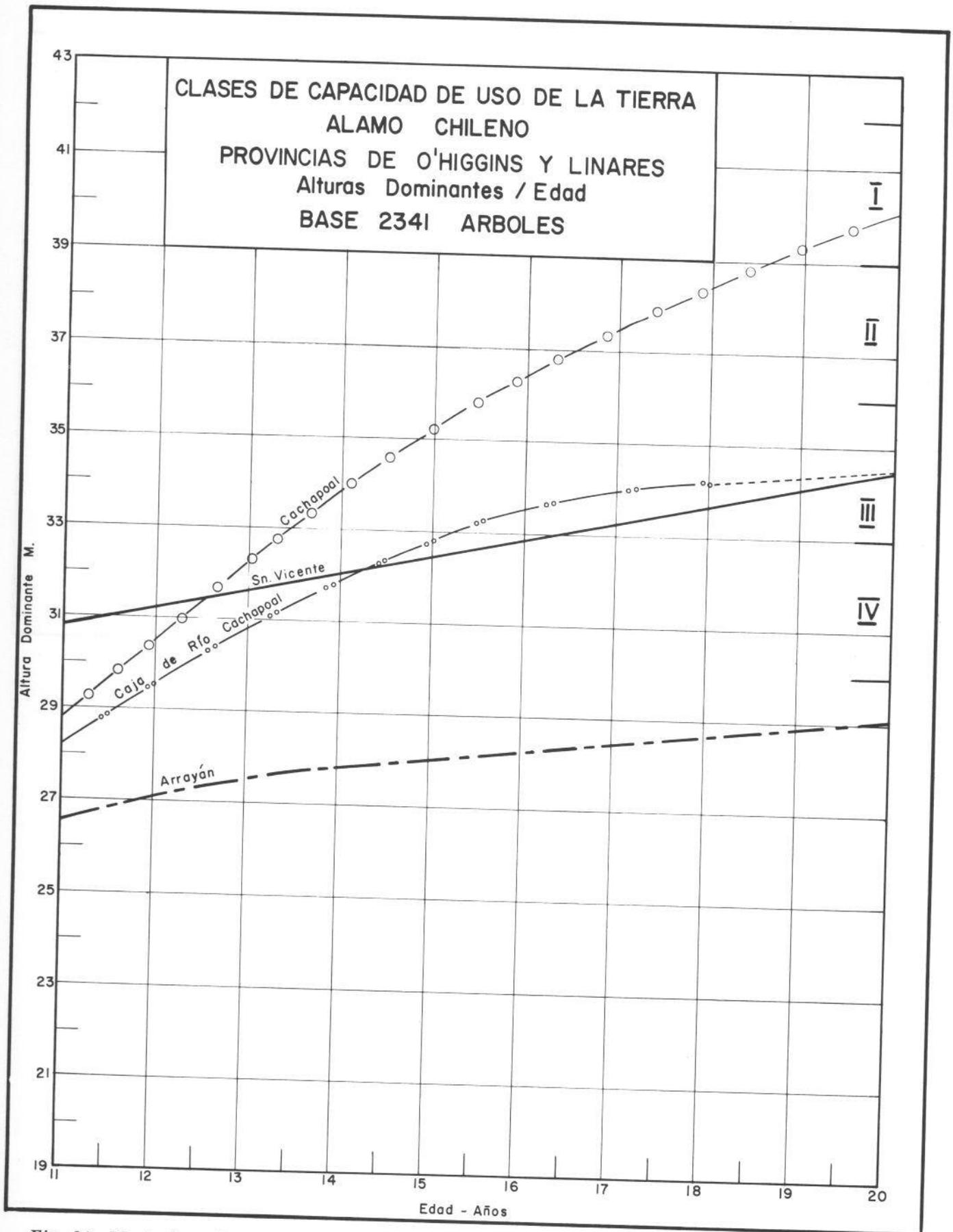


Fig. 31—Plantaciones Forestales — Curvas de Capacidad de Uso de la Tierra en las Provincias de O'Higgins y Linares

**CLASES DE CAPACIDAD DE USO DE LA TIERRA
ALAMO CHILENO
PROVINCIAS DE O'HIGGINS Y LINARES
ALTURA DOMINANTE/EDAD**

CLASES DE CAPACIDAD	SUELO	EDAD — AÑOS																					CURVA 20 AÑOS	TOTAL ARBOLES
		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23				
I	CACHAPOAL	AH.	173	211	219	234	274	269	292	323	304		349	376			390	417						
		Nº	50	55	70	50	50	109	90	150	160		55	50			50	65						
III	CAJA DE RIO CACHAPOAL	AH.	201				286		266		295	335			341									
		Nº	50				14		40		25	37			13									
	SAN VICENTE	AH.							308								345							
		Nº							16								28							
IV	ARRAYAN	AH.			217		244		276	261			288	282	288	284				298				
		Nº			55		55		55	50			60	55	55	594				135				
TOTAL ARBOLES																				2341				

Fig. 32—Plantaciones Forestales — Estadísticas de las Provincias de O'Higgins y Linares

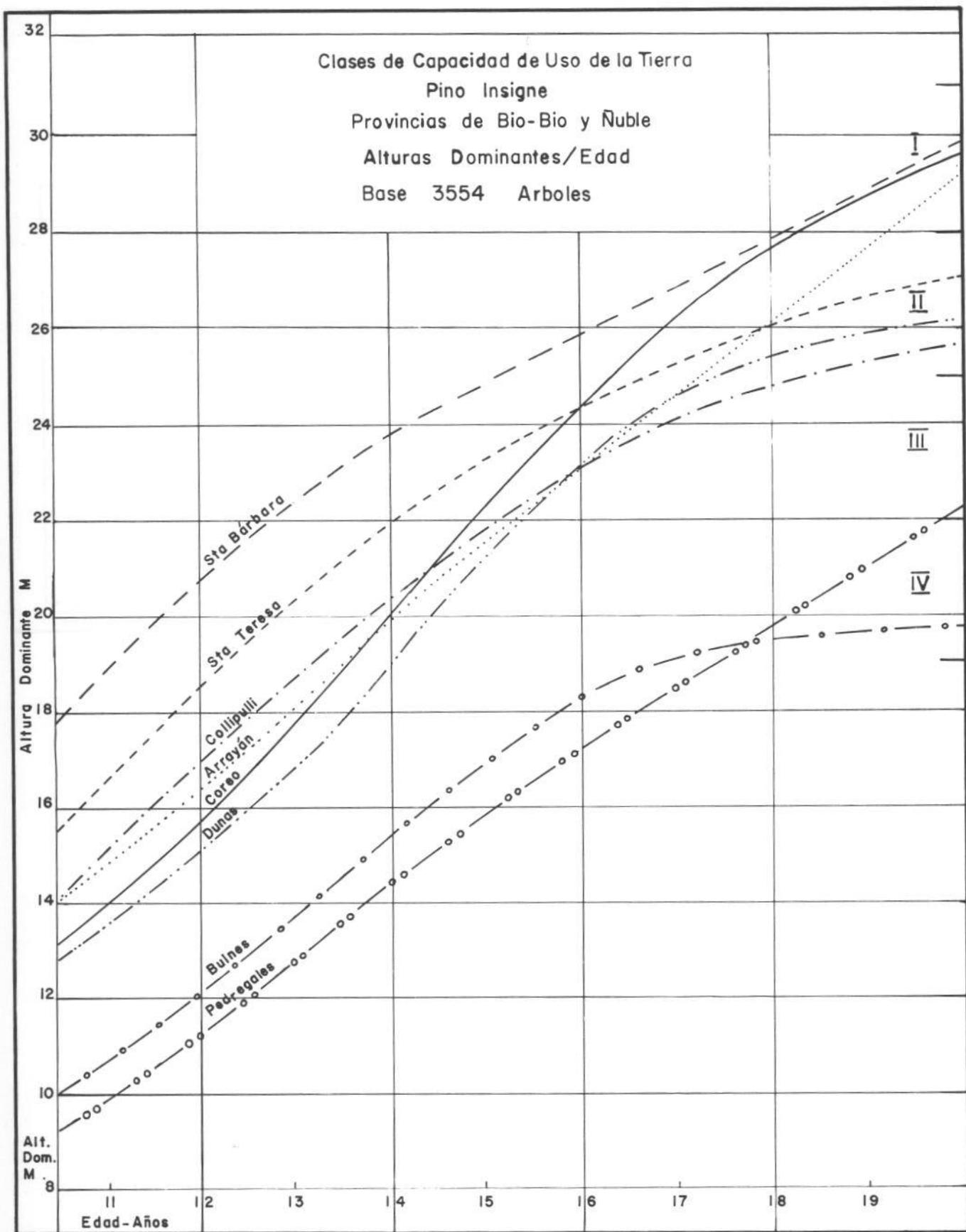


Fig. 33—Plantaciones Forestales — Curvas de Capacidad de Uso de la Tierra en las Provincias de Bio-Bio y Ñuble

CLASES DE CAPACIDAD DE USO DE LA TIERRA
PINO INSIGNE
PROVINCIAS DE BIO-BIO Y ÑUBLE
ALTURA DOMINANTE/EDAD

CLASES DE CAPACIDAD	SUELO	EDAD - AÑOS																												CURVA 20 AÑOS	TOTAL ARBOLES										
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30												
I	STA. BARBARA	Alt.	3.9	4.0	5.5	7.1	10.4	11.6	13.4			22.9	23.0	22.9	23.2																						29.9	256			
		Nº	5	12	12	13	28	28	8			9	78	56	7																										
	ARRAYAN	Alt.					10.1	10.9						21.0	21.8	23.4	22.9	22.5	28.2	28.5	30.9	33.2	33.3														29.2	225			
		Nº					25	5						6	22	16	10	1	23	43	35	16	23																		
	COREO	Alt.							11.5	12.5	13.0	13.7	17.0	18.1	18.6	22.2	24.6	25.4	27.1	28.7	28.7																		29.0	799	
		Nº							7	162	93	49	23	96	62	39	131	35	31	36	35																				
II	STA. TERESA	Alt.								16.2	17.3	17.5	18.5	17.9	21.2	21.2	24.6	25.4	25.8	26.8	27.2																		27.2	583	
		Nº								13	27	37	19	18	90	44	87	65	102	59	22																				
	DUNAS	Alt.					10.1	10.0	11.6	11.6	11.7	12.3	16.5	19.1	21.1	24.5	26.1	24.8	24.6																				26.3	625	
		Nº					18	59	76	21	49	8	39	82	68	36	62	55	52																						
	COLLIPULLI	Alt.					6.9	8.1	10.9	12.8	13.7	13.1	19.8	19.6	19.5	20.9	24.2	24.5	24.8	24.7	24.9	26.1	23.9	25.2																25.8	561
		Nº					24	30	48	31	40	67	11	30	29	25	59	32	11	62	41	16	4	1																	
III	PEDREGALES	Alt.				4.1	4.3	4.8	6.7	7.4	8.6	9.0	12.0				18.4	20.1	19.7	20.1	21.0	23.7	24.8																22.3	465	
		Nº				19	12	20	55	29	5	32	15				10	43	98	46	31	39	11																		
IV	BULNES	Alt.													15.4		19.3	19.5	19.4	19.8																			19.8	40	
		Nº													1		10	21	5	3																					
TOTAL ARBOLES																																						3554			

Fig. 34—Plantaciones Forestales — Estadísticas de las Provincias de Bio-Bio y Ñuble

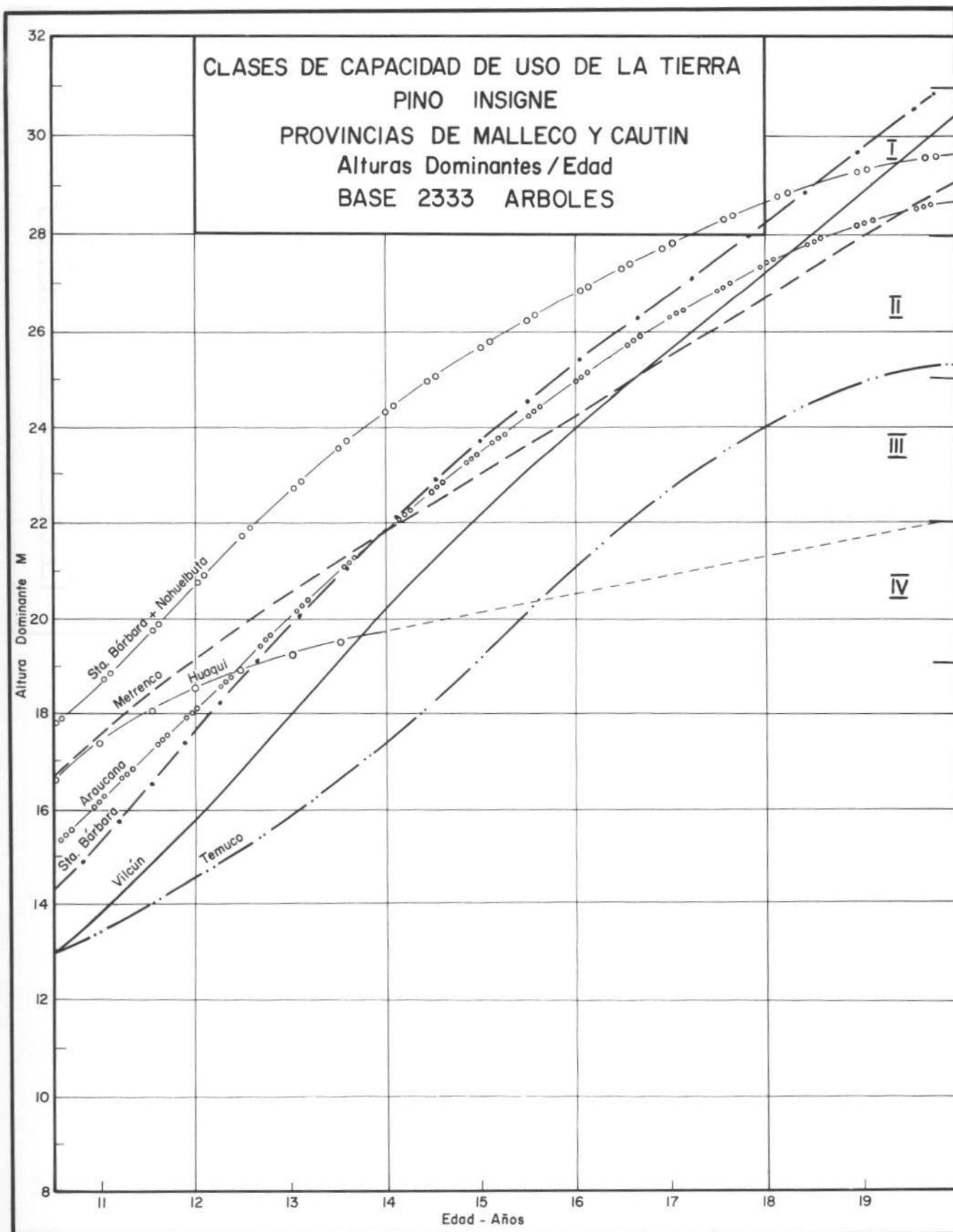


Fig. 35—Plantaciones Forestales — Curvas de Capacidad de Uso de la Tierra en las Provincias de Malleco y Cautín

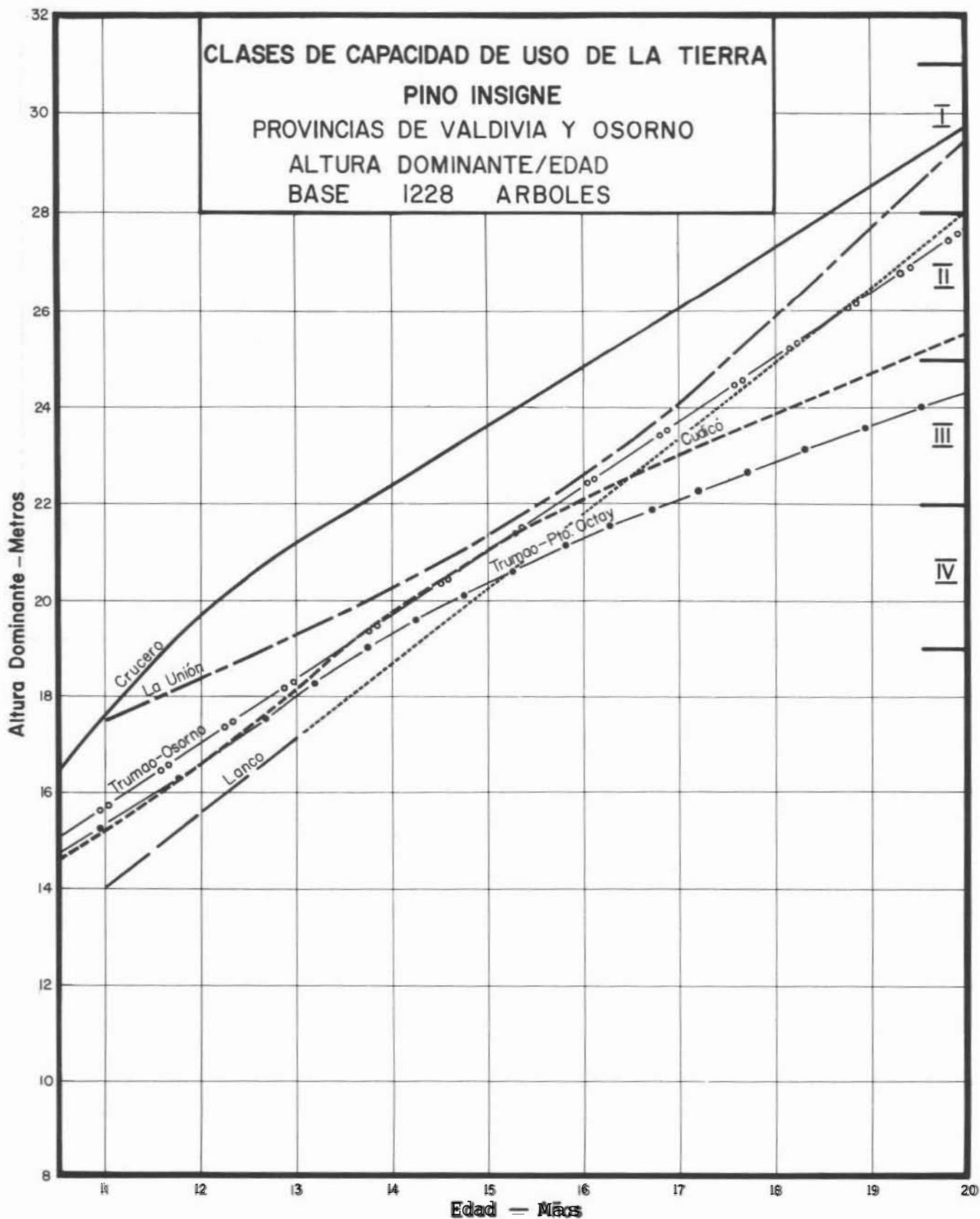


Fig. 37-Plantaciones Forestales — Curvas de Capacidad de Uso de la Tierra, Provincias de Valdivia y Osorno

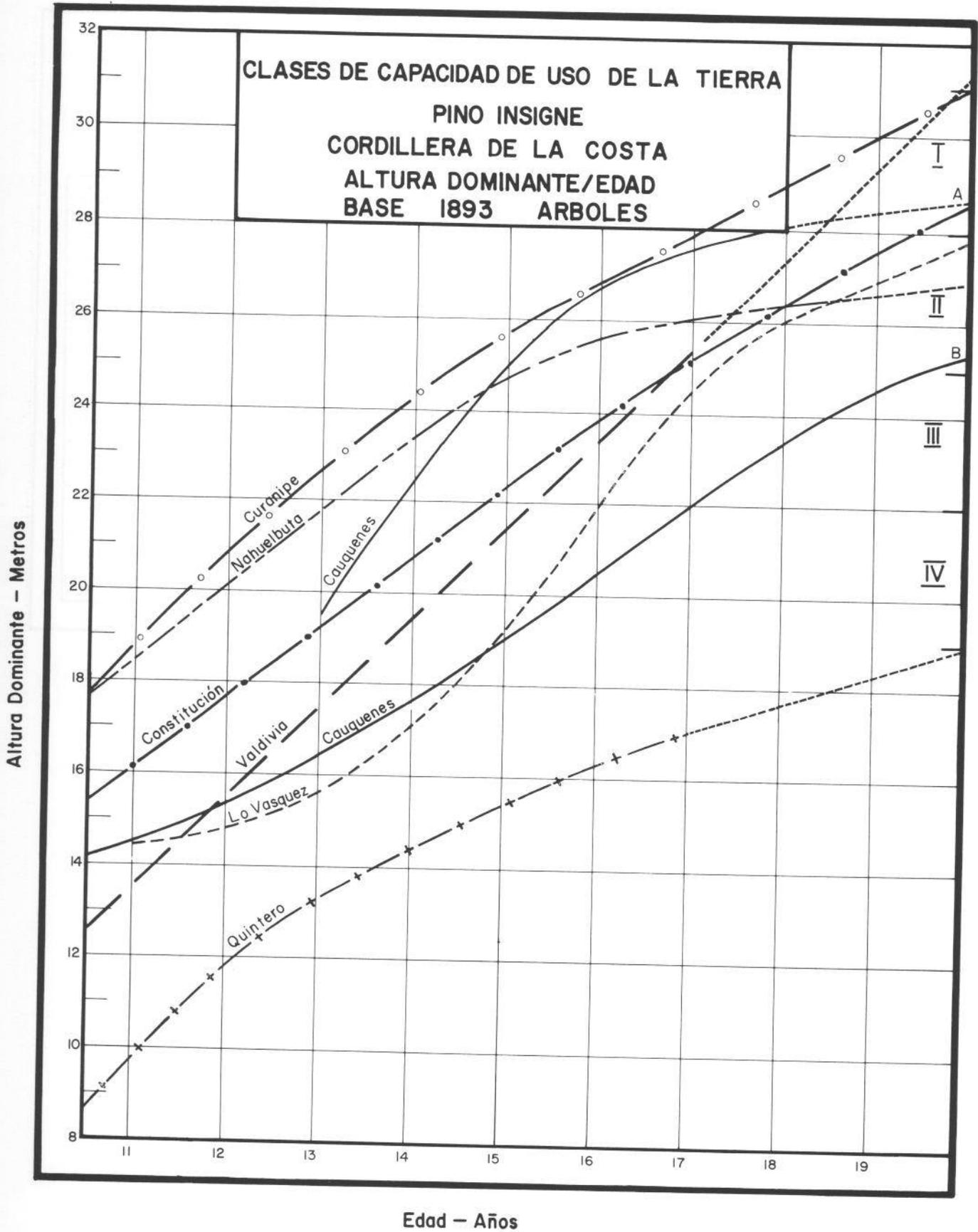


Fig. 39—Plantaciones Forestales — Curvas de Capacidad de Uso de la Tierra en la Cordillera de la Costa

TABLA DE VOLUMEN m³
POPULUS NIGRA BASE 211 ARBOLES

DAP cm.	Altura Metros																		
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46
8	,02	,04	,06	,07	,08	,10													
9		,04	,06	,07	,09	,11													
10		,05	,07	,08	,09	,11													
11		,05	,07	,08	,10	,12													
12		,06	,08	,09	,11	,12	,13	,15											
13		,07	,09	,10	,12	,13	,15	,17											
14		,08	,10	,11	,13	,15	,16	,18											
15		,09	,11	,12	,14	,16	,18	,20											
16		,10	,12	,13	,16	,18	,20	,22	,25	,27	,30								
17						,20	,22	,25	,27	,29	,32								
18						,22	,25	,27	,30	,32	,35								
19						,25	,28	,30	,34	,36	,39								
20						,29	,32	,34	,37	,40	,42								
21						,32	,35	,37	,41	,44	,47								
22						,36	,38	,41	,45	,48	,51								
23						,40	,42	,45	,49	,53	,56								
24						,44	,46	,50	,54	,57	,61	,65	,69	,73	,77				
25									,58	,62	,66	,71	,74	,78	,82				
26									,64	,68	,72	,76	,80	,84	,87				
27									,70	,74	,78	,82	,86	,90	,94				
28									,76	,80	,85	,89	,93	,98	1,02				
29									,83	,87	,92	,96	1,00	1,05	1,11				
30									,90	,94	,99	1,04	1,08	1,14	1,20				
31									,97	1,02	1,07	1,12	1,17	1,24	1,29				
32									1,04	1,09	1,15	1,21	1,27	1,32	1,38	1,45	1,51	1,57	
33													1,36	1,41	1,47	1,53	1,59	1,65	
34													1,45	1,50	1,56	1,62	1,68	1,74	
35													1,54	1,59	1,65	1,70	1,77	1,83	
36													1,63	1,68	1,74	1,79	1,86	1,92	2,00
37																1,88	1,95	2,02	2,10
38																1,97	2,05	2,12	2,21
39																2,07	2,15	2,23	2,32
40																2,17	2,26	2,35	2,44
41																2,29	2,39	2,48	2,57
42																2,43	2,53	2,62	2,71
43																2,57	2,68	2,77	2,86
44																2,62	2,83	2,92	3,02
45																2,88	2,99	3,09	3,20
46																3,04	3,15	3,26	3,37
47																3,20	3,32	3,43	3,53
48																3,36	3,49	3,60	3,70

Preparado de las mensuras efectuadas en el fundo "Copihue" y en la hacienda "Naicura" ambos de la Cia. Agrícola y Forestal Copihue S.A. por el Proyecto Aerofotogramétrico OEA / CHILE.

Fig. 41—Plantaciones Forestales — Tabla de Volumen del Alamo — Fundos Copihue y Naicura

Tabla 2
Factor de Forma
Base 211 Arboles
Populus Nigra

DAP cm					Altura Metros								Pr	NoArb							
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32			34	36	38	40	42	44	46
8	59	50	55																	56	12
12		46	45	47																46	15
16					49	45	46	49												46	28
20						47	46	45	44											45	50
24								45	46	44	41	44								45	35
28								47	47	45		47	44	42						46	27
32									40	43			43	44	46	47	46			44	13
36													47	42	42	43	51			44	12
40															45	43	42			43	7
44																42	43	44		42	8
48															42			40		41	4
Pr	59	50	46	47	49	45	46	45	45	45	40	46	45	43	43	43	44	42	45	457	
Nº Arb	7	5	11	4	5	14	28	34	35	17	2	3	5	10	10	10	9	2			211

Fig. 42—Plantaciones Forestales — Factor de Forma

uno arcilloso profundo, Cudico. Se estima que el daño causado por la nieve a las guías de los pinos hace que los árboles no alcancen en estos suelos el máximo desarrollo, especialmente en los suelos Trumao, Osorno y Cudico. El suelo Lanco es poco profundo y se asienta sobre depósitos de río muy permeables y ripiosos. El suelo Puerto Octay, de cenizas volcánicas profundas, se lo cataloga en clase III, clasificación un tanto baja, debida seguramente a razones de clima. El pino llega cerca del límite de su altura en este sector. El resumen de las curvas aparece en la Fig. 37 y las estadísticas en la Fig. 38.

Cordillera de la Costa

Hay cuatro suelos en la clase I: Valdivia, marga; Curanipe, terrazas marinas, con una cubierta arenosa; y Cauquenes y Constitución, suelos residuales sobre rocas intemperizadas que permiten un buen arraigamiento. Para el suelo Cauquenes se trazaron dos curvas, una para la fase profunda (A) y otra para la más delgada o menos profunda (B). En la clase II hay tres suelos: Lo Vásquez, arcilloso, seco; Nahuelbuta, arcilloso, susceptible a la erosión severa; y la fase poco profunda del suelo Cauquenes. El suelo Quinteros queda en la clase IV, es arenoso medio, seco, y situado en una región de baja precipitación. El resumen de las curvas aparece en la Fig. 39 y las estadísticas en la Fig. 40.

9.41 Volumen Estimado de Alamos

A solicitud del Departamento Forestal del Ministerio de Agricultura, el Proyecto hizo un muestreo estimativo de las plantaciones y volumen de álamos, estudio que se efectuó paralelamente con los de uso de la tierra y plantaciones forestales.

El Proyecto llevó a cabo el muestreo mediante una combinación de mensuras en el campo y técnicas de foto-interpretación en tres categorías, a saber: las extensas plantaciones de la Compañía de Fósforos, las pequeñas plantaciones y las hileras de árboles a lo largo de caminos y canales.

Como las disponibilidades de tiempo y de personal no permitían hacer un inventario completo en las grandes plantaciones, se estudiaron las cifras de la

Compañía y se hizo una comprobación del 100% del inventario en una extensión de 41,7 hectáreas, obteniéndose una variación de 4% respecto a las cifras existentes. De este resultado y de una cantidad de mediciones de alturas en otras partes de las plantaciones, se llegó a la conclusión de que los datos de la Compañía eran precisos.

La Tabla de Volúmenes para Alamo (*Populus nigra*), Fig. 41, se calculó en base de árboles derribados en la Hacienda Copihue y Fundo Naicura, de la Cía. Forestal y Agrícola Copihue, S.A. Los volúmenes se calcularon para cada toza, tocón y punta, todos con corteza incluida. El volumen de la punta y del tocón constituyen, en promedio, menos del 10% del volumen total.

El factor de forma para el álamo ha sido estimado en 0,45 y se obtuvo comparando el volumen de cada árbol con un cilindro de la misma altura del árbol, y que tiene como base el diámetro a la altura del pecho (D.A.P.). Este factor varía de 0,39 a 0,59, pero el 90% de los árboles medidos presentan variaciones que van de 0,41 a 0,50, resultando un promedio de 0,45.

La Fig. 42 da el factor de forma promedio según el aumento del diámetro y la altura. En general, el factor disminuye al aumentar el diámetro y la altura, como se observa en la Tabla.

Las plantaciones de los propiedades pequeñas se clasificaron en 3 clases de altura: pequeña, mediana, y grande; y en 2 clases de densidad: rala y normal.

Como un medio de comprobar la fotointerpretación, se tomaron muestras en el terreno. Por otra parte, para calcular la Tabla de Volúmenes para pequeñas plantaciones (Fig. 43), se analizaron las cifras disponibles en la Hacienda Copihue.

Las plantaciones de propiedades pequeñas fueron clasificados por fotointerpretación, y sus áreas medidas en las fotos con una plantilla transparente.

Para las alamedas en caminos y canales se emplearon 4 clases de altura: muy pequeña, pequeña, mediana y grande; y 3 clases de densidad: rala, mediana, y normal.

Volumen de Bosques En Metros Cúbicos por Hectárea Populus		
Clases de Tamaño	Clases de Densidad	
	Rala	Normal
4 - 17 Mts. Chico	70	90
18 - 24 Mts. Medio	90	130
25 Mts Grande	220	460

Fig. 43—Plantaciones Forestales — Volumen de Bosques

Volumen de Líneas de Alamo En Metros Cúbicos por 100 Metros de Alamo Populus			
Clases de Tamaño	Clases de Densidad		
	Rala	Media	Normal
4 - 10 Mts. Pequeño	—	—	—
11 - 17 Mts. Chico	5	8	13
18 - 24 Mts. Medio	8	20	35
25 o mas Mts Intermedio y Grande	47	85	118

Fig. 44—Plantaciones Forestales — Volumen de Líneas de Alamo

Volumen de Alamo en Chile Estimado en Metros Cubicos

Mosaico Nº	Volumen de Lineas de Alamo				Volumen de Bosques				Total General
	Chico	Medio	Grande	Total	Chico	Medio	Grande	Total	
3330-7100 F	1040	1624		2664					2664
3330-7030D	370	1002	1717	3089	423	260	1610	2293	5382
E	4439	5561	7587	17587					17587
F	221	3180	3227	6628					6628
3350-7100D					225			225	225
3350-7100A	2873	3815	16719	23407					23407
B	918	1967	13600	16485		4940		4940	21425
C		210	849	1059					1059
3350-7100 D					225			225	225
E	2222	12086	21882	36190					36190
F	4668	21514	31640	57832			6555	6555	64387
3410-7130F	393	403	—	796					796
3410-7100A	2147	4604	20135	26886	67			67	26953
B	1402	7285	10510	19199	—	455	330	785	19982
C	6734	59701	55010	121445	16157	30078	36144	82379	203824
D	2854	5364	2708	8218	1124	674	—	1798	10016
E	5089	18160	22215	45464					45464
F	15974	30879	58636	105489	4118	7255	—	11373	116862
3410-7030A	8768	15752	29418	53938	35458	24066	29705	89229	143167
B	6384	6424	—	12808					12808
D	5244	11276	2708	19228	11333	21119	10477	42929	62157
E	177	3982	18109	22268					22268
3430-7010 D	70	402	—	472		1440	4400	5840	6312
E	12375	26783	25182	64345					64345
F	6115	26092	53680	85887	—	722	176	898	86785
3430-7030A	3158	14273	76729	94160					94160
D	349	2120	12210	14679					14679
3450-7100A	2040	230	94	2364					2364
B	9244	18149	48884	76277					76277
C	8637	23320	99836	131793					131793
D	568	1211	7792	9571	21	109		130	9701
E	1263	8646	39444	49353					49353
3450-7030A	1696	2496	19035	23227				23227	23227
3450-7130 E		29	930	959				959	
F	47	2643	2491	5181	79	143	—	222	5403
3550-7130 E					3896	21199	47324	72419	72419
Total	117479	341183	702977	1161639	69230	112460	136091	317781	1479420

Fig. 45—Plantaciones Forestales — Volumen del Alamo en Chile

En el terreno se midió una cantidad de alamedas para calcular la Tabla de Volúmenes (Fig. 44). Las cifras se calcularon tomando como base la altura y el área basal y expresan el volumen en metros cúbicos por 100 metros lineales. Las líneas se clasificaron, por fotointerpretación, en cada mosaico y fueron medidas con regla y con aproximación de 1 milímetro.

El área estudiada está situada entre los paralelos 33°41' y 35°10', y comprende la mayor parte de las plantaciones de álamo en Chile. El total del volumen bruto en el área considerada es de 1.505.000 m³, que se forma con 325.000 m³ de plantaciones con bosques y 1.180.000 m³ de alamedas. La Fig. 45 indica el volumen, por clase y altura, así como también, el número del mosaico correspondiente.

Capítulo 10

MAPAS DE CANALES

10.1 Alcance y Propósito

10.2 Método de Operación

10.3 Resumen de los Resultados

10.1 Alcance y Propósito

Como una parte importante de la información necesaria para el reconocimiento sobre de capacidad de uso de la tierra, el Proyecto necesitaba información sobre la disponibilidad y la distribución del agua para riego. Esta fase del Proyecto significaba localizar, identificar, y hacer mapas de todos los canales del Valle Central y los canales principales de los valles del Norte.

Hubo que hacer mapas de un sistema de riego complicado que había resultado de un esfuerzo sin organización por parte de los dueños de fundos, de sacar sus propios canales de los ríos. Este proceso empezó más de cien años atrás. Dueños de propiedades adyacentes, o aún de propiedades distantes, fueron forzados, por la topografía del terreno, a construir sus canales uno junto al otro, algunas veces corriendo en forma paralela hasta 20 kilómetros antes de que uno de los canales cambiara de dirección. En algunas zonas, hay hasta tres o cuatro canales en un espacio de seis metros. A medida que las propiedades originales fueron divididas una y otra vez, sus propietarios construyeron nuevos canales. De tiempo en tiempo, el Gobierno, trabajando a través del Ministerio de Obras Públicas, construyó grandes canales de alimentación e incorporó dentro de estos nuevos sistemas la red más antigua de canales individuales. Como resultado, sistemas de canales y canales individuales se cruzan y vuelven a cruzar sin ninguna relación lógica entre ellos.

10.2 Método de Operación

El Proyecto hizo los mapas de canales a través de una combinación de interpretación de fotografías y observaciones en el terreno. Catorce técnicos del Proyecto, incluyendo fotointérpretes, verificadores en el terreno y personal encargado de la corrección, hicieron el reconocimiento, trabajando desde marzo de 1962 hasta diciembre de 1963. Compilaron los resultados del estudio en mosaicos fotográficos a escala de

1:20.000, y los dibujaron sobre transparentes superpuestos diseñados para ser usados por sí solos o en conjunto con otros, y con mosaicos de propiedades, producidos por el Proyecto.

Después que los foto-intérpretes anotaron todas las fotografías aéreas de un sector y pasaron los resultados a los mosaicos, los verificadores de campo llevaron consigo las fotografías y mosaicos al terreno para esclarecer detalles que estaban más allá de los límites de la exacta interpretación fotográfica, tales como los cruzamientos de canales y el número de canales paralelos. Fue necesario designar por su nombre cada uno de los miles de canales y sus ramales. Esta tarea representó entrevistar a más de 7000 personas, incluyendo entre éstas jueces de ríos, funcionarios de las asociaciones de usuarios de canales, cuidadores, funcionarios responsables de la medición de aguas, propietarios locales y trabajadores de fincas.

Una vez terminada la verificación en el terreno, los técnicos devolvieron los mosaicos a las oficinas del Proyecto, en Santiago, para su revisión final. En el proceso de revisión, canales que llevan un metro cúbico por segundo o más se delinearon con una gruesa línea negra. Aquellos que llevan menos se indicaron con una línea delgada. Fuentes de esta información fueron las medidas de descarga del Ministerio de Obras Públicas. Cuando dos canales se cruzan, el más grande se mostró con una línea sólida y el más pequeño con una quebrada. Los transparentes indican la existencia de un sifón o acueducto.

Los mapas de canales del Valle Central muestran la extensión completa de la red de canales, incluyendo, cuando fue posible, aquellos canales que podrían entregar agua a propiedades de 50 hectáreas o más. Esto está de acuerdo con la legibilidad de los mapas a escala de 1:20.000. En algunos casos fue posible mostrar canales orientados hacia propiedades más pequeñas.

En los valles del Norte, existen pocos canales matrices y un porcentaje aún menor de canales paralelos y cruzamientos. A pesar de que los técnicos del Proyecto realizaron la foto-interpretación en pares estereoscópicos a una escala menor que en el Valle Central (1:30.000), se enfrentaron con menos problemas de mapeo. Cuando fue posible, se hizo la distinción entre canales que llevan un metro cúbico por segundo o más. La Fig. 46 es una fotografía aérea de un sector del Valle de Limarí, uno de los valles transversales del Norte, y las flechas indican cuatro de los diversos canales del sector.

10.3 Resumen de los Resultados

Los mapas de canales del Proyecto, que levantó y designó más de 10.000 canales, constituyen la primera representación gráfica completa de la red de riego dentro del área de estudio. Todos los canales que aparecen en esos mapas están descritos gráficamente, desde su nacimiento hasta su término, y se los ha

clasificado como canales en uso, abandonados o en construcción. Los mapas señalan, además, la localización de los embalses y represas.

Aunque el propósito inicial de esta fase del Proyecto fue confeccionar la cartografía que describe el uso agrícola del agua, los mapas también incluyen canales empleados para usos industriales y domésticos. Los cursos de agua naturales, desde los ríos principales hasta los pequeños arroyos que recogen las aguas superficiales y desbordes de propiedades regadas aguas arriba, fueron trazados, siempre y cuando entregaran parte o la totalidad de sus aguas a uno o más canales.

Los mapas de canales levantados por el Proyecto ponen a disposición de ingenieros y agrónomos del Gobierno la información básica necesaria para la planificación detallada de un sistema de canales de riego, y para rectificar las deficiencias existentes en varios de los sistemas actuales.

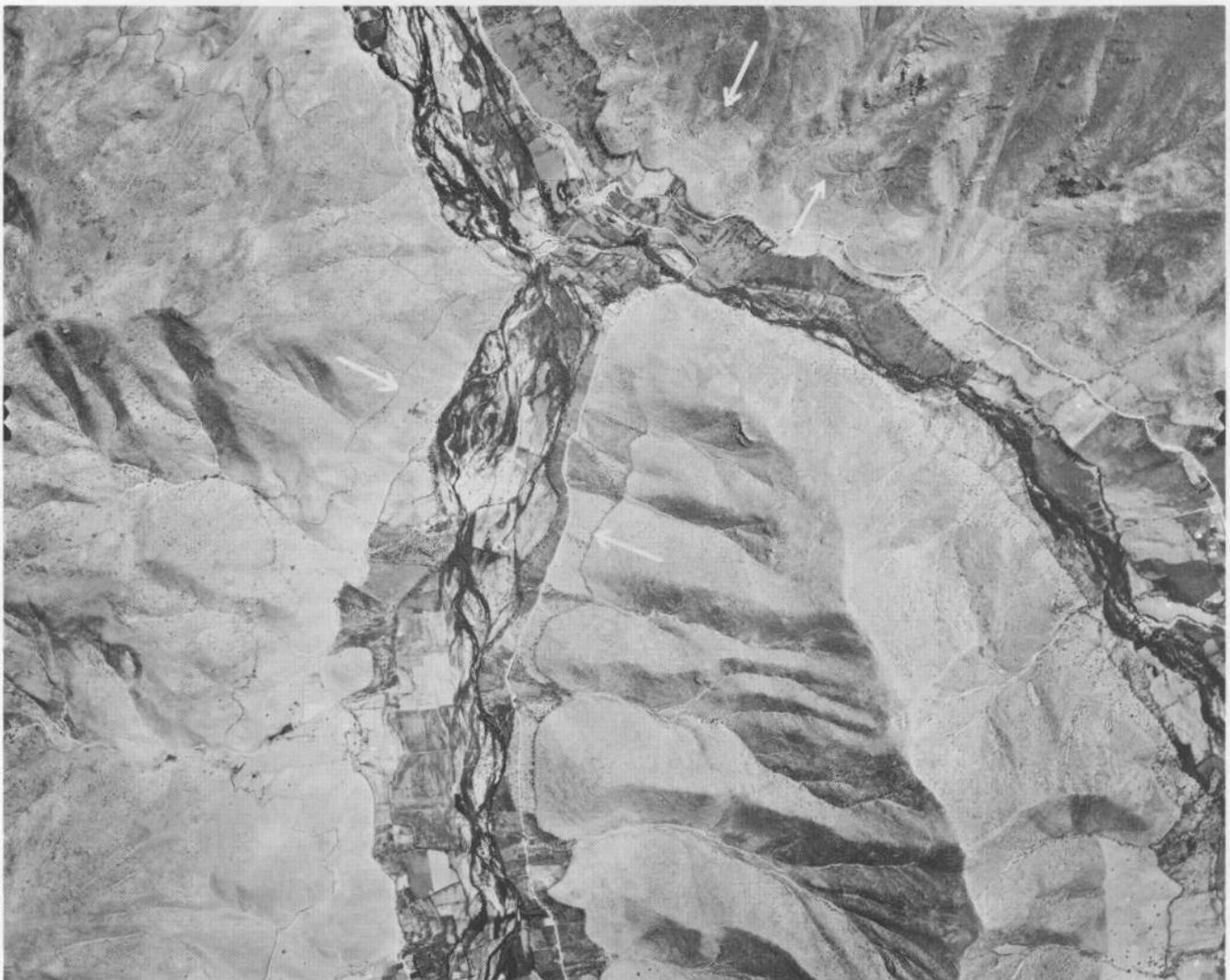


Fig. 46—Mapas de Canales — Valle de Limarí, Fotografía Aérea #303-209

Capítulo 11

HIDROLOGIA

- 11.1 Alcance y Propósito
- 11.2 Método de Operación
- 11.3 Recomendaciones sobre Derechos de Agua
- 11.4 Resumen de los Resultados

11.1 Alcance y Propósito

Usando solamente informaciones obtenidas de fuentes gubernamentales y privadas, el Proyecto hizo un resumen y un análisis indicando la cantidad de agua disponible para riego en las nueve cuencas de río más importantes del Valle Central, es decir: el Aconcagua, Maipo, Rapel, Mataquito, Maule, Itata, Biobío, Imperial y Toltén.

11.2 Método de Operación

El Proyecto obtuvo informaciones sobre la cantidad de agua, principalmente de los registros de la Dirección de Riego del Ministerio de Obras Públicas, que maneja y mantiene la mayor parte de las estaciones de medición dentro de la zona regada. Las estaciones medidoras, controladas por ENDESA, también proporcionaron otros datos.

Investigadores del Proyecto copiaron los datos sobre derechos de agua de las declaraciones de los propietarios, presentadas en las oficinas zonales de Impuestos Internos en 1954. Se presenta esta información en forma separada en el Formulario H-6 (ver Fig. 47), y contiene el nombre del propietario en 1961, el número de la planilla de Impuestos Internos, ubicación de la propiedad por provincia, comuna y distrito, y los derechos de agua y su fuente de abasto, tal como fueron declarado por los dueños.

Las 630 asociaciones de canales dieron más información, incluyendo unas listas con el nombre del propietario, número de la planilla de Impuestos Internos, el número de acciones, y el origen del agua de cada miembro de la asociación.

También hay derechos individuales de varias clases, concedidos anteriormente por varias entidades del Gobierno. Estos derechos son, en su mayoría, derechos inscriptos, derechos declarados y mercedes. El sistema actual reconoce estos derechos antiguos,

siempre que hayan sido ocupados continuamente desde que se otorgaron. En los casos donde se construyeron nuevos proyectos de riego, los derechos más antiguos fueron, por lo general, absorbidos. Actualmente, todos los derechos de agua deben ser otorgados por el Presidente de la República en forma de mercedes, con la asesoría de la Dirección de Riego.

El total de las tierras regadas es de aproximadamente 1.400.000 hectáreas, y hay más de 170.000 propiedades individuales dentro de la zona agrícola de Chile. Se estima que 5.775.000 hectáreas más podrán ser cultivadas cuando puedan tener riego.

El Proyecto limitó sus estudios a los meses de riego y a desarrollar curvas de cantidad de agua probable para la estación de riego solamente. Los meses críticos son generalmente diciembre, enero y febrero. Durante noviembre y marzo se necesita menos cantidad de agua, de acuerdo con el tipo de cosecha y la ubicación del predio.

Cuando habían datos suficientes, el Proyecto desarrolló curvas para cada mes de la estación de riego, así como información adicional para los informes. Las curvas sobre posible cantidad de agua se prepararon considerando desde la cantidad menor de agua medida en el mes y representan el promedio de la cantidad de agua disponible en el sistema de riego durante la parte indicada de cada mes. Con cada informe de cuenca de río se presentan curvas para mostrar el caudal probable durante 50% a 80% del tiempo.

Los datos sobre disponibilidad de agua en las nueve principales cuencas de río, han sido presentados en ocho "Informes Sobre Agua Disponible." (Los datos sobre los Ríos Imperial y Toltén están combinados en un informe).

FORMULARIO H - 6 - DATOS SOBRE RIEGO OBTENIDOS DE HOJAS DECLARATORIAS DE L. I. (1954) Y OTRAS FUENTES

Prov. ÑUBLE Dept. SAN CARLOS Comuna SAN CARLOS Dist. 11° QUINQUEHUA Carpeta 336

2001 - IMPRENTA BUTRANT

PROPIEDAD NOMBRE DEL PROPIETARIO NOMBRE DEL PREDIO	No DE ROL	DATOS DE HOJA DECLARATORIA			DATOS DE OTRAS FUENTES		
		DERECHOS (No y TIPO)	CAUDALES	FUENTES DE AGUA	No Y FECHA DE INSCR.	PERM. O EVENT.	
Berta Lidia Bustos de Imrazabal	336/1	4 Regadores		Canal Green y Maira			"Porvenir"-Riega 190 Hás.
Omar Hernandez Venegas	" /2	12 "		Canal Green y Maira			"Santa Ana"- 70 Hás.
" " " y otro	" 3	8 "		" " "			"La Merced"- Hij. 394 Hás.
Alicia Rodriguez Besoain	" 4	12 "		" " "			"La Merced"-Hij. 50 Hás.
" " "	" 5	24 "		" " "			"La Merced"- Hij.D-Riega 86,2 Hb
Jorge Benavente Merino	" 6	No indica		Estero Navotavo			"Havotavo Mij. Sur"-Riega 18 Há.
Remo Jaconi Merino y otros	" 7	10 Regadores		Canal Greeny Maira			"Casa Blanca"-Riega 180 Hás.
Francisco Saavedra Avello	" 8	1/6		Canal Ranchillo			"Sta. Isabel de Ranchillo"- Riega 128 Hás.
Suc. Desiderio Ortíz	" 9	No indica		No indica			"La Merced Ranchillo"-Rulo 53,5
Suc. José Gabriel Jimenez	" 10	" "		" "			"La Mercedes"-Riego 100 Hás.
Gregorio San Martín Aedo	" 11	60 Acciones		Canal Santa Sara Rio Ñuble			"Fdo. El Sauce"-Riega 233 Hás.
Sonafor Bustos Roa	" 12	No indica		No indica			"El Monte"- Riega 33 Hás.
Dámaso Ortiz Elgueta	" 13	" "		" "			"La Merced"- " 62,8 Hás.
Lidia Bustos de Imrazabal	" 14	2 Regadores		" "			"Sta. Lidia"- " 14 H's.
Rodolfo Bustos Rodriguez	" 15	4,33 "		Canal Ñiquen			"Sta. Berta"- " 14 Hás.

Fig. 47—Mapas de Canales — Formulario de Impuestos Internos con Datos sobre Derechos de Agua, Fuentes de Agua y Localización de la Propiedad

11.3 Recomendaciones sobre Derechos de Agua

Bajo el sistema en vigencia, el dueño de la propiedad es el poseedor de los derechos de agua en vez del Gobierno. En muchos casos, el volumen de agua concedido excede las necesidades del propietario. Esta situación trae como consecuencia que el excedente de agua se venda sin utilidad para el Gobierno o no se lo aproveche. Es el sentir común de que este sistema debe modificarse, a fin de proporcionar un método más equitativo de distribución de las aguas, basado en una fórmula de necesidad efectiva de riego, de modo que un número mayor de terrenos agrícolas sea incorporado a una producción total. Esto significa que el Gobierno controle y posea todas las fuentes de agua.

El Ministerio de Agricultura todavía no ha completado estudios oficiales sobre las necesidades de agua, que indicarán el agua necesaria por hectárea para las diferentes cosechas, bajo distintas condiciones climáticas y en distintas clases de suelo, en varias

partes del país. Esta es una cifra crítica para determinar el agua necesaria para la producción agrícola.

Los puntos de medición en los canales están generalmente cerca de la bocatoma del canal y no toman en cuenta las pérdidas por filtración y evaporación antes de la entrega misma. Estas pérdidas pueden llegar hasta un 50%. Como la distribución del agua está hecha a base de concesiones a la entrada de los canales, se estima que los dueños de las propiedades deberían proteger sus derechos según la cantidad otorgada, mejorando la capacidad de los canales mediante el revestimiento de éstos.

En muchos lugares del mundo, donde la venta del agua de riego se basa en el costo de mantenimiento del sistema, este procedimiento ha reducido el uso del agua exclusivamente a las necesidades reales. Es evidente la necesidad de racionalizar los procedimientos empleados en Chile, partiendo de la información detallada que proporcionan los mapas de canales levantados por el Proyecto.

11.4 Resumen de los Resultados

La compilación de los derechos de agua y de la información proporcionada por los propietarios, datos éstos contenidos en los mapas de canales del Proyecto, representan la única lista completa sobre riego existente en Chile.

Se han preparado mapas de cuencas de río para cada una de las cuencas principales en las zonas agrícolas, usando los registros y datos obtenidos de los estudios llevados a cabo por las Naciones Unidas, Dirección de Riego y ENDESA. Estos mapas mues-

tran la ubicación y fecha de registro de todas las principales estaciones de medición, así como también los límites geográficos de las provincias, distritos y comunas. La ubicación de cada mosaico fotográfico ha sido superpuesta en el mapa, mostrando los límites políticos de las provincias para que sea más fácil orientar el mosaico que se interpreta con cualquier zona específica. Estos mapas son solamente para referencia. Las informaciones para estos mapas, incluyendo los límites políticos, fueron sacadas de fuentes locales y de los mapas existentes en Chile.

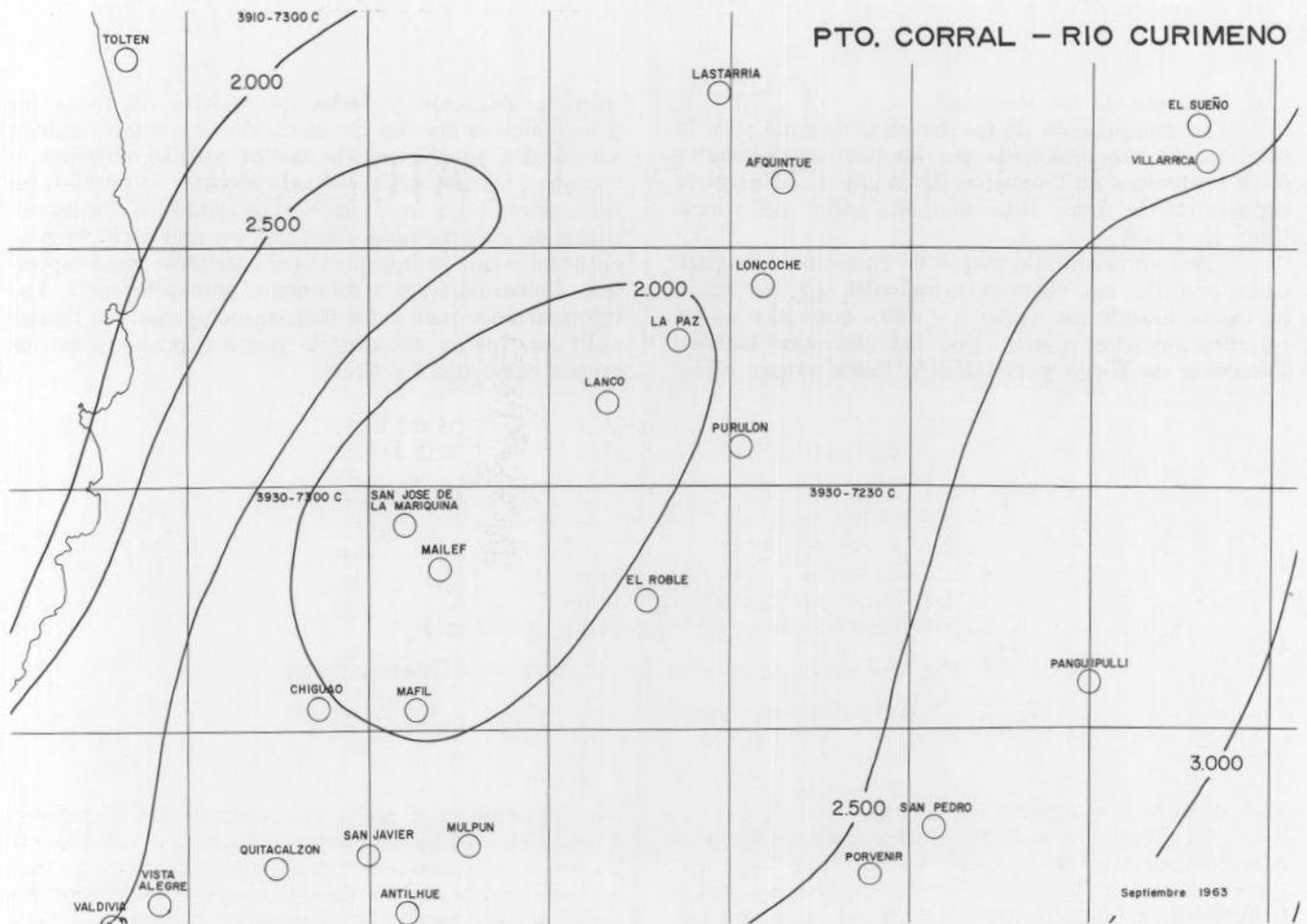


Fig. 48—Meteorología — Mapa de Curvas Isoyetas Reducido, Sector de Corral-Río Curimeño

Capítulo 12

METEOROLOGIA Y CLIMATOLOGIA

- 12.1 Alcance y Propósito
- 12.2 Ubicación de Estaciones Pluviométricas
- 12.3 Trazado de Isohietas (Isopluviales) Anuales
- 12.4 Determinación de Zonas Agrícolas, Períodos de Crecimiento de la Vegetación y Estaciones del Año en cada Zona
- 12.5 Mapa de Climas, Zonas Agrícolas, Zonas Geográficas y Necesidades de Riego-Drenaje Artificial
 - 12.51 Mapa de Climas
 - 12.52 Mapa de Zonas Agrícolas
 - 12.53 Mapa de Zonas Geográficas
 - 12.54 Necesidades de Riego-Drenaje Artificial
- 12.6 Mapa de Climas Locales y Zonas Agrícolas Diferenciadas
- 12.7 Límites de Cultivos Indices

12.1 Alcance y Propósito

El Proyecto realizó estudios meteorológicos y climatológicos debido a la importancia que estos factores tienen en la determinación de la capacidad agrícola de la tierra dentro del área del Proyecto. Las investigaciones cubren no sólo el área principal del Proyecto, sino zonas más allá de éstas, incluyendo secciones de Chile donde se realizaran estudios en el futuro.

Los estudios fueron compilados de manera que la información puede presentarse como sigue:

Ubicación de las estaciones pluviométricas.

Trazado de isohietas anuales (líneas que unen lugares con igual precipitación.)

Determinación de zonas agrícolas, períodos de crecimiento de la vegetación, y estaciones del año, para cada zona.

Mapa de climas, zonas agrícolas, zonas geográficas, y necesidades de riego-drenaje artificial de cada zona.

Mapa de climas locales y zonas agrícolas diferenciadas.

Límites de cultivos índices.

12.2 Ubicación de Estaciones Pluviométricas

Debido a la importancia extrema de las precipitaciones en el uso agrícola de la tierra, el Proyecto efectuó una detallada compilación de los datos relativos a la caída pluviométrica. La fase inicial de este trabajo fue la compilación de todos los registros de precipita-

ción disponibles y de la ubicación de las Estaciones Pluviométricas en un mapa a escala de 1:1.000.000. También se indicó sobre este mapa el número de años registrados por cada estación. No se consideraron los registros con menos de cinco años debido a la gran variación de las precipitaciones anuales. En la evaluación, interpretación y uso de la información dada por cada estación, la primera consideración fue su ubicación, tanto geográfica como en términos de altura.

Para facilitar la determinación de la altitud de cada Estación, los dibujantes del Proyecto trasladaron la información a las estaciones pluviométricas desde el mapa original de 1:1.000.000 a transparentes de mapas existentes del Instituto Geográfico Militar, a escala de 1:250.000 (Cartas Preliminares). También esta escala mayor fue ventajosa para el trazado de las isohietas, en que las líneas trazadas en el transparente conectan puntos que tienen igual promedio de precipitación.

La información topográfica presente en el mapa base del IGM fue de especial importancia en este estudio. Por ejemplo, la presencia de montañas determinaba un aumento en la precipitación anual en una vertiente de ellas y una disminución en la opuesta.

12.3 Trazado de Isohietas Anuales

El Proyecto utilizó los mapas sinópticos de la "Recopilación de Datos Climáticos de Chile", de Elías Almeyda y Fernando Sáez, como la fuente principal para el trazado de las isohietas anuales.

Para facilitar el empleo de la información climatológica y meteorológica, el Proyecto dividió el área en estudios en dos partes:

1. Aquella porción de Chile incluida en el Proyecto OEA/CHILE, cuyos límites generalmente se estiman Copiapó por el Norte y la isla de Chiloé por el Sur. Esta área está cubierta por 36 mapas bases — o Cartas Preliminares — a escala de 1:250.000.

2. Aquella sección de Chile limitada por Chiloé en el Norte y Magallanes al Sur. Los estudios meteorológicos se realizaron como anticipación de estudios fotogramétricos por realizarse en esta área. Como base para presentar la información de esta área, se utilizaron 18 cartas preliminares a escala de 1:250.000. Particularmente a lo largo de la Costa, aquellas secciones del área Chiloé-Magallanes que se consideraron inapropiadas o inadaptables para usos agrícolas, fueron marginadas de los estudios meteorológicos, de manera que las cartas preliminares de esta área no fueron utilizadas. Dos cartas que se necesitaron (N° 4873 — Monte O'Higgins y N° 4973 — Co. Chaltel o Fitz Roy) estaban agotadas y, por lo tanto, no fue posible trazar las isohietas en los transparentes en las secciones cubiertas por estos mapas.

Los mapas de isohietas dibujados por el Proyecto, aunque de trazado general, constituyen el primer intento sistemático de tener esta información sobre un área tan grande de Chile, a esa escala. La Fig. 48 es una parte, a escala, del mapa de isohietas cubriendo el área de Pto. Corral-Río Curimeno.

Si se toma en cuenta que el estudio realizado por el Proyecto es de naturaleza general, parece evidente la necesidad de que en el futuro se realicen estudios más detallados para obtener información más precisa en áreas específicas. En esencia, el trabajo adicional de campo que se requeriría para ello podrá seleccionarse mediante la interpretación de fotografías aéreas, a la que habría que agregar la información meteorológica que pueda recogerse.

12.4 Determinación de Zonas Agrícolas, Períodos de Crecimiento de la Vegetación y Estaciones del Año en cada Zona.

Estos temas y los títulos siguientes: Mapas de Climas, Zonas Geográficas y Necesidades de Riego de Cada Zona, están trazados y presentados en los siguientes dos elementos:

A. Gráficos circulares que muestran:

1. Zonas agrícolas
2. Cultivos característicos
3. Períodos de crecimiento de la vegetación
4. Porcentaje mensual de distribución de las lluvias
5. Estaciones del año

B. Mapas de climas, zonas agrícolas, zonas geográficas y necesidades de riego, que muestran:

1. Zonas climáticas
2. Zonas agrícolas
3. Zonas geográficas de Reiche y Steffen
4. Necesidades de riego

Puede advertirse que algunos de los temas que se acaba de mencionar están tratados tanto en los gráficos como en los mapas, en tanto que otros son versiones levemente diferentes del mismo tema. Los gráficos y mapas señalados se complementan, de allí la necesidad de utilizarlos conjuntamente.

Cada uno de los elementos descritos en A y B fueron incluidos en este estudio, ya que cada uno de ellos tenía definitiva influencia sobre la determinación final de la capacidad de uso de la tierra.

Para presentar la información relativa a A, el Proyecto escogió la representación gráfica circular, que da una impresión completa del ciclo anual fácil de comprender. Se preparó un gráfico circular (Fig. 49) para cada una de las cinco zonas en las que fue dividida el área del Proyecto, a saber: 1) Norte Chico; 2) Zona Central; 3) Centro Sur; 4) Sur; y 5) Austral.

En cada zona se incluye las prácticas típicas de cultivo, representadas por una barra dividida en tres secciones: 1) Período de siembra; 2) Período de crecimiento; y 3) período de cosecha.

Se tomó como base para la preparación de los gráficos, el informe de la Comisión Económica para la América Latina "Recursos Hidráulicos de Chile", modificado en algunos aspectos para utilizarlo dentro de los fines de estudios del Proyecto.

El Proyecto definió de nuevo los límites de las estaciones del año para cada zona. A medida que el trabajo progresaba, se hizo patente que las estaciones

del año (verano, otoño, invierno, y primavera) habían recibido hasta esta fecha límites vagos o erróneos. Por ejemplo, al referirse a las lluvias durante varias estaciones en las zonas de Santiago, eran consideradas como sigue:

Verano — diciembre, enero, febrero
Otoño — marzo, abril, mayo
Invierno — junio, julio, agosto
Primavera — septiembre, octubre, noviembre

Si se compara la subdivisión anterior con la que se muestra en el gráfico respectivo preparado por el Proyecto, se observará que, aun cuando las subdivisiones coinciden en general, la separación entre verano y otoño, tal como se muestra en el gráfico del Proyecto, está retrasada unos 15 días; y la separación entre invierno y primavera está avanzada en unos 10 días. Estas son tal vez diferencias pequeñas, pero, sin embargo, importantes.

En la zona de Norte Chico las diferencias en las subdivisiones de estaciones fueron consideradas enormes en magnitud.

Discrepancias similares pueden observarse a medida que se avanza hacia el Sur, a través de otras zonas.

Las estaciones del año — determinadas por el estudio del Proyecto — están principalmente basadas en el estado de crecimiento de las plantas cultivadas en cada zona.

12.5 Mapa de Climas, Zonas Agrícolas, Zonas Geográficas y Necesidades de Riego-Drenaje Artificial.

12.51 Mapa de Climas

Los gráficos y mapas de climas forman en conjunto una unidad que cubre el área entre Copiapó y Magallanes. Para presentar la información climática en una forma apropiada para otras fases del Proyecto — y utilizando la información de los gráficos y mapas recién citados — se preparó un mapa de climas a escala de 1:1.000.000. En lugar de intentar describir con numerosas subdivisiones los variados tipos de climas que podrían delimitarse a través del área, el Proyecto estableció seis variaciones climáticas, de acuerdo con Koppen: Desierto; Estepa; Templado; Templado-frío; Tundra, y de Nieve.

12.52 Mapas de Zonas Agrícolas

Los límites de cada una de las 5 zonas agrícolas (ver párrafo 12.4, arriba) fueron trazados tomando en cuenta los tipos de agricultura general, y dentro de cada zona un estudio de la agricultura en particular más o menos confinada a esa zona. También están representadas las cinco zonas en los gráficos circulares (Fig. 49) en los cuales, igualmente, puede encontrarse la agricultura típica de cada zona.

12.53 Mapa de Zonas Geográficas

Las diferentes divisiones geográficas trazadas en el área del Proyecto, fueron basados en la clasificación de Reiche y Steffen y puede observarse una gran similitud entre ambas. Fueron necesarias algunas modificaciones en la clasificación de Reiche y Steffen para ajustarla a las necesidades de los ingenieros agrónomos del Proyecto. Con propósitos de clasificación, el área del Proyecto fue dividida en las 6 zonas geográficas que se denominan y describen en general, a continuación:

Zona de las Estepas Cálidas
Entre 26°40' y 33°10' Lat. Sur
Zona de los Matorrales
Entre 33°10' y 35°40' Lat. Sur
Zona de los Parques
Entre 35°40' y 38°30' Lat. Sur
Zona de los Bosques
Entre 38°30' y 43°50' Lat. Sur
Zonas de las Estepas Frías
Entre 43°50' y 49°00' Lat. Sur
Zona de las Praderas
Entre 49°00' y 56°00' Lat. Sur

12.54 Necesidades de Riego-Drenaje Artificial

Las zonas en las cuales deben llevarse a efecto programas de riego-drenaje, pueden determinarse por la información sobre riego indicada en el mapa a escala de 1:1.000.000. La forma en que se presenta en el mapa es una subdivisión del área del Proyecto en seis zonas en que se requieren proyectos de riego-drenaje artificial, a causa del promedio de lluvia anual en cierta duración de tiempo. Estas zonas y el número de meses del año en que cada zona debe estar sujeta a problemas de riego-drenaje pueden describirse en general, como sigue:

Copiapó a La Serena — 12 meses
La Serena a La Ligua — 10 meses
La Ligua a Curicó — 9 meses

ZONA NORTE CHICO

Copiapó-San Felipe

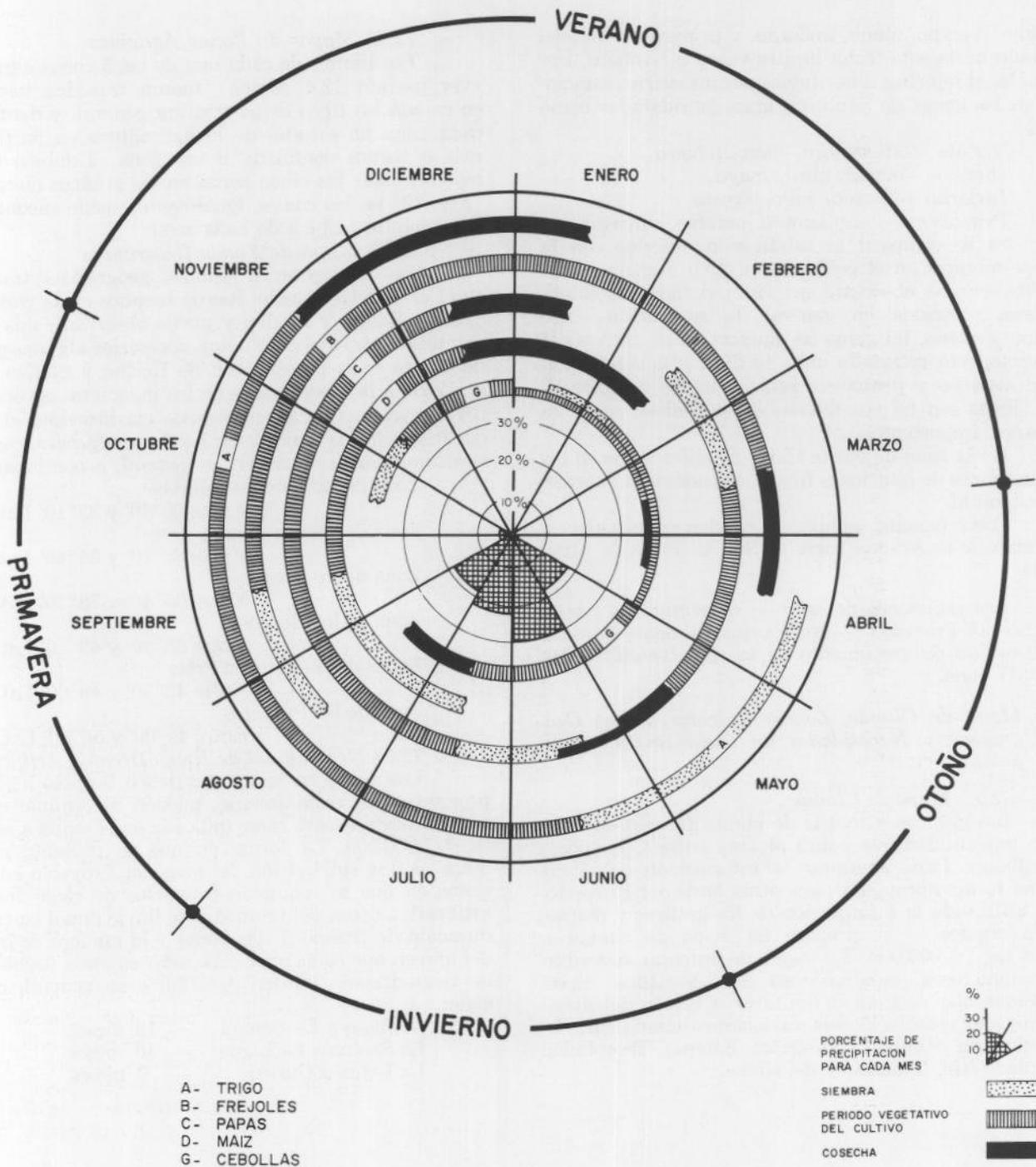


Fig. 49—Meteorología — Gráfico del Norte Chico



Fig. 50—Meteorología — Climas Locales Principales y Zonas Agrícolas Diferenciadas—Valle del Río Limarí

Curicó a Yumbel — 7 meses
 Yumbel a Villarrica — 4 meses
 Villarrica hasta el límite Sur del Proyecto —
 Drenaje existente adecuado.

12.6 Mapa de Climas Locales y Zonas Agrícolas Diferenciadas

Debido al valor relativamente alto del terreno en ciertos sectores específicos dentro del área del Proyecto, se consideró necesario establecer claramente los límites de dichos sectores, los que aparecen en los transparentes de los mapas básicos a escala 1:250.000, un detalle reducido de los cuales se incluye como ejemplo en la Fig. 50 del presente informe.

Como no existía información anterior para este trabajo, debieron tomarse en cuenta dos puntos:

1. En los mapas se incluyeron sólo los climas locales más importantes.
2. En ciertas zonas, la capacidad agrícola más alta se debió no sólo al clima local, sino también a

otros factores como riegos, suelos apropiados, etc. Estas zonas, generalmente más extensas que los climas locales, fueron denominadas e identificadas en los mapas como Zonas Agrícolas Diferenciadas. Las zonas incluidas en esta categoría tienen características agrícolas completamente diferentes de aquellas áreas generales en que están ubicadas y presentan condiciones agrícolas comparativamente superiores a las de las áreas que le rodean.

Los mapas del Proyecto definen los límites de 33 climas locales y 20 zonas agrícolas diferenciadas.

12.7 Límites de Cultivos Indices

Se observó que las limitaciones de algunos tipos de cultivos servían para determinar diversas capacidades agrícolas. Se realizaron estudios para cuatro cultivos, los límites de los cuales fueron claramente definidos en el momento que estos estudios alcanzaron la zona respectiva. Los cuatro cultivos escogidos fueron: arroz, uvas (vid), maíz de grano maravilla y maíz de silo.

El área en que fueron trazados estos límites de cultivos se encuentra situada entre las latitudes $34^{\circ}20'$ y $37^{\circ}50'$ S. Los límites de estas cuatro zonas de cultivos son generales; es decir, no se intentó mostrar los cultivos "fuera de zona" que se obtenían gracias a las condiciones del clima local.

El Proyecto resolvió confeccionar transparentes para las Cartas Preliminares a fin de presentar los

resultados de este estudio. En vez de producir un transparente por separado para cada uno de los mapas de IGM, el Proyecto trazó los límites sobre un solo transparente para todos los mapas de 1:250.000. Este transparente muestra los paralelos y meridianos cada 10 minutos ($10'$), que corresponden a la superficie de los mosaicos de 1:20.000 y que hace más fácil establecer las correlaciones entre el transparente y los mosaicos.

Capítulo 13

ESTUDIOS ECONOMICOS

- 13.1 Alcance y Propósito
- 13.2 Método de Operación
 - 13.21 Mercado Regional
 - 13.22 Valor Potencial
 - 13.221 Investigación en el Terreno
 - 13.222 Interpretación de los Datos Existentes
- 13.3 Resumen de los Resultados

13.1 Alcance y Propósito

El objetivo de este estudio del Proyecto fue establecer un índice nacional de precios de mercado de los terrenos agrícolas dentro de la zona del Proyecto, basado en su rendimiento potencial relativo; y preparar cuadros, o tablas, mostrando la distancia a los centros de abastecimiento, y cuadros que ilustran el tipo, la extensión y condición de las redes de transporte dentro de zonas específicas.

13.2 Método de Operación

El informe que preparó el Proyecto fue resultado de la recopilación y análisis de los datos obtenidos por varias investigaciones del Proyecto, para aumentar las informaciones existentes y obtener detalles de zonas no estudiadas antes.

13.21 Mercado Regional

Las características de las diferentes localidades influyen sobre el tipo de cultivo y el grado de explotación agrícola. El Proyecto tomó en cuenta este factor y dividió el área de estudio en regiones o áreas de mercado. Cada mercado regional estaba formado por un centro comercial y por los terrenos agrícolas circundantes, a los cuales ese centro de abastecimiento servía o hasta los cuales llegaba su influencia. En su mayor parte, estos mercados regionales respetaron la subdivisión política, es decir, se formaron con comunas completas.

El Proyecto escogió las provincias que se extendían entre Aconcagua y Llanquihue como los primeros temas de los estudios económicos, y creó 14 centros comerciales en esta zona.

Un grupo de economistas ubicó estos centros comerciales regionales, identificando primero los centros de abastecimiento importantes de la zona, y después analizando toda la información sobre comercio agrícola en estos centros. Esta información incluía datos tales como población urbana, fletes transportados por ferrocarril, compras de trigo de la Empresa de Comercio Agrícola, y la existencia de ferias de animales y molinos. Los economistas evaluaron cada uno de estos factores y el total de éstos llegó a ser el índice general. Sobre la base de los índices generales de todos los centros de abasto, los economistas pudieron seleccionar los centros más importantes.

13.22 Valor Potencial

Para determinar el precio de la tierra, el Proyecto creyó necesario calcular la renta potencial sobre la base de todas las posibilidades de uso en cada uno de los centros comerciales escogidos. Al convertir a capital tal renta potencial, los economistas del Proyecto llegaron a un valor final potencial que condujo al índice final.

El Proyecto determinó estos valores a través de dos procedimientos: investigación en el terreno e interpretación de los datos existentes.

13.221 Investigación en el Terreno

Este procedimiento, el más tedioso, estaba basado en el cálculo de la renta actual de fundos, aparentemente bien administrados. Ingenieros agrónomos del Servicio de Impuestos Internos y del Ministerio de Agricultura recopilaban esta información a través de entrevistas directas con los dueños de los fundos.

Este procedimiento fue empleado en cinco mercados regionales: Los Angeles, Talca-Curicó, Aconcagua-Valparaíso, Santiago y Osorno. Estos cinco mercados regionales fueron escogidos porque tenían las condiciones típicas existentes en las zonas restantes, y los resultados ahí obtenidos podían ser aplicados en forma exacta a las zonas no estudiadas. Se hizo un estudio más intenso y completo para el mercado de Santiago que el estudio efectuado para los otros cuatro mercados regionales, porque este mercado da la base para el índice nacional del valor de la tierra.

En segundo lugar, se incluyeron dos mercados regionales adicionales, Cautín y Maule, a la zona de Aconcagua-Llanquihue. Estos centros están en zonas costeras y tienen una renta anual relativamente baja.

Además de la zona Aconcagua-Llanquihue, se llevaron a cabo estudios sobre el mercado de La Serena, para dar datos representativos de esta zona, que queda justamente al norte de la región del Valle Central del Proyecto.

Se llevaron a cabo entre 100 y 150 investigaciones en cada uno de los ocho mercados regionales.

13.222 Interpretación de los Datos Existentes

El Proyecto dio información relacionada con los valores aplicables a todos los mercados regionales a través de la recopilación e interpretación de las informaciones antes reunidas. Haciendo un estudio de comparación de las informaciones conseguidas por la investigación en el terreno de los cinco mercados de Los Angeles, Talca-Curicó, Aconcagua-Valparaíso, Santiago y Osorno, el Proyecto llegó a métodos de interpretación de datos que compensaron por la ausencia de reconocimientos directos en algunas zonas. Fuentes de información fueron:

1. Los datos sobre uso actual de la tierra, producción agrícola en relación con la localización del mercado, y capacidad de uso agrícola de aproximadamente 10.000 fundos, recogidos durante un período de diez años por el Departamento de Economía Agrícola del Ministerio de Agricultura.

2. La confección de cuadros y el análisis de los datos disponibles en la Sección de Estadística del

Departamento de Economía Agraria sobre uso actual de la tierra, distancia a los centros de abastecimiento, facilidades de transporte, capacidad de uso de la tierra agrícola y cifras de producción durante los últimos tres años de cerca de 5.000 fundos en varias regiones del país.

3. Estudio y análisis del registro de impuestos e informes sobre la operación de los fundos organizados y administrados, durante los últimos diez años, por egresados de las escuelas de agronomía de la Universidad de Chile y de la Universidad Católica. Esto dio información sobre la rentabilidad del terreno, comparándolo con el uso actual de la tierra, el total del capital invertido, y la capacidad de uso.

4. Estudios y análisis de los precios de los productos agrícolas y subproductos en los centros comerciales, y costos de transporte de estos productos desde los fundos a los centros comerciales. Se han juntado estas cifras durante un período de 3 años para cada centro comercial dentro de la zona del Proyecto. Ellas se usaron para calcular el valor de la producción potencial. Incluidas en el costo del transporte habían cifras comparativas de costo para los distintos medios de transporte disponibles dentro de una zona, las distancias entre las zonas de producción y los centros comerciales y de abasto, y las características de las redes de transporte. Esta información sobre transportes se usó como base en la confección de los cuadros de ajuste por distancia, de acuerdo con el tipo de tarifa y condición del método de transporte.

13.3 Resumen de los Resultados

Como resultado de informaciones conseguidas a través de las investigaciones en el terreno e interpretación de los datos existentes, el Proyecto preparó un índice nacional del valor de los suelos en relación con su potencial de producción al combinar el índice del valor de cada uno de los mercados regionales. El Proyecto preparó cuadros que modificaron estos índices de acuerdo con dos factores importantes, las distancias a los centros de abastecimientos y las características de la red de transporte.

Capítulo 14

CAPACIDAD DE USO DE LA TIERRA

- 14.1 Alcance y Propósito
- 14.2 Método de Operación
 - 14.21 El Valle Central
 - 14.22 La Cordillera de la Costa y los Faldeos Andinos
 - 14.23 Los Valles del Norte
 - 14.24 Presentación de los Datos
- 14.3 La Leyenda para la Clasificación de Capacidad de Uso de la Tierra
- 14.4 Aplicación de los Resultados de la Investigación
- 14.5 Recomendaciones para el Uso de los Datos

14.1 Alcance y Propósito

Después de los terremotos de 1960, era necesario preparar un programa completo de reconstrucción y rehabilitación de las región comprendida entre Concepción y la Isla de Chiloé. Para ejecutar ese programa en forma eficiente, se requería un inventario de los recursos naturales de la región que comprendiera suelos, minerales, recursos de aguas y bosques. Una Misión de Asistencia Técnica de la Organización de los Estados Americanos recomendó que se hiciese un estudio de esta naturaleza mediante el empleo de fotografías aéreas, foto-interpretación y levantamiento de mapas.

Además de las necesidades de la zona del desastre, el Gobierno de Chile tenía otros proyectos para los cuales necesitaba un reconocimiento adecuado de los recursos naturales. La Reforma Agraria daría nuevas tierras con buenas posibilidades agrícolas a muchos chilenos que trabajan actualmente dentro de grandes propiedades. Este programa requería un mapa de los suelos, uso actual de la tierra y capacidad de uso de la tierra. La Reforma Tributaria necesitaba un estudio sobre la capacidad de uso de la tierra y sobre la distribución del agua de riego para corregir el sistema tributario de los terrenos agrícolas. Por estas razones, el Gobierno de Chile pidió un reconocimiento más completo para la zona del Valle Central entre Aconcagua y Chiloé, y de los seis valles transversales hacia el norte del Valle Central.

El estudio sobre capacidad de uso de la tierra da una clasificación uniforme, basada principalmente en las características físicas de la tierra, como base

para establecer los precios para el avalúo. El documento fundamental de este proceso es un mapa de las condiciones físicas de la tierra, que muestra todas las características del suelo en lo que se refiere a su uso para el cultivo de las cosechas normales de la región.

14.2 Método de Operación

Para producir el mapa final de la capacidad de la tierra, el Proyecto juntó los resultados de varios tipos distintos de mapas y de investigaciones en el terreno ya descritas en este informe. Los procedimientos seguidos para los distintos mapas fueron: uso actual de la tierra (Capítulo 6), geología y geomorfología (Capítulo 7), los suelos y sus factores restrictivos (Capítulo 8), bosques (Capítulo 9), canales de riego (Capítulo 10) e hidrología (Capítulo 11). La unidad básica de los mapas para este estudio de los recursos naturales fue la hoja o lámina de mosaico fotográfico, que cubre aproximadamente 270 kilómetros cuadrados, o 10 minutos (10') de latitud por 10 minutos de longitud. El área del Proyecto, de unos 120.000 kilómetros cuadrados, fue dividida (de acuerdo a las diferencias de topografía, facilidades de acceso, intensidad de los cultivos y valor relativo de la tierra) en tres zonas claramente definidas, a saber: el Valle Central, la Cordillera de la Costa hasta los faldeos de la Cordillera de los Andes, y los valles transversales del Norte. Las características de cada zona determinaron el alcance del trabajo y los métodos de reconocimiento a emplearse.

14.21 El Valle Central

El Proyecto preparó los mapas más detallados e hizo las investigaciones de terreno más intensivas en el Valle Central, una angosta faja de terrenos valiosos

que cubre aproximadamente 70.000 kilómetros cuadrados, ó 247 de las 472 hojas de mosaicos. El Proyecto cubrió esa zona con fotografías aéreas a escala 1:20.000 y, mediante operaciones de campo y técnicas de foto-interpretación, produjo mapas semi-detallados.

14.22 *La Cordillera de la Costa y los Faldeos de la Cordillera de los Andes*

Por razón de la naturaleza escarpada del terreno y de la relativa dificultad de acceso, el desarrollo agrícola en la Cordillera de la Costa y en los faldeos de la Cordillera de los Andes es menor que en el Valle Central y el precio de los terrenos es relativamente más bajo. El riego se limita a unos pocos sistemas de acequias, tranques de propiedad privada y canales de distribución. Las fotografías aéreas de una parte de este sector fueron tomadas en los años 1955 y 1956 a escala 1:60.000; el Proyecto cubrió el resto del sector con fotografías a escala 1:50.000 en 1961. A esta escala, la foto-interpretación y el levantamiento de mapas de los recursos naturales es necesariamente de carácter general; por consiguiente, los mapas correspondientes del Proyecto son sólo de reconocimiento. No se tomaron muestras de suelos ni se obtuvieron datos sobre el rendimiento de las cosechas y la fertilidad de los suelos. Se examinaron algunas plantaciones de pino insignis, pero no se hicieron estudios de las áreas cubiertas de bosques naturales. Tampoco se levantaron mapas de los canales de riego.

14.23 *Los Valles del Norte*

Los seis valles transversales del Norte son muy importantes para la agricultura de Chile. El clima es responsable de un magnífico rendimiento de ciertos tipos de cosechas, a pesar de que la escasez de agua crea muchos problemas. El terreno montañoso hizo imposible sacar fotografías aéreas a escala mayor de 1:30.000, de modo que el Proyecto, a solicitud del Gobierno de Chile, hizo trabajo adicional en el terreno para lograr que los mapas de estas zonas tuvieran los mismos detalles que los del Valle Central.

14.24 *Presentación de los Datos*

El Proyecto presentó los resultados de sus estudios sobre transparentes en una base de película permanente, para ser usados en conjunto con los mosaicos fotográficos transparentes a escala de 1:20.000, que muestran los límites de las propiedades (Véase Capítulo 5). Superponiendo los diversos transparen-

tes sobre el mapa de propiedades, es posible determinar cómo se está usando cada predio, su capacidad para producir las cosechas normarles de la región, su capacidad para criar ganado o producir plantaciones forestales, también el canal que sirve para regar la propiedad o la combinación de canales que riegan el predio.

14.3 *La Leyenda para la Clasificación de Capacidad de Uso de la Tierra.*

A. *TIERRAS APTAS PARA CULTIVOS Y OTROS USOS*

Clase I — Los suelos de clase I tienen pocas limitaciones que restringen su uso

Los suelos de esta clase son aptos para una gran variedad de plantas y pueden destinarse sin mayores riesgos para cultivos en general, pastos artificiales y naturales, bosques y vida silvestre. Los suelos con casi planos y los riesgos de erosión, por acción del viento o del agua, son mínimos. Por lo general, son suelos profundos, bien drenados y fáciles de trabajar. Poseen buenas propiedades de retención del agua, disponen de reservas de nutrientes para las plantas y responden favorablemente a la acción de los fertilizantes.

Los suelos de la clase I no están expuestos a daños por inundaciones. Son productivos y adaptables a cultivo intensivo. El clima local debe ser favorable para los cultivos comunes en el área.

En áreas regadas, si se ha ejecutado un trabajo de riego permanente que elimine las limitaciones del clima árido, los suelos pueden ser colocados en clase I. Tales suelos regados (o potencialmente utilizables con riego), son casi llanos, poseen zonas profundas para el arraigamiento, poseen permeabilidad favorable, buena retención de agua y son fáciles de cultivar. Algunos de los suelos pueden requerir acondicionamiento inicial, incluyendo nivelación, deslave de una ligera acumulación de sales solubles o bajar el nivel freático estacional. Donde las limitaciones debidas a sales, nivel freático, inundaciones o erosión son más altas de lo usual, los suelos deben suponerse están sujetos a limitaciones naturales permanentes, y no se incluyen en la clase I.

Los suelos húmedos o que tienen subsuelo lentamente permeables, no pueden situarse en la clase I. Algunos suelos de la clase I pueden drenarse como una

medida de mejoramiento para incrementar la producción y facilitar las operaciones.

Los suelos de la clase I que se usan para los cultivos necesitan prácticas ordinarias de administración o manejo, para mantener la productividad tanto en su fertilidad como estructural. Tales prácticas podrían ser las siguientes: fertilizantes y cal, cultivos cobertores y abonos verdes (hojarasca), conservación de los rastrojos y estiércoles, y secuencia de adaptación de cultivos.

Clase II—Los suelos de clase II tienen algunas limitaciones que reducen la elección de cultivos o requieren moderadas prácticas de conservación de suelos.

Los suelos de la clase II requieren cuidadosas prácticas de administración de suelos, incluyendo prácticas de conservación, para evitar el deterioro o para mejorar las relaciones aire-agua cuando se cultivan. Las limitaciones son pocas y las prácticas fáciles de aplicar. Los suelos pueden ser usados para cultivos, pastos, praderas naturales, bosques o vida silvestre.

Las limitaciones de los suelos de la clase II pueden incluir efectos simples o combinados de (1) pendientes suaves, (2) susceptibilidad moderada a la erosión por viento o agua, o efectos adversos moderados de erosión previa, (3) suelos por debajo de la profundidad óptima, (4) algunos factores desfavorables que afecten la estructura del suelo y su laboreo, (5) de ligera a moderada salinidad o sodio, fácil de corregir, pero con posible reaparición, (6) daño ocasional por inundaciones, (7) humedad susceptible de corregir por drenaje, pero que existe permanentemente como una limitación moderada, y (8) ligeras limitaciones climáticas para el uso y manejo.

Los suelos de esta clase brindan menos posibilidades al agricultor para elegir cultivos y prácticas de manejo que los de la clase I. Pueden requerir, incluso, sistemas especiales de cultivo, prácticas de conservación, medidas para el control de las aguas de riego o métodos de preparación de los suelos cuando se usan fines agrícolas en general. Por ejemplo, los suelos profundos de esta clase, con pendientes suaves, sujetos a moderada erosión, cuando se los cultiva, pueden requerir las siguientes prácticas o una combinación de dos o más de ellas: terrazas, cultivos en franjas, cultivos en contorno (siguiendo las curvas de nivel),

rotación de pastos y leguminosas, mejoras en el drenaje, cultivos de cobertura o de abono verde, mantenimiento de los rastrojos, uso de fertilizantes, estiércol y cal. La combinación precisa de estas prácticas depende de las características de los suelos, del clima y del sistema de cultivo.

Clase III—Los suelos de la clase III tienen severas limitaciones que reducen la elección de cultivos o requieren prácticas especiales de conservación, o la combinación de ambos sistemas.

Los suelos de clase III tienen más restricciones que los de la clase II, y cuando se los usa para fines agrícolas, las prácticas de conservación son, por lo general, más difíciles de aplicar y mantener. Pueden usarse para cultivos en general, pastos artificiales, pastos naturales, bosques, vida silvestre o cultivos de cobertura.

Las limitaciones de los suelos de la clase III restringen el porcentaje de cultivo, el período de siembra y la cosecha; la elección de cultivo, y la combinación de estos factores. Sus limitaciones pueden originarse de: (1) pendientes moderadamente pronunciadas, (2) gran susceptibilidad a la erosión por el viento o el agua, o a severos efectos adversos de una erosión previa, (3) frecuentes inundaciones acompañadas de daño a los cultivos, (4) muy lenta permeabilidad del subsuelo, (5) excesiva humedad u obturación que persiste después del drenaje, (6) poca profundidad hasta la roca, tosca, tosca frágil o arcilla compacta, que limita la zona de raíces y la acumulación de agua, (7) poca capacidad de retención de agua, (8) poca fertilidad difícil de corregir, (9) moderada salinidad o alcalinidad, y (10) limitaciones climáticas moderadas.

Cuando se los emplea para cultivos, muchos de los suelos húmedos, de lenta permeabilidad y casi planos de la clase III, requieren drenaje y un sistema de cultivo que mantengan o mejoren la estructura y la labranza del terreno. Para evitar la cementación y mejorar la permeabilidad, es necesario, muchas veces, complementarlos con materia orgánica y evitar trabajarlos cuando están húmedos. En algunos sectores con riego, parte de los suelos de clase III tienen limitaciones en su uso a causa del alto nivel freático, la lenta permeabilidad, y el riesgo de acumulación de sales. Cada tipo de suelo de clase III tiene una o más combi-

naciones alternativas de uso y prácticas de manejo que se requieren para conservarlo en debida forma, pero el número de esas alternativas para los agricultores corrientes es menor que para los suelos de clase II.

Clase IV—Los suelos de la clase IV tienen severas limitaciones que restringen la elección de cultivos, requieren un cuidadoso manejo o tienen las dos cosas a la vez.

Las restricciones en el uso de los suelos de clase IV son mayores que las de la clase III y la adaptación de plantas, es menor. Cuando estos suelos se cultivan, se necesita un manejo más cuidadoso y prácticas de conservación que son más difíciles de aplicar y mantener. Los suelos de la clase IV pueden ser usados en cultivos, praderas artificiales y naturales, bosques y vida silvestre.

Los suelos de esta clase pueden ser aptos sólo para dos o tres tipos de cultivos y sus rendimientos serán bajos en relación a los insumos por un largo período de tiempo. La poca adaptación para fines agrícolas se debe a una o más de las siguientes características: (1) pendientes pronunciadas, (2) susceptibilidad severa a la erosión por acción del viento o del agua, (3) efectos severos de erosión previa, (4) suelos poco profundos, (5) poca capacidad de retención del agua, (6) inundaciones frecuentes acompañadas de serios daños a las siembras, (7) humedad excesiva con riesgo continuo de empantanamiento a pesar del drenaje, (8) severa salinidad o alcalinidad, o (9) clima moderadamente adverso.

Muchos de los suelos de clase IV, localizados en pendientes y en zonas húmedas, son aptos sólo para un cultivo ocasional. Algunos de los suelos de esta clase, ubicados en terrenos planos y mal drenados, no están sujetos a los efectos de la erosión, pero son muy poco aptos para fines agrícolas debido a que demoran demasiado en secarse durante la primavera y a su baja productividad. Otros suelos de clase IV son aptos para uno o más cultivos especiales, tales como frutales, o árboles y arbustos ornamentales, pero sólo esta condición no es suficiente para considerarlos dentro de esta clase.

En sectores sub-húmedos o semi-áridos, los suelos de clase IV podrían producir buenos rendimientos de cultivos aptos durante los años de precipitación pluvial superior a la normal; bajos rendimientos en los años de lluvias normales, y pérdidas en los años no lluviosos. Durante estos últimos años, los suelos deben ser protegidos, aunque no se esperen de ellos mayores expectativas de mercado. Se requieren prácticas y tratamientos especiales para evitar la acción del viento, conservar la humedad y mantener la productividad del suelo. Algunas veces deben ser plantados o preparados con el solo propósito de mantener el suelo

durante los años secos. Estos tratamientos deben aplicarse a estos suelos con mayor frecuencia o intensidad que a los de la clase III.

B. TIERRA LIMITADA EN SU USO — GENERALMENTE NO APTA PARA CULTIVOS AGRICOLAS

Clase V—Los suelos de la clase V no tienen riesgos de erosión o ésta es muy pequeña, pero tienen otras limitaciones prácticamente imposibles de mejorar, lo que limita fuertemente su uso sólo a pastos artificiales y naturales, bosques o vida silvestre.

Los suelos de clase V tienen limitaciones que restringen el tipo de plantas que puede crecer en ellos e impiden los cultivos agrícolas en general. Son suelos casi planos, pero húmedos o sometidos a frecuentes inundaciones. Ejemplos de suelos de la clase V son (1) los suelos de las tierras bajas sujetos a inundaciones frecuentes que impiden la producción normal de plantas cultivadas, y (2) áreas pantanosas donde el drenaje necesario para los cultivos es posible, pero no en las condiciones actuales, por lo que los suelos son sólo adaptables para pastos o árboles. A causa de estas limitaciones, el cultivo es imposible, pero los pastos pueden ser mejorados y se pueden esperar beneficios de un manejo apropiado. Los mejoramientos del drenaje o nivelaciones para evitar las inundaciones son económicamente factibles y cuando se ejecutan, las tierras pueden ser colocadas en una clasificación mejor.

Clase VI—Los suelos en la clase VI tienen severas limitaciones que los hacen generalmente no aptos para los cultivos y su uso está limitado principalmente a praderas artificiales y naturales, bosques y vida silvestre.

Las condiciones físicas de los suelos de clase VI son de tal naturaleza, que es recomendable emplearlos casi exclusivamente para pasturas naturales o artificiales previas ciertas mejoras de acuerdo a las condiciones de dichos suelos. Esta mejoras pueden ser en la siembra, el proceso de neutralización de la acidez, el empleo de fertilizantes, la apertura de zanjas de drenaje, el control de las aguas excesivas mediante dispersores, etc. Los suelos de clase VI tienen continuas limitaciones difíciles de corregir, tales como: (1) pendientes muy pronunciadas, (2) severo riesgo de erosión, (3) efectos de erosiones pasadas, (4) pedregosidad, (5) poca profundidad, (6) excesiva humedad o frecuentes inundaciones, (7) baja capacidad de retención del agua, (8) alta salinidad o alcalinidad, y (9) clima severo.

A causa de una o más de estas limitaciones, los suelos de clase VI no son aptos para cultivos agrícolas, pero pueden ser preparados para pastos artificiales y naturales, bosques, vida silvestre, o para una combinación de éstos.



Fig. 51—Capacidad de Uso de la Tierra — Límites de Propiedad — Fotografía Aérea #72-10207



Fig. 52—Capacidad de Uso de la Tierra — Uso Actual de la Tierra — Fotografía Aérea #72-10207



Fig. 53—Capacidad de Uso de la Tierra — Topografía — Fotografía Aérea #72-10207

Algunos suelos de clase VI pueden ser usados para cultivos si se emplean métodos intensivos de manejo. Algunos de estos suelos son aptos para cultivos especiales, tales como árboles frutales, siembras de cobertura, frambuesas, etc. que requieren condiciones distintas de las que exigen los cultivos comunes. Que estos suelos se adapten bien o mal para bosques dependerá de las condiciones locales de clima.

Clase VII—Los suelos de clase VII tienen severas limitaciones que los hacen no aptos para cultivos y tienen uso restringido para pastoreo, bosques o vida silvestre.

Las condiciones físicas de los suelos de clase VII son tales, que no es recomendable realizar mejoras en los pastos naturales o artificiales sembrados en ellos. Las restricciones son más severas que las de la clase VI, ya sea por una o más de las siguientes características: (1) pendientes muy pronunciadas, (2) erosión, (3) poca profundidad, (4) pedregosidad, (5) excesiva humedad, (6) alta salinidad o alcalinidad, (7) clima desfavorable, u (8) otras limitaciones que los hacen inaptos para fines agrícolas. Sin embargo, pueden estos suelos ser usados sin mayores riesgos para praderas, bosques, siembras de cobertura, vida silvestre o la combinación de estos sistemas bajo un manejo apropiado.

Dependiendo de las características del suelo y del clima local, los suelos de esta clase se pueden adaptar bien o mal a fines forestales. No son aptos para ningún tipo de cultivo corriente; en circunstancias muy especiales, algunos suelos de esta clase pueden ser usados para cultivos especiales bajo prácticas de manejo muy especializadas. Algunas áreas con clase VII podrían necesitar siembras o plantaciones destinadas a proteger el suelo y a prevenir el daño a sectores aledaños.

Clase VIII—Los suelos y formas de la tierra en clase VIII tienen limitaciones que los excluyen para uso de plantas comerciales y restringen su uso a recreo, vida silvestre, conservación del agua o para propósitos de estética.

De ellos no se puede esperar ningún provecho significativo de tipo económico por su empleo para cultivos, pastos o árboles, aunque pueda alcanzar algunos de vida silvestre, protección de cuencas o recreo.

Las limitaciones imposibles de corregir pueden resultar de los efectos de uno o más de los siguientes factores: (1) erosión o riesgo de erosión, (2) clima severo, (3) humedad, (4) piedras, (5) capacidad muy baja de retención de agua y, (6) salinidad o alcalinidad.

Todas las tierras con suelos pobres, roqueríos, arenales de playa, lechos de ríos, relaves de minas y otras tierras de esta naturaleza, fueron incluidas en la clase VIII. Podría ser necesario dar protección y manejo especial a las plantas que crecen en esta clase de suelos, a fin de preservar otros suelos más valiosos, controlar el agua y la vida silvestre, o simplemente por razones estéticas.

La adición de "r" a la clasificación significa que la tierra es regada.

14.4 Aplicación de los Resultados de la Investigación

Se ofrece al lector la siguiente serie de ilustraciones con el objeto de mostrar cómo los estudios llevados a cabo por el Proyecto proporcionan suficiente información de propiedades agrícolas de tamaño regular, a pesar de que estas ilustraciones son de carácter regional y no establecen los límites de propiedades como tales. Esos estudios proporcionan la base para la aplicación de la información recogida al establecimiento de una fórmula justa de tributación territorial para todas las propiedades agrícolas.

La Figura 51 muestra simplemente la ubicación de una propiedad típica numerada 103-15, en un valle cerca de Santiago. Se escogió el ejemplo para ilustrar tantas variaciones como sea posible en el uso actual de la tierra, geomorfología, suelos y capacidad de uso de la tierra. Los límites de la propiedad fueron levantados durante la fase primera del Proyecto.

La Figura 52 ilustra el uso actual de la tierra dentro de los límites de una propiedad imaginaria con el rol de Impuestos Internos 103-15. No hay indicación de razones para los variados usos ni de la actual capacidad de la tierra para usos que no sean los que se muestran. Es evidente que sólo una parte está basada en pastos, algo para rotación, algo para frutales y flores, y alguna parte aparentemente sin uso.



Fig. 54—Capacidad de Uso de la Tierra — Características Físicas — Fotografía Aérea #72-10207



Fig. 55—Capacidad de Uso de la Tierra — Clasificación de la Capacidad de Uso — Fotografía Aérea #72-10207



Fig. 57—Capacidad de Uso de la Tierra — Mapa de Canales — Fotografía Aérea #72-10207

La Figura 53 proporciona alguna información sobre la topografía del sector y sobre los materiales que han dado origen a los suelos y sus propiedades. Aparece en ella una clara división natural entre las tierras altas rocosas, las que son inútiles o a lo sumo ofrecen pasturas limitadas, las terrazas o pendientes altas, y las tierras bajas, relativamente planas, donde se desarrolla una agricultura de riego.

La Figura 54 muestra las características físicas de las series de suelos y las fases que fueron levantadas y la correlación que existe entre la geomorfología (formas del terreno y materiales) y las características de los suelos.

La serie Mallarauco (MX) ha sido levantada en varias fases: $\frac{322}{m}$, en la cual el factor limitante es el

microrrelieve, que afecta al manejo del agua en las áreas regadas; $\frac{322}{td}$, en la cual los factores limitantes

ponen moderada restricción al uso del suelo debido a la aridez y pendiente; $\frac{322}{d}$, en la cual el único factor

limitante es la aridez del lugar. Otro tipo de suelo Mallarauco es MX323, un suelo de textura más fina que el 322 indicado anteriormente.

Las Higueras (LH345) es un suelo arcilloso, de textura fina, con el consiguiente drenaje interno pobre.

$\frac{2P}{tg}$ 122 es un material arenoso, coluvial, reciente con 15-45% de grava y moderada restricción al uso debido a la pendiente.

$\frac{2R}{m}$ 122 es un suelo aluvial reciente, en este caso margoarenoso con microrrelieve que afecta el manejo del agua de riego. Todas estas características pueden ser determinadas del sistema de símbolos presentados en el mapa final.

La Figura 55 es la clasificación de la capacidad de uso de la tierra que fue decidida para esa área, basada en los datos anteriores, con detalle de los rendimientos, análisis de suelos y la experiencia de los expertos con suelos similares en condiciones climáticas similares.

Las mejores tierras son, por supuesto, las tierras planas regadas de clase I, capaces de propiciar el buen crecimiento de todos los cultivos de la zona, con buen manejo (Ir).

En contraste, la clase VII representa terreno montañoso con suelos poco profundos adaptado sólo para crecimiento limitado de pastos y árboles frutales.

La tierra designada como clase IIIr tiene varios factores limitantes, tales como drenaje imperfecto, o microrrelieve, o presencia de grava, lo que limita su uso al disminuir el número de cultivos que se pueden escoger o reducción de los rendimientos.

La Figura 56 es la manera cómo se ofrece la presentación final, que es un juego de símbolos que pueden ser trasladados fácilmente a características de suelos, topografía y factores limitantes, empleados para distinguir entre suelos de capacidades ligeramente diferentes y crear un sistema de evaluación equitativa de la tierra para propósitos de tributación agrícola.

La Figura 57 es un ejemplo del levantamiento de los sistemas de canales de regadío. Muestra que la propiedad recibe agua del canal Las Mercedes y el lugar de toma de agua, o el "marco" para la propiedad.

Por otros antecedentes recopilados y analizados por el Proyecto, se sabe que esta propiedad tiene derechos legales al uso de este canal; en algunos casos, se puede estimar el flujo del agua con un 50% o un 85% de seguridad en épocas de riego.

Con estos antecedentes básicos a mano, la tierra agrícola de la Propiedad No. 103-15 puede ser evaluada con razonable precisión en clases, y en subclases, ya que se ha levantado el suelo en fases y algunos casos tipos. Aparte de la importancia que este estudio tiene para las necesidades inmediatas, son obvios otros usos, principalmente para planes regionales y de desarrollo.

El Ministerio de Obras Públicas, por ejemplo, usa ambos, las formas del terreno y sus materiales y los suelos en el planeamiento preliminar y diseño, de todos los nuevos caminos principales de un área dada.

14.5 Recomendaciones para el Uso de los Datos

1. Es esencial que los transparentes queden a cargo de una institución central, que tendrá varias responsabilidades con respecto a ellos.

a. Mantener en buenas condiciones los transparentes originales dibujados con tinta. Esto implica un lugar de almacenamiento espacioso y seco, y reducir al mínimo el movimiento para evitar que las películas se doblen y se desprenda la tinta con que fueron dibujadas.

b. Asegurar de mantener al día los transparentes mediante la adición o corrección de ellos con nuevas informaciones disponibles. Los actuales presentan la situación de varios recursos, tal como existían a la fecha de la fotografía aérea en 1961 y 1962.

c. La confección de copias para instituciones del Gobierno o para el público.

d. La organización de un programa de información y educación dirigido a asesorar a las oficinas del Gobierno en cuanto al empleo de los resultados del Proyecto, lo que redundará en un ahorro sustancial de tiempo y dinero.

2. Conviene que los estudios y levantamientos que lleven a cabo en el futuro el Ministerio de Agricultura o instituciones afines, tomen en cuenta la información recolectada por el Proyecto en los transparentes finales y mantengan el nivel semi-detallado o de reconocimiento de éstos, sea que se trate de mapas de suelos o de capacidad de uso de la tierra, descripciones de suelos o estudios de fertilidad.

Se facilitarían dichos trabajos futuros si se distribuyeran copias de los mapas básicos del Proyecto para el uso de ellos en levantamientos más detallados.

Convendría agregar a los mosaicos del Proyecto dentro de los límites de la escala 1:20.000 los detalles que resultaran, con el fin de mantener un registro permanente.

3. El Ministerio de Obras Públicas necesitará los mapas de los sistemas de riego para los planes de nuevos sistemas que se propongan, o para los programas de futuros embalses. También serán útiles para este último fin, los estudios de uso actual y capacidad de uso de la tierra, con el objeto de determinar las necesidades de agua y su distribución.

Los mapas de capacidad de uso de la tierra proporcionan datos sobre formas del terreno, materiales componentes y suelos. Esta información es de sumo valor en las primeras etapas de planeamiento de proyectos de localización de carreteras, selección de sitios para aeropuertos, nuevos poblados y plantas industriales.

4. Tomó mucho tiempo y fue muy laborioso conseguir la información sobre las muchas modalidades de los derechos de agua y de los escurrimientos de ríos y canales. Este trabajo está lejos aún de estar terminado, ya que los registros en muchas áreas estaban incompletos o no eran completamente fidedignos.

Los derechos de agua expresados en "acciones" de un canal dado es un sistema deficiente.

Una acción no es una unidad útil normalizada a través de un área, ni utilizable en ninguna fórmula de impuesto agrícola. La información sobre pérdidas y recuperación en un sistema de canales es tan escasa, que no basta para proporcionar datos fidedignos sobre la provisión de agua de riego a ningún agricultor en particular sin contar con un sólido programa de mediciones del flujo real.

Personal con Funciones Específicas en el Proyecto

	<i>Personal chileno</i>	<i>Personal internacional</i>
Fotografía Aérea (personal de vuelo)	2	14
Apoyo Terrestre	12	5
Mapas de Propiedades	65	5
Mapas de Uso Actual de la Tierra	16	10
Capacidad de Uso de la Tierra:		
Geólogos y Geomorfólogos	3	6
Especialistas en Suelos	10	6
Expertos en Fertilidad de Suelos	1	1
Ingenieros Forestales	1	1
Especialistas en Suelos de Plantaciones Forestales	6	1
Foto-intérpretes en Riego	9	1
Hidrólogos e Ingenieros de Riego	1	2
Ingenieros de Enlace e Investigación en Riego	1	0
Administración	4	3
Administración — Empleados de Oficina	10	0
Departamento de Dibujo	40	3
Laboratorio Fotográfico	14	5
Laboratorio de Suelos	8	2
	202	65

Además del personal arriba mencionado, trabajaron en las oficinas principales de las firmas del Consorcio, unas 135 personas encargadas de la terminación de las distintas fases del Proyecto. Dentro de esta cifra, se incluyen especialistas encargados de la administración y empleados de oficina.

Introducción Funciones Especiales en el Proyecto

Este documento describe el uso de funciones especiales en el proyecto. Las funciones especiales son aquellas que no están definidas en el lenguaje de programación estándar, pero que son necesarias para ciertos cálculos o operaciones. En este proyecto, se utilizan funciones especiales para calcular valores de integrales y derivadas de funciones complejas. Las funciones especiales más comunes que se utilizan son las funciones gamma, beta, zeta y las funciones de Bessel. Estas funciones se implementan en el código fuente del proyecto y se utilizan para calcular los resultados de los cálculos. El uso de funciones especiales permite realizar cálculos más precisos y eficientes que los que se podrían realizar con funciones estándar. Además, las funciones especiales son muy útiles para el análisis de datos y la modelización de fenómenos físicos y matemáticos. En este proyecto, se utilizan las funciones especiales para calcular los valores de las integrales y derivadas de las funciones de Bessel, lo que permite obtener resultados más precisos y eficientes que los que se podrían obtener con funciones estándar.

Este documento describe el uso de funciones especiales en el proyecto. Las funciones especiales son aquellas que no están definidas en el lenguaje de programación estándar, pero que son necesarias para ciertos cálculos o operaciones. En este proyecto, se utilizan funciones especiales para calcular valores de integrales y derivadas de funciones complejas. Las funciones especiales más comunes que se utilizan son las funciones gamma, beta, zeta y las funciones de Bessel. Estas funciones se implementan en el código fuente del proyecto y se utilizan para calcular los resultados de los cálculos. El uso de funciones especiales permite realizar cálculos más precisos y eficientes que los que se podrían realizar con funciones estándar. Además, las funciones especiales son muy útiles para el análisis de datos y la modelización de fenómenos físicos y matemáticos. En este proyecto, se utilizan las funciones especiales para calcular los valores de las integrales y derivadas de las funciones de Bessel, lo que permite obtener resultados más precisos y eficientes que los que se podrían obtener con funciones estándar.