

**RECONOCIMIENTO SOBRE EL USO DE AGUAS Y TIERRAS
PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO HUAURA**

PERU

INFORME FINAL

Volumen II

ESTUDIO DE LOS SUELOS



PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO
ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION



VOLUMENES DEL INFORME FINAL

Volumen I - Informe general

El Informe General refleja todas las actividades del proyecto y presenta los resultados y conclusiones del estudio.

Volumen II - Estudio de los suelos

Contiene los resultados de un estudio semidetallado de los suelos en el extremo inferior del Valle Huaura. Acompañan al informe cuadros de clasificación de suelos y de la adaptabilidad de éstos a determinados cultivos.

Volumen III - Climatología, hidrología, hidrogeología y geología aplicada a la ingeniería

El informe recoge los datos meteorológicos e hidrológicos registrados en la zona del proyecto y los resultados de los estudios sobre aguas subterráneas y de las investigaciones efectuadas en varias presas y embalses.

Volumen IV - Agronomía

Informe sobre la explotación del terreno y las prácticas agrícolas actuales. Se señalan los factores que restringen las cosechas y se formulan recomendaciones para aumentar la producción. Se dan datos sobre las necesidades de agua para la agricultura y se presenta una clasificación de las diversas zonas según su idoneidad para diversos cultivos.

Volumen V - Estudios sobre irrigación y drenaje

El informe contiene una evaluación de la eficacia de riego en las zonas de regadío ya existentes y del sistema prevalente de explotación y manejo. Se proponen proyectos para nuevos esquemas de irrigación incluyendo los respectivos costos.

Volumen VI - Estudios de ingeniería

Expone los resultados de la investigación y planificación de sistemas para el suministro de agua para riego, así como también para la generación de energía hidroeléctrica. Se incluyen diseños para canales de abastecimiento y para la instalación de depósitos para el almacenamiento del agua y se presenta una estimación de los costos calculados para todas estas obras de ingeniería.

Volumen VII - Tenencia de la tierra y colonización

Se clasifican las unidades agrícolas de la zona del proyecto según las categorías económicas establecidas por el Comité Interamericano de Desarrollo Agrícola y se examinan los sistemas, grados de explotación agrícola y factores que limitan la explotación en cada categoría, aludiendo brevemente a los servicios de extensión agraria actualmente en funciones.

Volumen VIII - Elaboración y mercadeo

Se proporcionan datos sobre la demanda actual y futura de los productos agropecuarios que es posible producir en la zona del proyecto y se señalan algunas cuestiones específicas relativas a clasificación, almacenamiento y elaboración como bases para un estudio más especializado.

Volumen IX - Evaluación económica

Este informe contiene una evaluación económica de un plan de desarrollo en dos etapas. Para la evaluación se utilizan diversos criterios, entre ellos la tasa interna de rendimiento, los índices beneficios/costos y los índices valor añadido-costos.

Sigue un último tomo, Volumen X, que incluye tres estudios hechos por consultores: Energía hidroeléctrica, manejo de haciendas, y ganadería.

RECONOCIMIENTO SOBRE EL USO DE AGUAS Y TIERRAS PARA EL DESARROLLO
DE LA CUENCA DEL RIO HUAURA

P E R U

INFORME FINAL

Volumen II

ESTUDIO DE LOS SUELOS

Informe preparado para
el Gobierno del Perú
por
la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
en su carácter de Organismo Ejecutivo del
Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO
ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION

Roma, 1970

FAO. Reconocimiento sobre el Uso de Aguas y Tierras para el Desarrollo de la Cuenca del Río Huaura, Perú. Informe Final, Volumen II: Estudio de los Suelos. Roma, 1970. 50 p. 1 gráfico. FAO/SF:88/PER 23.

EXTRACTO

El presente informe forma parte del Proyecto para la cuenca del río Huaura, puesto en marcha por el Gobierno del Perú con asistencia del Fondo Especial de las Naciones Unidas (FENU) ^{1/} y de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, aprobado en mayo de 1966.

El edafólogo de la FAO desarrolló sus tareas en el período de septiembre de 1966 a junio de 1968. Sus objetivos consistían en determinar las características particulares de los suelos, así como su extensión y distribución dentro de la zona del proyecto, a los fines de evaluar las respuestas de los mismos a los diferentes cultivos y determinar las respectivas necesidades de riego.

A los efectos de dicho estudio se dividió la zona en dos: la del Bajo Valle del río Huaura, de mayor accesibilidad y potencialidad agrícola, presente y futura, y la del Alto Valle, de condiciones menos favorables.

Luego de una descripción general de ambas zonas, se expone un estudio semi-detallado de suelos del Bajo Valle, formulando las conclusiones y recomendaciones pertinentes. Con respecto al Alto Valle, debido a sus particulares fisiografía y clima - suelos con mayor pendiente y escasas precipitaciones pluviales - la explotación agrícola es restringida, motivo por el cual las investigaciones llevadas a cabo son de carácter meramente exploratorio; asimismo se sugieren recomendaciones con miras a mejorar las actuales y futuras condiciones en el manejo de sus tierras.

El trabajo ha sido completado con un análisis de los horizontes de cada serie de suelos y uno físico-químico, detallados en los Apéndices 1 y 2, adjuntos a este volumen.

^{1/} El Fondo Especial de las Naciones Unidas y el Programa Ampliado de Asistencia Técnica fueron fusionados el 1º de enero de 1966 para constituir el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

RECONOCIMIENTO

La Organización para la Agricultura y la Alimentación agradece la colaboración de los siguientes funcionarios e instituciones que contribuyeron a la ejecución del proyecto con sus valiosas aportaciones de información, consejo técnico y medios de trabajo:

al Director, al Co-Director y a los expertos asignados por la FAO al desarrollo del proyecto, al personal de contraparte en general y, especialmente, al Jefe de la Dirección de Aguas del Valle del río Huaura, al Asesor de la Carta Geológica Nacional, a los miembros del personal del Laboratorio de Suelos del SIPA y al Instituto Geográfico Militar.

I N D I C E

	<u>Página</u>
GLOSARIO DE TERMINOS TECNICOS Y ABREVIATURAS	vii
<u>Capítulo 1</u> - INTRODUCCION	1
1.1 BOSQUEJO DE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO	1
1.2 DESCRIPCION DE LA EJECUCION DEL PROYECTO	1
<u>Capítulo 2</u> - DESCRIPCION GENERAL DE LA ZONA	3
2.1 VALLE BAJO DEL HUAURA	3
2.2 VALLE ALTO DEL HUAURA	5
<u>Capítulo 3</u> - LOS SUELOS	10
3.1 VALLE BAJO DEL HUAURA	10
3.2 VALLE ALTO DEL HUAURA	24
<u>Capítulo 4</u> - CLASIFICACION DE LAS TIERRAS SEGUN LAS POSIBILIDADES DE RIEGO - ADAPTABILIDAD DE ALGUNOS CULTIVOS POR UNIDADES DE CARTOGRAFIA	28
4.1 VALLE BAJO DEL HUAURA	28
4.2 VALLE BAJO DEL HUAURA	30
<u>Capítulo 5</u> - CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	32
5.1 VALLE BAJO DEL HUAURA	32
5.2 VALLE ALTO DEL HUAURA	35
<u>Apéndice 1</u> - ANALISIS DE LOS HORIZONTES DE CADA SERIE	37
<u>Apéndice 2</u> - ANALISIS FISICO-QUIMICOS	48

LISTA DE CUADROS

	<u>Página</u>
1. Criterios de diferenciación de unidades	13
2. Clases de tierras con fines de riego	29
3. Superficies para expansión agrícola - Zona de las pampas	30
4. Adaptabilidad de algunos cultivos en las diferentes unidades (serie, fase o tipo de suelos)	31
5. Extensión de hectáreas por unidad y clase cultivable	33

GRAFICO

Variación de la precipitación de acuerdo a la altitud

7

GLOSARIO DE TERMINOS TECNICOS Y ABREVIATURAS

<u>Diagénesis:</u>	Fenómenos que actúan en los sedimentos desde el inicio de su depósito; caracterizados en forma general por las condiciones de temperatura y presión.	
<u>Pampas:</u>	Extensiones planas, arenosas, desérticas.	
<u>Pedimentos desérticos:</u>	Material pedregoso angular, estratificado, depositado por deslizamientos viscosos, no turbulentos, debidos a lluvias ocasionales.	
<u>Regosoles desérticos:</u>	Depósitos arenosos en zonas desérticas	
<u>Suelos aluviales:</u>	Suelos formados por materiales depositados por los ríos.	
<u>Suelos salino-sódicos:</u>	Suelos caracterizados por la presencia de elevadas concentraciones de sales y de sodio cambiabile.	
<u>Textura:</u>	Partículas individuales del suelo: i. Liviana: arena y arena franca ii. Mediana: franco, franco-arenoso y franco-limoso iii. Pesada: franco-arcillo-arenosos, franco-arcilloso y franco-arcillo-limoso iv. Muy pesada: arcillo-arenoso, arcillo-limoso y arcilla	
C	-	grados centígrados
mm	-	milímetros
cm	-	centímetros
km	-	kilómetros
km/h	-	kilómetros por hora
gr	-	gramos
mmhos	-	milimhos (milésimos de Siemens Internacional)
S-% Na	-	Sales % de Na

Capítulo 1

INTRODUCCION

1.1 BOSQUEJO DE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO

En el plan de operaciones para el Proyecto PNUD/FE titulado: "Estudio sobre el Uso del Agua y de la Tierra para el Desarrollo de la Cuenca del Río Huaura", se define a este proyecto diciendo: "el propósito del proyecto es el de llevar a cabo un amplio estudio de los recursos de tierra y agua en la cuenca del valle del Río Huaura y elaborar planes para la creciente utilización de estos recursos."

En el caso particular del estudio de los suelos, los objetivos del proyecto consistieron en determinar sus características particulares, así como su distribución y extensión dentro de la zona del proyecto, evaluándolos según su capacidad para producir cosechas y de acuerdo con sus respuestas al manejo agrícola y con su comportamiento en el riego.

En vista de las condiciones actuales de la zona abarcada por el proyecto, se decidió dividirla en dos regiones: en la primera, formada por el Valle Bajo del Río Huaura donde las tierras poseen la mayor capacidad actual y potencial para la producción agrícola, los suelos fueron objeto de un estudio semi-detallado; en la segunda, formada por el Valle Alto del Río Huaura, de suelos con mayor pendiente y en general más pobres, se hizo sólo un estudio exploratorio.

1.2 DESCRIPCION DE LA EJECUCION DEL PROYECTO

1.2.1 Fecha de Iniciación y Terminación

El Plan de Operaciones para el proyecto fue firmado el 25 de mayo de 1966 y éste fue oficialmente declarado operacional el 30 de agosto de ese mismo año.

Los estudios de los suelos del Valle Bajo del Río Huaura fueron iniciados por el edafólogo de la FAO en septiembre de 1966 y se terminaron en marzo de 1968. A principios de mayo de este mismo año se inició el estudio de los suelos del Valle Alto del Río Huaura, y se terminó a mediados de junio de 1968, habiéndose redactado inmediatamente después el presente informe.

1.2.2 Delimitación de las Regiones Estudiadas y sus Rasgos Característicos

Región del Valle Bajo del Huaura

La región estudiada comprende la parte baja de la cuenca del río Huaura y parte del río Chico incluyendo, además, los sistemas de riego de San Felipe y Santa Rosa que, si bien no pertenecen a la cuenca del río Huaura, son regados con sus aguas. El conjunto de las tierras bajo riego suman 32 000 ha y la superficie total estudiada llegó a 100 000 ha.

El valle de San Felipe se encuentra en la margen derecha del río Huaura, a unos 10 km al norte de la población de Huacho y lo cruza la carretera Panamericana. El valle es amplio y plano, se extiende frente al mar y tiene una altitud media de 70 m, estando actualmente bajo cultivo el 48% de su superficie.

El sistema de riego de Santa Rosa se encuentra en la margen izquierda del río Huaura y ocupa un valle amplio, plano y cerrado en parte, a unos 400 m sobre el nivel del mar y distante de él unos 16 km. Como en el caso del valle de San Felipe, se cultiva el 50% de la superficie. Casi la cuarta parte de las tierras, en la porción inferior del valle, están afectadas por las sales a consecuencia del alto nivel del manto freático.

El valle principal del río Huaura, el de mayor importancia agrícola en la zona, es una faja estrecha, que corre paralela al río, desde la población de Sayán hasta la desembocadura, cerca de Huacho, donde esta faja se amplía.

Los estudios en semi-detalle para los suelos de esta región se hicieron empleando material a la escala de 1:50 000 y abarcaron, además, las pampas vecinas a Huacho, principalmente la que se extiende por unos 46 km al sur de esta ciudad, hasta el km 87 de la carretera Panamericana y a ambos lados de la misma.

Región del Valle Alto del Huaura

La región estudiada tiene una extensión aproximada de 400 000 ha y está ubicada a unos 10 km al oeste de la población de Sayán, colindando con las cuencas de los ríos Huayaga, Marañón, Supe y Chancay, y abarcando en su totalidad a la zona conocida en el país como La Sierra, la cual forma parte de la cordillera de Los Andes.

Toda esta zona es muy montañosa y quebrada, con relieves cuya altura va desde algunos centenares de metros hasta superar, a veces, los 2 000 m. Las alturas sobre el nivel del mar oscilan entre 700 y más de 5 000 m. El paisaje es muy variado, cambiando desde montañas completamente desnudas, o con poca vegetación herbácea y matorrales, hasta cumbres nevadas de glaciares suspendidos.

Las superficies cultivadas en las cimas y laderas de las montañas, se encuentran a altitudes superiores a los 2 500 m, donde se registra alguna precipitación pluvial. Porciones susceptibles también de cultivo son las riberas de los ríos, si bien presentan el inconveniente de ser muy pedregosas.

Los trabajos se efectuaron empleando fotografías aéreas verticales, a escala aproximada de 1:60 000, tomadas en noviembre de 1961. Las delimitaciones se hicieron en base a la altura sobre el nivel del mar, ya que existe una relación directa entre la altitud y la precipitación pluvial.

Capítulo 2

DESCRIPCION GENERAL DE LA ZONA

2.1 VALLE BAJO DEL HUAURA

2.1.1 Localización

La zona estudiada está ubicada en el departamento de Lima, Provincia de Chancay. En sus límites se encuentran: al norte, el valle de San Felipe y las montañas que corren paralelas a la margen derecha del río Huaura; al Sur, la quebrada del río Seco; al oeste, las poblaciones de Vegueta, Huacho y el oceano Pacífico; y, al este la población de Sayán.

2.1.2 Clima

El clima dominante en la región pertenece al subtropical desértico. Sin embargo, la ubicación geográfica de tal tipo de clima en esta región no coincide exactamente con la que normalmente le corresponde, debido a la acción modificadora de la corriente de Humboldt, de aguas muy frías, que afecta a la temperatura de la faja costera, hasta unos 20 km tierra adentro y hasta unos 500 m de altura sobre el nivel del mar. En esta faja prevalecen nublados casi constantes, con alta humedad relativa, durante los meses de junio a septiembre; además, la corriente de Humboldt afecta la dirección dominante de los vientos, los cuales corren de suroeste a noreste y alcanzan velocidades mayores que en las pampas. La velocidad del viento durante el día varía de la calma completa, hasta unos 14,4 km/h a media mañana; hacia el mediodía alcanza velocidades de hasta 20 km/h e incluso ocurren rachas frecuentes que llegan hasta unos 50 km/h o más. Mediante observaciones en la zona de las dunas, que se prolongaron durante cuatro meses, se pudo comprobar que las dunas grandes avanzan unos 13 cm diarios, y las pequeñas llegan a avanzar hasta 32 cm por día.

Desde el punto de vista agrícola el factor más importante sobre el cual influye la persistente nubosidad en la zona, es el de la irradiación solar. La nubosidad reduce muy considerablemente el foto-período y su consecuencia debe ser la prolongación del período vegetativo de los cultivos que se practiquen cerca de la costa, en comparación con los que se hagan tierra adentro. Además, la alta humedad relativa puede ser responsable de una mayor incidencia de las enfermedades fungosas, así como de una menor transpiración de las plantas y menor evaporación.

La precipitación pluvial en la zona es casi nula, ya que sólo llega a unos 10 mm anuales. Las temperaturas medias son de unos 17°C, durante el invierno y de unos 24°C en el verano, coincidiendo el período más frío (junio a octubre) con la menor irradiación solar en esta faja costera.

2.1.3 Fisiografía

En su Informe Preliminar sobre la Contribución Geológica al Proyecto Huaura, Cobbing y Amos dicen, respecto a las formaciones geológicas de la zona ... "Está dividida en cuatro fajas distintas que corren más o menos paralelas a la costa.

"La faja de la costa consiste en rocas volcánicas finamente estratificadas, dentro de las cuales se han encontrado ocasionalmente capas de calizas y areniscas. Las rocas volcánicas están constituidas por lavas andesíticas, cenizas sedimentadas y diagenizadas.

"Gran parte de las rocas volcánicas fueron depositadas en una cuenca submarina, los materiales piroclásticos inconsolidados fueron afectados por corrientes de turbidez y redepositados como sedimentos. Algunos de estos estratos contienen fósiles del período cretáceo y, consecuentemente, esta faja debe considerarse como perteneciente a ese período.

"Al este de las rocas volcánicas siguen rocas intrusivas complejas, las cuales cortan a los estratos volcánicos cretáceos y, en algunos lugares, los metamorfizan ligeramente, pero sin causar deformación.

"El complejo intrusivo consiste en una fase antigua de dioritas y gabros, los cuales están intrusionados por dos grandes cuerpos de tonalita. La primera tonalita de Santa Rosa ocupa la mitad occidental del complejo, en tanto que la otra, o tonalita de Paccho, ocupa la mitad oriental. Más o menos a lo largo de la línea media que separa a las dos tonalitas, hay cuerpos intrusivos en forma de anillos: uno pequeño en el valle de Chancay, y uno grande y compuesto en el valle del Huaura, inmediatamente al oeste de Sayán."

En vista de las afirmaciones hechas por Cobbing y Amos, en relación con la zona cuyos suelos se estudiaron, se puede decir, en resumen, que las formaciones geológicas circundantes, a lo largo de la zona del litoral y paralelas a la costa, pertenecen a los volcánicos. En esta faja se incluye al sistema de riego de San Felipe, así como a parte del valle del Huaura, a la altura casi de la hacienda Vilcahuaura en el km 11 de la carretera a Sayán, y abarca también a las pampas adyacentes a la carretera Panamericana, al sur de la población de Huacho.

En el valle de San Felipe los estratos inferiores están formados por sedimentos desérticos de materiales volcánicos; es decir, materiales andesíticos angulares estratificados, de diferente tamaño y cercanos a la superficie, pero en la parte centro-sur del valle, estas capas se encuentran cubiertas por depósitos eólicos de 80 o más centímetros de espesor.

En el valle del Huaura propiamente dicho, los materiales inferiores se caracterizan por ser estratos gruesos de cantos rodados, arrastrados por el río, que forman un complejo en lo que al origen de los materiales se refiere, habiendo cuarcitas, lutitas, adamelitas, calizas, etc. Lo anterior se refiere a la parte baja del valle, pero en la parte alta, sobre la margen derecha del río, los materiales subyacentes son de origen coluvial de adamelita, que es la composición de las montañas que encierran al valle del Huaura, desde la población de Sayán hasta el km 11.

En el valle de Santa Rosa los estratos inferiores están constituidos por materiales de origen coluvio-aluvial de tonalitas, que es la composición de las montañas que lo rodean en las partes oriental y media; en el lado occidental está rodeado de montañas compuestas principalmente de gabro.

La observación de las características del valle indica que los antiguos ríos y los arrastres de materiales, han tenido lugar predominantemente de oriente a poniente; de ahí la mayor influencia que han tenido los materiales de tonalitas que se encuentran en los estratos inferiores de esta zona.

Los estratos subyacentes de la faja de tierra que se extiende desde el extremo sur del valle de San Felipe, hasta el km 87 de la carretera Panamericana norte, están constituidos por materiales de origen volcánico, intrusionados por depósitos de cantos rodados, de origen marino, en trechos cercanos a la costa, estando cubiertos, en su mayor parte, por materiales eólicos no consolidados, con capas que varían de espesor de un lugar a otro.

La forma fisiográfica de la zona es característica de la costa del país y se presenta, a lo largo del litoral, como una franja paralela al mar más o menos plana, interrumpida a veces por afloramientos rocosos. Ello es así hasta llegar a los ríos, en este caso el del Huaura, en donde las planicies se ensanchan, sobre todo cerca de las desembocaduras, y se prolongan a lo largo de los cauces en fajas que se van estrechando al alejarse del mar. Estas son las franjas de verdor del litoral que interrumpen el paisaje predominante, árido y desprovisto de vegetación.

En general se puede considerar que el drenaje de esta zona va de bueno a excesivo. Debido a su posición las vegas del río tienen un drenaje pobre, pero con esta sola excepción: aquellas otras superficies en que el drenaje no es satisfactorio ello es a causa, por lo común, de fallas en la planeación de las obras de riego al no proporcionar salida adecuada al exceso de agua de riego.

2.1.4 Vegetación

En la zona casi no existe vegetación natural, a no ser en las áreas de influencia del río y en una pequeña porción del extremo suroeste de la zona del proyecto, conocida localmente como Loma de Doña María y de Lachay, en donde hay mayores condensaciones de la neblina que cubre a esa zona durante casi todo el invierno. A la orilla del río existe vegetación arbustiva y de matorral, además de alguna vegetación hidrófila. En las superficies bajo riego se observan algunas malas hierbas, cuyas semillas han sido arrastradas por las aguas de riego. Es de hacer notar que también en algunos trechos de las pampas existe alguna vegetación xerofítica, conocida en la localidad con el nombre de "achupaya".

2.2 VALLE ALTO DEL HUAURA

2.2.1 Localización

La zona estudiada se encuentra en el departamento de Lima, perteneciendo a la provincia de Cajatambo las partes media y superior y a la de Chancay la parte inferior. La zona limita al norte con la cuenca del río Supe; al este con las cuencas del Marañón, el Huallaga y el Mantaro; al sur con la cuenca del río Chancay, encontrándose en el límite oeste la población de Sayán.

2.2.2 Clima

La precipitación en la parte alta del valle varía en relación directa con la altitud. A partir de la población de Sayán (cota de 640 m) la precipitación es de unos 20 mm anuales. Entre este punto y la cota de 2 200 m aumenta hasta llegar a 100 mm anuales. De los 2 600 m a los 3 800 m de altitud la precipitación aumenta de 300 mm a 500 mm y de los 3 800 m a los 5 000 m el incremento de la precipitación, en relación con la altitud, es todavía más rápido, pues pasa de 500 mm a 1 200 mm al año. (Ver Gráfico). Cabe señalar que en los sitios de mayor precipitación, el período de lluvias es también más largo, llegando a incluir hasta 11 meses del año. En cambio, en la isohieta de 300 mm el período de lluvias, o de máxima precipitación es aproximadamente de 3 meses, de enero a marzo. Además, la época de mayor precipitación coincide con la de más altas temperaturas.

2.2.3 Fisiografía

Los datos de geología de la zona han sido tomados literalmente del informe del Dr. J. B. Cobbing, titulado Avance de la Contribución Geológica al Proyecto Huaura.

"Hasta el este de Sayán, después de las rocas intrusivas, sigue una gran extensión de lavas y cenizas volcánicas estratificadas en bancos gruesos. Estas rocas se supone pertenecen al terciario inferior, aun cuando hay pocas bases para afirmarlo.

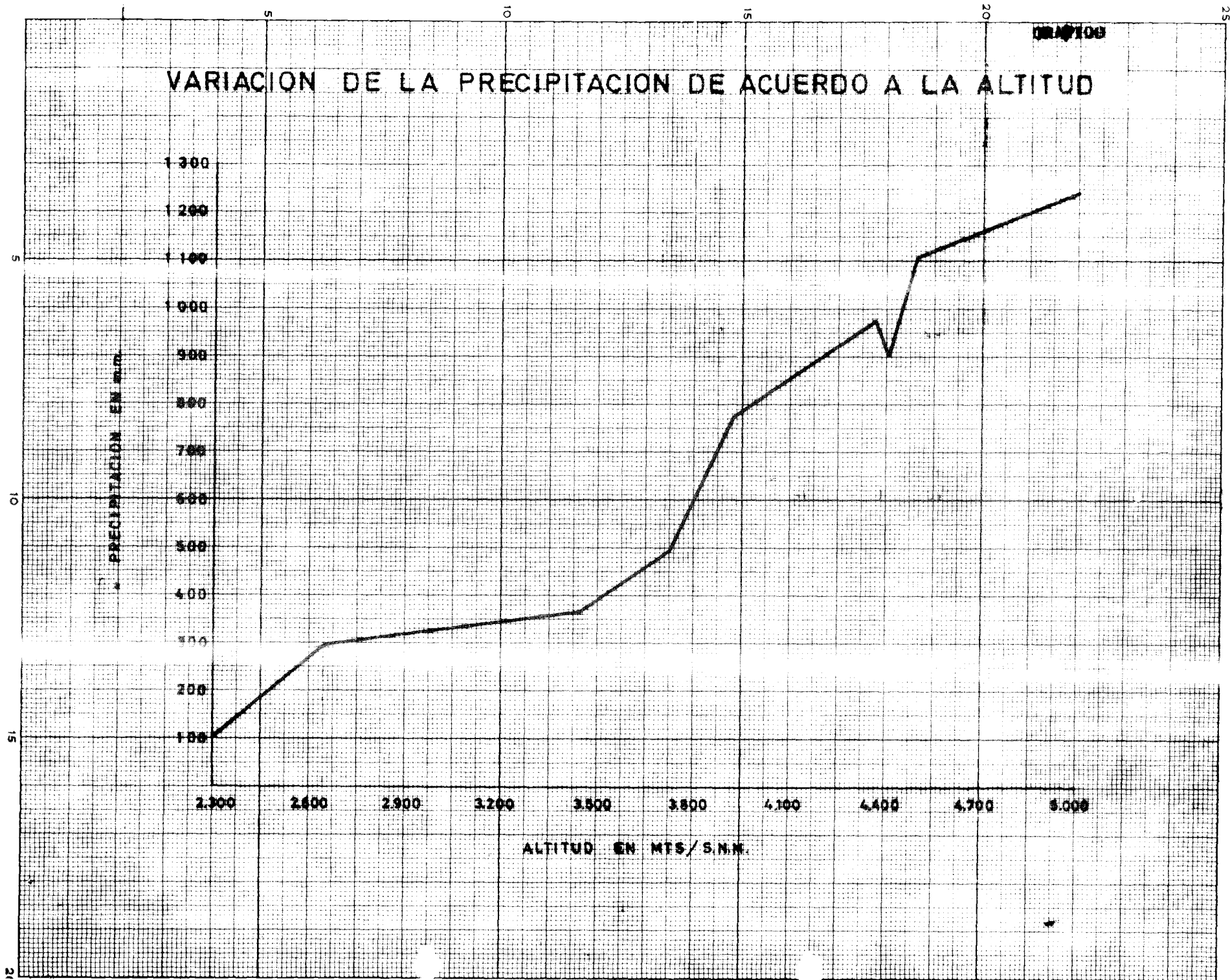
"Los volcánicos terciarios son suavemente ondulados. En la base de esta enorme secuencia aparecen volcánicos de estratificación fina; estos, en contraste con los bancos gruesos de la parte superior, están muy plegados.

"En la vecindad de Churín en vez de la faja volcánica aparece la faja de rocas sedimentarias del cretáceo. Estos sedimentos están altamente plegados y fallados y los volcánicos terciarios yacen en forma discordante sobre ellos. Esto demuestra que el plegamiento y el fallamiento de los sedimentos del cretáceo, se produjo antes de la deposición de las rocas volcánicas.

"Los sedimentos del cretáceo son, al menos en parte, de la misma edad de los volcánicos de la costa y probablemente estuvieron conectados con ellos dentro de una secuencia sedimentaria. El cambio de facies, ya no se puede observar porque está intrusionado por el complejo granítico y cubierto por el volcánico terciario.

"Los sedimentos del cretáceo consisten en areniscas, calizas y lutitas. Esta secuencia está fuertemente plegada, y por los flancos de los pliegues se han desarrollado sobre-escurrimientos. Una zona de intensos escurrimientos, coincide más o menos con la Divisoria Continental. Hacia el este de la Divisoria se desarrolla una zona de plegamientos amplios y abiertos. Tanto la zona de plegamiento apretado como la de plegamientos abiertos están cortadas por numerosas fallas transversales. Algunas de estas fallas son grandes e importantes controles para la mineralización, particularmente cuando existen pequeñas intrusiones que están asociadas con ellas.

"Los sedimentos cretáceos están cubiertos en forma discordante por las areniscas rojas del terciario inferior; estas últimas también están afectadas por el plegamiento y fallas de las rocas del cretáceo.



"En tiempos del pleistoceno las partes altas de las cadenas montañosas fueron glaciadas y todavía existen remanentes glaciares en varios puntos a lo largo de la Divisoria Continental. La mayoría de las cuencas que actualmente se están usando para almacenar agua, o que están en consideración para tales fines, son producto de la erosión glacial y más o menos modificadas por los depósitos de morenas."

Como se indicó en la Introducción, la forma fisiográfica es bastante abrupta y diseccionada, con relieves bastante grandes. De la cota de 2 300 m hacia el oeste o hacia la población de Sayán, las montañas se encuentran en su mayoría desprovistas de vegetación, con pequeñas excepciones en algunos sitios en que crecen cactáceas aisladas. Las montañas son muy abruptas y pedregosas, debido exclusivamente a la meteorización física. En cambio, arriba de dicha cota, se observan ya algunas montañas de cimas más redondeadas, pero siempre con marcado relieve, siendo a partir de esta altitud donde se han establecido la mayoría de los centro poblados.

2.2.4 Vegetación

La vegetación en la sierra no es muy variada, predominando los matorrales y algunas gramíneas. La arbustiva y arbórea ha sido prácticamente aniquilada, quedando sólo pequeños remanentes en zonas aisladas.

En las regiones de escasa lluvia sólo se encuentran algunas cactáceas. Entre las isohietas de 100 y 300 mm aparecen gramíneas y algunos agaves. Quizá sería posible incrementar la población de estos últimos, para utilizar su fibra en una industria artesanal.

Capítulo 3

LOS SUELOS

3.1 VALLE BAJO DEL HUAURA

3.1.1 Métodos Cartográficos

El estudio de los suelos se efectuó usando fotografías aéreas a una escala aproximada de 1:15 000 y con mosaicos controlados a esa misma escala, en papel doble grueso y mate. Las fotografías fueron tomadas en abril de 1966 y, en general, son de buena calidad, pero en algunas de las correspondientes a la zona de las pampas faltó contraste y esto hizo casi imposible la apreciación de los accidentes del terreno, así como la ubicación de los pozos de observación.

El mapa básico se elaboró mediante reducción por pantógrafo, de la escala 1:15 000 de los mosaicos, a una escala 1:50 000, que es la del mapa.

El extremo sudoccidental de la zona no quedó incluido dentro del juego de fotografías citadas antes y por ello se empleó un juego de fotografías tomadas en noviembre de 1961 a una escala de 1:60 000, fotografías que fueron amplificadas para facilitar su utilización en el trabajo.

El trabajo del campo se llevó a cabo efectuando antes un estudio de las fotografías, para hacer después las visitas al terreno. Durante ellas se realizaron las delimitaciones empleando estereoscopio de bolsillo. Antes, sin embargo, se habían efectuado varios recorridos para conocer la zona. Los pozos se cavaron con pala y barrena, a una profundidad de 1,50 m y con una separación de unos 800 m. Cuando el campo era bastante homogéneo esta distancia se aumentó, pero cuando se observaban variaciones notorias en el perfil, se redujo esta distancia. Cuando se consideró que un cierto perfil era representativo de una superficie, se efectuaron calicatas para describirlo y tomar muestras. Estas calicatas tenían 1,50 m de profundidad, 1 m de ancho y 2 m de largo. Se hicieron, además, algunas perforaciones con barrena a más de 2 m de profundidad.

En las pampas fue imposible el uso de la barrena por la textura arenosa de los suelos, así que las perforaciones se efectuaron con pala, siendo necesario cavar pozos grandes debido a la inestabilidad de las paredes. En estos lugares se utilizó la barrena sólo para alcanzar mayor profundidad y tratar de descubrir la existencia y profundidad de algún estrato endurecido.

Las delimitaciones de los diferentes tipos de suelos se hicieron en las fotografías aéreas para luego, en la oficina, trasladarlas a los mosaicos. Una vez terminada una zona las delimitaciones hechas se redujeron con el pantógrafo, para colocarlas en el mapa básico.

3.1.2 Análisis Físico-Químicos

Las determinaciones físico-químicas fueron efectuadas en los laboratorios de la estación experimental de La Molina (SIPA) donde se llevaron a cabo los siguientes análisis:

- i. textura: método del hidrómetro;
- ii. materia orgánica: método Walkley y Black;
- iii. pH: potenciómetro (relación suelo/agua 1/25);
- iv. C.E.: conductividad eléctrica del extracto de saturación en mmhos por cm a 25°C; aparato Solubridge;
- v. CaCO₃: % de carbonato de calcio; gasométrico;
- vi. P₂O₅: asimilable; método de Olsen (NaHCO₃ 0,5 M, pH 8,5);
- vii. K₂O: asimilable; método de Morgan (NaHOAc, pH 4,8);
- viii. N Total: método de Kjeldahl;
- ix. capacidad de cambio: miliequivalentes por 100 gr de suelo NH₄OAc, 1 N a pH 7,0;
- x. cationes cambiables: Na y K mediante fotómetro de llama; Ca y Mg por versenato. Sales solubles - cationes y aniones solubles en el extracto de saturación, expresado en miliequivalentes por litro de extracto.

3.1.3 Propiedades Generales de los Suelos

Los suelos más importantes en la zona son los aluviales, que se encuentran únicamente a orillas del río y se les ha dividido según la característica textural del perfil y las condiciones del drenaje. Tenemos así suelos de textura liviana, moderada y pesada; y, suelos de drenaje pobre. Por sus características físico-químicas estos suelos son los mejores de la zona, los más desarrollados y en algunos casos, como en los de la serie AND, presentan ya un horizonte B incipiente; en cambio, los otros suelos de la zona son de característica AC, con excepción de los suelos de las pampas, en los que todos los horizontes son "C", siendo los peores por sus condiciones, tanto físicas como químicas, para la explotación agrícola, y son, en general, de moderada a fuertemente alcalinos, con una conductividad eléctrica superior a 4 y, a veces, superior a 8. El por ciento de Na cambiante es a menudo superior a 15; pero esta alcalinidad, como se indica en las Recomendaciones, no es de mayor significación como factor limitante de estos suelos, pues su estructura arenosa facilita su lavado.

En los suelos con características salino-sódicas, que agrupan tanto a los suelos de pampa, de textura liviana, como a los pertenecientes al grupo de los aluviales, la salinidad sódica es más grave, debido a la textura más pesada del suelo, que dificulta su corrección. Dentro de este grupo se pueden distinguir dos condiciones de drenaje: restringido, como en los suelos de la serie CAL; y pobre, como en los de la serie VIL.

Los suelos aluviales tienen como estratos inferiores gruesas capas de grava y de piedras redondeadas (cantos rodados) de diferente origen.

Cerca de la población de Sayán, la topografía consiste en diferentes terrazas planas, a niveles distintos. Más abajo, las terrazas se amplían y, por lo general, son dos de ellas las más notables: una baja, de vegas, y una alta amplia y plana, que es donde se practican los principales cultivos de la zona: algodón, caña de azúcar, maíz, etc.

Al identificar las unidades entre los suelos de las pampas se consideraron, en cambio, factores tales como la roca madre; distinguiéndose los de origen volcánico, los procedentes de adamalitas y tonalitos y los que son el producto de la deposición eólica; además, se tuvo en cuenta la profundidad de las capas de grava, así como la pendiente, pues existen regiones en que hay desde tierras planas hasta muy inclinadas. Sus características físico-químicas son muy similares.

3.1.4 Unidades Cartográficas de los Suelos (Ver Cuadro 1)

i. Serie Algarrobal (símbolo ALA)

Fisiografía

Tierras altas, planas e inclinadas, con pendientes hasta de un 12%, formadas por depósitos eólicos arenosos que a menudo presentan un micro relieve de pequeñas dunas de unos 30 cm de alto. El drenaje es excesivo.

Suelos

Son suelos arenosos finos, sueltos, sin estructura, de color pardo gris, profundos, en que a veces hay uno o dos estratos delgados (de unos 10 cm de espesor) con un contenido de 1 a 3% de grava fina. Entre los 20 y 60 cm de profundidad el perfil tiene un aspecto granular, debido a las sales; asimismo se observan ya, capas suaves de cal en forma de manchas o en estratos, que aparecen más a menudo a profundidades mayores de 60 cm. Ocasionalmente, se encuentra una costra caliza formando parches, de superficie endurecida, de unos 2 cm de espesor. Se observan, además, en algunos sitios, parches con superficie aproximada de 1 hectárea, formados por grava gruesa y algunas piedras que cubren un 3% de la superficie. A veces los estratos inferiores son de color pardo amarillento. Estos suelos son siempre profundos (más de 2 m).

Conviene mencionar que entre estos suelos se han incluido los encontrados en las lomas llamadas de Doña María y de Lachay, de textura arenosa muy fina, de color pardo gris muy oscuro y de consistencia suave, sin estructura, de granos simples, no plásticos ni pegajosos, que contienen abundantes raíces hasta unos 70 cm de profundidad. A mayor profundidad cambian a un color pardo amarillento, sin que varíen sus otras características. Son suelos muy profundos y con mejor capacidad de retención de la humedad debido a su contenido de materia orgánica. En invierno cubre a estas superficies una vegetación herbácea que es utilizada para pastoreo extensivo el cual acaba con dicha vegetación, dejándola muy seca, de suerte que el suelo queda descubierto durante el verano.

Estos son los mejores suelos de todas las pampas.

Cuadro 1

CRITERIOS DE DIFERENCIACION DE UNIDADES

Sim-bolo	Categoría	Roca Madre	Textura Perfil	Profundidad	Topografía	Drenaje	% Piedras	Otros
ALA	Serie	Mat. Eólico	Liviana	150 cm	Plana	Excesivo	0,1 - 2	
ALB	Fase	" "	"	150 "	Ondulada	"	0,1 - 2	
AL2	Tipo	" "	Mediana	150 "	Plana	"	0	
ALS	Fase	" "	Liviana	150 "	"	Restring.	0	S-% Na.
AND	Serie	Aluvial	Pesada	150 "	"	Bueno	0	
AN2	Tipo	"	Mediana	150 "	"	"	0	
CAA	Serie	Volcánico y Eólico	Liviana	40 "	"	Excesivo	0,1 - 1	
CAB	Fase	" "	"	30 "	"	"	15	
CAS	"	" "	"	80 "	"	"	0,1 - 1	S-% Na.
CAL	Serie	Aluvial	Mediana	150 "	"	Restring.	0,1	S-% Na.
CHA	"	"	"	150 "	"	Bueno	0	
HUA	"	"	Pesada	120 "	Vega	Pobre	0,1 - 1	
HUC	Complejo	"	Liviana y Pesada	60 "	"	"	3	
HUB	Serie	"	Ligera	60 "	"	"	0,1 - 1	
LUR	"	"	Liviana	150 "	Plana	Restring.	0	Sales
NIM	"	Tonalito Coluvio Aluvial	"	150 "	"	Excesivo	0,1	
NIS	Fase	" " "	"	150 "	"	Restring.	0,1	Sales
PAC	Tierra	Pedregosa						
PPA	Complejo	Volcánico y Eólico	"	60 - 150 cm	Inclinada	Excesivo	0,1 - 3	
PPB	Fase	" "	"	60 - 150 cm	Ondulada	"	3 - 8	
RON	Serie	Aluvial	Pesada	110 "	Lig. Inclinada	Bueno	0,1 - 1	Ordenación _{HOZ}
ROO	Fase	"	"	Variab.	Muy Incl.	"	15	
SIA	Serie	Adamelita	Liviana	150 cm	Inclinada	Excesivo	0,1 - 1	
SI2	Tipo	"	Mediana	250 "	"	"	0,1 - 1	
SIC	Fase	"	Liviana	Variab.	Muy Diseccionado	"	15	
VEG	Complejo	Volcánico	"	40 - 150 cm	Plano Ondulado	Exc. Pobre	0,1	
VIL	Serie	Aluvial	Pesada	150 "	Plana	Pobre	0	S-% Na.
VIU	"	Adamelita	Mediana	150 "	"	Bueno	0	
VIZ	Fase	Adamelita	"	150 "	Inclinada	"	0,1 - 1	

Uso Actual

Son pampas áridas, sin vegetación, con excepción de las lomas de Doña María y Lachay en que a veces se encuentran algunas manchones de una vegetación xerofítica llamada localmente "achupaya".

Amplitud de la Serie

Fase Algarrobal muy Inclínada (símbolo ALB)

Esta unidad es similar a lo anterior y se diferencia en que las pendientes son mayores del 12%, llegando hasta el 20%; además, la cantidad de grava gruesa y parches calizos es un poco mayor que en la unidad anterior.

Fase Algarrobal Salina (símbolo ALS)

Unidad similar a la ALA, diferenciándose de ella por la alta concentración de sales y a veces, por el alto contenido porcentual de Na (superior a 15%). Ello da lugar a la formación de una costra de sal superficial de unos 10 cm de espesor debida, en algunas partes, al mal drenaje y en otras a la proximidad del mar.

Tipo Algarrobal Franco-Arenoso (símbolo AL2)

Este tipo se diferencia de la serie en que la textura del horizonte superior es franco-arenosa, de color pardo muy oscuro y de 40 cm de espesor. Como estos suelos se hallan siempre bajo cultivo, sus condiciones de salinidad y contenido de sodio son normales, estando ausentes también los parches calizos y la grava gruesa en la superficie. Son suelos de buena productividad.

ii. Serie Andahuasi (símbolo AND)

Fisiografía

Terraza aluvial alta y plana, con pendiente de 1 a 2%. Los estratos inferiores están compuestos de cantos rodados. El drenaje es bueno.

Suelos

Son suelos de origen aluvial, antiguos, de color pardo grisáceo muy oscuro, de textura franca y estructura en migajón a granular, algo débil y fina; ligeramente pegajosos y ligeramente plásticos cuando están mojados; húmedos son firmes y secos son ligeramente duros. Sus poros son regularmente abundantes y de finos a muy finos en diámetro; esto es así, hasta una profundidad de unos 40 cm. Los horizontes inferiores, hasta más de 1,50 m de profundidad, son de color pardo a pardo grisáceo oscuro, de textura franco-arcillosa y consistencia plástica y pegajosa; cuando están húmedos son firmes, siendo duros cuando están secos. La estructura es en bloques angulares, moderados y medianos; el contenido de poros es normal y éstos son finos a muy finos. Las raíces son medianamente abundantes y de grosor medio. El pH

varía de 7,8 a 8,0. Son suelos compactos, de alta capacidad de retención de humedad y de alta fertilidad. Es posible encontrar en ciertos sitios algunos estratos más ligeros y hasta arenosos, así como algunos cantos rodados y artefactos antiguos de loza cocida.

Uso actual

De estas tierras se obtienen abundantes cosechas de algodón, caña de azúcar y maíz; y, en menor escala, se siembran otros cultivos.

Amplitud de la Serie

Tipo Andahuasi Franco-Arenoso (símbolo AN2)

Es similar a la serie anterior sólo que el horizonte superior, hasta 40 o 50 cm de profundidad, es de textura franco-arenosa, ligeramente pegajoso y ligeramente plástico cuando está mojado; cuando está seco es suave y cuando está húmedo es friable. Como en la serie anterior, también se encuentran algunos horizontes inferiores de textura más liviana.

iii. Serie Camay (símbolo CAA)

Fisiografía

Tierras de valles planos y por lo general amplios; los estratos inferiores son pedimentos desérticos; o sea, estratos de grava angular, parcialmente recubiertos por arena de origen eólico. El drenaje es excesivo.

Suelos

Son suelos de color pardo grisáceo oscuro, de textura arenosa, sin estructura, de consistencia suelta. La característica principal de estos suelos es un estrato de 30 cm de espesor, que contiene un 40% de grava angular, fina a mediana, que se encuentra a 30 cm de profundidad, y a veces hasta a los 80 cm. A una profundidad de 40 a 60 cm, se observan en el perfil unas manchas suaves, calizas y a veces pequeñas concreciones también calizas. En la superficie se encuentra grava gruesa, pero no en forma continua, sino en manchas.

Por las características propias del perfil, estos suelos son de baja productividad. En los que se encuentran bajo explotación sería recomendable practicar sólo cultivos permanentes.

Uso actual

Se cultiva un poco de maíz y alfalfa, además de otros cultivos en menor escala.

Amplitud de la Serie

Fase Camay Pedregosa (símbolo CAB)

Son **suelos similares** a los CAA, pero tienen mayor cantidad de piedras en la superficie; y a veces también se encuentra en el perfil grava gruesa y **piedras en más del 15%**. La **topografía** suele ser ondulada y diseccionada.

Fase Camay Salina (símbolo CAS)

Se diferencia de la serie CAA en que a unos 20 cm de profundidad se encuentra una costra de sal de unos 10 cm de espesor, que se profundiza, pero mezclada con grava, dando a los estratos de grava una consistencia ligeramente dura.

iv. Serie Caldera (símbolo CAL)

Fisiografía

Terraza aluvial plana con estratos inferiores conteniendo cantos rodados. El drenaje es restringido.

Suelos

Son suelos cuyas características han sido determinadas por las deficiencias en el drenaje. Son de textura mediana, de color pardo gris oscuro en la superficie, de textura franco-limosa y con estructura de migajón débil y fino; ligeramente pegajosos y ligeramente plásticos, estando húmedos son friables y ligeramente duros cuando secos; esto es hasta una profundidad de 40 cm. A mayor profundidad los estratos pueden ser a veces más oscuros, volviéndose más moteados y amarillentos a medida que se profundiza. Estos estratos varían de francos a franco-limosos, de consistencia ligeramente pegajosa y ligeramente plástica, friables si están húmedos y suaves si están secos y con abundantes poros. En el perfil se aprecian ciertas concreciones calichosas abajo de los 40 cm de profundidad y en los estratos que en general están más húmedos. Una variante en este perfil es que a veces se encuentran, entre los 50 y los 100 cm, algunos estratos arenosos discontinuos. Son suelos de moderada capacidad de producción, la cual se puede incrementar mejorando el drenaje y haciendo aplicaciones de yeso, para bajar la concentración tóxica del Na.

Uso Actual

Se cultiva en ellos algodón, maíz y algunas hortalizas. En el caso del maíz se logra, en apariencia, un buen desarrollo de la planta, pero el rendimiento es moderado.

v. Serie Chambara (símbolo CHA)

Fisiografía

Terrazas aluviales altas, planas y ligeramente onduladas, cuyos estratos inferiores están constituidos por cantos rodados. El drenaje es bueno.

Suelos

Son suelos de color pardo gris muy oscuro, de textura mediana (francos) a través de todo el perfil; son profundos, suaves si están secos y friables, y ligeramente pegajosos si están húmedos; presentan abundantes poros intersticiales. Con el aumento de la profundidad el color cambia a pardo, a pardo oscuro y, a veces, a pardo amarillento oscuro. Son suelos de alta capacidad de retención de la humedad y alta productividad.

Uso Actual

Se cultiva algodón, caña de azúcar, maíz, frijoles, hortalizas, etc., obteniéndose abundantes cosechas.

Amplitud de la Serie

Esta serie incluye suelos de textura franco arenosa, con estratos arenosos y, algunas veces, con pendientes hasta del 5%. Estos suelos tienen menor capacidad de producción que los de la serie descrita antes.

vi. Serie Huaura (símbolo HUA)

Fisiografía

Terrazas de inundación, planas, en que los estratos inferiores son depósitos gruesos de cantos rodados. El drenaje es pobre.

Suelos

Son suelos sujetos al peligro ocasional de las inundaciones. La superficie es de color pardo muy oscuro, por lo general de textura franca, con estructura de migajón moderado y grueso, consistencia ligeramente plástica y ligeramente pegajosa; friables cuando están húmedos y ligeramente duros cuando se secan; contienen abundantes poros muy finos. Los estratos inferiores son, por lo general, de textura franco-limosa o franco-arcillosa, de color pardo gris y con abundantes moteos rojizos. A menudo se encuentran bolsones de arena y piedra, muy moteados, a los 40 cm de profundidad. Además, a unos 60 cm de profundidad es común encontrar abundantes restos vegetales. En algunos perfiles suelen observarse nódulos calcáreos. En la superficie se encuentran parches de grava gruesa y a veces piedras en proporciones que varían del 0,1 al 1%. El manto freático se encuentra a una profundidad de 40 cm.

Uso actual

En estas tierras se cultiva algodón, maíz, hortalizas y, en algunos sitios con obras de drenaje, se siembra caña de azúcar. Los rendimientos son regulares.

Amplitud de la Serie

Estos suelos se hayan asociados a los de la serie HUB y constituyen del 10 al 20% de la superficie total.

vii. Serie Huacho (símbolo HUB)

Fisiografía

Terrazas aluviales de inundación, con estratos inferiores constituidos por depósitos gruesos de cantos rodados. Son suelos de drenaje pobre.

Suelos

Son suelos sujetos al peligro ocasional de inundaciones. Su color es pardo gris y su textura es arenosa a franco-arenosa, con moteos amarillentos, consistencia suelta, estructura masiva de granos simples con poros comunes muy finos. Entre los 40 y 60 cm de profundidad se encuentran estratos de grava y piedra redondeada. A esa profundidad se encuentra, a veces, el manto freático. A un metro de profundidad existe, a menudo, un estrato gris o negro, de textura limosa, y que a veces tiene depósitos de materia orgánica. En la superficie existen parches de grava gruesa o piedras, en cantidades que van de 0,1 a 1%.

Uso actual

Se cultiva algodón, maíz y hortalizas, con rendimientos regulares.

Amplitud de la Serie

Se encuentra asociada con la serie HUA, en un 10 al 15% de la superficie total.

Complejo Huaura Pedregoso (símbolo HUC)

Es un complejo de las series HUA y HUB, en proporciones casi iguales, pero con abundancia de cantos rodados (15%) en la superficie.

viii. Serie Luriana (símbolo LUR)

Fisiografía

Suelos planos, en valle cuyos estratos inferiores están constituidos por depósitos aluviales recubiertos por material eólico. El drenaje va de excesivo a restringido, debido a su posición.

Suelos

Son suelos de color pardo gris muy oscuro, friables, suaves cuando están secos, no plásticos ni pegajosos, de textura franco-arenosa hasta una profundidad de 50 a 60 cm. A mayor profundidad la textura es arenosa y el color es pardo gris, a veces con moteos comunes, gruesos y de color rojizo. Debido a su proximidad a afloramientos de aguas infiltradas procedentes de lugares más altos, estos suelos poseen en parte un drenaje restringido, con el consiguiente daño debido a la presencia de sales en la superficie. Esta zona abarca un 40% de la superficie total. En el resto el drenaje es hasta excesivo. Tienen buena capacidad de producción y moderada capacidad de retención de la humedad.

Uso actual

Debido a la zona que ocupan (cerca de las poblaciones) los cultivos principales son las hortalizas, con rendimientos moderados a buenos.

ix. Serie Niminga (símbolo NIM)

Fisiografía

Terrenos planos en valles amplios, con estratos inferiores de material aluvial parcialmente intemperizado y coluvial, principalmente de tonalito. El drenaje es excesivo.

Suelos

El horizonte superior de estos suelos, de unos 30 cm de espesor, es de color pardo a pardo grisáceo muy oscuro; textura de arena franca, sin estructura de granos simples; son de consistencia suave a suelta cuando están secos y suelta también cuando están húmedos, no siendo plásticos ni pegajosos cuando están mojados; contienen un 3% de grava fina. Cuando no han sido cultivados el pH es superior a 4 mmhos/cm y la concentración de Na es a veces mayor de 15%. En cambio, en las partes cultivadas, la concentración, tanto de sales como de Na, son normales.

Los horizontes inferiores son de color pardo amarillento, de textura arenosa por lo general gruesa; cuando están mojados tienen una consistencia ligeramente pegajosa y no plástica. Cuando están secos son duros y cuando están húmedos son friables. Carecen de estructura de granos simples y contienen de 1 a 3% de grava fina. En algunos sitios, a una profundidad mayor de 1 m, la arena es de color gris y ya no tiene esa consistencia ligeramente pegajosa cuando está mojada y suelta cuando está seca. Son suelos de moderada capacidad de producción y baja capacidad de retención del agua, siendo aptos para cultivos permanentes, tales como los frutales.

Uso actual

Se siembran en ellos casi todos los cultivos de la zona, pero se ha observado que en los cultivos de aradura los rendimientos son bajos; los cultivos permanentes, en cambio, y en especial los cítricos, alcanzan buen desarrollo.

Amplitud de la Serie

Fase Niminga Salina (símbolo NIS)

Esta fase es similar a la anterior, con la diferencia de que en ella se observan manchas de sal en la superficie y el suelo tiene el aspecto de estar húmedo. Esto es consecuencia de la falta de un buen drenaje y la consiguiente elevación del manto freático, que en algunos sitios aflora en la superficie. Esta condición se presentó hace pocos años y, a consecuencia de ella, los cultivos permanentes sembrados con anterioridad están siendo severamente afectados.

Pacayar Tierra Pedregosa (símbolo PAC)

Son superficies muy pedregosas no diferenciadas.

x. Complejo Pampas (símbolo PPA)

Fisiografía

Pequeños valles estrechos entre cerros y grandes dunas, ligeramente ondulados o inclinados, con pendientes del 2 al 12%. En varios sitios se observan pequeñas dunas, de unos 30 cm de alto. Los horizontes inferiores están compuestos de material eólico y en algunos lugares se encuentra material de descomposición (arena) de los cerros volcánicos adyacentes. En varios lugares se presentan manchones superficiales de grava gruesa y piedras, en cantidades que van del 1 al 3%. El drenaje va de algo excesivo a excesivo.

Suelos

En este complejo se han observado tres perfiles, que difieren por la presencia o ausencia de estratos endurecidos (fragipan). Tenemos, así, un perfil con horizonte superior de color pardo a pardo gris oscuro, textura arenosa de consistencia suelta tanto estando seco como húmedo y, sin estructura, hasta una profundidad de unos 30 cm. Más abajo continúa lo mismo, pero se observa una falsa granulación debida a la presencia de sales y la consistencia del suelo es suave; así mismo, se observan manchas blancas calizas de consistencia suave desde los 30 cm hasta un metro de profundidad. Esta variación es similar a la de la serie "ALA".

El segundo perfil se encuentra en los valles altos y se diferencia del anterior en que a los 60 cm de profundidad existe un estrato endurecido debido a la precipitación de la cal. El espesor varía de 30 a 50 cm y bajo él se encuentra un profundo estrato de arena. Este perfil tiene la particularidad de que el estrato endurecido no es continuo, sino que se presenta en un 20% de la superficie, asociado con el perfil anteriormente descrito.

El tercer perfil se encuentra en una superficie ocupada antiguamente por agua corriente o depositada. El sitio es conocido con el nombre de Pampa de Animas.

A una profundidad de 40 cm el perfil arenoso presenta estratos discontinuos, de material limoso, con restos vegetales y muy moteados. Algunos de estos estratos poseen una macroestructura prismática que bajo leve presión se deshace en bloques angulares moderados y gruesos, de consistencia plástica y pegajosa. Cuando está húmedo este suelo es firme y al secarse se endurece. Presenta poros intersticiales comunes, finos a muy finos. El espesor varía de 15 a 20 cm pudiendo llegar a veces hasta 1 m y más, pero la textura se torna más arenosa a medida que se profundiza. A veces también se presentan dos estratos, de material fino, interrumpidos por un horizonte arenoso. Como se indicó antes, estos estratos no son continuos y entonces el perfil es similar al descrito en primer lugar.

Amplitud de la Serie

Fase Pampas Muy Inclinada (símbolo PPB)

Suelos similares a los del complejo PPA, diferenciándose únicamente en que las pendientes son más fuertes (12 a 20%) y además, en que con frecuencia se encuentran en la superficie manchones de grava gruesa y a veces piedras.

xi. Serie Rontoy (símbolo RON)

Fisiografía

Terrazas aluviales algo inclinadas y amplias, con pendientes que llegan hasta el 3%. Los estratos inferiores son cantos rodados. El drenaje es bueno.

Suelos

Son suelos de color pardo a pardo muy oscuro en la superficie, de textura franca, friables cuando están húmedos, algo duros cuando están secos; y, ligeramente plásticos y muy poco pegajosos cuando están mojados. Pasando los 30 cm de profundidad, el color es pardo a pardo amarillento; la textura es franco-arcillosa y, por lo general, compacta. Cuando están húmedos son firmes y ligeramente duros cuando están secos; mojados, son plásticos y pegajosos. Entre 60 cm y 1 m de profundidad, el perfil casi siempre presenta un estrato de 10 a 20 cm de espesor, que contiene grava gruesa, redondeada y a veces piedras. En la superficie hay, también, grava gruesa y piedras redondeadas, en proporción que varía de 0,1 a 3%, dependiendo esto del punto al que hayan limpiado los campos. Son suelos de alta capacidad de producción y de buena capacidad de retención del agua.

Uso actual

Estas tierras están cultivadas principalmente con algodón y maíz y producen un buen rendimiento.

Amplitud de la Serie

Fase Rontoy Inclinada y Pedregosa (símbolo ROO)

Esta fase es casi igual al perfil anterior, pero en algunos sitios es más pedregosa y de textura liviana. Las pendientes van desde el 5 hasta el 20%, debido a que en ellas se incluyen algunos taludes y terrazas altas en las que a veces se siembra maíz, frijoles y algunas hortalizas, con resultados que van de regulares a buenos.

xii. Serie Santa Inés (símbolo SIA)

Fisiografía

Terrazas altas, planas a ligeramente inclinadas y con pendientes que van del 2 al 8%; a veces algo diseccionadas y con parches de piedras en el 0,1 al 5% de la superficie. Los estratos inferiores son depósitos coluviales de adamelita no intemperizada. El drenaje es excesivo.

Suelos

El color de estos suelos es pardo grisáceo oscuro a pardo grisáceo, con textura que varía de arenosa franca a arenosa, conteniendo grava fina en todo el perfil, en proporción que varía del 1 al 3%. Son suelos sin estructura de granos simples. Cuando están secos su consistencia va de suave a suelta, siendo sueltos también cuando están húmedos. Estando mojados no son plásticos ni pegajosos. Al profundizar se encuentra, a veces, una estructura de migajón pero muy débil. Los poros son abundantes y muy finos. Abajo de los 30 cm la textura es arenosa y en ocasiones se encuentran unos pequeños

estratos, más oscuros, de arena francosa y de unos 5 a 10 cm de espesor. En sí, son suelos profundos, con capacidad de producción regular para los cultivos de aradura y buena para los cultivos permanentes. Su capacidad de retención de la humedad es baja.

Uso actual

Se cultiva en ellos algodón maíz, frijoles, alfalfa y algunos frutales. En estos últimos, y en especial en la vid, se observa buen desarrollo; en cambio, en los cultivos anuales, el desarrollo es sólo regular.

Amplitud de la Serie

Tipo Santa Inés Franco-Arenoso (símbolo SI2)

Este tipo es similar a la serie anterior y se diferencia de ella en que el horizonte superficial es franco-arenoso y de un color pardo gris muy oscuro. Este horizonte tiene un espesor que varía entre 30 y 40 cm. La productividad de estos suelos es superior a la que poseen los de la serie anterior.

Fase Santa Inés Inclinada y Pedregosa (símbolo SIC)

En esta fase se incluyen aquellos suelos que son similares a los de la serie SIA, pero cuyas pendientes son como del 8% y a veces mayores; en ciertas partes, además, son muy diseccionados y se observa la presencia de rocas y piedras, estas últimas a veces en cantidades mayores de 15%. El hecho de que estas tierras sean pedregosas y diseccionadas restringe su uso.

xiii. Complejo Vegueta (símbolo VEG)

Fisiografía

Superficies con lomeríos, de pendientes suaves que varían del 2 al 10%. Los estratos inferiores están formados por material volcánico parcialmente descompuesto. En las zonas de mayor pendiente la roca se encuentra muy cerca de la superficie. El drenaje varía de bueno a pobre en las superficies cóncavas y casi planas, siendo excesivo en las convexas.

Suelos

El color de estos suelos va del pardo gris al pardo gris oscuro. En las superficies cóncavas la estructura varía de arena franca a franco-arenosa, con grava fina hasta unos 40 a 60 cm de profundidad. Más abajo se encuentra arena gruesa con 3 a 10% de grava fina. En algunos sitios y a 60 cm de profundidad abundan las piedras. En la superficie hay grava gruesa y a veces piedras, en cantidades que varían del 0,1 al 3%, pero en algunas tierras bajo cultivo han sido limpiadas. En estos lugares los suelos son profundos. El drenaje varía con la posición e incluso hay algunos suelos, en lugares muy localizados, que poseen un horizonte superior orgánico, negro, de unos 30 a 40 cm de espesor, sobre arena de color gris, gleyzada y cuyo drenaje es muy pobre.

En las superficies convexas estos suelos son de color pardo gris oscuro, con textura superficial que va de arena franca a arena gravillosa fina y suelta, sobre arena gravillosa, en cantidades de 3 a 10%. La roca madre se

halla a profundidad variable la que, en algunos sitios, casi siempre en las superficies más inclinadas, varía de 20 a 60 cm.

Uso actual

Se efectúan en ellos la mayoría de los cultivos usuales de la región, con producciones entre moderadas y buenas, dependiendo del sitio.

xiv. Serie Vilcahuaura (símbolo VIL)

Fisiografía

Terrenos planos con pequeñas depresiones de nivel relativamente bajo. Los estratos inferiores son, por lo general, de cantos rodados. El drenaje es pobre.

Suelos

El color superficial de estos suelos es pardo oscuro en unos sitios y negro en otros; la textura es franco-limosa, con estructura de migajón débil y muy grueso. Estando mojados presentan una consistencia ligeramente pegajosa y muy poco plástica; cuando están húmedos son friables y estando secos son suaves, teniendo poros abundantes y muy finos hasta una profundidad de 40 cm. A mayor profundidad el horizonte inferior es de un color muy pálido, con moteos comunes y medianos, de textura limosa y masiva, no pegajoso ni plástico; estando húmedo es friable, y si está seco es suave. Por lo general en el límite inferior de este horizonte se encuentra abundante materia orgánica descompuesta. Su espesor es por lo común de 10 a 15 cm. Bajo este horizonte se encuentra otro de varios colores: grises claros y oscuros, mezclados con varios tonos de color rojizo. Por lo regular la textura es franca y, al profundizar, se vuelve arenosa. El manto freático se encuentra en la superficie o muy cerca de ella. La capacidad productiva es baja, debido al exceso de sales y de Na cambiante. Existen algunos sitios más altos, dentro de la misma zona, aparentemente menos afectados por las sales.

Uso actual

Se cultiva algodón, maíz y algunas hortalizas, con rendimientos regulares. A veces la vegetación aparenta cierto vigor, pero la fructificación es baja.

xv. Serie Vizquirra (símbolo VIU)

Fisiografía

Terrazas coluvio-aluviales de adamelita, amplias y planas, que bordean a las terrazas aluviales, con buen drenaje.

Suelos

Estos suelos, a diferencia de los demás, poseen un horizonte A definido, como resultado de los cultivos que en ellos se han practicado, principalmente el de la caña de azúcar, en el que se acostumbra enterrar los deshechos de la cosecha anterior.

Son suelos de color pardo oscuro, de textura por lo general franca, con estructura de migajón débil y grueso, ligeramente pegajosos y ligeramente plásticos; estando húmedos son friables y secos son ligeramente duros. Al profundizar el color cambia a pardo amarillento y se encuentran estratos franco-arenosos, arenosos y franco-arcillo-arenosos, con espesores que varían de 10 a 20 cm, pero el horizonte superior es por lo común de 40 cm de espesor. Son suelos con moderada capacidad de retención de la humedad y de buena productividad.

Uso actual

Se cultiva en ellos caña de azúcar y algunos frutales, con buenos rendimientos.

Amplitud de la Serie

Fase Vizquirra Inclinada (símbolo VIZ)

Esta fase es similar a la anterior diferenciándose sólo en que la pendiente varía del 2 al 6% y en que aparecen en la superficie manchones de algunas concentraciones de grava gruesa y algunas piedras, en cantidades que varían del 0,1 al 1%. Es frecuente también encontrar que abajo de los 40 a 50 cm se pasa de suelo franco a franco-arcillo-arenoso continuando después un suelo arenoso

3.2 VALLE ALTO DEL HUAURA

3.2.1 Métodos Cartográficos

Este estudio se efectuó usando fotografías aéreas verticales a una escala aproximada de 1:60 000, que fueron tomadas en el mes de noviembre de 1961. El papel delgado y brillante que se usó para ellas no resultó muy adecuado para el trabajo de campo.

El sistema empleado se basó en la fotointerpretación, con algunas comprobaciones en el campo. Se tomaron algunas muestras de los suelos predominantes a diferentes altitudes y regímenes de precipitación.

3.2.2 Propiedades Generales de los Suelos

Los suelos de la región se presentan en forma de complejos y, por ello, resulta muy difícil separarlos en unidades amplias, pues siempre se encuentran asociados con litosoles o afloramientos rocosos y con detritus pedregosos, frecuentemente mezclados con materiales finos o, si existe suelo, éste es muy superficial.

La morfología de los suelos ha sido determinada principalmente por el clima y por la roca madre.

Hacia el este, a partir de la población de Sayán, no se encuentran suelos zonales sino únicamente litosoles y, a la orilla de los ríos, suelos aluviales y coluviales, muy pedregosos y en superficies estrechas y pequeñas;

a medida que se asciende, estos suelos no aparecen más que en superficies aisladas. A altitudes mayores de 4 000 m existen sólo, en términos generales, depósitos glaciares de drenaje pobre, en los que se han formado suelos hidromórficos, turbosos y gleysados, con un contenido variable de humus. En esta misma zona plana, adyacente a los glaciares, es donde se encuentran algunas lagunetas que han servido de depósitos para regar la cuenca baja en la época del estío.

Los suelos zonales aparecen arriba de la isohieta de 100 mm y se les puede separar en tres asociaciones distintas, que incluyen una parte de suelos intrazonales desarrollados sobre calcitas y margas, que han dado origen a suelos redzina. Estos últimos suelos se encuentran en aquellas otras zonas donde la roca caliza yace cerca de la superficie, pero con menor frecuencia y extensión que en la zona de Oyón. Se encuentran asociados con suelos pardo rojizos y pardo claros, de textura franco-arcillosa, compactos, por lo general profundos y fuertemente estructurados y con pH de 7 a 8,4.

Los otros suelos, en términos generales, se pueden dividir en tres agrupaciones: dos de ellas, en función de la precipitación pluvial, serían los situados abajo de los 700 mm de precipitación anual y arriba de esa cifra; la tercera, dependiente de la altitud, sería la formada por los suelos situados arriba de los 4 000 m sobre el nivel del mar.

Los primeros son suelos de profundidad variable, pero se destacan los de espesor superior a un metro. La textura predominante en ellos es franco-arcillosa, con estructura en bloques fuertes, abundando las piedras en el perfil. Los colores varían de pardos muy claros a pardos, castaños, pardo rojizos y hasta rojizos. El pH varía de 6,4 a 8,3.

En los suelos situados en lugares con precipitación superior a los 700 mm al año, los colores predominantes son pardo claros y pardos, con textura franco-arcillosa, estructurados. Cuando existe una capa parda muy oscura en la superficie, ésta sólo penetra unos 15 cm. El pH varía dentro de los límites citados en el caso anterior.

Los suelos situados entre los 4 000 m de altitud, hasta las cercanías de las nieves, permanecen por lo general más húmedos y poseen un horizonte superficial, de 10 a 15 cm de espesor, de color negro a pardo muy oscuro. Su textura es franco-limosa, sobre horizontes de color pardo y pardo claro, de unos 60 cm de espesor, de textura franco-arenosa y a veces franco-limosa pero friables; el pH varía de 5 a 5,5. Estos suelos se encuentran asociados con los hidromórficos anteriormente citados; y, por supuesto, con los litosoles.

3.2.3 Unidades cartográficas de los suelos

Como se indicó en el párrafo anterior, todos los suelos de la región se encuentran asociados con los litosoles, que son los que cubren la mayor superficie en el Valle Alto.

Se dividió la región en cinco agrupaciones; una de ellas caracterizada por la roca madre, que ha impreso ciertas características peculiares al suelo. En las otras cuatro se empleó como base de diferenciación el régimen pluvial; o más bien, las condiciones climáticas prevalecientes, que se modifican con la altura (ver Gráfico).

3.2.4 Asociación de Sayán

Esta región, que tiene una precipitación pluvial casi insignificante (de 20 a 100 mm al año), se caracteriza por presentar sólo afloramientos rocosos muy abruptos y depósitos pedregosos, algunas veces combinados con materiales finos. Se encuentran algunas porciones de suelos aluviales y coluviales, en los que se cultivan productos de avituallamiento. Por lo general los suelos son muy pedregosos y forman terrazas bajas sujetas a inundaciones.

3.2.5 Asociación de Churín

En esta zona se registra una precipitación de 300 a 700 mm anuales y es la que presenta suelos con mayores variaciones; en ella se ha alcanzado el mayor desarrollo agrícola.

Los suelos carecen por lo general de un horizonte A, debido a la erosión y al excesivo pastoreo. Sin embargo, son relativamente profundos (hasta 1,50 m). Por lo general son de textura franco-arcillosa, con estructura en bloques de consistencia ligeramente dura, siendo plásticos y pegajosos. Estas características son comunes a los distintos suelos; es decir, presentan casi el mismo grado de desarrollo, cambiando perceptiblemente el color general del perfil, que pasa de pardo a pardo claro, castaño y rojizo. Se han observado algunos suelos desarrollados sobre roca caliza (rendzina) pero en superficies restringidas.

3.2.6 Asociación de Oyón

A este grupo, como se indicó antes, se le separó únicamente por estar sujeto a la influencia de la roca madre, de caliza y marga, que ha formado un suelo denominado rendzina, cuyas características son las siguientes: de 0 a 30 cm de profundidad, de color pardo muy oscuro a negro, de textura franco-arcillosa, fuertemente estructurado, plástico y ligeramente pegajoso y con un pH cercano a 8. Debajo de los 30 cm se encuentran la piedra caliza intemperizada, de color blanco. Existen, además, otros suelos similares a los descritos en la Asociación Churín.

3.2.7 Asociación de Pachangara

Esta agrupación es más húmeda que las anteriores; sin embargo, las características de desarrollo son similares a las de la Asociación Churín; es decir, son suelos de textura franco-arcillosa, estructurados, con abundantes piedras en el perfil. Los colores predominantes en el perfil son el pardo y el pardo claro y a veces existe un horizonte superficial de 15 cm de espesor, de color pardo muy oscuro y de textura franca a franco-limosa.

3.2.8 Asociación Surasaca

Esta asociación es la más húmeda de todas; está comprendida de los 4 000 a los 5 000 m sobre el nivel del mar. A esta altitud se encuentran los nevados y la precipitación pluvial, que llega a los 1 200 mm anuales, se reparte casi a lo largo de todo el año.

Gran parte de la región ha estado sujeta a influencia glaciaria y es, en algunos valles abajo de los glaciares o a consecuencia de los deshielos, donde se han formado algunos suelos hidromórficos, con contenido variable de humus. Los suelos zonales existentes son de color pardo, con un horizonte superficial de 10 a 15 cm de espesor,

de color negro, textura franco-limosa, estructura a veces granular débil, sobre estratos franco-arenosos o franco-limosos, de estructura de migajón, de consistencia friable y ligeramente duros al secarse. La profundidad varía, pero por lo general son de poco espesor estos suelos y de menor pH, el cual varía de 5 a 5,5.

Capítulo 4

CLASIFICACION DE LAS TIERRAS SEGUN LAS POSIBILIDADES DE RIEGO - ADAPTABILIDAD DE ALGUNOS CULTIVOS POR UNIDADES DE CARTOGRAFIA

4.1 CLASIFICACION DE LAS TIERRAS SEGUN LAS POSIBILIDADES DE RIEGO EN EL VALLE BAJO DEL HUAURA

Esta clasificación se ha hecho siguiendo los lineamientos del "U.S. Department of the Interior", "Bureau of Reclamation Manual", pero se ha adaptado a las condiciones de las pampas, dando menor severidad a las interpretaciones (ver Cuadro 2).

Con respecto al quebrado que se incluye en cada clase de tierra, se ha considerado únicamente la apreciación subjetiva de productividad y costo de desarrollo de las tierras bajo estudio. Esto es debido a que no se obtuvieron datos generales de investigación agrícola y de costos de mejoramiento. Así que los símbolos que indican la productividad de las tierras y el costo del desarrollo, se colocaron más de acuerdo con la clase a que corresponden pero se castigó más, no obstante ser de la misma clase, a aquellas tierras que se consideraron de menor calidad debido a condiciones particulares; en todo caso, se les mantuvo dentro del ámbito que abarca la clase a que corresponden.

La clase 5 no se incluyó por considerar que todavía debe ser objeto de estudios complementarios de factibilidad de uso; pero a fin de facilitar el diseño de canales de riego y de drenes, se delimitaron las superficies ya definidas.

El criterio de diferenciación de las clases de tierras, se basó en las características particulares de los perfiles de las unidades de cartografía. Entre éstas se tuvieron en cuenta: la textura predominante en el perfil; la profundidad del mismo; la capacidad de retención de la humedad; la infiltración; la pendiente del terreno; la topografía; el contenido de piedras; las condiciones de drenaje, etc.; y, finalmente, las condiciones físico-químicas de los suelos, según se les definió en las unidades de cartografía descritas en páginas anteriores.

Las principales limitaciones en las superficies susceptibles de expansión, que se encuentran en las pampas, son debidas a la textura arenosa de los suelos, contenido de piedras, topografía y pendiente (ver Cuadro 3).

Cuadro 2

CLASES DE TIERRAS CON FINES DE RIEGO

Clase	Características
Clase 1, cultivable	<p>Tierras excelentes para la producción de cultivos bajo riego. Aptas para la mayoría de los cultivos adaptados a la zona.</p> <p>Comprende suelos profundos de alta capacidad de retención de humedad, con una permeabilidad favorable y fáciles de trabajar.</p> <p>Si requiere nivelación, es mínima y a un costo razonablemente bajo.</p>
Clase 2, cultivable	<p>Tierras buenas para la producción agrícola, tienen alguna limitación para las plantas o requieren prácticas de mejoramiento ya sea de suelo, topografía o drenaje; pero a costos moderados.</p> <p>Las limitaciones pueden ser: textura liviana, permeabilidad algo lenta, moderada cantidad de sales, daños ocasionales por inundaciones, pendientes suaves, etc.</p>
Clase 3, cultivable	<p>Tierras regulares, con severas limitaciones que reducen la elección de cultivos, dificultan la aplicación del agua para riego y requieren prácticas especiales de manejo. Son factibles de un desarrollo lento.</p>
Clase 4, cultivable con limitaciones	<p>Tierras con muy severas limitaciones, pueden incluir muy pequeñas áreas de las clases anteriores pero en su mayoría están sujetas a restricciones tales como: suelos superficiales, pendientes muy pronunciadas, baja capacidad de retención del agua, excesiva humedad, salinidad y contenido de sodio altos, abundantes piedras, etc.</p>
Clase 6, no cultivable	<p>Tierras no aptas para el riego, con restricciones tales como: superficies muy quebradas o suelos muy superficiales, zonas de grandes dunas, etc.</p>

Cuadro 3

SUPERFICIES PARA EXPANSION AGRICOLA - ZONA DE LAS PAMPAS

Símbolo	Clase 3 cultivable	ha	Símbolo	Clase 4 cultivable	ha
CAA		2 223,50	ALB		7 163,75
CAS		87,50	ALS		230,00
ALA		12 871,50	CAB		3 539,50
PPA		3 060,50	CAS		542,50
			PPB		443,00
		<hr/>			<hr/>
		18 243,00			11 918,65
		<hr/>			<hr/>
Total Pampas	30 161,75				

4.2 ADAPTABILIDAD DE ALGUNOS CULTIVOS POR UNIDADES DE CARTOGRAFIA EN EL VALLE BAJO DEL HUAURA

No fue posible obtener datos experimentales, dentro de la zona del proyecto, sobre desarrollo y producción de diferentes cultivos o sobre sus respuestas a la aplicación de fertilizantes, pero algunos agricultores del lugar, entre los cuales hubo quienes llevaron a cabo algunos ensayos, o hicieron observaciones personales, informaron que en algunos lotes se obtuvieron mejores rendimientos que en otros al aplicar abonos. Estos informes fueron empleados como guía para poder apreciar, en el campo, el grado de adaptabilidad de algunos cultivos en determinadas unidades de cartografía.

Como su encabezado lo indica, la lista del Cuadro 4 no es más que una apreciación subjetiva, efectuada en el campo y basada por lo general en datos recordados por los agricultores y en los criterios comparativos de quienes se encargaron de efectuar los trabajos cartográficos. Así que debe ser considerada con las reservas del caso.

Cuadro 4

ADAPTABILIDAD DE ALGUNOS CULTIVOS EN LAS DIFERENTES UNIDADES
(SERIE, FASE O TIPO DE SUELOS)

Sím- bolo	Maíz	Fri- joles	Camote Yuca	Papa	Maní	Horta- lizas	Ceba- da	Algo- dón	Caña de Azúcar	Vid	Cítri- cos	Alfal- fa	Pastos
ALA	3	3	3	3	3	3	3	4	3	2	3	2	2
ALB	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	3	3	2
AL2	1	2	1	2	1	1	2	2	3	1	2	1	1
ALS	3	4	3	4	4	3	4	3	4	3	4	3	2
AND	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	3	1	1
AN2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1
CAA	3	3	3	4	3	3	3	4	4	2	3	3	2
CAB	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	3
CAL	3	3	3	4	4	2	3	2	3	3	3	2	2
CAS	3	4	3	4	4	3	4	4	4	3	4	4	3
CHA	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1
HUA	2	2	4	4	4	3	3	3	3	4	4	3	1
HUB	2	3	4	4	4	4	4	3	3	4	4	3	1
HUC	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	2
LUR	1	3	2	3	2	2	2	2	3	2	3	2	1
NIM	3	3	2	3	2	2	3	3	3	2	2	2	2
NIS	3	4	3	4	4	3	4	3	3	3	4	3	2
PAC	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
PPA	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3
PPB	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3
RON	1	1	3	3	4	2	3	1	1	3	3	1	1
ROO	2	2	3	4	4	3	4	4	4	3	3	3	2
SIA	3	3	2	3	2	3	2	3	3	2	2	2	2
SI2	1	1	1	2	1	2	2	3	3	1	2	2	1
SIC	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	2
VEG	2	2	2	3	3	3	4	3	3	2	2	3	2
VIL	3	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	3
VIU	1	1	2	3	2	2	2	1	1	2	2	1	1
VIZ	1	1	2	3	3	2	3	1	1	1	1	1	1

Muy bueno: 1; Bueno: 2; Regular: 3; Malo: 4.

Capítulo 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 VALLE BAJO DEL HUAURA

5.1.1 Conclusiones

La extensión dentro de la zona del Proyecto es de unas 100 000 ha, pero las superficies para las cuales se llevaron a cabo trabajos cartográficos hacen un total de 60 430,15 ha. No se consideraron las superficies restantes por ser marginales a las finalidades del estudio. Únicamente se incluyó la serie PAC por estar íntimamente relacionada con la zona estudiada. La superficie total que fue objeto de estudio se distribuyó, por clases de tierra cultivable, en la forma siguiente:

<u>Unidades</u>	<u>Clase cultivable</u>	<u>Extensión ha</u>
AND - AN2 - CHA - VIU	1	4 908,00
CHA - HUA - HUB - RON - VIZ	2	4 485,75
ALA - AL2 - CAA - CAL - HUC - NIM - ROO } PPA - SIA - SI2 - VIZ - LUR - CAS - VEG }	3	34 046,15
ALB - ALS - CAB - CAS - NIS - PPB - ROO - SIC - VIL -	4	16 133,50
PAC -	6	856,75
Total		60 430,15 =====

Según se puede observar en el mapa de clases de tierras y de acuerdo con las cifras aquí anotadas y las detalladas que forman el Cuadro 5, todos los suelos de las clases 1 y 2 se encuentran únicamente sobre ambas riberas del río Huaura; son los suelos aluviales que durante más largo tiempo han estado sujetos a cultivo, siempre bajo riego; gracias a ellos la región ha alcanzado el auge agrícola de que disfruta. Los otros suelos existentes sobre las riberas del río han sido incluidos en otras clases, debido a la gran cantidad de piedras que contienen o a condiciones desfavorables de drenaje. En esta zona se practican varios cultivos, siendo los principales, por orden de importancia decreciente: el algodón, la caña de azúcar, el maíz y los frijoles.

A medida que la demanda de productos agrícolas ha aumentado, se han incorporado al cultivo nuevas tierras, a altitudes mayores que las de las descritas antes y pertenecientes en su totalidad a los Regosoles Desérticos, de textura arenosa. Esta descripción es valedera también para las nuevas superficies abiertas al riego en San Felipe y Santa Rosa y, además, para las nuevas superficies que se proyecta desarrollar a lo largo de la carretera Panamericana, entre la ciudad de Huacho y el km 87 de esta carretera. Las partes de esta zona que han sido sembradas con plantaciones permanentes o semi-permanentes, han dado mejores resultados que cuando se han practicado cultivos intensivos los que, por lo general, han dado rendimientos bastante bajos. Esto se debe a que las plantaciones permanentes permiten una mayor acumulación de materia orgánica a la vez que, en las superficies cultivadas bajo

Cuadro 5

EXTENSION EN HECTAREAS POR UNIDAD Y CLASE CULTIVABLE

Símbolo	Nombre	Clase Cultivable	Extensión ha
AND	Andahuasi	1	3 173,75
AN2	Andahuasi Franco Arenoso	1	276,50
CHA	Chambara	1	1 072,75
VIU		1	385,00
		Sub-Total	4 908,00
CHA	Chambara	2	1 451,25
HUA	Huaura	2	486,50
HUB	Huacho	2	751,25
RON	Rontoy	2	1 409,50
VIZ		2	387,25
		Sub-Total	4 485,75
ALA	Algarrobal	3	16 273,75
AL2		3	175,00
CAA	Camay	3	4 534,15
CAS		3	87,50
SIA	Santa Ines	3	2 953,50
SI2		3	709,75
NIM	Niminga	3	1 544,25
VEG		3	925,00
CAL	Caldera	3	1 647,25
HUC		3	918,25
ROO		3	455,75
VIZ		3	153,50
LUR		3	608,00
PPA		3	3 060,50
		Sub-Total	34 046,15

Cuadro 5 (cont.)

Símbolo	Nombre	Clase cultivable	Extensión ha
		Sub-Total	34 046,15
ALB		4	7 188,75
ALS		4	1 185,00
CAB		4	3 832,00
CAS		4	617,50
NIS		4	459,50
PPB		4	443,00
ROO		4	979,00
SIC		4	802,25
VIL		4	626,50
		Sub-Total	16 133,50
PAC		6	856,75
		Sub-Total	856,75
		Gran Total	60 430,75

NOTA: Cifras aproximadas. Las superficies marginales o sin utilidad agrícola, no se consideraron.

riego, se va depositando el material fino limoso que traen en suspensión las aguas para riego. En cambio, los cultivos intensivos, por su propia condición, requieren el empleo frecuente de implementos agrícolas en las labores, lo cual no favorece la acumulación de residuos vegetales y transtornan cualquier principio de estructuración del suelo.

5.1.2 Recomendaciones

En vista de los estudios llevados a cabo en el Valle Bajo del Huaura, se recomienda lo siguiente:

- a) Llevar a cabo ensayos de fertilización en secciones piloto, tanto en los mejores suelos, como en aquellos por desarrollar.
- b) Efectuar el lavado de las nuevas tierras, ya que se observó que los suelos aún no cultivados tienen una alta concentración de sales y de sodio cambiante, en tanto que aquellos suelos similares, que han estado bajo cultivo durante algún tiempo, tienen un contenido de sales normal y un buen drenaje.

- c) Construir obras de drenaje y aplicar correctivos, como el yeso, para reducir las altas concentraciones de sodio cambiante, principalmente en las unidades VIL y CAL, con suelos de textura media a pesada.
- d) En las tierras arenosas favorecer el colmetaje de las aguas de riego.
- e) Principalmente en las nuevas tierras, pero también en las arenosas, aumentar el contenido de materia orgánica, usando abonos verdes y/o añadiendo estiércol.
- f) Dedicar las nuevas superficies a cultivos permanentes o semi-permanentes y, de ser posible, comenzar con pastos o alfalfa.
- g) En las pampas, principalmente, establecer cortinas rompevientos.
- h) Aun cuando no se determinaron las fórmulas apropiadas para la aplicación de fertilizantes, se considera recomendable aplicar nitrógeno y fósforo, los que, de acuerdo con los estudios realizados, son los elementos más necesarios para las nuevas tierras.
- i) En las porciones afectadas por las sales, los cultivos de aradura darían mejores resultados si se sembrara en los bordes del surco y no en la cima o lomo, ya que es aquí donde se produce la mayor concentración de sal.

5.2 VALLE ALTO DEL HUAURA

5.2.1 Conclusiones

La fisiografía particular y la precipitación pluvial de esta zona, restringen la explotación agrícola a la siembra y cultivo de pequeñas parcelas cuya producción es, por lo general, en gran parte consumida localmente para la subsistencia de la familia del agricultor. Esto no quiere decir, sin embargo, que no se obtengan buenos rendimientos en algunas parcelas. Ejemplos de ello son algunos lotes bajos, de los llamados de pie de monte, cuyos suelos son profundos y, principalmente, han conservado un poco de materia orgánica. Ello permite que los cultivos se desarrollen bien y se obtengan buenos rendimientos.

El problema de la baja productividad se agrava por el mal sistema de manejo de suelos, ya que la mayoría de los campesinos siembran siguiendo la dirección de la pendiente. Existen, a consecuencia de ello, muchos perfiles truncados y, en algunos de los lugares estudiados, hay parcelas que han quedado completamente inutilizadas porque la erosión ha dejado la roca casi del todo desnuda.

La fuerte tendencia a la erosión impide que las tierras se cultiven continuamente, siendo práctica general el dejarlas descansar, después de una siembra, por unos 5 a 14 años. Para el cultivo de estas tierras es muy raro que se apliquen fertilizantes, se combatan las plagas o se empleen semillas mejoradas.

El panorama que en general presenta la región está formado por pequeñas parcelas cultivadas, diseminadas en forma de parches, dependiendo su ubicación tanto de la bondad de los suelos, como de las posibilidades de obtener agua para riego. El resto de la zona, que incluye la mayor parte de la superficie total, consiste en montañas rocosas y desnudas, por debajo de los 2 000 m de altitud. Más arriba de la zona de cultivos, hay superficies cubiertas en parte con matorrales y algunas gramíneas. En altitudes superiores a los 4 500 m se encuentran afloramientos rocosos y montañas nevadas.

5.2.2 Recomendaciones

El estudio exploratorio de la región del Valle Alto del Huaura, permitió llegar a las siguientes recomendaciones:

- a) Sembrar siguiendo las curvas de nivel.
- b) Dividir las parcelas en fajas angostas, a lo largo de las curvas de nivel, principalmente en la zona de mayor precipitación pluvial, de 700 a 1 000 mm anuales, y en alturas que varíen de los 2 900 a los 4 000 m sobre el nivel del mar. En superficies donde la pendiente sea de un 20 por ciento, las fajas podrían tener, por ejemplo, una anchura no mayor de 8 m. Los linderos entre las parcelas podrían consistir en barreras vivas formadas por algunas variedades de zacates de gran amacollamiento, o también en cercas de piedra, reforzadas con los residuos de cosechas anteriores y de malas hierbas. La construcción de terrazas, que es otra solución, resultaría antieconómica, dados los bajos rendimientos que actualmente se obtienen de estas tierras.
- c) Mejorar los sistemas de aplicación de agua en el riego de las parcelas. Los canales secundarios existentes tienen, por lo general, demasiada pendiente, con la consiguiente erosión de cauces. Deben establecerse las estructuras adecuadas - caídas, entre otras - para reducir la pendiente en los canales y aplicar algunas otras medidas sencillas sobre las cuales podría asesorar un servicio de extensión.
- d) La fuerte erosión mencionada antes, resultante del mal manejo de las tierras bajo cultivo, existe también en todas las superficies no cultivadas, debido al excesivo pastoreo y a la aniquilación de la vegetación arbustiva y arbórea, de la cual quedan ya muy pocos remanentes. Se aconseja, por lo tanto, establecer un sistema de rotación en unidades de pastoreo, para mejorar las condiciones de los pastos y reducir un tanto la erosión.
- e) Favorecer en cuanto sea posible la reforestación de toda la cuenca, dando preferencia a la conservación y proliferación de la vegetación natural; (los técnicos forestales tienen en preparación un informe sobre este punto). Esto favorecería la infiltración del agua de lluvia, aumentando las reservas de aguas subterráneas y reduciría el excesivo y a veces violento escurrimiento superficial que, además, perjudica a las tierras bajas.
- f) Se observó entre los agricultores de la región el deseo de conocer nuevas técnicas agrícolas, principalmente la fertilización, para aumentar sus cosechas; pero es difícil aventurar recomendaciones sin contar con resultados experimentales. A tal fin podrían utilizarse datos de experimentos llevados a cabo en regiones semejantes. Los resultados obtenidos mediante el análisis de algunas muestras de suelos indican que el contenido de nitrógeno es bajo; el de fósforo va de mediano a bajo y el de potasio va de mediano a alto, así que las fórmulas aconsejables para los cultivos de esta zona deben tener como base nitrógeno y fósforo. Es aconsejable procurar también la introducción de variedades mejoradas de otras zonas similares. Las condiciones citadas, prevalecientes en la región, inducen a recomendar que se establezcan servicios de asesoría agrícola y facilidades de crédito.

Apéndice 1

ANÁLISIS DE LOS HORIZONTES DE CADA SERIE

ALA Algarrobal (Análisis Nº 29 i)

<u>Horizonte</u>	<u>Estrato</u>	<u>Descripción</u>
AC	0 a 5 cm	Pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2) húmedo y gris pardo claro a pardo pálido (10YR 6/2,5) seco; arena; granos simples sin estructura; no pegajoso, no plástico; grava fina (3%); límite suave y claro; pH 8,2.
C ₁	5 a 18 cm	Pardo a pardo oscuro (10YR 4/3) húmedo y gris claro (10 YR 7/2) seco; arena; granos simples sin estructura; no pegajoso, no plástico; suelto húmedo y seco; límite suave y claro; pH 8,2.
C ₂	18 a 38 cm	Pardo amarillento oscuro (10YR 4/6) húmedo y pardo (10YR 5/3) seco; arena; granos simples sin estructura; no pegajoso, no plástico; suelto húmedo y seco; grava fina (1%); límite gradual y ondulado; pH 8,5.
C ₃	38 a 70 cm	Pardo amarillento oscuro (10YR 4/4) húmedo y gris pardo claro (10YR 6/2) seco; arena; granos simples sin estructura; no pegajoso, no plástico; suelto húmedo y seco; grava fina (5%) límite gradual y ondulado; pH 8,6.
C ₄	70 a 84 cm	Pardo amarillento oscuro (10YR 4/4) húmedo y gris pardo claro (10YR 6/2) seco; arena; granos simples sin estructura; no pegajoso, no plástico; suelto húmedo y seco; límite suave y abrupto; pH 9,2.
C ₅	84 a 88 cm	Pardo grisáceo (10YR 5/2) húmedo y gris pardo claro (10YR 6/2) seco; arena; y arena gravillosa; granos simples sin estructura; no pegajoso, no plástico; suelto húmedo y seco; límite suave y abrupto; pH 9,2.
C ₆	88 a 150 cm	Pardo a pardo oscuro (10YR 4/3) húmedo y pardo pálido (10YR 6/3) seco; arena; granos simples sin estructura; no pegajoso, no plástico; suelto húmedo y seco; límite suave y abrupto; pH 9,2.

AND Andahuasi (Análisis Nº 17)

<u>Horizonte</u>	<u>Estrato</u>	<u>Descripción</u>
Ap	0 a 40 cm	Pardo muy oscuro a pardo grisáceo muy oscuro (10YR 2,5/2) húmedo y gris pardo claro a gris claro (10YR 6,5/2) seco; franco; granular y migajón, débil y fino; ligeramente pegajoso, ligeramente plástico, firme húmedo y ligeramente duro seco; poros comunes, finos y muy finos, horizontales, continuos e imped; raíces comunes y medianas; pH 7,8.
B ₂₁	40 a 90 cm	Pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2) húmedo y pardo pálido (10YR 6/3) seco; franco-arcilloso; bloques angulares, moderados y medianos; ligeramente pegajoso, ligeramente plástico; firme húmedo y duro seco; "cutans" delgados y en parche, poros comunes, finos y muy finos, continuos, horizontales y oblicuos; presencia de grava redondeada fina y media (3%) raíces comunes y medianas; pH 7,3.
B ₂₂	90 a 150 cm	Pardo amarillento oscuro (10YR 3/4) húmedo y gris claro (10YR 7/2) seco; franco; bloques angulares, moderados y medianos; pegajoso y plástico, firme húmedo y duro seco; poros comunes finos y muy finos; continuos, horizontales y oblicuos; presencia de muy poca grava redondeada; raíces comunes y medianas hasta 110; pH 7,9

CAA Camay (Análisis Nº 3)

Ap	0 a 20 cm	Pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2) húmedo y pardo grisáceo (10YR 5/2) seco; arena franca; granos simples sin estructura, no pegajoso, no plástico, suelto húmedo y seco; abundantes raíces finas; pH 8,3.
C ₁	20 a 30 cm	Pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2) húmedo y pardo grisáceo (10YR 5/2) seco; arena; migajón débil, medianos y gruesos; no pegajoso, no plástico, suelto húmedo y seco; algunas raíces finas; pH 8,7.
IIC ₁	30 a 48 cm	Pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2) húmedo y pardo a pardo oscuro (10YR 4/3) seco; arena gravillosa; granos simples sin estructura; no pegajoso, no plástico, suelto húmedo y seco; abundante grava fina angular; pH 9,2.
IIC ₂	48 a 65 cm	Pardo a pardo oscuro (10YR 4/3) húmedo y pardo grisáceo (10YR 5/2) seco; arena; granos simples sin estructura; no pegajoso, no plástico, suelto húmedo y seco; pH 9,1

CAA Camay (cont.)

<u>Horizonte</u>	<u>Estrato</u>	<u>Descripción</u>
IIC ₃	65 a 90 cm	Pardo a pardo oscuro (10YR 4/3) húmedo y pardo grisáceo (10YR 5/2) seco; areno-graviloso; granos simples sin estructura; no pegajoso, no plástico, suelto húmedo y seco; pH 9,2.
IIIC ₁	90 a 140 cm	Pardo a pardo oscuro (10YR 4/3) húmedo y pardo grisáceo (10YR 5/2) seco; areno-pedregoso; sin estructura, no pegajoso, no plástico, suelto húmedo y seco; pH 9,2.

CAL Caldera (Análisis No 99 s)

Ap	0 a 30 cm	Pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2) húmedo y gris claro (10YR 7/1) seco; franco-limoso; migajón débil y fino; ligeramente pegajoso, ligeramente plástico, friable húmedo y ligeramente duro seco; pH 7,7
A ₁₁ -ca	30 a 40 cm	Negro (10YR 2/1) húmedo y pardo grisáceo (10YR 5/2) seco, algunos moteos indistintos finos y grises; franco-arcilloso; bloques subangulares débiles y medianos; ligeramente pegajoso, no plástico, friable húmedo, ligeramente duro seco; pH 8,2. <u>NOTA:</u> Se observan concreciones calichosas.
A ₁₂ -ca	40 a 50 cm	Pardo oscuro a pardo (10YR 3,5/3) húmedo; moteos comunes, medianos, distintos y amarillentos; franco; granular, débil y grueso; ligeramente pegajoso, ligeramente plástico, friable húmedo y suave seco; poros abundantes, finos, discontinuos, randomizados e imped; pH 8,2.
C _{1g}	50 a 100 cm	Pardo pálido (10YR 6/3) húmedo; moteos abundantes, gruesos, distintos y amarillentos, franco; estratificado; pH 8,1. <u>NOTA:</u> Se encuentran estratos discontinuos de franco, arena francosa y arena.
C _{2g}	100 a 125 cm	Gris oscuro (10YR 4/1) húmedo, moteos abundantes, gruesos, distintos y amarillentos, franco-limoso, granular, mediano, moderado, no pegajoso, plástico, firme húmedo, ligeramente duro seco; pH 8,0.
C _{3g}	125 a 150 cm	Gris (10YR 5/1) húmedo, moteos abundantes, gruesos distintos y amarillentos, arcilloso, granular, mediano, moderado, ligeramente pegajoso, ligeramente plástico, firme húmedo, ligeramente duro seco; pH 7,8.

CHA Chambara (Análisis Nº 25 i)

<u>Horizonte</u>	<u>Estrato</u>	<u>Descripción</u>
A ₁₁	0 a 60 cm	Pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2) húmedo y pardo grisáceo (10YR 5/2) seco; franco-arenoso; bloques sub-angulares, moderados y medianos; ligeramente pegajoso; no plástico, muy friable, húmedo, suave seco; poros intersticiales abundantes finos; discontinuos y randomizados, poros tubulares dentro de los agregados; raíces comunes y finas; pH 8,5.
A ₁₂	60 a 85 cm	Pardo oscuro (10YR 3/3) húmedo y gris pardo claro (10YR 6/2) seco; franco-arenoso; bloques angulares, moderados y medianos; ligeramente pegajoso; ligeramente plástico, firme húmedo; ligeramente duro seco; poros intersticiales abundantes muy finos discontinuos y oblicuos; poros tubulares dentro de los agregados; pH 8,5.
C ₁	85 a 135 cm	Pardo amarillento oscuro (10YR 3/4) húmedo y pardo pálido (10YR 6/3) seco; franco-arenoso; granular débil muy grueso; ligeramente pegajoso no plástico, muy friable húmedo, suave seco; poros intersticiales abundantes, muy finos, discontinuos y randomizados, poros tubulares dentro de los agregados; pH 8,2.
B _{2-b}	135 a 145 cm	Pardo a pardo oscuro (10YR 4/3) húmedo y pardo pálido (10YR 6/3) seco; arcilloso, bloques angulares, fuertes y medianos; pegajoso, plástico, firme húmedo, moderadamente duro seco; poros intersticiales abundantes, micros discontinuos y randomizados, poros tubulares dentro de los agregados; pH 7,8.
II _{c₁}	145 a 150 cm	Pardo amarillento oscuro (10YR 4/4) húmedo y pardo (10YR 5/2) seco; areno-graviloso; sin estructura, granos simples; no pegajoso, no plástico, suelto húmedo y seco; poros no observables grava angular abundante (30%) y fina, abundantes cantos rodados (8 a 12 cm).

NOTA: Esta unidad está considerada como clase cultivable 2. La unidad considerada como clase cultivable 1, es plana y el perfil es de textura franca.

HUA Huaura (Análisis N^o 46 q)

<u>Horizonte</u>	<u>Estrato</u>	<u>Descripción</u>
Ap	0 a 30 cm	Pardo muy oscuro (10YR 2/3) húmedo y gris (10YR 5/1) seco; franco-limoso, migajón, moderado y grueso, ligeramente pegajoso, ligeramente plástico, muy friable húmedo y ligeramente duro seco; poros abundantes, micros, muy finos; discontinuos, randomizados, imped vesiculares e intersticiales; raíces muy pocas y finas; límite suave y claro; pH 7,2.
A ₁₁	30 a 48 cm	Pardo muy oscuro (10YR 2/2) húmedo y gris (10YR 5/1) seco; franco-arcilloso; bloques subangulares, moderados, finos y medianos, ligeramente pegajoso, ligeramente plástico, friable húmedo y ligeramente duro seco; poros abundantes finos, medianos y gruesos, discontinuos, vesiculares e intersticiales; raíces muy pocas y finas; límite suave y claro; pH 7,4.
A ₁₂	48 a 62 cm	Pardo muy oscuro (10YR 2/2) húmedo y pardo grisáceo (10YR 5/2) seco; franco-limoso, bloques subangulares, moderados, medianos y micro-estructura migajosa; no plástico, no pegajoso, muy friable húmedo y suave seco; poros abundantes, finos y medianos, discontinuos randomizados, vesiculares e intersticiales, límite suave y claro; pH 7,1. <u>NOTA:</u> A 48 y 50 cm se encuentran pequeños bolsones de arena muy moteada, así mismo se encuentran en todo el horizonte vetas muy finas de consistencia muy suave, de material calcáreo.
C _{1g}	62 a 72 cm	Gris oscuro (10YR 4/1), gris claro (10YR 7/2) húmedo y gris (10YR 5/1), blanco (10YR 8/2) seco; muchos moteos, gruesos, prominentes, difusos y amarillentos; franco-limoso, granular moderado y muy suave; ligeramente pegajoso, ligeramente plástico, muy friable húmedo y suave seco; poros abundantes, finos, oblicuos, vesiculares e intersticiales; límite suave y abrupto; pH 7,1. <u>NOTA:</u> En todo el horizonte se encuentran abundantes nódulos finos y medianos de consistencia firme de material calcáreo.
C _{2g}	72 a 86 cm	Gris oscuro (10YR 4/1) húmedo y gris (10YR 5/1) seco; muchos moteos, medianos, prominentes, claros y amarillentos; franco-arenoso, masivo sin estructura; muy ligeramente pegajoso, muy ligeramente plástico, suelto húmedo, suave seco; poros abundantes, finos y medianos, randomizados, verticales y oblicuos, vesiculares e intersticiales; límite irregular y gradual; pH 3,5. <u>NOTA:</u> En el horizonte se encuentran abundantes

HUA Huaura (cont.)

<u>Horizonte</u>	<u>Estrato</u>	<u>Descripción</u>
		nódulos finos y medianos de consistencia firme de material calcáreo. En el límite superior de este horizonte se encuentra un pequeño estrato de materia orgánica muy descompuesta de color pardo muy oscuro a negro.
C _{3g}	86 a 113 cm	Gris a gris oscuro (5YR 4,5/1) húmedo y gris (2,5YR 6/0) seco; muchos moteos, medianos, prominentes, claros y amarillentos; franco-arenoso granos simples y masivo sin estructura, no pegajoso, no plástico, suelto húmedo y seco; poros abundantes, micros y finos, randomizados y vesiculares, límite irregular y gradual; pH 2,2. <u>NOTA:</u> En este horizonte se encuentran abundantes nódulos finos y medianos, principalmente localizados alrededor de abundantes restos de raíces. Este horizonte no es uniforme, pues se encuentran vetas de material fino cuyo color, húmedo, es gris oscuro (10YR 4/1).
C _{4g}	113 a 160 cm	Gris oscuro (10YR 4/1) húmedo y gris (2,5YR 5/0) seco; franco-arenoso; moteos localizados alrededor de abundantes restos vegetales, masivo sin estructura; no pegajoso, muy ligeramente plástico, suelto húmedo y seco; poros abundantes, micros y muy finos, discontinuos, randomizados, horizontales, vesiculares e intersticiales; límite ondulado y claro; pH 6,5.
IIC ₁	160 cm +	Arena con abundantes cantos rodados y piedras de 15 a 20 cm de diámetro promedio.

HUB Huacho (Análisis N° 47 q)

Ap	0 a 20 cm	Pardo grisáceo (10YR 5/2) húmedo y gris pardo claro (10YR 5/2) seco; franco-arenoso, masivo sin estructura, no pegajoso, no plástico, suelto húmedo y seco; poros comunes, muy finos, discontinuos, imped y tubulares, raíces abundantes finas y medianas, límite suave y gradual; pH 2,4.
A ₁₁	20 a 37 cm	Pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2) húmedo y gris pardo claro (10YR 6/2) seco; franco-arenoso; masivo sin estructura; no pegajoso, muy ligeramente plástico, suelto húmedo y seco; poros abundantes, micros, imped y vesiculares; raíces abundantes, finas y medianas, límite suave y gradual; pH 6,8.
C ₁	37 a 60 cm	Pardo grisáceo (10YR 5/2) húmedo y gris (10YR 6/1) seco; franco-arenoso; granos simples sin estructura; no pegajoso, no plástico, suelto húmedo y seco; poros abundantes, micros, imped y vesiculares; límite suave y claro; pH 7,4.

HUB Huacho (cont.)

<u>Horizonte</u>	<u>Estrato</u>	<u>Descripción</u>
IIC ₁	60 a 120 cm	Pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2) húmedo y gris (10YR 6/1) seco, arena gruesa; granos simples sin estructura; no pegajoso, no plástico, suelto húmedo y seco; raíces pocas y finas hasta 90 cm <u>NOTA:</u> En este horizonte se presenta un 40% de grava media redondeada y un 60% de cantos rodados de 10 a 25 cm de diámetro de promedio. (sin muestra).

NIM Niminga (Análisis N° 37)

Ap	0 a 20 cm	Pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2) húmedo y gris pardo claro (10YR 6/2) seco; arena franca; granos simples sin estructura; no pegajoso, no plástico, suelto húmedo, suelto seco; presencia de grava fina (3%); raíces pocas y finas; pH 7,9.
AC	20 a 35 cm	Pardo (7,5YR 5/4) húmedo y gris pardo claro (10YR 6/2) seco; arena franca gruesa; granos simples sin estructura; no pegajoso, no plástico, suelto húmedo y suave seco; presencia de grava mediana (7%); pH 8,8.
C ₁	35 a 55 cm	Pardo (7,5 YR 5/4) húmedo y pardo a pardo claro (7,5YR 5,5/3) seco; arena gruesa; granos simples sin estructura; ligeramente pegajoso, no plástico, ligeramente duro a duro seco; presencia de grava fina (1%); pH 8,9.
C ₂	55 a 100 cm	Pardo amarillento oscuro a pardo amarillento (10YR 4,5/4) húmedo y gris claro (10YR 7/2) seco; arena gruesa; granos simples sin estructura; muy ligeramente pegajoso, no plástico, muy friable húmedo, suave seco; presencia de grava fina (3%); en algunos estratos de 3 cm de espesor y a 85 cm piedras algo redondeadas de 7 cm de diámetro; pH 8,8.
C ₃	100 a 135 cm	Pardo amarillento (10YR 5/4) húmedo y pardo muy pálido (10YR 7/3) seco; arena gruesa; granos simples sin estructura; muy ligeramente pegajoso, no plástico, muy friable húmedo, suave seco; presencia de grava fina (3%) y algunas piedras de 8 cm de diámetro; pH 8,5.
C ₄	135 a 160 cm	Pardo amarillento claro (10YR 6/4) húmedo y pardo muy pálido (10YR 8/3) seco; arena gruesa; granos simples sin estructura; no pegajoso, no plástico, suelto húmedo y suelto seco; presencia de grava fina (10%), de 160 a 260 cm continua arena gruesa con 5% de grava fina; pH 8,4

PPA Pampas (Análisis N° 78 i)

<u>Horizonte</u>	<u>Estrato</u>	<u>Descripción</u>
C ₁	0 a 30 cm	Pardo a pardo oscuro (7,5YR 4/4), pardo grisáceo oscuro (2,5Y 4/2), pardo grisáceo muy oscuro (2,5Y 3/2) húmedo y pardo a pardo oscuro (7,5YR 4,5/4), gris parduzco claro (2,5Y 6/2), pardo grisáceo (2,5Y 5/2) seco; arena; granos simples sin estructura; no pegajoso, no plástico, suelto húmedo y seco; límite claro y suave; pH 9,4.
IIC ₁	30 a 45 cm	Pardo (10YR 5/3) húmedo y gris claro (10YR 7/2) seco; moteos muchos, finos, prominentes, claros y rojizos; franco-limoso; macro estructura prismática, pero se desmenuza con suave presión, en bloques angulares moderados y gruesos; pegajoso, plástico, firme húmedo, duro seco; poros intersticiales comunes, finos, muy finos y discontinuos, poros randomizados e imped; límite abrupto y suave; pH 9,2.
IIIC ₁	45 a 60 cm	Pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2) húmedo, gris pardo claro (10YR 6/2) seco; moteos comunes gruesos, distintos y rojizos; arena; granos simples sin estructura; no pegajoso, no plástico; suelto húmedo y seco; poros no se observaron; límite abrupto y suave; pH 9,2.
IVC ₁	60 a 78 cm	Pardo grisáceo (10YR 5/2) húmedo, gris claro (10YR 7/1) seco; franco-arenoso; masivo; ligeramente pegajoso, ligeramente plástico, friable húmedo, ligeramente duro seco; poros intersticiales comunes, finos, muy finos y discontinuos, poros randomizados (principalmente oblicuos), poros vesiculares dentro de los agregados e imped; límite claro y ondulado; pH 9,1. <u>NOTA:</u> En las partes superior e inferior de este horizonte se encuentra una capa de material más fino y con moteos comunes, medianos y rojizos, de posible acumulación de material calcáreo y presencia de algunas conchuelas pequeñas de caracoles.
IVC ₂	78 a 150 cm	Pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2) húmedo y pardo pálido (10YR 6/3) seco; moteos pocos, gruesos, distintos y rojizos; arena; granos simples sin estructura; no pegajoso, no plástico; suelto húmedo y seco; límite difuso e irregular; pH 9,5. <u>NOTA:</u> Otro perfil dominante de esta unidad es similar al "ALA".

SIA Santa Ines (Análisis Nº 27)

<u>Horizonte</u>	<u>Estrato</u>	<u>Descripción</u>
A ₁₁	0 a 10 cm	Pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2) húmedo y pardo grisáceo (20YR 5/2) seco; arena francosa gruesa; granos simples sin estructura; no pegajoso, no plástico, suelto húmedo y seco, poros abundantes, micros y discontinuos, raíces pocas y finas; pH 8,3.
A ₁₂	10 a 40 cm	Pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2) húmedo y gris pardo claro (10YR 6/2) seco; arena francosa gruesa, bloques sub-angulares, débiles y muy finos; no pegajoso, no plástico, suelto húmedo y suave seco; poros abundantes, discontinuos y muy finos; pH 8,8.
C ₁	40 a 60 cm	Pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2) húmedo y gris pardo claro a gris claro (10YR 6,5/2) seco; arena gruesa; migajón muy débil y muy fino; no plástico, no pegajoso, suelto húmedo y suave seco; poros abundantes, discontinuos y muy finos; pH 9,1.
C ₂	60 a 90 cm	Pardo a pardo oscuro (10YR 4/3) húmedo y gris pardo claro (10YR 6/2) seco; arena francosa; bloques sub-angulares débiles, medianos; no plástico; no pegajoso, muy friable húmedo y suave seco; poros abundantes, discontinuos y micros; pH 8,8.
C ₃	90 a 130 cm	Pardo a pardo oscuro (10YR 4/3) húmedo y gris pardo claro (10YR 6/2); arena gruesa; granos simples sin estructura; no pegajoso, no plástico, suelto húmedo y seco; poros abundantes, discontinuos y muy finos; pH 8,8.

VIL Vilcahuaura (Análisis Nº 30 i)

Ap	0 a 43 cm	Pardo oscuro (10YR 3/3) húmedo y gris pardo claro a pardo pálido (10YR 6,5/2) seco; franco-limoso; migajón débil y muy grueso; ligeramente pegajoso, ligeramente plástico; friable húmedo, suave seco; poros abundantes muy finos discontinuos y randomizados, la mayoría de los poros son impedidos; intersticiales; raíces pocas, finas y medianas; límite suave y abrupto; pH 7,9. <u>Nota:</u> Este horizonte en su límite inferior se encuentra mezclado con el horizonte subyacente, posiblemente es un horizonte "AB" pero de poco espesor.
----	-----------	---

VIL Vilcahuaura (cont.)

<u>Horizonte</u>	<u>Estrato</u>	<u>Descripción</u>
B _{1g}	43 a 56 cm	Pardo muy pálido (10YR 8/3) húmedo y blanco (10YR 8/2) seco; moteos comunes, medianos, débiles, nítidos, rojizos y amarillentos, textura limoso; masivo sin estructura; no pegajoso, no plástico; muy friable húmedo, suave seco; poros abundantes micros y muy finos, discontinuos, oblicuos, la mayoría de los poros son impedidos, intersticiales; raíces muy pocas, finas y medianas, en el límite inferior de este horizonte se encuentran estratos de materia orgánica descompuesta, de color negruzco; límite suave y claro; ph 7,8.
B _{2g}	56 a 105 cm	Presenta los siguientes colores: gris oscuro (2,5 y 4/0), gris (5 y 5/1) y gris oscuro (5 y 4/1) húmedo y gris (10YR 5/1), gris claro a gris (5 y 6/1) y gris claro a gris (5 y 6/1) seco; moteos muchos, gruesos prominentes, difusos, rojizos amarillentos claros y oscuros; en el intermedio del horizonte se observan ligeras estrías de material parduzco de origen orgánico; franco; masivo; con ligera presión se descomponen en bloques sub-angulares débiles, moderados y gruesos; pegajoso y plástico; firme húmedo y seco no se observó; poros abundantes micros y muy finos, discontinuos, oblicuos y randomizados, la mayoría de los poros se encuentran dentro de los "peds", intersticiales; raíces muy pocas finas y medianas hasta 90 cm; límite suave y claro; ph 6,2.
C _{1g}	105 a 125 cm	Colores: gris muy oscuro (2,5YR 3/0), rojo oscuro (2,5YR 3/6) húmedo y no se observó en seco; el color rojizo (2,5YR 3/6) es debido al excesivo moteo; arena; granos simples sin estructura; no pegajoso, no plástico; suelto húmedo y seco; a partir de 125 cm se encuentran abundantes cantos rodados.

VIU Vizquerra (Análisis N° 41 q)

Ap	0 a 40 cm	Pardo oscuro (10YR 3/3) húmedo y pardo grisáceo (10YR 5/2) seco; franco, migajón, débil y grueso; ligeramente pegajoso, ligeramente plástico, friable húmedo y ligeramente duro seco; poros abundantes, micros, discontinuos, randomizados, impedidos y vesiculares; raíces comunes, finas y medianas; límite suave y abrupto; pH 8,1.
----	-----------	--

VIU Vizquirra (cont.)

<u>Horizonte</u>	<u>Estrato</u>	<u>Descripción</u>
C ₁	40 a 62 cm	Pardo amarillento oscuro (10YR 3/4) húmedo y gris pardo claro (10YR 6/2) seco; moteos comunes, finos débiles, difusos, amarillentos; franco-arenoso; migajón, débil y grueso; no pegajoso, no plástico, muy friable húmedo y suave seco; poros comunes, muy finos, discontinuos, randomizados, imped y vesiculares; raíces comunes finas y medianas; límite suave y abrupto; pH 7,9.
C ₂	62 a 73 cm	Pardo oscuro (10YR 3/3) húmedo y gris pardo claro (10YR 6/2) seco; moteos comunes, finos, débiles, difusos y amarillentos; franco; migajón, débil y grueso; ligeramente pegajoso, ligeramente plástico, muy friable húmedo y suave seco; poros abundantes, micros y muy finos, discontinuos, randomizados, imped y vesiculares; raíces muy pocas, finas y medianas; límite claro y ondulado; pH 7,9.
C ₃	73 a 92 cm	Pardo amarillento oscuro (10YR 4/4) húmedo y gris claro (10YR 7/2) seco; arena; granos simples sin estructura; no pegajoso, no plástico, suelto húmedo y seco; poros comunes, muy finos, discontinuos y vesiculares; raíces muy pocas, finas y medianas; límite claro y ondulado; pH 7,3. <u>NOTA:</u> En la parte superior de este horizonte se observa un estrato de grava fina angular de 2 cm de espesor.
Ab	92 a 105 cm	Pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2) húmedo y gris pardo claro (10YR 6/2) seco; moteos comunes, finos, distintos, difusos y marrones; franco-arenoso; migajón, débil y grueso; ligeramente pegajoso, ligeramente plástico, muy friable húmedo, ligeramente duro seco; poros abundantes, micros y muy finos, discontinuos, randomizados, imped y vesiculares; límite claro y ondulado; pH 7,1.
B _{1-b}	105 a 150 cm	Pardo oscuro (10YR 3/3) húmedo y gris pardo claro (10YR 6/2) seco; franco; bloques sub-angulares, moderados y medianos; pegajoso, plástico, firme húmedo, duro seco; poros abundantes, micros y muy finos, discontinuos, randomizados, imped y vesiculares; pH 7,3. <u>NOTA:</u> En este horizonte se observa la presencia de artefactos (pedazos de cerámica).

Apéndice 2

ANALISIS FISICO-QIMICOS

Muestra N ^o y Estrato	Sím- bolo	% Arena	% Arcilla	% Limo	Textura	pH	CE mmhos/cm	% Na. Cambiable
(29 i)		ALA						
0 - 18	"	87,6	2,4	10,0	Arenoso	8,2	9,1	27,27
18 - 38	"	91,6	2,4	6,0	"	8,5	4,0	35,45
38 - 70	"	95,6	0,4	4,0	"	8,6	2,8	30,00
70 - 150	"	89,6	2,4	8,0	"	9,2	3,0	36,47
(17)		AND						
0 - 40	"	47,6	22,4	30,0	Franco	7,8	0,8	6,75
40 - 90	"	27,6	36,4	26,0	Franco Arcilloso	7,3	0,6	3,33
90 - 150	"	39,6	24,4	36,0	Franco	7,9	0,5	3,40
(3)		CAA						
0 - 20	"	86,8	3,2	10,0	Arena Franca	8,3	4,07	19,4
20 - 30	"	88,8	3,2	8,0	Arenoso	8,7	1,69	15,2
30 - 48	"	100,0	0,0	0,0	"	9,2	0,39	14,1
48 - 65	"	94,8	3,2	2,0	"	9,1	0,27	12,8
65 - 90	"	100,0	0,0	0,0	"	9,2	0,26	16,0
90 - 140	"	91,8	3,2	5,0	"	9,2	0,30	17,7

Muestra N ^o y Estrato	Sím- bolo	% Arena	% Arcilla	% Limo	Textura	pH	CE mmhos/cm	% Na. Cambiabile
(99 s)	CAL							
0 - 30	"	35,6	10,4	54,0	Franco limoso	7,7	25,0	21,66
30 - 40	"	33,6	28,4	38,0	Franco Arcilloso	8,2	3,0	19,16
40 - 50	"	49,6	16,4	34,0	Franco	8,2	3,0	32,00
50 - 100	"	45,6	14,4	40,0	"	8,1	3,1	34,33
100 - 125	"	17,6	22,4	60,0	Franco limoso	8,0	5,0	40,66
125 - 150	"	23,6	40,4	36,0	Arcilloso	7,8	7,0	26,00
(25 l)	CHA							
0 - 60	"	63,6	12,4	24,0	Franco Arcilloso	8,5	1,0	10,66
60 - 85	"	59,6	14,4	26,0	Franco Arenoso	8,5	0,8	10,33
85 - 135	"	63,6	14,4	22,0	" "	8,2	1,1	9,33
135 - 145	"	15,6	40,4	44,0	Arcilloso	7,8	1,3	3,40
(46 q)	HUA							
0 - 30	"	35,5	14,5	50,0	Franco limoso	7,2	3,40	6,3
30 - 48	"	33,5	30,5	36,0	Franco Arcilloso	7,4	3,50	5,37
48 - 62	"	35,5	4,5	60,0	Franco Arenoso	7,1	3,80	7,82
62 - 72	"	25,5	4,5	70,0	Franco limoso	7,1	3,24	9,83
72 - 86	"	55,5	2,5	42,0	Franco Arenoso	3,5	5,14	2,56
86 - 113	"	73,5	4,5	22,0	" "	2,2	7,94	1,7
113 - 160	"	57,5	12,5	30,0	" "	6,5	5,72	18,91

Muestra N ^o y Estrato	Sím- bolo	% Arena	% Arcilla	% Limo	Textura	pH	CE mmhos/cm	% Na. Cambiable
(47 q)	HUB							
0 - 20	"	53,5	8,5	38,8	Franco Arenoso	2,4	16,84	2,34
20 - 37	"	65,5	8,5	26,0	" "	6,8	1,15	12,22
37 - 60	"	65,5	4,5	30,0	" "	7,4	0,45	7,22
(27)	SIA							
0 - 10	"	82,8	3,2	14,0	Arena Franca	8,3	9,98	17,8
10 - 40	"	84,8	3,2	12,0	" "	8,8	0,81	8,88
40 - 60	"	88,8	3,2	8,0	Arenoso	9,1	0,26	12,50
60 - 90	"	84,8	3,2	12,0	Arena Franca	8,8	0,26	9,71
90 - 130	"	88,8	3,2	8,0	Arenoso	8,8	0,20	12,30
(30 i)	VIL							
0 - 43	"	33,6	2,4	64,0	Franco limoso	7,9	35,0	17,02
43 - 56	"	17,6	2,4	80,0	Limoso	7,8	8,5	30,81
56 - 105	"	49,6	16,4	34,0	Franco	6,2	8,5	13,16
(41 q)	VIU							
0 - 40	"	47,6	24,4	28,0	Franco	8,1	1,13	2,09
40 - 62	"	65,6	8,4	26,0	Franco Arenoso	7,9	0,45	4,66
62 - 73	"	47,6	12,4	40,0	Franco	7,9	0,59	4,1
73 - 92	"	91,6	2,4	6,0	Arenoso	7,3	0,67	6,36
92 - 105	"	57,6	14,4	28,0	Franco Arenoso	7,1	0,60	2,8
105 - 150	"	51,6	20,4	28,0	Franco	7,3	0,69	2,15

Análisis químicos realizados por el Laboratorio de Suelos del Servicio de Investigación y Promoción Agraria (SIPA - La Molina).