

X

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

ESTUDIO DETALLADO DE SUELOS CON FINES
DE RIEGO DEL VALLE DE
CUBULCO, BAJA VERAPAZ

TESIS:

Presentada a la Honorable Junta Directiva
de la Facultad de Agronomía de la
Universidad de San Carlos de Guatemala

POR:

CARLOS ROLANDO MORENO GUERRA

En el acto de investidura como

INGENIERO AGRONOMO

En el Grado Académico de

LICENCIADO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

GUATEMALA, MAYO DE 1987.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Lic. Roderico Segura Trujillo

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO : Ing. Agr. César Castañeda S.

VOCAL PRIMERO : Ing. Agr. Gustavo A. Mendez G.

VOCAL SEGUNDO : Ing. Agr. Jorge Sandoval

VOCAL TERCERO : Ing. Agr. Mario Melgar

VOCAL CUARTO : Br. Luis Molina M.

VOCAL QUINTO : T. U. Carlos E. Mendez

SECRETARIO : Ing. Agr. Luis A. Castañeda S.

ACTO QUE DEDICO

A MI MADRE:

Yolanda Guerra de Moreno

A MI ESPOSA:

Margarita Recinos de Moreno

A MI HIJO:

José Carlos Moreno Recinos

A MIS HERMANOS:

Victor Adolfo

Rafael

Violet

Harry

A MI ABUELITA:

Carmen Zetina vda. de Guerra

A MIS TIOS:

Dr. Roquelino Recinos M.

Martha Beatriz Guerra de Recinos

e hijos

A LA FAMILIA:

Recinos Muñoz, en especial a mi suegra Yolanda Muñoz vda. de Recinos

A TODOS MIS FAMILIARES Y AMIGOS

A USTED

TESIS QUE DEDICO

A DIOS TODOPODEROSO

quien iluminó mi camino

AL PUEBLO DE GUATEMALA

por haberme dado la oportunidad de estudios superiores

A MI PATRIA BELIZE

por haberme encauzado en el camino hacia los estudios superiores

A LA FACULTAD DE AGRONOMIA

por la preparación recibida

A MIS ASESORES

Ing. Agr. Gilberto D. Alvarado C.

Ing. Agr. Efraín López Morales

Guatemala,
12 de mayo de 1987

Ing. Agr. César Castañeda Salguero
Decano de la Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala
Ciudad.

Señor Decano:

En atención al nombramiento efectuado para asesorar el trabajo de tesis realizado por el estudiante, Carlos Rolando Moreno Guerra, titulado "ESTUDIO DETALLADO DE SUELOS CON FINES DE RIEGO DEL VALLE DE CUEULCO, BAJA VERAPAZ", por este medio me permito informar a usted, que dicho trabajo fue revisado y por lo mismo satisface los requisitos que establece la Universidad para ser presentado como tesis de grado.

Este trabajo constituye un aporte positivo para las actividades de producción de la agricultura bajo riego, en el valle.

Atentamente,



Ing. Agr. Gilberto D. Alvarado C.
Asesor

12 de mayo de 1987

Ing. Agr. César Castañeda Salguero
Decano
Facultad de Agronomía de la USAC
Presente

Señor Decano:

Por este medio me permito informar a usted, en atención al nombramiento efectuado para asesorar el trabajo de tesis - realizado por el estudiante, Carlos Rolando Moreno Guerra, titulado "ESTUDIO DETALLADO DE SUELOS CON FINES DE RIEGO DEL VALLE DE CUBULCO, BAJA VERAPAZ" que dicho trabajo ha sido revisado y encontrado satisfactorio para llenar los requisitos que establece la Universidad para ser presentado como tesis de grado.

Dicho trabajo constituye un aporte positivo para el desarrollo de las actividades de producción en la agricultura bajo riego en dicho valle.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



Ing. Agr. Efraín López Morales
ASESOR

Guatemala, 12 de mayo de 1987

Honorable Junta Directiva
Honorable tribunal Examinador

De conformidad con lo establecido por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

ESTUDIO DETALLADO DE SUELOS CON FINES
DE RIEGO DEL VALLE DE
CUBULCO, BAJA VERAPAZ

Presentado como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Recursos Naturales Renovables.

Atentamente,


Carlos Rolando Moreno Guerra

AGRADECIMIENTOS

Deseo patentizar mis agradecimientos a mis asesores:

Ing. Agr. Gilberto D. Alavarado C.

Ing. Agr. Efraín López M.

Así como también a las instituciones siguientes:

Christian Children's Fund Inc.

Proyecto Nuevo Amanecer de Cubulco, Baja Verapaz.

Laboratorio de suelos y aguas de la Dirección Técnica de Riego y Avenamiento(DIRVA)

Laboratorio de suelos del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola(ICTA)

A mí compañero Ogden Rodas por su valiosa colaboración y a todas las personas que de una u otra forma colaboraron para la realización del siguiente trabajo.

CONTENIDO

INDICE	Paginas
RESUMEN	
1. INTRODUCCION	1
2. OBJETIVOS	2
3. REVISION DE LITERATURA	3
4. GENERALIDADES DEL AREA DE ESTUDIO	10
4.1. Infraestructura	10
4.2. Características de la población y de la producción agrícola	10
4.3. Uso Actual de la Tierra	12
4.4. Características Físicas del área	13
4.4.a. Suelos	13
4.4.b. Hipsometría	14
4.4.c. Fisiografía	15
4.4.d. Clima	15
4.4.e. Hidrología e Hidrografía	19
4.4.f. Ecología Vegetal	20
5. MATERIALES Y METODOS	20
5.1. Descripción del área de estudio	20
5.2. Materiales	21
5.3. Métodos	22
5.3.1. Gabinete Preliminar	22
5.3.2. Fase de Campo	22
5.3.3. Fase de Laboratorio	24
5.3.4. Gabinete Final	27
6. RESULTADOS Y DISCUSIONES	28
6.1. CLASE 1	28
6.1.a) Descripción del Perfil Modal	29
6.1.b) Datos Físico-Químicos del Perfil Modal	31
6.1.c) Discusión	32
6.2. CLASE 5	33
6.2.1. Subclase 5i(1s)	38
6.2.2. Subclase 5i(2std)	39
6.2.2.a) Descripción del Perfil Modal	40
6.2.2.b) Datos Físico-Químicos del Perfil Modal	42
6.2.2.c) Discusión	43

II

CONTENIDO

INDICE	Paginas
6.2.3. Subclase 5d(2sd)	44
6.2.3.a) Descripción del Perfil Modal	45
6.2.3.b) Datos Físico-Químicos del Perfil Modal	46
6.2.3.c) Discusión	47
6.3. CLASE 6	48
6.3.1. Clase IV	51
6.3.1.1. Typic Ustrophepts	52
a) Descripción del Perfil Modal	52
b) Datos Físico-Químicos del Perfil Modal	54
c) Discusión	55
6.3.1.2. Typic Ustorthents	55
a) Descripción del Perfil Modal	56
b) Datos Físico-Químicos del Perfil Modal	58
c) Discusión	59
6.3.2. Clase VI	59
a) Descripción del Perfil Modal	60
b) Datos Físico-Químicos del Perfil Modal	61
c) Discusión	62
6.3.3. Clase VIII	63
a) Descripción del Perfil Modal	64
b) Datos Físico-Químicos del Perfil Modal	66
c) Discusión	67
6.4. Datos Físico-Químicos de las Muestras de Aguas	68
7. CONCLUSIONES	73
8. RECOMENDACIONES	76
9. BIBLIOGRAFIA	78
10. ANEXOS	80

III

INDICE DE CUADROS

INDICE	Paginas
CUADRO No. 1 : Uso Actual de la Tierra del Valle de Cubulco	12
CUADRO No. 2 : Leyenda Fisiográfica del Valle de Cubulco	16
CUADRO No. 3 : Balance Hidrológico del Valle de Cubulco	17

INDICE DE GRAFICAS

INDICE	Paginas
GRAFICA No. 1 : Balance Hidrológico del Valle de Cubulco (EPOCAS DE EXCESO Y DEFICIT DE HUMEDAD)	18
GRAFICA No. 2 : Prueba de Infiltración . Punto No. 1	34
GRAFICA No. 3 : Prueba de Infiltración . Punto No. 4	35
GRAFICA No. 4 : Prueba de Infiltración . Punto No. 5	36
GRAFICA No. 5 : Prueba de Infiltración . Punto No. 6	37
GRAFICA No. 6 : Prueba de Infiltración . Punto No. 2	49
GRAFICA No. 7 : Prueba de Infiltración . Punto No. 3	50

INDICE DE ANEXOS

INDICE	Paginas
CUADRO No. 1 : Requerimientos Mínimos para los tipos de Clasificación	81
CUADROS DE Especificaciones Generales para la Clasifica- cion de la Tierra según USBR	82-
MAPA No. 1 : Mapa Fisiográfico del Valle de Cubulco	
MAPA No. 2 : Mapa de Uso Actual de la Tierra del Valle de Cubulco	
MAPA No. 3 : Mapa de Clasificación Taxonómica Del Valle de Cubulco	
MAPA No. 4 : Mapa de Clasificación de Suelos con fines de riego	
MAPA No. 5 : Mapa Agrológico del Valle de Cubulco.	

RESUMEN

El Valle de Cubulco se encuentra en la Sierra de Chuacús, ubicado en la zona de vida de Bosque Seco Subtropical, cubriendo una extensión de 753.95 hectáreas.

El problema principal de las comunidades de dicho valle es el déficit de humedad durante siete meses del año, empezando en noviembre y prolongándose hasta finales del mes de mayo. El agricultor en su mayoría minifundista, tiene que salir de la región a buscar empleo después de su cosecha anual, debido a que en la región no existe posibilidad.

Los objetivos planteados para el presente trabajo fueron hacer una clasificación genética por la Taxonomía de Suelos, una clasificación técnica con fines de riego según metodología de United States Bureau of Reclamation(USBR) y además una clasificación agrológica, para delimitar las zonas potenciales de riego y dar recomendaciones en cuanto a su manejo y conservación.

La investigación constó de cuatro fases que fueron gabinete preliminar, fase de campo, fase de laboratorio y gabinete final.

En el área del proyecto se pudieron determinar cinco subgrupos taxonómicos de suelos, 3 clases según la clasificación de suelos con fines de riego de USBR y cinco clases agrológicas.

La clase 1 de suelos con fines de riego comprende la subclase 1s y 287.737 hectáreas(38.17%), clasificándose agrológicamente como IIe-9 y taxonómicamente como Typic ustipsamments; siendo los suelos con las mejores características para la aplicación de riego.

La clase 5 de suelos con fines de riego comprende dos subclases de posición, que son las subclases 5i(1s) y 5i(2std) que incluyen un área de 60.137 hectáreas(7.97%), siendo zonas de suelos que se encuentran aisladas, siendo actualmente antieconómico su riego.

La primera subclase se clasifica agrológicamente como IIe-9 y taxonómicamente como Typic ustipsamments, mientras que la segunda se clasifica como IIIe-3,5 y Typic pellusterts. Esta clase también incluye una subclase de drenaje, siendo 5d(2sd) que ocupa 207.394 hectáreas(27.51%) que son suelos con horizontes internos arcillosos que dificultan las labores agrícolas y necesitan de obras de drenaje antes de regar.

La clase 6 de suelos con fines de riego ocupa una extensión de 187.429 hectáreas(24.86%) de tierras no arables, incluyendo las clases agrológicas IV, VI y VIII.

La clase agrológica IV se clasifica como subclase agrológica - VIe-1,9 y como subgrupo Lithic Ustorthents según la taxonomía de -- suelos. Son suelos muy inclinados, muy erosionados, de baja fertilidad y presentando contacto lítico, recomendándose su uso para árboles maderables que han mostrado su adaptabilidad a la zona.

Por ultimo, se encuentra la clase agrológica VIII que ocupa la colina más alta del valle y las zonas de mal paisaje. Comprende suelos con pendientes abruptas, muy erosionados hasta presentar cárcavas y baja fertilidad, recomendándose dejar en barbecho y realizar obras de conservación de suelos para detener la erosión.

1. INTRODUCCION:

El Valle de Cubulco, municipio del mismo nombre, en el Departamento de Baja Verapaz, se encuentra ubicado en una zona de vida de Bosque seco Subtropical según De la Cruz(3) y debido a que es un valle intermontano, en la Sierra de Chuacús, recibe una precipitación pluvial muy escasa y mal distribuida.

Por ende, el problema principal de las comunidades que se encuentran en dicho valle es el déficit de humedad durante siete meses del año, empezando desde noviembre y prolongándose hasta finales del mes de mayo cuando retornan las lluvias.

El agricultor que en su mayoría es minifundista, tiene que dejar de dedicarse a las faenas agrícolas en sus parcelas, y salir de la región después de su cosecha anual a buscar trabajo, dado que en la zona no existe posibilidad de este.

Durante esta época seca, muchos productos tienen que ser traídos de fuera de la región, con lo que aumentan sus precios, viniendo a hacer aún más críticas las condiciones económicas de las familias campesinas que tienen que depender de la venta de su fuerza de trabajo para poder sobrevivir. Dichos productos bien podrían ser cultivados en la región si existiera un sistema de riego, el cual vendría a remediar la mayoría de los problemas económicos y sociales de la región.

El marco anterior define la importancia que tiene esta investigación, ya que siendo un estudio de factibilidad, constituye el último paso para delimitar las áreas potenciales de riego y proceder al establecimiento del sistema de entrega de agua para una agricultura permanente, y no dependiendo hasta cierto punto de las condiciones atmosféricas.

La zona de estudio está delimitada por el estudio de pre-factibilidad, hecho por el Centro Universitario del Norte(15) o sea el estudio de uso potencial, que incluyó 753.95 hectáreas.

2. OBJETIVOS:

General:

2.1.- Hacer el estudio de factibilidad de los suelos con fi nes de riego del Valle de Cubulco, Baja Verapaz, y de limitar las zonas potenciales así como dar recomendaciones en cuanto a su manejo y conservación.

Específicos:

- 2.1.a.- Hacer una clasificación genética de suelos, de acuerdo al sistema de clasificación de la Taxonomía de sue los hasta subgrupos.
- 2.1.b.- Hacer una clasificación técnica de suelos con fines de riego según lo especificado por United States Bureau of Reclamation(USBR).
- 2.1.c.- Hacer una clasificación agrológica de suelos con fines de manejo y conservación.

3. REVISION DE LITERATURA:

El estudio continuo y la experiencia acumulada con la clasificación de la tierra con fines de riego(7) que realiza USBR, - han dado por resultado el desarrollo de las técnicas y especificaciones usadas en la actualidad. La clasificación está basada en experiencias agronómicas y económicas, y se usa principalmente con fines económicos; la distinción entre clases está apoyada en diferencias de características físicas, desarrollándose - estas diferencias tomando como base los factores económicos.

Los factores económicos considerados con fines de establecer las especificaciones para la clasificación de tierras son: capacidad productiva, costo de producción y costo de desarrollo de la tierra.

La capacidad productiva connota la adaptabilidad y el rendimiento de los cultivos, siendo los principales factores que influyen en esta las condiciones climáticas, las características del suelo, características topográficas, disponibilidad de agua y drenaje.

Los costos de producción y el desarrollo de la tierra son también importantes y estan relacionados directamente con las - características físicas, químicas y biológicas.

Según el manual de clasificación de tierras con fines de - riego(15), las condiciones generales de suelo requeridas para - una agricultura de riego permanente y rentable incluye lo siguiente. El suelo:

- (a) debe tener una capacidad de retención de agua aprovechable razonablemente alta;
- (b) debe ser rápidamente penetrable por el agua para permitir la aireación, el reabastecimiento del suelo con agua, el escape

rápido del exceso y el lavado de sales solubles;

- (c) debe ser lo suficientemente profundo para permitir el necesario desarrollo radicular, proveer espacio adecuado para retención de agua y facilitar el drenaje;
- (d) no debe presentar mayores inconvenientes a las operaciones culturales;
- (e) debe estar libre de cantidades perjudiciales de sodio o "álcalí negro";
- (f) debe estar libre de la acumulación de sales perjudiciales, o si las contiene deben ser fácilmente lavables;
- (g) debe tener capacidad adecuada de suministro de nutrimentos; favorable capacidad de cambio de cationes y libre de cantidades perjudiciales de elementos tóxicos;
- (h) debe ser resistente a la erosión excesiva bajo prácticas de riego económicas.

La topografía incluye los siguientes factores: grado de pendiente, relieve, posición, tamaño y forma de las áreas y cobertura.

El drenaje considera los siguientes criterios para poder apreciar su necesidad: conductividad hidráulica del suelo, subsuelo y substratos; la profundidad de las capas impermeables; la topografía; la posición de la tierra; la profundidad de la mesa de agua; la salinidad y alcalinidad del subsuelo; la vegetación y el tipo de los desagües existentes y así como su colocación.

El sistema de USBR usa cuatro clases de suelos de acuerdo a su aptitud para agricultura de riego, una clase provisional y una clase para identificar la tierra no arable.

En el anexo se presentan las especificaciones generales para la clasificación de la tierra con fines de riego según USBR.

Las tres primeras clases arables(1-3) presentan igual número de subclases básicas según el problema que presenten, las -- cuales se designan con una letra minúscula, de la forma siguiente:

s = los suelos

t = la topografía

d = el drenaje

De la misma forma, la clase cuatro presenta sus propias subclases, designándose estas con letras mayúsculas, como se presentan a continuación:

P = pasto

F = frutas

R = arroz

V = hortícola

H = desarrollo suburbano

S = riego por aspersión

U = riego subterráneo

Por último tenemos la clase cinco, que es una clase provisional, donde se mantienen los suelos hasta determinar si se queda en la clase no arable o pasa a la arable. Aquí se presentan subclases de posición y de drenaje, designándose de la forma siguiente:

Subclases de posición-

i = aislada

h = alta

l = baja

Subclases de drenaje-

Si existe únicamente problema de drenaje, los suelos

se mantienen en la clase 5, designándose de la forma siguiente 5d(1); o sea que si se resuelve el problema de drenaje, estos suelos pasan a la clase arable 1.

Si además del problema de drenaje este conlleva a problemas de arabilidad, los suelos se clasifican como 5d(2sd). En el anexo, en el mapa de clasificación de la tierra con fines de riego (Mapa No. 4) se presentan en detalle los indicadores de evaluación, que son uso, productividad, costos de desarrollo de la tierra, demanda de agua y drenabilidad.

Se han establecido tres tipos de clasificación de la tierra. Estos se designan con los nombres de: reconocimiento, semidetallado y detallado.

Detallado:

Este tipo de clasificación se realiza para determinar con suficiente detalle tanto la extensión como el carácter de las diferentes tierras comprendidas en cada superficie de 16 hectáreas. Por consiguiente, los datos básicos de las condiciones de suelo y subsuelo, topografía y drenaje, se obtienen en detalle con el propósito de determinar el uso más apropiado de la tierra, los sistemas de riego y drenaje, y el desarrollo de la tierra.

La delineación de este tipo de clasificación se realiza en mapas a escala 1:4,800 pudiendo ser menores pero nunca más pequeños de 1:12,000.

En el anexo se presenta el cuadro de: Requerimientos mínimos para los tipos de clasificación, según la United States Bureau of Reclamation (USBR), (Cuadro No. 1)

De acuerdo con Foster(9), las muchas clases diferentes de tierras están agrupadas en ocho clases de capacidad agrícola.

Todas las tierras se clasifican en dos grupos, cada uno de los cuales se divide a su vez en cuatro clases generales, que indican la intensidad de los riesgos que las tierras presentan según su utilización.

Las clases I, II y III incluyen todas las tierras que son adecuadas para los cultivos limpios, y la clase IV las tierras que se pueden cultivar sin riesgos, de modo limitado. Las clases V, VI y VII comprenden las tierras propias para pastos y bosques y la clase VIII comprende las tierras no adecuadas para cultivos, pastos ni bosques.

DEFINICION DE LAS CLASES DE CAPACIDAD AGROLOGICA:

CLASE I

Comprende las tierras buenas desde cualquier punto de vista. El suelo en esta clase es casi horizontal, y no se erosiona fácilmente por viento y agua. El suelo es profundo y fácil de trabajar; retiene el agua y está provisto de nutrimentos para las plantas.

CLASE II

Esta formada por tierras buenas, desde cualquier punto de vista, pero determinadas condiciones físicas hacen que no sean tan ricas como las de la clase I.

Estas tierras tienen limitaciones naturales en su uso, y exigen tratamiento especial, como prácticas de conservación, que son fácilmente aplicables: laboreo siguiendo las curvas de nivel, cultivos forrageros de cobertura, manejo sencillo del agua, rotaciones de cultivos y empleo de fertilizantes.

CLASE III

Comprende las tierras moderadamente buenas para el cultivo. Son de uso más limitado que las tierras de la clase II, debido

a una o más características naturales. Se les puede utilizar regularmente para el cultivo; pero debido a estas restricciones naturales, se hace necesario un tratamiento intensivo de alguna clase.

Una variante de la clase III son las tierras que pueden estar mal drenadas y necesitan drenaje.

CLASE IV

Estas tierras no son adecuadas para la obtención normal de cosechas.

Una gran parte de estas es demasiado inclinada para que se les cultive normalmente, debido al peligro de la erosión. En términos generales se pueden cultivar estas tierras con seguridad, quizá un año de cada seis, y en los demás años su mejor uso es para pastos henificables.

CLASE V

Son tierras que debido a alguna obstrucción permanente no son adecuadas para el cultivo. Sin embargo, el suelo es profundo y las tierras tienen pocas limitaciones de cualquier especie para dedicarlas al pastoreo o para aprovecharlas para bosques.

CLASE VI

Estas tierras no son adecuadas ni aprovechables para cultivo alguno, y su uso está algo limitado a pastos y bosques, debido a características tales como capa superficial poco profunda, pendientes abruptas o excesivos cortes por corrientes de agua y cuya corrección para hacerla laborable es impracticable.

CLASE VII

Estas tierras no son solo inadecuadas para el cultivo, sino que tienen graves limitaciones para que se utilicen en pastos o para la silvicultura. Reclaman cuidados extremos para evitar la

erosión.

CLASE VIII

Estas tierras son adecuadas solamente para fines de esparcimiento. Pueden ser secas, abruptas, pedregosas, arenosas o - están muy erosionadas.

Donahue, Miller y Shickluna(4) especifican más, incluyendo las ocho clases agrológicas en un nivel 1, y agregan otros dos niveles de clasificación, los cuales corresponden a las subclases de capacidad de suelo y las unidades de capacidad de manejo del suelo.

Las subclases de capacidad de suelo incluyen grupos dentro de las clases que explican las razones para las limitaciones de producción de cultivos intensamente.

Estas se designan con letras minúsculas que van después de la clase agrológica de la forma siguiente:

e = peligro de erosión

w = humedad.

s = llano, seco o pedregoso

c = clima muy frío o muy seco

Las unidades de capacidad de manejo del suelo son subdivisiones de las subclases que comprimen grupos de unidades de mapeo, suficientemente similares para responder a prácticas similares de alto nivel de manejo de suelos y cultivos. se designan añadiendo un número arábigo a la clase y subclase.

0 = Arena y grava en el sustrato

1 = peligro de erosión

2 = humedad causada por drenaje pobre o inundación

3 = lenta o muy lenta permeabilidad del subsuelo o sustrato

- 4 = textura gruesa o mucha grava
- 5 = textura fina o muy fina
- 6 = sales o álcali(suelos salinos o sódicos)
- 7 = guijarros, piedras o rocas
- 8 = manto casi impermeable o duripan
- 9 = baja fertilidad o toxicidad.

4. GENERALIDADES DEL AREA DE ESTUDIO:

4.1. Infraestructura:

Según el Proyecto Nuevo Amanecer(11), la cabecera municipal Cubulco se encuentra a 198 kilómetros de la ciudad capital vía El Rancho y 134 kilómetros vía San Juan Sacatepéquez. El tiempo de traslado en transporte público a la Capital es de 5 a 6 horas, siendo 150 kilómetros de carretera de asfalto y 48 kilómetros de terracería. El transporte público solo llega a la cabecera municipal, habiendo que viajar a las demás comunidades de alguna otra forma al no existir este último. Existe carretera de terracería o veredas hacia estas otras comunidades.

4.2. Características de la población y de la producción agrícola:

Conforme a los datos presentados por el Centro Universitario del Norte(15), Moreno(13) y Dubón(5) sobre encuestas realizadas en la zona, se reporta lo siguiente:

El ingreso proveniente del trabajo de la familia en agricultura es muy bajo, razón por la cual gran parte de la población emigra cada año hacia la Costa Sur y/o hacia Alta Verapaz en la época de cosecha de café y algodón con el fin de obtener algún ingreso económico adicional.

Respecto a la educación, el 62% de la población aproximada

mente es analfabeta.

Los cultivos de mayor importancia en la zona son: el maíz, frijol, sorgo y maní, cuyos rendimientos en lo general son bajos. Las épocas de siembra para estos cultivos oscilan en tre los meses de mayo y junio. Las variedades de maíz utili zadas en general son criollas y como las más comunes se men cionan las denominadas Chiquito, Cola de rata y Amarillo.

En el caso del frijol también se usan variedades criollas y se menciona como la más común la denominada negro.

En relación a las distancias de siembra en los distintos - cultivos, están son variables y no existe un patrón defini do.

Referente a la tecnología de la producción agrícola, esta es poco desarrollada, lo cual se comprueba en el escaso uso que se hace de pesticidas, variedades mejoradas, etc.

La preparación de la tierra se hace utilizando el "arado de bueyes".

Respecto a la tenencia de la tierra la mayor parte de las parcelas utilizadas en la producción agrícolas están caracterizadas como minifundios; específicamente el 61% ~~son~~ del - tipo microfinca y el 39% del tipo subfamiliar. La mayor - parte de la tierra (65%) se encuentran en propiedad y el 35% restante en arrendamiento. Es necesario mencionar que es - muy común el trabajo del terreno en medianía.

En relación a la comercialización agrícola, los datos indi can que la mayor parte de la producción de maíz y frijol se destina a consumo familiar y solo en pocas ocasiones se lo gra comercializar alguna parte. El único producto que se -

destina al mercado es el maní.

Un aspecto que es importante mencionar es lo referente al riego. En general la mayor parte del área se considera como regable y los agricultores en diversas ocasiones han realizado trámites a fin de que el riego sea llevado al lugar. Sin embargo, las fuentes de agua son escasas y actualmente solo una pequeña parte del proyecto se encuentra bajo riego, específicamente la localizada en la población de Chiúl y parte de la población de Xum y el área urbana.

4.3. Uso Actual de la Tierra:

Cuadro No. 1

USO ACTUAL DE LA TIERRA DEL VALLE DE CUBULCO

USO	%	AREA (Ha.)
Cultivos limpios	56.67	427.250
Pastos-arbustos	31.65	238.612
Arbustos-pastos	9.79	73.810
Cultivos perennes	0.40	3.025
Area urbana	<u>1.49</u>	<u>11.253</u>
	100.00	753.950

* Ver mapa de Uso Actual de la tierra,
(Mapa No.2) en el anexo.

La mayor parte de la zona de estudio está siendo utilizada para cultivos limpios, dentro de los que se incluyen principalmente maíz, sorgo, maní y frijol. Un 41.44% del área es utilizada para el pastoreo del ganado vacuno en el invierno(junio-octubre), siendo esta zona en su mayoría las

colinas bajas y partes de las tierras planas del valle. -- Las partes utilizadas en las áreas planas corresponden en su mayoría a los terrenos con un drenaje imperfecto o lento y difíciles de labrar.

Las 11.253 hectáreas de área urbana constituyen una colonia construida por el Instituto Nacional de Electrificación (INDE), para el reasentamiento de familias damnificadas por el Proyecto Hidroeléctrico de Chixoy.

Por último, los cultivos perennes corresponden a una pequeña plantación de café y algunos árboles frutales.

4.4. CARACTERISTICAS FISICAS DEL AREA:

4.4.a. SUELOS:

Según Simmons, Tárano y Pinto(14) en relación a las series de suelos existentes en la zona, se encuentran la Chicaj, Salamá y Marajuma, comprobándose con los datos obtenidos de la forma siguiente: En la parte sur del proyecto a partir del Río Xum - hacia casi la mitad del mismo se ubica la clase de suelos Chicaj, a excepción del área que ocupa el cerro Belejtzac; esta situación es comprobada por la presencia de capas de arcilla a poca profundidad, el lento drenaje superficial, la presencia de colores grises tanto claros como oscuros y texturas medianas y fuertes en la superficie, todo lo cual caracteriza a esta serie de suelos.

En la parte norte del proyecto y al extremo este del mismo, parte inferior, se encuentra la serie de suelos Salamá, (incluyendo la fase quebrada), lo cual se comprueba por el hecho de que en este sector

la pendiente aumenta en cierto grado (entre 2 y 2.5% en la parte plana y 6.5% en la parte quebrada). Además se comprueba por la presencia de los colores -- pardo grisáceo y pardo amarillento, texturas medianas y consistencia en general suelta.

El área de topografía quebrada pertenece a la serie Marajuma, lo que se comprueba por la existencia de esquisto como material parental a poca profundidad.

4.4.b. Hipsometría:

El Valle de Cubulco se encuentra ubicado en la Sierra de Chuacús; la pendiente está de occidente a oriente, encontrándose la parte occidental conformada por estribaciones de la Sierra de Chuacús, con orientación hacia el este. Estas alcanzan alturas máximas de 1,120 metros sobre el nivel del mar(msnm), y disminuyendo hasta los 1,020 msnm siguiendo el -- cerro Belejtzac donde alcanzan una altitud de 1,108 msnm.

Siguiendo hacia el este se encuentra la cota de los 1,000 msnm que sigue hacia el norte hasta la altura del Río Paluché en la comunidad de la Laguna y encerrando toda la parte oriental del proyecto.

Existe también una pequeña pendiente en la parte sur-oriental del proyecto, desde la cota de los 1,000 msnm bajando hasta los 980 msnm que corresponde al cauce del Río Xum, en el extremo sur de dicha zona de estudio, con un relieve ondulado en la parte superior a dicho extremo. En el límite nor-orien

tal se encuentran algunas estribaciones de las Montañas Los Tablones.

4.4.c. FISIOGRAFIA:

El relieve del área está descrito en la leyenda fisiográfica hecha por medio de la fotointerpretación de fotografías aéreas a escala 1:40,000 de la zona - y con la ayuda de ampliaciones a una escala aproximada de 1:11,000 en la primera etapa de gabinete; posteriormente se rectificó en el campo, presentándose dicha leyenda en el cuadro No. 2. El mapa fisiográfico se presenta en el anexo (Mapa No. 1).

4.4.d. CLIMA:

Moreno(13) reporta los siguientes datos climáticos para el Valle de Cubulco: la temperatura media anual es de 21.2°C . El promedio de temperatura máxima anual es de 27.7°C y el promedio mínimo anual es 15.2°C ; el promedio de temperatura absoluta máxima anual es de 35.0°C y el promedio de temperatura mínima absoluta anual es de 6.0°C .

La precipitación total anual es de 985.20 mm - con 127 días de lluvia. El mes de mayor lluvia es el de septiembre, siguiéndole en su orden junio y julio; los meses de menor precipitación son enero y diciembre siguiéndole en su orden febrero y marzo. Ver - Cuadro No. 3 y Gráfica No. 1 donde se presenta el balance hidrológico del Valle de Cubulco.

De acuerdo a los datos de humedad relativa, los meses más secos son febrero y marzo con 60% y los de

CUADRO No. 2

LEYENDA FISIOGRAFICA DEL VALLE DE CUBULCO

PROVINCIA FISIOGRAFICA	PROVINCIA CLIMATICA	GRAN PAISAJE -	PAISAJE -	SUBPAISAJE -	ELEMENTOS DEL PAISAJE	SIMBOLOS -
Tierras altas Cristalinas	Iso-hiper térmico Ustico	Sierra de Chuacús(A)	Montañas (1)	Pie de monte (1)	Pie de monte (1)	A111
			Estribacio- nes o coli- nas bajas(2)	Zona de coli- nas (2)	Colinas (1)	A211
			Valle inter- montano (Cu- bulco) (3)	Terrazas del río Paluché (1)	Terrazas an- tiguas del río Paluché (1)	A311
				Terrazas re- cientes del río Paluché (2)	Terrazas re- cientes del río Paluché (2)	A312
				Terrazas del río Xum (2)	Terrazas an- tiguas del río Xum (1)	A321
				Mal Paisaje (3)	Terrazas re- cientes del río Xum (2)	A322
					Mal Paisaje (1)	A331

Cuadro No. 3

Balance Hidrológico del Valle de Cubulco

MESES	t°C /1	Evt. pot. (m.m.)	Precipitación (m.m.)	Balance /2
enero	18.7	59.8	5.3	-54.5
febrero	19.7	67.3	11.2	-56.1
marzo	21.6	83.6	10.4	-73.2
abril	23.0	95.9	20.4	-75.5
mayo	23.7	104.0	105.9	+1.9
junio	22.5	92.0	205.0	+113.0
julio	22.0	87.3	159.2	+71.9
agosto	21.9	86.4	129.6	+43.2
septiembre	21.6	83.6	210.4	+126.8
octubre	21.2	80.0	103.8	+23.8
noviembre	19.7	67.3	17.4	-49.9
diciembre	18.7	59.5	6.6	-52.9

/1 Temperatura media mensual

/2 Signo + exceso, signo - déficit de requerimiento de riego potencial.

Evt. pot. = Evapotranspiración potencial

Evt. pot. = $1.6(10(T/I))^{\alpha}$ (Thornthwaite)

Evt. pot. = Evapotranspiración potencial mensual en cms.

T = Temperatura media mensual en °C.

I = Índice térmico anual.

$$I = \sum_{i=1}^{n=12} i$$

$$i = (T/5)^{1.514}$$

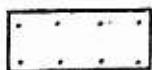
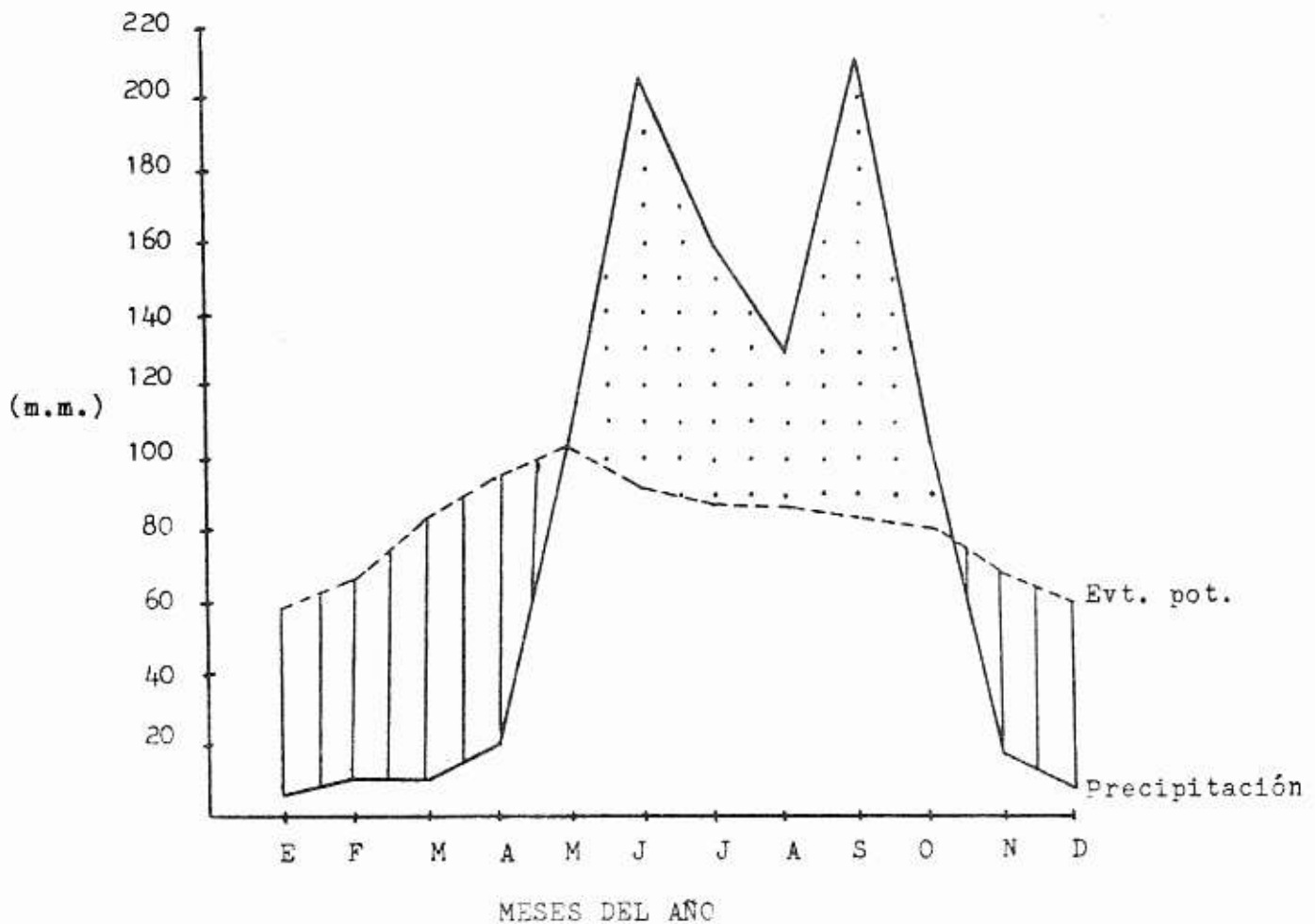
 α = Coeficiente anual

$$\alpha = (0.000000675 I^3) - (0.0000771 I^2) + (0.01792 I) + (0.49239)$$

(Gráfica No. 1)

Balance Hidrológico del Valle de Cubulco

Epocas de Exceso y Déficit de Humedad



EPOCA DE EXCESO



EPOCA DE DEFICIT

mayor humedad los de septiembre con 80% y octubre - con 79%.

La humedad relativa media anual es 75%; la humedad relativa absoluta máxima anual 100% y la humedad absoluta mínima anual 30%.

La presión atmosférica media anual es de 743.7 mm y los meses más calurosos son abril y mayo.

De acuerdo a la clasificación de clima presentado por Storie, y en base al dato de precipitación total anual, la zona se clasifica como un clima subhúmedo.

En el sistema de clasificación de Thornthwaite presentado por el Atlas Nacional de Guatemala(10) el clima es: semi-cálido, con invierno benigno y semi-seco y con vegetación natural de pastizales.

4.4.e. HIDROLOGIA E HIDROGRAFIA:

El Valle de Cubulco se encuentra drenado por - los ríos Paluché y Xum, que corren con dirección -- norte-sur el primero y oeste-este el segundo, hasta el extremo oriental del valle.

Según la clasificación hecha por Horton(12), el Río Paluché es un tributario de tercer orden, que es tá compuesto por seis de primer orden y dos de segundo orden, siendo todos los tributarios de primer orden intermitentes y los de segundo orden perennes. Esto según el mapa cartográfico a escala 1:50,000.

De la misma forma, el Río Xum es un tributario de tercer orden que consta de cuatro de primer orden

y de dos de segundo orden, siendo de la misma forma los de primer orden intermitentes y los de segundo perennes.

En el extremo sur-meridional de la zona de estudio se unen los dos tributarios de tercer orden (Río Paluché y Río Xum), para formar un tributario de -- cuarto orden; manteniendo siempre el nombre de Río Xum, drenando hacia el este, hasta alcanzar el extremo oriental del proyecto, y recibiendo en este transcurso el último tributario de primer orden.

Ver mapa fisiográfico en el anexo (Mapa No.1).

4.4.f. ECOLOGIA VEGETAL:

Según De la Cruz (3) de acuerdo a la clasificación de zonas de vida de Holdridge, la zona pertenece al Bosque seco subtropical.

5. MATERIALES Y METODOS:

5.1. DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO:

El proyecto se ubica en el Valle de Cubulco, municipio del mismo nombre en el departamento de Baja Verapaz, y cubre una extensión superficial de 753.95 hectáreas.

Su localización geográfica calculada al centro del -- proyecto es de $15^{\circ}07'10''$ latitud norte, y $90^{\circ}37'33''$ longitud oeste. Su altura promedio sobre el nivel del mar es de 1,000 metros.

Su topografía es plana en un 75% aproximadamente, y el resto del área consta de cerros que oscilan entre el 6 y el 45% de pendiente.

Respecto a la población de Cubulco, el proyecto se ubica al norte de la misma, a una distancia aproximada de dos kilómetros. En general, el Valle de Cubulco se encuentra a una distancia aproximada de 15 kilómetros respecto a la cabeecera municipal de Rábinal, y a 32 kilómetros de la cabecera departamental de Salamá, referida a la carretera de segundo orden que conduce de Salamá a Cubulco.

Dentro del proyecto se ubican las poblaciones de Chicuxtín, La Laguna, El Naranjo y Chiúl, y a las mismas se ingresa por medio de veredas, siendo las distancias de dichas poblaciones respecto a Cubulco las siguientes: a Chicuxtín 2.5 kilómetros aproximadamente, a La Laguna 3 kilómetros, a El Naranjo 2.5 kilómetros y a Chiúl 3.5 kilómetros. Además dentro del área de estudio se encuentra el centro y sitio arqueológico Belejtzac, el Río Paluché y Xum y algunas quebradas.

5.2. MATERIALES-

Para el desarrollo de la siguiente investigación, se tuvo la necesidad de utilizar los siguientes materiales:

- 5.2.1. Mapa Cartográfico de Cubulco, Hoja No. 2061 11, escala 1:50,000.
- 5.2.2. Mapa de clases agrológicas hecho en el estudio a semidetalle a escala aproximada 1:20,000 por el Centro Universitario del Norte(15).
- 5.2.3. Fotografías aéreas de la zona a escala aproximada 1:40,000 tomadas en 1964.
- 5.2.4. Ampliaciones de las fotografías de U2 tomadas

el 8 de febrero de 1976 a una escala aproximada de 1:11,000.

- 5.2.5. Equipo y material usual para la fotointerpretación.
- 5.2.6. Equipo y material usual para la toma de muestras de suelos en el campo.
- 5.2.7. Equipo y material usual para dibujo cartográfico co.
- 5.2.8. Cilindro de infiltración para las pruebas consiguientes.

5.3. METODOS-

La metodología utilizada se dividió en cuatro -- etapas, siendo estas las siguientes:

5.3.1. Gabinete Preliminar:

- Revisión de literatura relacionada al estudio de suelos con fines de riego de USBR, estudios agrológicos de suelos y taxonomía de suelos.
- Análisis de toda la información existente so bre el Valle de Cubulco.
- Fotointerpretación preliminar.
- Elaboración de la leyenda fisiográfica preli minar.
- Elaboración del mapa de campo a una escala - aproximada 1:11,000 que en este caso fueron las ampliaciones, con lo que se hizo el tras lado de información directamente hacia esta.
- Reconocimiento preliminar de la zona.

5.3.2. Fase de Campo:

- Caminamiento general del área para hacer un chequeo de la fotointerpretación preliminar, directamente sobre el mapa de campo(ampliación 1:11,000). Al mismo tiempo se observaron problemas de erosión, salinidad, declive, pedregosidad superficial e interna, uso actual de la tierra, drenaje superficial e interno y vegetación dominante.
- Rectificación de las líneas de fotointerpretación.
- Ubicación de los puntos de estudio(calicatas), que se pueden ver en el mapa fisiográfico del Valle de Cubulco en el anexo(Mapa No.1).
- Lectura de los perfiles de suelos en los puntos pre determinados, haciendo calicatas de 1 X 1 X 1 metros, y puntos exploratorios de 0.5 X 0.5 X 0.5 metros para delimitar las unidades de suelos.
- Obtención de muestras de suelos de los horizontes genéticos. De cada horizonte se recolectaron más o menos 4 libras de suelos en una bolsa de polietileno debidamente identificada con una etiqueta para ser trasladada al laboratorio.
- Se tomaron 10 muestras de aguas superficiales y subterráneas, tanto dentro del área de estudio como fuera de este. Los puntos de muestreo de aguas se ven en el mapa fisiográfico del valle(Mapa No.1) en el anexo. Estas muestras se tomaron en envases plásticos de 1/2 litro.
- Se hicieron pruebas de infiltración en 6 puntos distintos de las áreas regables o sea planas del valle, por el método del cilindro de infiltración. Ver mapa

fisiográfico en el anexo.

- Envío de muestras al laboratorio.

5.3.3. Fase de laboratorio: (6), (8)

Al traer las muestras del campo se tendieron para efectuar el secamiento al aire; luego se trituraron con un rodillo de madera para luego ser tamizadas con una malla de 2 mm. (Para el análisis de la materia orgánica se tamizaron a 0.5 mm.). Se homogenizaron para así ya ser utilizados en todos los análisis respectivos. Los análisis físico-químicos siguientes se efectuaron en el laboratorio de la Dirección Técnica de Riego y Avenamiento (DIRYA):

- Humedad en base seca:

Método del horno de convección a 105°C . La muestra es secada durante 24 horas; los datos se expresan en porcentaje de humedad.

- Densidad aparente:

Método de la probeta, relación peso volumen de suelo seco al horno.

- Análisis mecánico o granulométrico:

Método de Boyoucos. La muestra del suelo es dispersada con calgón al 5%, previa lectura con el hidrómetro calibrado a 68°F para determinar el porcentaje de arena, limo y arcilla. Con estos resultados se interpreta en el triángulo de textura elaborado por USDA para determinar la clase textural.

- Método de la olla de alta y baja presión; A las muestras húmedas se les aplica tensiones de 1/3 y 15 atm.

- Color:

Por el método de la escala de Munsell, U.S.A., - 1954, en seco y húmedo.

- Carbonatos cualitativos:

Por efervescencia con ácido clorhídrico disolución 1:10.

- Alofanos:

Con fluoruro de sodio 1N y papel filtro.

- Materia orgánica:

Método de Walkey & Black modificado. Oxidación - del carbono orgánico con una solución de dicromato de potasio 1N y el exceso de este reactivo se determina por medio de titulación con una solución de sulfato hepta hidratado ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) 1.0N, utilizando como indcador la ortofenantrolina-ferrosa 0.025M. Los resultados se dan en porcentaje(%).

- Capacidad total de intercambio catiónico(CTI):

Los cationes intercambiables se extraen con acetato de amonio 1.0N tamponizado a pH 7.0 seguido de lavados con alcohol etílico al 95^o G.L. Luego se extrae el amonio con una solución de NaCl al 10% y un pH de 2.5, de donde se determina la CTI por destilación en semicro Kjeldhal.

- Cationes Intercambiables(Ca, Mg, Na y K):

Extracción con acetato de amonio y se le hace la determinación al Na y K en el espectofotómetro de absorción atómica y al Ca y Mg por titulación con EDTA.

- Hidrógeno:

Por diferencia entre la CTI y la suma de los ca-

tiones Ca, Mg, Na y K.

- Saturación de bases:

Suma de cationes cambiab^{les} en meq. en 100 gramos de suelo seco/Capacidad total de intercambio(CTI).

En el laboratorio del Instituto de Ciencia y Tecnología agrícola se hicieron los siguientes análisis:

- pH:

Método del potenciómetro. En una suspensión de - agua:suelo 1:2.5 se determina el pH con un potencióme^{tro} con electrodos de vidrio previamente calibrado con 3 soluciones tampón a pH 4, 7 y 9.

- Fertilidad:

Por medio de solución Mehlich o Carolina del Nor^{te}. Se miden 5 ml de suelo y se agregan 25 ml de solu^{ción} extractora, para luego agitar durante 5 minutos a más o menos 400 R.P.M.. Esto se filtra utilizando un papel filtro Whatman No.2 o de calidad similar.

Con este extracto, se determina el fósforo colo^{rimétricamente} a través de un espectofotómetro o colo^{rímetro} y el Ca, Mg y K por absorción atómica, con un espectofotómetro de absorción atómica.

El análisis de las muestras de agua se hizo en el labora^{torio} del DIRYA, siendo los siguientes:

- Conductividad eléctrica:

Por medio del puente de conductividad de Wheat^{stone} calibrado a 25^oC.

- pH:

Por medio del potenciómetro calibrado a 25^oC.

- Sólidos en solución(p.p.m.):

Por evaporación en crisoles de platino.

- Cationes solubles(Ca, Mg, Na y K):

El Na y K por medio del espectofotómetro de absorción atómica y el Ca y Mg con EDTA.

- Aniones($\text{CO}_3^{=}$, HCO_3^{-} y Cl^{-}):

$\text{CO}_3^{=}$ y HCO_3^{-} por titulación con ácido sulfúrico y Cl^{-} por titulación con nitrato de plata.

5.3.4. Gabinete final:

- Tabulación de los resultados de campo y laboratorio.
 - Descripción de los perfiles típicos obtenidos por el método FAO 1977.
 - Elaboración del mapa fisiográfico del Valle de Cubulco.
(Mapa No.1)
 - Elaboración del mapa de uso actual de la tierra(Mapa No. 2)
 - Elaboración del mapa de clasificación taxonómica de suelos a nivel de subgrupos.(Mapa No.3)
 - Elaboración del mapa de las unidades de suelos por medio de la clasificación técnica con fines de riego según lo especificado por United States Bureau of Reclamation(USBR). (Mapa No.4)
 - Elaboración del mapa agrológico de las unidades de suelos. (Mapa No.5)
 - Cuantificación de áreas.
- Clasificación de las aguas con fines de riego según(USDA).
- Interpretación de resultados.

6. RESULTADOS Y DISCUSIONES:

Los resultados se presentarán en base a la clase arable a la que pertenecen los suelos según metodología de USBR. En base a esto se describirá también la clase agrológica según USDA y la clasificación taxonómica de acuerdo a la metodología de la taxonomía de suelos.

6.1. CLASE 1:

Fisiográficamente estos suelos pertenecen a las Tierras Altas Cristalinas que geomorfológicamente constituyen tres zonas de Pie de Monte, Terrazas Antiguas y Recientes de los Ríos Paluché y Xum. La altura promedio de estos suelos es de 1,000 msnm, con precipitaciones de 985.20 mm anuales y clima semi-cálido y semiseco según el Atlas Nacional de Guatemala(10). Son suelos poco profundos, de textura media o gruesa(franco o franco arenoso) sobre material de origen aluvial, sin ninguna restricción al arado. Poseen pendientes del 0 al 5%, de relieve plano o casi plano en toda su extensión. pH desde medianamente ácido 5.8 hasta muy débilmente ácido 6.7 y un porcentaje de saturación de bases promedio de 70.74%, con un rango entre 52.00 y 92.87%. Son suelos ligeramente susceptibles a la erosión pudiendo ser de tipo hídrica leve, y su drenaje es desde bueno a ligero; actualmente se utiliza esta área para la siembra de cultivos limpios, principalmente maíz, frijol y maní, y una pequeña parte que se tiene bajo pastos.

Esta clase ocupa un área de 287.737 hectáreas, que constituye el 38.17% del área total, de la cual 75.383 hectáreas (10.0%) del área total se encuentran bajo riego, utilizándo-

se 73.205 hectáreas para cultivos limpios y 2.178 hectáreas se encuentran con pastos.

De las 212.354 hectáreas(28.17%) restantes de la clase 1, 209.45 hectáreas son utilizadas para cultivos limpios y 2.904 hectáreas para pastos.

Según la clasificación agrológica del USDA, estos suelos se clasifican como: IIe-9

Clase Agrológica : II

Subclase de capacidad : e

Unidad de manejo de suelo : 9

Taxonómicamente se clasifican como Typic Ustipsamments.

Orden : Entisoles

Suborden : Psamments

Gran grupo : Ustipsamments

Subgrupo : Typic

Por último, según la USBR, de acuerdo a la clasificación de suelos con fines de riego, estos se clasifican como 1s.

Clase : 1

Subclase : s

6.1.a) Descripción del perfil modal

O - 11cms: Franco arenoso, estructura granular fina y débilmente definida, consistencia suelto en seco y ligeramente plástico y adherente en mojado, muy permeable, color café

Ap pálido(10YR 6/3) en seco y gris parduzco muy oscuro(10YR 3/2) en húmedo, con pocas raíces finas en el horizonte. pH débilmente ácido de 6.4, con muy bajo contenido de materia orgánica, con muy baja presencia -

de calcio y sodio.

- 11 - 56cms: Franco arcilloso, estructura en bloques -
subangulares, gruesos y medianamente defi-
nidos, consistencia blando en seco y lige-
C ramente plástico y adherente en mojado, per-
meable, color café oscuro(10YR 4/3) en seco
y café muy oscuro(10YR 2/2) en húmedo, con
ninguna raíz en el horizonte. pH muy débil-
mente ácido de 6.7 con muy bajo contenido
de materia orgánica, con adecuada presencia
de calcio y baja presencia de sodio.
- 56 - 100cms: Franco arcillo arenoso, estructura en blo-
ques subangulares gruesos y débilmente de-
finidos, consistencia blando en seco y li-
20 geramente plástico y ligeramente adherente
en mojado, permeable, color café amarillen-
to(10YR 5/4) en seco y café oscuro(10YR3/3)
en húmedo, con ninguna raíz en el horizon-
te, pH débilmente ácido 6.18, con muy bajo
contenido de materia orgánica, con adecua-
da presencia de calcio y baja presencia de
sodio.

6.1.b) Datos físico-químicos del perfil modal.

Características	Horizontes		
	0 - 11	11 - 56	56 - 100
Profundidad(cms)			
Distribución de partículas(%)			
Arcilla	10.70	30.17	26.66
Limo	30.07	25.53	25.18
Arena	59.23	44.30	48.16
pH	6.40	6.70	6.18
Materia orgánica(%)	0.94	--	--
Humedad Equivalente(%)			
1/3 ATM	14.07	24.33	21.43
15 ATM	5.58	11.51	10.47
Humedad en base seca(%)	0.91	3.20	2.77
Densidad aparente (gr/cm ³)	1.5264	1.3946	1.4374
Cationes Cambiables			
(meq/100g)			
Cationes	5.17	13.44	11.15
Ca ⁺⁺	2.87	9.63	7.88
Mg ⁺⁺	1.96	3.43	2.88
Na ⁺	0.16	0.17	0.23
K ⁺	0.18	0.21	0.16
H	1.13	3.22	2.79
Capacidad Total de Intercambio			
C.T.I. (meq/100g)	6.30	16.66	13.94
Saturación de Ca ⁺⁺ (%)	45.56	57.80	56.53
Saturación de Mg ⁺⁺ (%)	31.11	20.59	20.66
Saturación de Na ⁺ (%)	2.54	1.02	1.65
Saturación de K ⁺ (%)	2.86	1.26	1.15
Saturación total de bases(%)	82.07	80.67	79.99
Elementos asimilables			
Microgramos/ml			
P	>50	>50	--
K	80	60	--
meq/100 ml de suelo			
Ca	4.35	0.96	--
Mg	9.84	2.46	--

6.1.c) Discusión

Estos suelos presentan como principales limitantes el bajo contenido de materia orgánica y baja fertilidad, sin embargo se clasifican como pertenecientes a la clase agrológica IIe-9, aún siendo suelos poco profundos, por no presentar ninguna limitación a las prácticas agrícolas en sus horizontes sub-superficiales. Son de relieve plano, semipermeables, de erosión hídrica leve, con drenaje bueno a ligero, pudiendo pasar a una clase agrológica superior mediante prácticas especiales de manejo.

De la misma forma, según la metodología de clasificación de suelos con fines de riego de USBR, y de acuerdo a las características presentadas anteriormente, se clasifican como 1s.

Actualmente estas tierras están siendo bastante explotadas, casi en su totalidad, con cultivos limpios (maíz, frijol y maní), encontrándose una pequeña extensión con pastos.

Sus porcentajes de saturación de bases varían en un rango de 52.00-97.87%, con un promedio de -- 70.74%, sin embargo las C.T.I. son bajas, lo que nos indica que son suelos con poca a mediana fertilidad aportando muy pocos nutrimentos y son muy difíciles de aumentar su fertilidad.

Los cationes que se encuentran en mayor cantidad son el Ca^{++} y el Mg^{++} , constituyendo estos más de 70% de la saturación de bases, estando el Na^+ y K^+ en cantidades mucho menores. En forma general, las re-

laciones de Ca/Mg y $(\text{Ca+Mg})/\text{K}$ presenta desbalance en la mayoría de los puntos. El fósforo se encuentra en cantidades adecuadas; debido al desbalance de la relación $(\text{Ca+Mg})/\text{K}$, el potasio se encuentra deficiente en la mayoría de los puntos de estos suelos.

Siendo suelos con muy baja cantidad de materia orgánica, y por ende C.T.I. muy baja, es necesario la incorporación de materia orgánica para mejorar las características físicas y químicas del suelo.

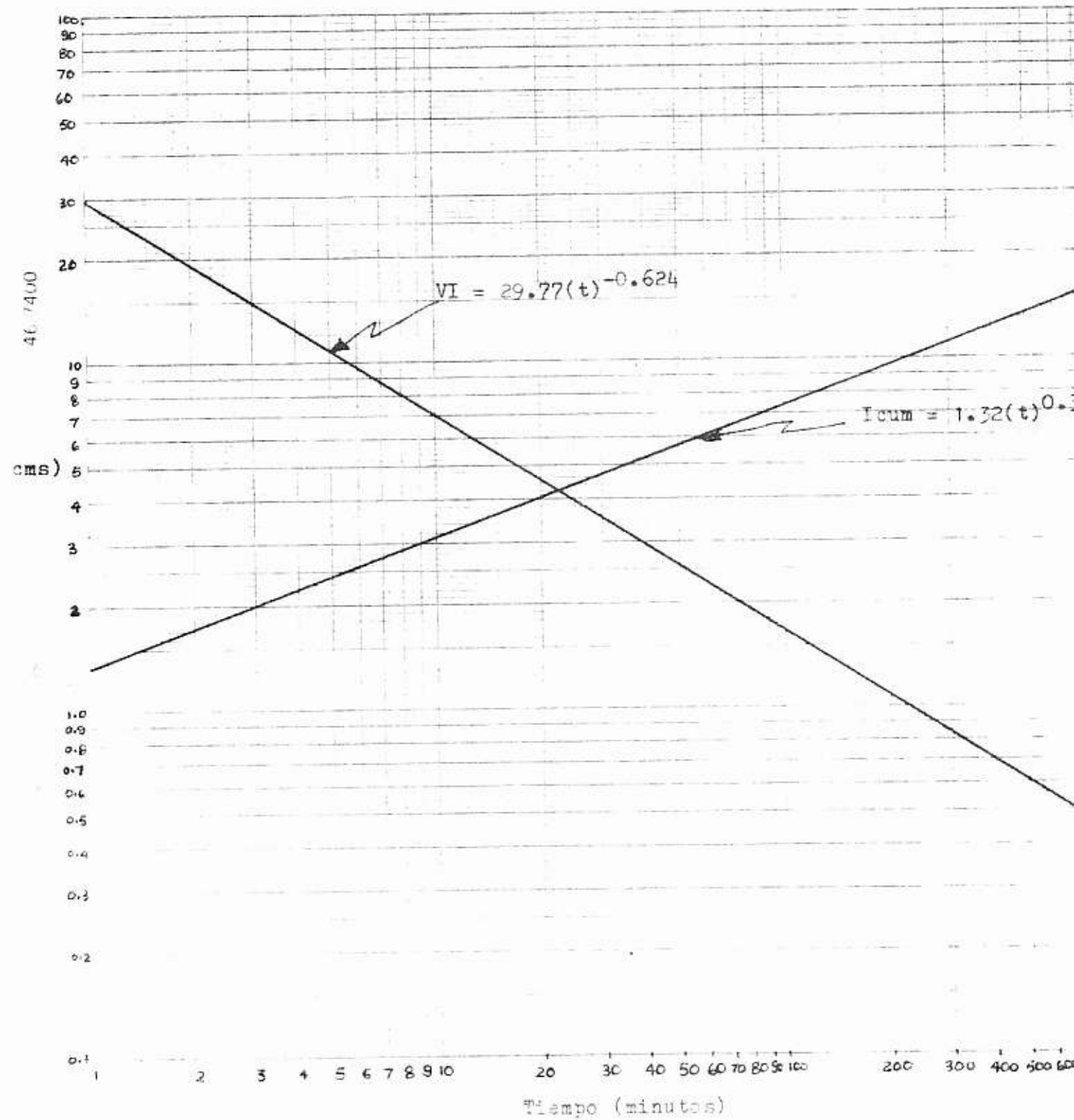
La infiltración en estos suelos es bastante rápida, por ~~ser~~ suelos con mucha arena, siendo muy difícil determinar la infiltración básica. A continuación se presentan las gráficas de los puntos No.1, 4, 5 y 6, en los que se realizaron pruebas de infiltración, pudiendo ver estos puntos en el mapa fisiográfico del Valle de Cubulco (Mapa No.1), en el anexo. Estos son puntos representativos de la Clase 1 de suelos con fines de riego.

6.2. Clase 5:

Fisiográficamente estos suelos pertenecen a las Tierras Altas Cristalinas que geomorfológicamente constituyen la mayor parte de las Terrazas Antiguas y Recientes del Río Xum y pequeñas partes de las Terrazas Antiguas y Recientes del Río Paluché. La altura promedio de estos suelos se encuentra por los 1,000 msnm, con precipitaciones de 985.20 mm anuales y clima semi-cálido y semi-seco según el Atlas Nacio-

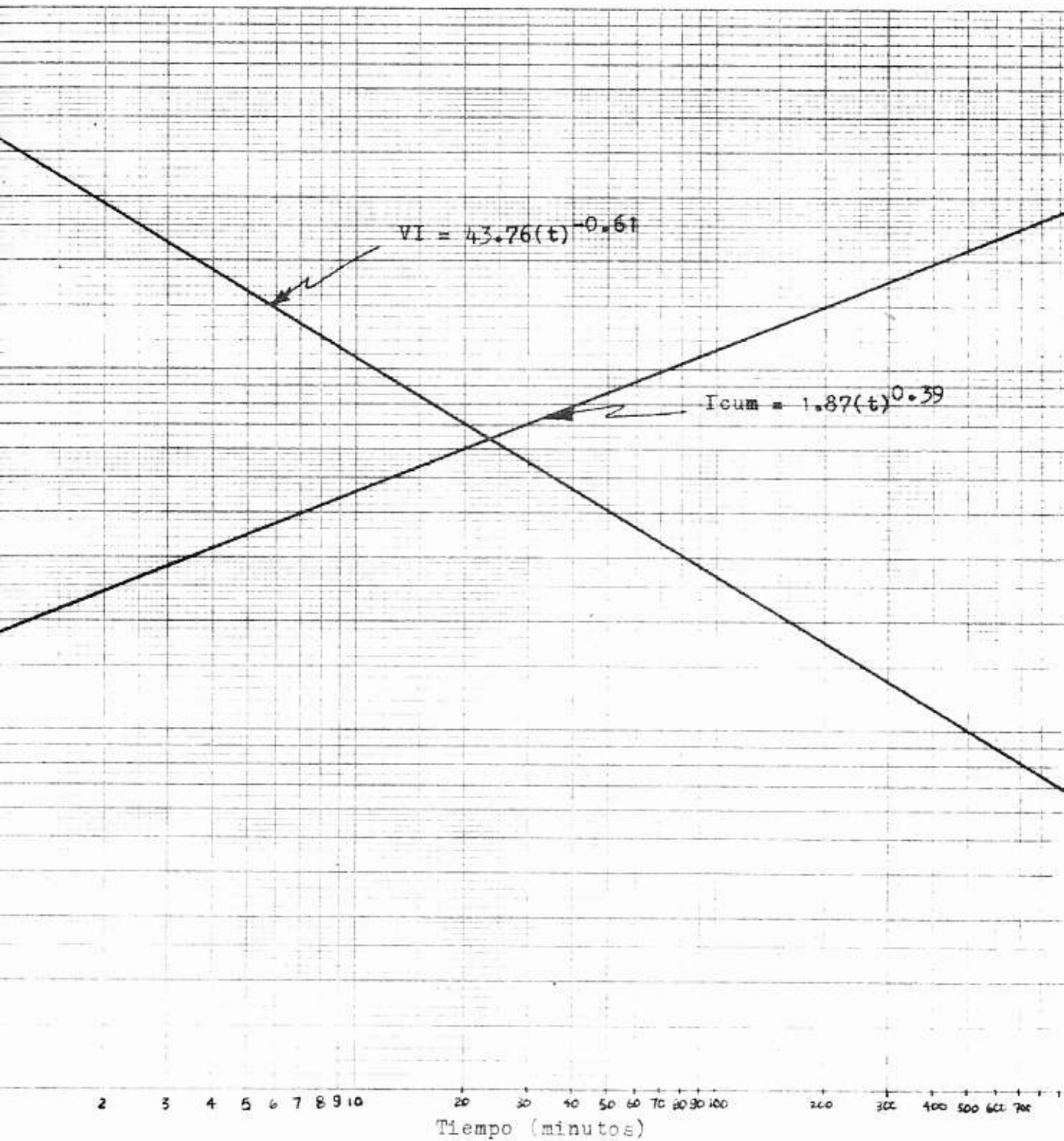
GRAFICA No. 2

Punto No.1



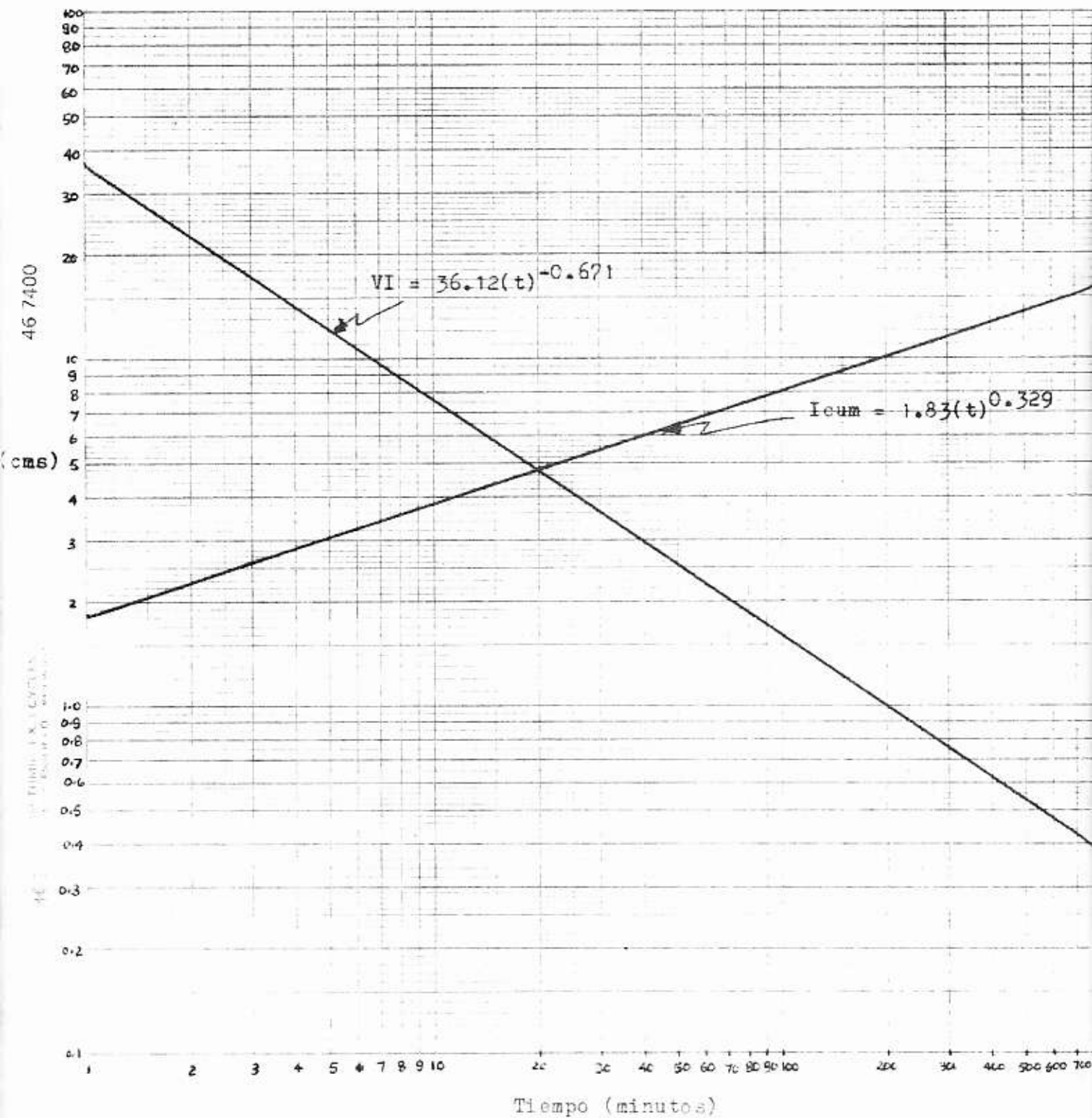
GRAFICA No. 3

Punto No.4



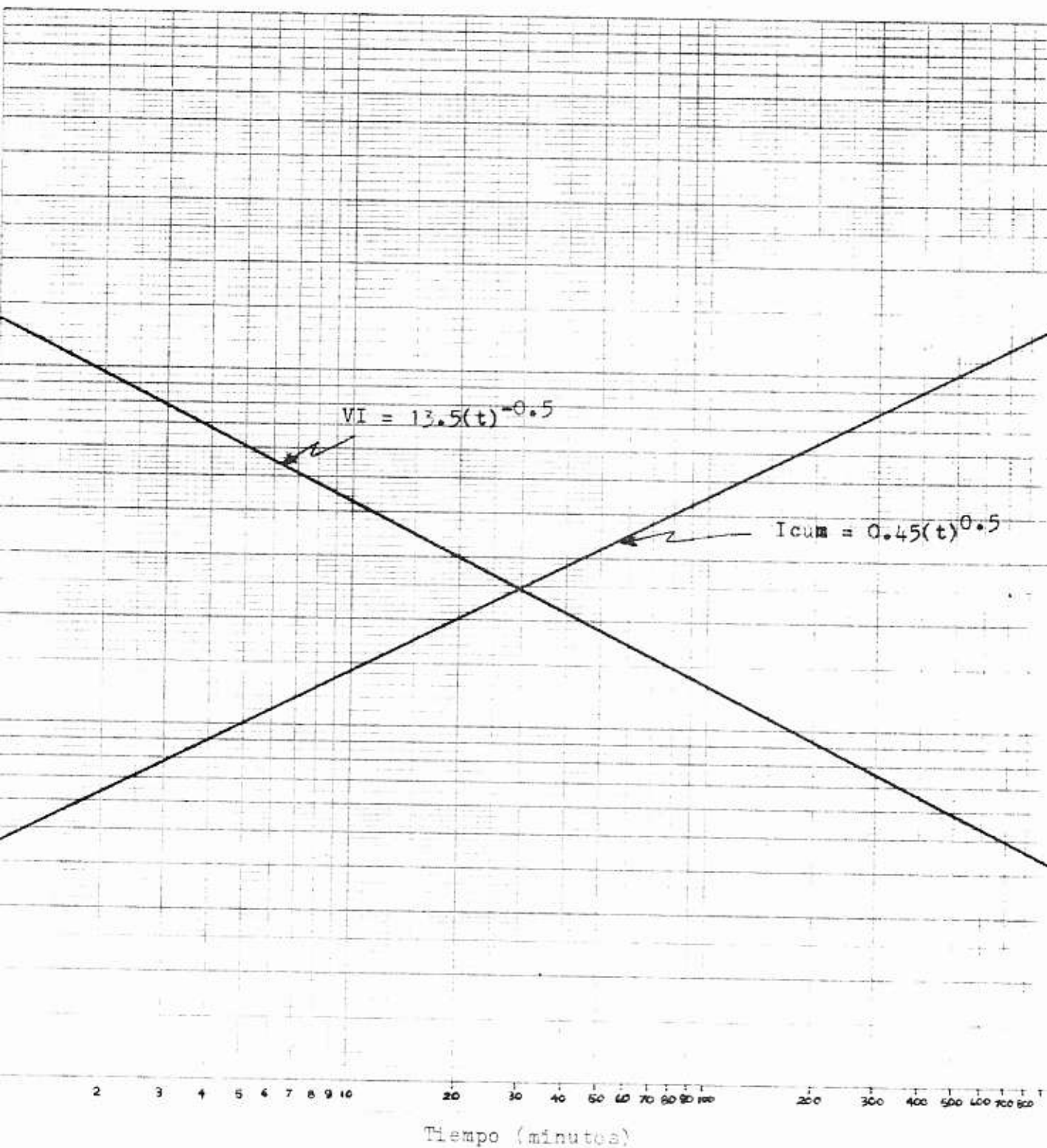
GRAFICA No. 4

Punto No.5



GRAFICA No. 5

Punto No.6



nal de Guatemala(. Son suelos superficiales de --
 textura fina a media(arcilloso a franco) sobre materi
 rial de origen aluvial, presentando en su mayoría hori
 zontes internos arcillosos, que restringen tanto -
 el arado como el drenaje interno. Poseen pendientes
 del 0 al 5%, de relieve ondulado en la mayor parte
 de su extensión; pH desde débilmente ácido 6.2 has-
 ta muy débilmente ácido 6.8 y un porcentaje de satura
 ción de bases promedio de 78.78% con un rango en-
 tre 67.27 y 97.97% para los horizontes superficiales,
 presentando valores de más del 100% en algunos puntos
 de los horizontes internos. Son suelos susceptibles
 a la erosión, pudiendo ser esta de tipo hídrica leve
 a laminar, y su drenaje es imperfecto en la mayoría
 de los puntos y bueno en pequeñas áreas.

Actualmente se utiliza esta área para pastos -
 principalmente y una pequeña extensión para la siembr
 a de cultivos limpios que incluye maíz, frijol, -
 maní y sorgo. Esta clase ocupa un área de 267.531 -
 hectáreas, que constituye el 35.43% del área total.

Esta clase presenta subclases de posición y dren
 aje en el área de estudio, por lo que se discutan
 separadamente.

6.2.1. Subclase 5i(1a):

Esta subclase ocupa 54.692 hectáreas, de
 las cuales 50.578 hectáreas son utilizadas par
 a cultivos limpios, siendo el principal el
 maíz y 4.114 hectáreas se encuentran bajo pasa

tos. Esta subclase presenta las mismas características que la clase 1, clasificándose en la clase 5 por ser áreas aisladas de suelos, que aunque presentan buenas características para ser regadas, sería antieconómico su riego pues son áreas pequeñas. Estas pueden pasar a la clase 1s de tierras con fines de riego según USBR, si se logra realizar el riego en las demás subclases de la clase 5.

Según la clasificación agrológica de USDA, estos suelos se clasifican como IIe-9 y taxonómicamente como Typic Ustipsamments. Para conocer las características físicas y químicas de estos suelos, ver la clase 1 de suelos con fines de riego.

6.2.2. Subclase 5i(2std):

Esta ocupa una extensión de 5.445 hectáreas que constituye el 2.04% de la clase 5.

Actualmente son utilizadas para la siembra de maíz, son suelos superficiales de textura fina, presentando horizontes internos arcillosos, que restringen tanto el arado como el drenaje interno. Poseen pendientes de 5% con relieve ondulado; pH débilmente ácido 6.4 y un porcentaje de saturación de bases de 97.97% en el horizonte superior y 95.01% en el horizonte interno. Son suelos susceptibles a la erosión, pudiendo ser de tipo hídrica laminar

y su drenaje interno es imperfecto.

Estas son extensiones aisladas de suelos, que pasarían a la clase 2std si se desarrollara el riego, teniendo como principales restricciones la baja fertilidad, topografía y drenaje.

Según la clasificación agrológica de USDA estos suelos se clasifican como IIIe-3,5.

Clase Agrológica : III

Subclase de capacidad : e

Unidad de manejo de suelo : 3,5

Las principales restricciones según esta metodología son la muy lenta permeabilidad del subsuelo y la textura fina.

Taxonómicamente se clasifican como Typic Pellusterts:

Orden : Vertisoles

Suborden : Usterts

Gran grupo : Pellusterts

subgrupo : Typic

6.2.2a) Descripción del perfil modal

0 - 20cms: Franco, estructura granular fina y débilmente definida, consistencia suelto en seco y plástica y adherente en mojado, permeable, color café amarillento(10YR 5/4) - en seco y café oscuro(10YR 3/3) en húmedo, con pocas raíces finas en el horizonte. pH débilmente ácido 6.4, con adecuado contenido de materia orgánica, con adecuada presen

cia de calcio y alta presencia de magnesio. El sodio es adecuado.

- 20 - 100cms: Arcilla, estructura masiva, consistencia extremadamente duro en seco y muy plástica y muy adherente en mojado, poco permeable, color café grisáceo oscuro (10YR 4/2) en seco y negro (10YR 2/1) en húmedo, con ninguna raíz en el horizonte. pH débilmente ácido 6.5 y bajo contenido de materia orgánica, alta presencia de calcio y magnesio, y baja presencia de sodio.



6.2.2.b) Datos Físico-Químicos del perfil modal

Características	Horizontes	
	0 - 20	20 - 100
Profundidad(cms)		
Distribución de Partículas(%)		
Arcilla	19.05	41.03
Limo	41.21	38.12
Arena	39.74	20.85
pH	6.4	6.5
Materia Orgánica(%)	2.29	--
Humedad Equivalente(%)		
1/3 ATM	23.67	36.87
15 ATM	11.65	24.28
Humedad en base seca(%)	3.41	6.50
Densidad Aparente(gr/cm ³)	1.3201	1.1425
Cationes Cambiables (meq/100g)		
Cationes	15.92	35.62
Ca ⁺⁺	9.07	19.17
Mg ⁺⁺	6.54	15.98
Na ⁺	0.17	0.30
K ⁺	0.14	0.17
H	0.33	1.87
Capacidad total de intercambio		
C.T.I. (meq/100g)	16.25	37.49
Saturación de Ca ⁺⁺ (%)	55.81	51.13
Saturación de Mg ⁺⁺ (%)	40.25	42.62
Saturación de Na ⁺ (%)	1.05	0.81
Saturación de K ⁺ (%)	0.86	0.45
Saturación total de bases(%)	97.97	95.01
Elementos asimilables		
Microgramos/ml		
P	3.00	--
K	45.00	--
meq/100 ml de suelo		
Ca	6.60	--
Mg	4.77	--

6.2.2.c) Discusión:

Estos suelos presentan como principales limitantes el drenaje interno lento o sea imperfecto, a causa de la textura fina. Agrológicamente se clasifican como IIIe-3,5. Presenta limitantes a las prácticas agrícolas, por ser suelos de textura muy fina. Son de relieve ondulado, poco permeables, de erosión hídrica laminar.

Según la metodología de clasificación de suelos con fines de riego de USBR, se clasifican como 5i(2std). Se encuentran en la clase 5i que es provisional, pudiendo pasar a la clase 2 si se desarrollan las tierras cercanas a esta zona y deje de ser aislada.

Actualmente estas tierras están siendo explotadas para el cultivo del maíz.

Su porcentaje de saturación de bases es alto, presentando un valor de 97.97% y su C.T.I. es baja (16.25 Meq/100g), lo que nos indica que son suelos con poca fertilidad, siendo muy difícil el aumento de fertilidad. La C.T.I. aumenta hasta 37.49 Meq/100g en el horizonte interno, por lo que se considera como un suelo fértil, con alto poder de retención de fertilidad. Esta elevada C.T.I. es debido a las grandes cantidades de arcilla que presenta el suelo. Estos suelos se encuentran saturados en un 95.0% aproximadamente de cationes de Ca^{++} y Mg^{++} , con muy bajas cantidades de Na^{+} y K^{+} .

La relación Ca/Mg es baja y la relación (Ca+Mg)/K

muy alta. El fósforo y el potasio disponible también son deficientes. La baja C.T.I. del horizonte superficial se puede mejorar con la incorporación de materia orgánica y el imperfecto drenaje interno con obras correctivas, como el drenaje.

6.2.3. Subclase 5d(2sd):

Esta ocupa una extensión de 207.394 hectáreas, que constituye el 77.52% de la clase 5. De estos, 129.47 hectáreas son utilizadas para pastos y 77.924 hectáreas constituyen cultivos limpios, - siendo estos principalmente el maíz, sorgo y maní.

Son suelos superficiales, de textura fina, - presentando horizontes internos arcillosos, que restringen tanto el arado como el drenaje interno. Poseen pendientes de 0 a 2%, con relieve ondulado; pH promedio débilmente ácido 6.4 y un porcentaje de saturación de bases promedio de 73.98%, variando de 67.27 - 82.10%. En el horizonte interno la saturación de bases varía de 70.27 - 254.39%, con un promedio de 120.72%.

Son suelos susceptibles a la erosión, pudiendo ser esta de tipo hídrica leve y drenaje interno imperfecto.

Son grandes extensiones de tierras que se clasifican en la subclase 5d por el problema de drenaje, pudiendo pasar a la clase 2sd.

Según la clasificación agrológica de USDA, es-

tos suelos se clasifican como IIIw-3,5

Clase agrológica : III

Subclase de capacidad : w

Unidad de Manejo de suelo : 3,5

Taxonómicamente se clasifican como **Typic Pellusterts**.

Orden : Vertisoles

Suborden : Usterts

Gran grupo : Pellusterts

Subgrupo : Typic

6.2.3.a) Descripción del Perfil Modal

0 - 7cms: Franco, estructura en bloques subangulares

medios y fuertemente definidos, consisten-

cia duro en seco y muy plástica, adherente

Ap en mojado, permeable, color café(10YR 5/3)

en seco y gris parduzco muy oscuro(10YR 3/2)

en húmedo, con raíces comunes y finas en el

horizonte. pH débilmente ácido 6.2, con a-

decuado contenido de materia orgánica, ade-

cuada presencia de calcio y alta presencia

de Magnesio, el sodio también adecuado.

7 - 100cms: Arcilla, estructura Masiva, consistencia

muy duro en seco y muy plástica y muy adhe-

rente en mojado, poco permeable, color gris

B (10YR 5/1) en seco y gris oscuro (10YR 4/1)

en húmedo, con pocas raíces medianas en el

horizonte. pH debilmente ácido 6.8, y ba-

jo contenido de M.O., alta presencia de -

Ca^{++} y Mg^{++} y adecuada presencia de Na^{+} .

6.2.3.b) Datos Físico-Químicos del perfil modal

Características	Horizontes	
Profundidad(cms)	0 - 7	7 - 100
Distribución de Partículas(%)		
Arcilla	26.29	46.45
Limo	42.11	28.89
Arena	31.60	24.66
pH	6.2	6.8
Materia Orgánica(%)	2.73	--
Humedad Equivalente(%)		
1/3 ATM	33.25	32.28
15 ATM	13.99	18.23
Humedad en base seca(%)	5.37	5.71
Densidad Aparente(gr/cm ³)	1.0768	1.2532
Cationes Cambiables (meq/100g)		
Cationes	11.96	22.50
Ca ⁺⁺	8.20	14.27
Mg ⁺⁺	3.21	7.49
Na ⁺	0.13	0.51
K ⁺	0.42	0.23
H	5.09	4.87
Capacidad total de intercambio C.T.I.	17.05	27.37
Saturación de Ca ⁺⁺ (%)	48.09	52.14
Saturación de Mg ⁺⁺ (%)	18.83	27.37
Saturación de Na ⁺ (%)	0.76	1.86
Saturación de K ⁺ (%)	2.47	0.84
Saturación total de bases(%)	70.15	82.21
Elementos asimilables Microgramos/ml		
P	8.33	5.83
K	105	45
Meq/100 ml de suelo		
Ca	6.30	8.10
Mg	1.92	3.42

6.2.3.c) Discusión

Estos suelos presentan como principales limitantes la humedad, causada por la baja permeabilidad y texturas finas en el horizonte interno. Agrológicamente se clasifican como IIIw - 3,5. Son de relieve ondulado, poco permeables, de erosión hídrica laminar y con un drenaje muy lento.

Según la metodología de clasificación de suelos con fines de riego de USBR, se clasifican como 5d(2sd). Estan en la clase 5 provisional, y en la subclase de drenaje, pues es la principal limitante para el desarrollo agrícola. Si se pudiera remediar la limitante podrían clasificarse como 2sd, ya que el mal drenaje conlleva a problemas de arabilidad.

Actualmente estas tierras se estan explotando principalmente para pastos, y una parte para cultivos limpios, incluyendo maíz, sorgo y maní.

Su porcentaje de saturación de bases es baja en el horizonte superficial, presentando un valor promedio de 73.98% y su C.T.I. promedio es baja, - con un valor de 18.52Meq/100g, presentando un valor alto en uno de los puntos de esta subclase de suelos. Esto nos indica que en el horizonte superficial son suelos mayormente de baja fertilidad, existiendo puntos con alta fertilidad, siendo muy difícil aumentar su disponibilidad de nutrimentos. En el horizonte interno aumenta la C.T.I. a un promedio de 28.10Meq/100g y una saturación de bases media de -

76.17%. Esto significa que en el horizonte interno estos suelos son medianamente fértiles, presentando alto poder de retención de nutrimentos. Sin embargo, existe un punto (punto 15) donde la C.T.I. es muy baja y la saturación de bases alcanza valores superiores al 100% (254.39%), que nos indica que es un área de suelos de muy baja fertilidad y difícil de aumentarla. Es muy posible que este punto pueda alcanzar índices de salinidad en algunos años, lo que se podría evitar con drenaje y lavados. Estos suelos se encuentran saturados en un 70 - 80% por cationes de Ca^{++} y Mg^{++} predominando el Ca^{++} , y con muy bajas cantidades de Na^+ y K^+ . , la relación -- Ca/Mg es baja, y la relación $(\text{Ca} + \text{Mg})/\text{K}$ alta, lo que significa que se tendría que aplicar potasio. - El fósforo y potasio disponibles son bajos. La baja C.T.I. del horizonte superficial se puede mejorar con la incorporación de materia orgánica, haciéndose urgente la aplicación de obras de drenaje pues sería económicamente viable la aplicación de riego en estas tierras.

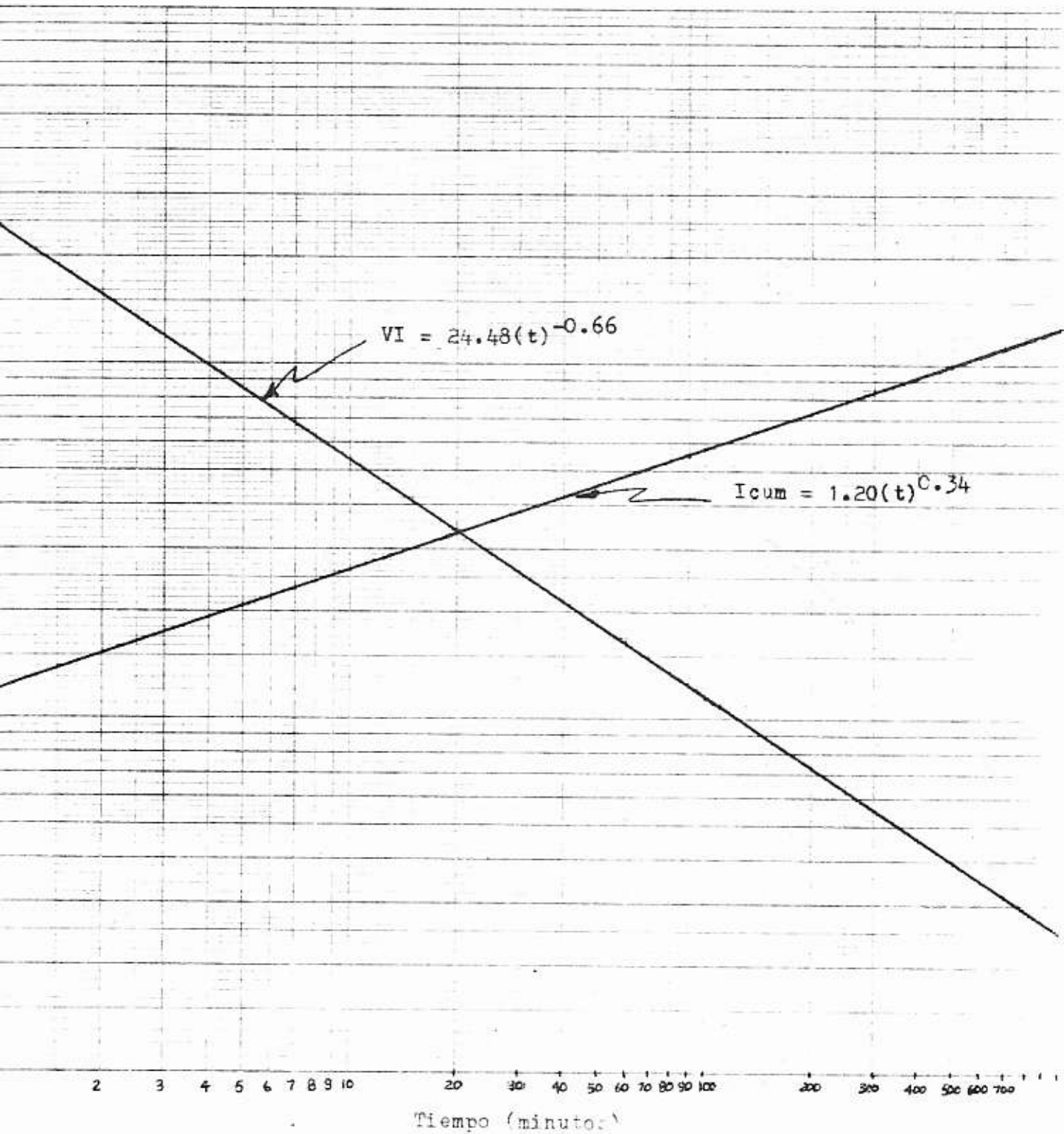
A continuación se presentan dos gráficas de infiltración típicas de la clase 5 de suelos con fines de riego, siendo estos los puntos 2 y 3 en las que se hicieron pruebas de infiltración. En el mapa fisiográfico del Valle de Cubulco (Mapa No.1) en el anexo se pueden ver estos puntos.

6.3. CLASE 6:

Fisiograficamente estos suelos pertenecen a las tierras

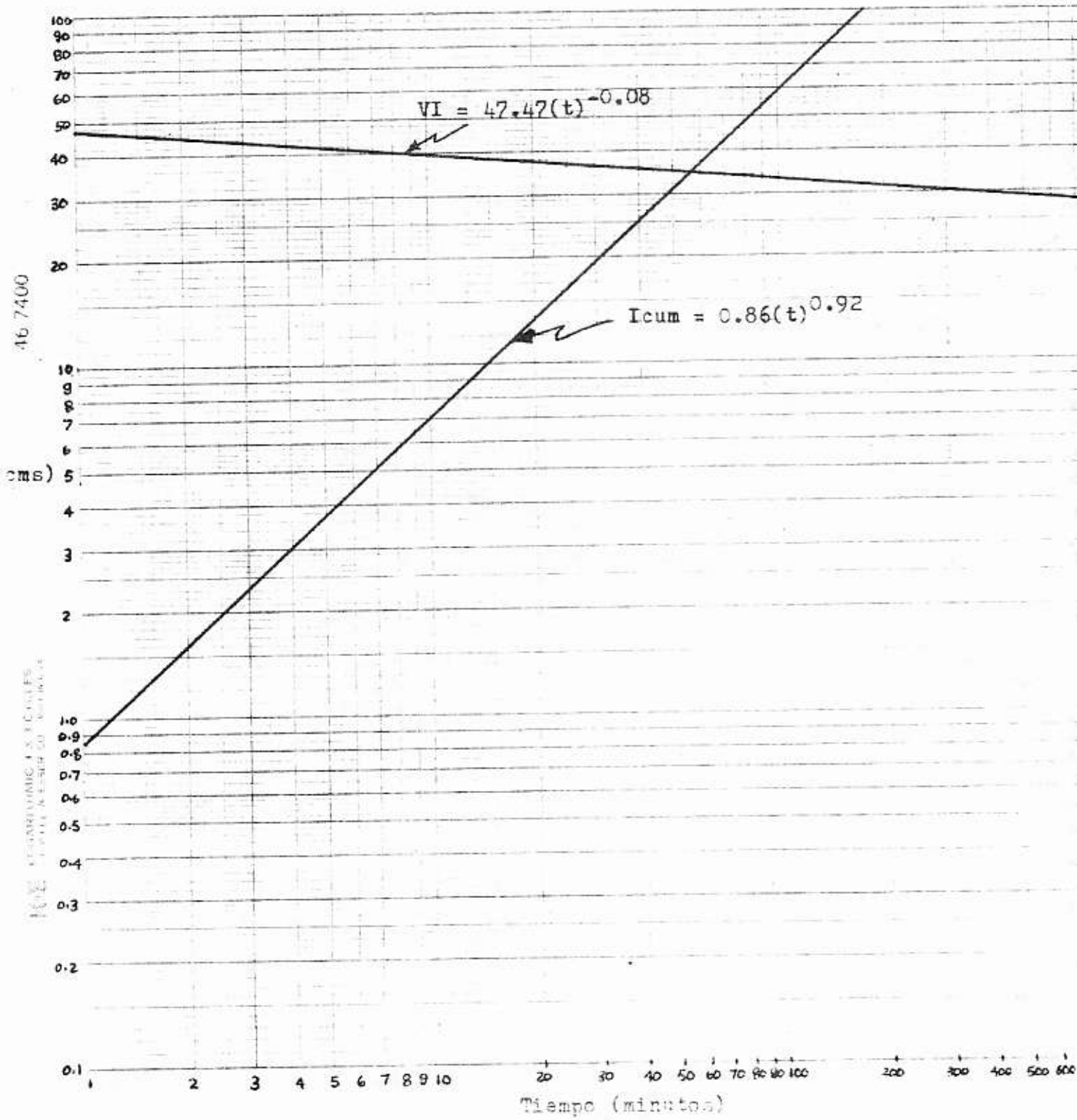
GRAFICA No. 6

Punto No.2



GRAFICA No. 7

Punto No.3



Altas Cristalinas que geomorfológicamente constituyen las Colinas y el Mal Paisaje. La altura promedio de estos suelos es de 1,060 msnm, con precipitaciones de 985.20 mm anuales y clima semi-cálido y semi-seco según el Atlas Nacional de Guatemala(10). Las características de estos suelos varían bastante, encontrándose aquí las clases Agrológicas IV, VI y VIII; que se reúnen en esta por ser los suelos en los que aumenta bastante la pendiente, haciéndose imposible su arabilidad.

Este ocupa una extensión de 187.429 hectáreas, que corresponde al 24.86% del área total, siendo utilizada exclusivamente para el pastoreo del ganado en invierno.

Estos se discutirán en base a la Clase Agrológica a la que pertenecen.

6.3.1. CLASE IV:

Ocupa una extensión de 22.869 hectáreas, que -- constituyen el 12.20% de la clase 6 y el 3.03% del -- área total. Actualmente son utilizados para pastos; son suelos con una profundidad media de 21 cms., de textura media a fina y presentando horizontes internos de arcilloso a franco arcilloso, que sin embargo no restringen su drenaje, pues presentan una pendiente media del 9% y relieve plano. pH débilmente ácido 6.3 y un porcentaje de saturación de bases promedio de 63.83%, variando de bajo(43.86%) a alto(79.09%). Son suelos susceptibles a la erosión pudiendo ser -- esta de tipo hídrica leve, y con un drenaje interno moderado.

Sus principales restricciones son el peligro de erosión y la presencia de piedras que interferirían

las labores agrícolas.

Según la clasificación agrológica de suelos de USDA, esto se clasifican como IVe-1,7

Clase Agrológica : IV

Subclase de Capacidad : e

Unidad de Manejo de suelo : 1,7

En cuanto a la clasificación taxonómica, estas presentan dos ordenes distintos de suelos, que son - Inceptisoles y Entisoles.

6.3.1.1. Typic Ustropepts:

Orden : Inceptisoles

Suborden : Tropepts

Gran Grupo : Ustropepts

Sub-Grupo : Typic

Estas ocupan 12.947 hectáreas, o sea el 1.72% - del área total, que constituye el 56.61% de la clase agrológica IV.

a) Descripción del Perfil Modal

0 - 25 cms.: Franco arcillo arenoso, estructura granular media y medianamente definida, - consistencia suelta en seco y no plástica no adherente en mojado, permeable, color café amarillento(10YR 5/4) en seco y café muy oscuro(10YR 2/2) en húmedo, con abundantes raíces finas en el - horizonte. pH débilmente ácido 6.4, alto contenido de materia orgánica; medianamente bajo contenido de Ca^{++} y media

namente alto contenido de Mg. El sodio no representa ningún problema.

25 - 62 cms.: Arcilla, estructura bloques subangulares, gruesos y medianamente definidos, consistencia blando en seco y plástico y adherente en mojado, poco permeable, color café fuerte(7.5YR 5/6) en seco y café amarillento oscuro(10YR 3/4) en húmedo, con pocas raíces finas en el horizonte. pH débilmente ácido 6.1, bajo contenido de materia orgánica, bajo contenido de calcio y medianamente alto contenido de magnesio. El sodio no representa problema.

62 - 100cms: Franco arcilloso, estructura bloques subangulares gruesos y medianamente definidos, consistencia blando en seco y plástico adherente en mojado, permeable, color amarillo(10YR 7/6) en seco y café - amarillento(10YR 5/8) en húmedo, con -- ninguna raíz en el horizonte. pH medianamente ácido 5.8, muy bajo contenido de calcio y medianamente alto contenido de magnesio. El sodio no representa ningún problema.

b) Datos Físico-Químicos del perfil modal

Características	Horizontes		
Profundidad(cms)	0 - 25	25 - 62	62 - 100
Distribución de Partículas(%)			
Arcilla	30.73	59.75	36.66
Limo	17.07	10.52	19.38
Arena	52.20	29.73	43.96
pH	6.4	6.1	5.8
Materia Orgánica(%)	5.52	-	-
Humedad Equivalente(%)			
1/3 ATM	23.48	29.81	22.76
15 ATM	17.59	20.46	16.28
Humedad en base seca(%)	6.27	4.93	2.56
Densidad Aparente(gr/cm ³)	1.0536	1.1249	1.1945
Cationes Cambiables (Meq/100g)			
Cationes	10.14	8.73	7.18
Ca ⁺⁺	6.47	4.80	3.61
Mg ⁺⁺	2.56	3.68	3.14
Na ⁺	0.28	0.17	0.33
K ⁺	0.83	0.08	0.10
H	10.74	3.93	8.93
Capacidad total de Intercambio			
C.T.I.(Meq/100g)	20.88	12.66	16.11
Saturación de Ca ⁺⁺ (%)	30.99	37.92	22.41
Saturación de Mg ⁺⁺ (%)	12.26	29.07	19.49
Saturación de Na ⁺ (%)	1.34	1.34	2.05
Saturación de K ⁺ (%)	3.97	0.63	0.62
Saturación total de bases(%)	48.56	68.95	44.57
Elementos asimilables			
Microgramos/ml			
P	6.67	--	--
K	190	--	--
Meq/100 ml de suelo			
Ca	4.62	--	--
Mg	1.59	--	--

c) Discusión:

Estos suelos presentan como principales limitantes las susceptibilidad a la erosión y la pedregosidad. Agrológicamente se clasifican como IVe-1,7, presentando una pendiente del 10% y con erosión hídrica moderada. El drenaje externo es bueno, pero el interno es un poco lento.

Según la metodología de clasificación de suelos con fines de riego, este se clasifica como clase 6, ya que presenta problemas a la arabilidad.

Actualmente estas tierras están siendo utilizadas para el pastoreo del ganado vacuno.

Su porcentaje de saturación de bases es bajo, presentando un valor de 48.56% en el horizonte superficial y su C.T.I. es alto en el horizonte superior, presentando un valor de 20.88 meq/100g. Este disminuye en los horizontes internos. Esto nos indica que el horizonte superficial presenta una alta fertilidad, y respondería muy bien a la fertilización o sea que presenta alto poder de retención de nutrimentos, al contrario de los horizontes internos. Se encuentran saturados en un 35.50% -- aproximadamente de cationes de Ca^{++} y Mg^{++} sin embargo el Ca -- disponible es bajo y el Mg medianamente bajo. El fósforo es bajo y el potasio alto. La relación Ca/Mg es baja, no así la relación $(\text{Ca} + \text{Mg})/\text{K}$ que es alta.

La mejor utilidad para estos suelos sería explotarlos con pastos henificables, para el ganado en la época seca.

6.3.1.2. Typic Ustorthents:

Orden : Entisoles

Suborden : Orthents

Gran grupo: Ustorthents

Subgrupo : Typic

Estos suelos ocupan 9.922 hectáreas, o sea el 1.31% del área total, que equivale a 43.39% de la clase agro-lógica IV.

a) Descripción del Perfil Modal

- 0 - 17 cms.: Arcilla, estructura bloques subangulares finos y fuertemente definidos, consistencia duro en seco y ligeramente plástico, no adherente en mojado, poco permeable, color café amarillento(10YR 5/4) en seco y café amarillento oscuro(10YR 4/4) en húmedo, con abundantes raíces finas en el horizonte. pH débilmente ácido 6.2, alto contenido de materia orgánica; adecuado contenido de calcio y alto contenido de magnesio. El sodio no presenta problema.
- 17 - 38 cms.: Arcilla, estructura en bloques subangulares finos y medianamente definidos, consistencia ligeramente duro en seco y no plástica no adherente en mojado, poco -- permeable, color café fuerte(7.5YR 5/6) en seco y café oscuro(7.5YR 3/4) en húmedo, con abundantes raíces finas en el horizonte. pH muy débilmente ácido 6.6, alto contenido de materia orgánica; bajo contenido de calcio y adecuado Mg. El sodio no presenta problemas.

38 - 100cms. :Arcillo arenoso tendencia a franco arcil-

C llo arenoso, estructura bloques subangulares medios y débilmente definidos, consistencia blanda en seco y plástico ligeramente adherente en mojado, permeable, color amarillo rojizo(7.5YR 6/6) en seco y café fuerte(7.5YR 5/6) en húmedo, con pocas raíces finas en el horizonte. pH débilmente ácido 6.1, adecuado contenido de materia orgánica; bajo contenido de calcio y adecuado el magnesio. El sodio no presenta problema.

b) Datos Físico-Químicos del perfil modal

Características	Horizontes		
Profundidad(cms)	0 - 17	17 - 38	38 - 100
Distribución de Partículas(%)			
Arcilla	46.09	49.12	35.51
Limo	16.78	15.56	18.92
Arena	37.13	35.33	45.57
pH	6.2	6.6	6.1
Materia Orgánica(%)	6.87	--	--
Humedad Equivalente(%)			
1/3 ATM	31.46	25.16	21.46
15 ATM	25.42	21.75	14.60
Humedad en Base Seca(%)	8.70	10.01	5.93
Densidad Aparente(gr/cm ³)	0.9956	0.9594	1.1011
Cationes Cambiables			
(Meq/100g)			
Cationes	25.09	7.01	6.57
Ca ⁺⁺	8.17	4.13	3.36
Mg ⁺⁺	5.48	2.62	3.04
Na ⁺	0.13	0.10	0.11
K ⁺	1.31	0.16	0.06
H	3.99	5.66	7.38
Capacidad Total de Intercambio			
C.T.I.(Meq/100g)	19.08	12.67	13.95
Saturación de Ca ⁺⁺ (%)	42.82	32.60	24.09
Saturación de Mg ⁺⁺ (%)	28.72	20.68	21.79
Saturación de Na ⁺ (%)	0.68	0.79	0.79
Saturación de K ⁺ (%)	6.87	1.26	0.43
Saturación total de bases(%)	79.09	55.33	47.10
Elementos asimilables			
microgramos/ml			
P	4.17	1.67	---
K	295	15	---
Meq/100 ml de suelo			
Ca	6.87	2.49	---
Mg	3.42	1.47	---

c) Discusión:

Estos suelos presentan como principales limitantes la susceptibilidad a la erosión y la pedregosidad. Agrológicamente se clasifican como IVE-1,7, presentando una pendiente del 20% y erosión hídrica fuerte. El drenaje externo es rápido, siendo el interno mas lento.

Según la metodología de clasificación de suelos con fines de riego, esta se clasifica como clase 6, por su pendiente y por presentar problemas a la arabilidad.

Actualmente estas tierras estan siendo utilizadas para pastoreo de ganado vacuno.

Su porcentaje de saturación de bases es alto, presentando un valor de 79.09% en el horizonte superficial y disminuye con la profundidad. La C.T.I. es alto en el horizonte superior, -- (19.08 meq/100g) pero también disminuye con la profundidad. Por lo tanto se puede decir que son tierras fértiles, con alto poder de retención de nutrimentos. En los horizontes inferiores disminuye la fertilidad. Se encuentran saturados con cationes de calcio y magnesio en todos sus horizontes con valores de 55-70%, - siendo el más alto el horizonte inferior. Sin embargo, el calcio disponible es bajo y el magnesio medianamente bajo. El fósforo y potasio tambien son bajos. La relación Ca/mg es baja, pero no así la relación $(Ca + Mg)/K$ que es adecuada.

La mejor utilidad para estos suelos serian los pastos h₂enificables, pues se protegerian los suelos de la erosión.

6.3.2. Clase VI:

Ocupa una extensión de 92.081 hectáreas que equivale al 49.13% de la clase 6, y al 12.22% del área total. Ac-

tualmente son utilizadas para el pastoreo de ganado, estando cubierta la mayor parte por pastos, y pequeñas extensiones con arbustos-pastos. Son suelos con una profundidad media de 9 cms., de textura franca, franco limosa a franco arcillo arenosa y horizontes internos de franco a franco arenoso, aunque presentan cierta dureza. Son suelos de drenaje bueno, tanto superficial como interno, -- siendo el superficial más rápido, pues presentan pendientes del 25-35% y relieve plano; pH de débilmente ácido 6.4 a muy débilmente ácido 6.8 y un porcentaje de saturación de bases promedio de 89.23%, variando de 69.88-109.91%. El horizonte interno presenta valores menores de saturación de bases. Son suelos muy susceptibles a la erosión, pudiendo ser esta de tipo hídrica laminar.

Sus principales restricciones son el peligro de erosión y su baja fertilidad, así como sus pendientes muy fuertes.

Según la clasificación de suelos agrológica de USDA, estos se clasifican como Vle-1,9:

Clase Agrológica : VI

Subclase de Capacidad : e

Unidad de manejo de suelo : 1,9

En cuanto a la clasificación taxonómica, estos suelos se clasifican como Lithic Ustorthents:

Orden : Entisoles

Suborden : Orthents

Gran grupo : Ustorthents

Subgrupo : Lithic

a) Descripción del Perfil Modal

0 - 6 cms.: Franco, estructura granular media y medianamente definida, consistencia duro en seco y ligeramente plástico y adherente en -

A mojado, permeable, color café(10YR 5/3) en seco y café muy oscuro(10YR 2/2) en húmedo, con abundantes raíces finas en el horizonte. pH débilmente ácido 6.2, alto contenido de materia orgánica; medianamente bajo contenido de calcio y medianamente alto contenido de magnesio. El sodio no representa ningún problema.

6 - 100cms.: Franco limoso, estructura laminar media y fuertemente definida, consistencia suelta en seco y ligeramente plástica, ligeramente

C adherente en mojado, permeable, color amarillo(10YR 7/6) en seco y café fuerte(10YR 5/6) en húmedo, con raíces finas comunes en el - horizonte. pH débilmente ácido 6.4, bajo contenido de calcio y magnesio. El sodio no representa problema.

b) Datos Físico-Químicos del Perfil Modal

Características	Horizontes	
Profundidad(cms)	0 - 6	6 - 100
Distribución de Partículas(%)		
Arcilla	14.65	17.73
Limo	35.07	57.37
Arena	50.28	24.90
pH	6.2	6.4
Materia Orgánica(%)	8.08	---
Humedad Equivalente(%)		
1/3 ATM	30.09	38.65
15 ATM	17.81	11.88
Humedad en base seca(%)	2.25	1.63
Densidad Aparente(gr/cm ³)	1.1439	1.1173
Cationes Cambiables		
(Meq/100g)		
Cationes	10.44	2.39
Ca ⁺⁺	6.63	1.16
Mg ⁺⁺	3.05	1.01
Na ⁺	0.23	0.12
K ⁺	0.53	0.10
H	0.00	9.64
Capacidad Total de Intercambio		
C.T.I.(Meq/100g)	10.34	12.03
Saturación de Ca ⁺⁺ (%)	64.12	9.64
Saturación de Mg ⁺⁺ (%)	29.50	8.40
Saturación de Na ⁺ (%)	2.22	1.00
Saturación de K ⁺ (%)	5.13	0.83
Saturación total de bases(%)	>100	19.87
Elementos Asimilables		
Microgramos/ml		
P	10.00	1.67
K	163	38
Meq/100 ml de suelo		
Ca	5.73	0.99
Mg	1.86	0.60

c) Discusión:

Estos suelos presentan como principales limitantes la susceptibilidad a la erosión debido a la pendiente y la baja fertilidad. Agrológicamente se clasifican como Vle-1,9, presentando una pendiente de 30% y con erosión hídrica laminar, presentando en algunos lugares la roca, o sea un contacto lítico o poca profundidad, debido al pastoreo muy intenso de ganado vacuno. El drenaje externo ligeramente rápido por sus pendientes, y el interno es bueno.

Según la metodología de clasificación de suelos con fines de riego, esta se clasifica como clase 6 ya que presenta problemas en la arabilidad.

Actualmente estas tierras están siendo utilizadas para el pastoreo del ganado vacuno en el invierno.

Su porcentaje de saturación de bases es alto; disminuyendo bastante en el horizonte interno, sin embargo la C.T.I. permanece baja en todo el perfil, lo que nos indica que son suelos medianamente fértiles en el horizonte superior, siendo bajo el poder de retención de fertilidad; en el horizonte interno son suelos sin ninguna fertilidad y ningún potencial de retención de nutrimentos. Se encuentran saturados con cationes de calcio y magnesio en un 18-94%, sin embargo el calcio disponible es bajo y el magnesio disponible es bajo en el horizonte externo, -- mientras en el interno son bajos tanto el calcio como el magnesio disponible. El fósforo es bajo y el potasio adecuado. La relación Ca/Mg es baja, mientras que la relación $(Ca + Mg)/K$ es alta.

La mejor utilidad para estos suelos es para bosques, sembran

do especies adaptadas a la zona o nativas, que pueden desarrollarse en capas superficiales poco profundas y aprovechar las partes más planas para pastos henificables.

6.3.3. Clase VIII:

Ocupa una extensión de 72.479 hectáreas, que equivale al 38.67% de la clase 6 y al 9.61% del área total. - Esta clase agrológica ocupa la colina más alta del valle, o sea el Cerro Belejtzac, así como las zonas de mal paisaje que son áreas planas que presentan profundas cárcavas debidas a la alta erosión. Actualmente son utilizadas para el pastoreo del ganado vacuno en el invierno, encontrándose áreas cubiertas con arbustos. Tienen una profundidad media de 15 cms. en el Cerro Belejtzac y 7 cms. en las partes planas, o sea el mal paisaje. La textura es de franco a arcilloso, excesivamente drenados a drenaje lento, presentando pendientes abruptas hasta el 45% en la colina y 0% en la zona de mal paisaje. pH muy débilmente ácido 6.6 y un porcentaje de saturación de bases medianamente bajo, con un valor de 70.28% en las colinas, disminuyendo en el horizonte interno. Son suelos muy susceptibles a la erosión, pudiendo ser esta del tipo hídrica en surcos, hasta hídrica con cárcavas. Las zonas de mal paisaje corresponden a los subgrupos taxonómicos, Typic Pellusterts y Typic Ustipsamments, por lo que sus características físicas y químicas son las mismas de la clase agrológica IIIw-3,5 y partes de IIe-9, con la diferencia de que en estos suelos se presentan cárcavas por lo que

se debe prohibir tanto el pastoreo como todo tipo de actividades, dejando estas tierras en reposo y aplicando algunas técnicas de conservación de suelos como diques, para detener la erosión, siendo esta su principal restricción.

El Cerro Belejtzac, en cuanto a la clasificación taxonómica, se clasifica como Lithic Ustorthents:

Orden : Entisoles

Suborden : Orthents

Gran Grupo : Ustorthents

Subgrupo : Lithic

Tienen como principal restricción las pendientes abruptas, capa superficial poco profunda, erosión hídrica en surcos, baja fertilidad y contacto lítico.

a) Descripción del Perfil Modal

0 - 15 cms.: Franco, estructura granular fina, medianamente definida, consistencia blando en seco y plástico adherente en mojado, permeable, color café(10YR 5/3) en seco y entre café y café oscuro(10YR 4/3) en húmedo, - con raíces finas comunes en el horizonte. pH muy débilmente ácido 6.6 y alto contenido de materia orgánica; adecuado contenido de calcio y magnesio. El sodio no presenta problema.

15 - 62 cms.: Franco, estructura granular media, medianamente definida, consistencia suelto en seco y ligeramente plástico adherente en mojado, permeable, color café pálido ----

AC

(10YR 6/3) en seco y entre café y café oscuro(10YR 4/3) en húmedo, con pocas raíces medias en el horizonte. pH débilmente ácido 6.4 y adecuado contenido de materia orgánica; bajo contenido de calcio y magnesio y ningún problema de sodio.

62 -

ROCA

Cm

b) Datos Físico-Químicos del Perfil Modal

Características	Horizontes	
Profundidad(cms)	0 - 6	6 - 100
Distribución de Partículas(%)		
Arcilla	19.63	20.40
Limo	38.87	43.50
Arena	41.50	36.10
pH	6.6	6.4
Materia Orgánica(%)	4.66	--
Humedad Equivalente(%)		
1/3 ATM	24.52	23.39
15 ATM	11.83	9.53
Humedad en Base Seca(%)	2.35	2.35
Densidad Aparente(gr/cm ³)	1.0675	1.2241
Cationes cambiables		
(Meq/100g)		
Cationes	11.14	6.64
Ca ⁺⁺	8.44	4.77
Mg ⁺⁺	2.31	1.39
Na ⁺	0.16	0.25
K ⁺	0.23	0.23
H	4.71	4.37
Capacidad Total de Intercambio		
C.T.I.(Meq/100g)	15.85	11.01
Saturación de Ca ⁺⁺ (%)	53.25	43.33
Saturación de Mg ⁺⁺ (%)	14.57	12.62
Saturación de Na ⁺ (%)	1.01	2.27
Saturación de K ⁺ (%)	1.45	2.09
Saturación Total de Bases(%)	70.28	60.31
Elementos Asimilables		
Microgramos/ml		
P	27.08	18.33
K	71	71
Meq/100 ml de suelo		
Ca	8.73	4.00
Mg	1.68	1.14

c) Discusión:

Estos suelos presentan como principales limitantes las pendientes abruptas y la baja fertilidad, así como una éapa superficial poco profunda debido al contacto lítico. Agrológicamente se clasifican en la clase VIII presentado una pendiente del 45% y con erosión hídrica en surcos. (La zona de mal paisaje presenta erosión en cárcavas).

Según la metodología de clasificación de suelos con fines de riego, se clasifica en la Clase VI, pues no presenta ni las características mínimas de suelos arables, siendo antieconómico su riego.

Su porcentaje de saturación de bases es bajo en todo el -- perfil, sin embargo la C.T.I. es baja por lo que son suelos muy poco fértiles y difícil de aumentar su fertilidad. Se encuentran saturados con cationes de calcio y magnesio en un 55-70%, siendo el calcio y magnesio disponibles adecuados; bajo el fósforo y -- adecuado el potasio. La relación Ca/Mg es alta y la relación -- $(Ca + Mg)/K$ adecuada.

La mejor utilidad para estas tierras es el esparcimiento, por lo que se debería evitar el pastoreo y dejar estas tierras en barbecho. Sin embargo, es necesaria la construcción de diques de piedras para evitar que siga la erosión agrandando las cárcavas ya que entonces se prolongarían estas áreas.

6.4. Datos Físico-Químicos de las Muestras de Aguas:

PROYECTO VALLE DE CUBULCO

PROCEDENCIA	Muestra No. 1 Río Paluché No. 1	Muestra No. 2 Pozo No.1	Muestra No.3 Río Paluché No.2
pH	6.96	6.46	6.55
G.E.X 10^{-6} a 25° C	326	210	241
Sólidos en so lución P.P.M.	236	210	204
Suma de Catio nes(meq/litro)	3.46	2.16	2.47
Suma de Anio nes(meq/litro)	3.30	2.15	2.34
Ca ⁺⁺	1.77	0.72	1.43
Cationes Mg ⁺⁺ (meq/lt.)	0.80	0.56	0.20
Na ⁺	0.66	0.76	0.52
K ⁺	0.23	0.79	0.32
CO ₃ ⁼	0.81	0.16	0.00
Aniones HCO ₃ ⁻ (meq/lt.)	2.35	1.94	2.19
Cl ⁻	0.14	0.05	0.15
NO ₃ ⁻	-	-	-
SO ₄ ⁼	-	-	-
% de Sodio so luble	19.08	36.57	21.06
RAS	0.58	0.95	0.58
Na ₂ CO ₃ RES	0.59	0.82	0.56
CLASE	C ₂ S ₁	C ₁ S ₁	C ₁ S ₁

- Continúa Datos Físico-Químicos de las muestras de aguas:

PROYECTO VALLE DE CUBULCO

PROCEDENCIA	Muestra No. 4 Pozo No. 2	Muestra No. 5 Río Xum No. 1	Muestra No. 6 Río Xum No. 2
pH	6.76	6.71	6.70
C.E. $\times 10^{-6}$ a 25° C	354	232	225
Sólidos en so- lución P.P.M.	336	216	200
Suma de Catio- nes (meq/litro)	3.62	2.28	2.27
Suma de Anio- nes (meq/litro)	3.62	2.17	2.19
Ca ⁺⁺	1.58	1.22	1.20
Cationes Mg ⁺⁺ (meq/lit)	0.65	0.31	0.35
Na ⁺	1.25	0.52	0.52
K ⁺	0.14	0.23	0.20
CO ₃ ⁼	0.55	0.20	0.20
Aniones HCO ₃ ⁻ (meq/lit)	2.97	1.94	1.96
Cl ⁻	0.10	0.03	0.03
NO ₃ ⁻	-	-	-
SO ₄ ⁼	-	-	-
% de Aodio so- luble	34.53	22.81	22.91
RAS	1.18	0.59	0.59
Na ₂ CO ₃ RES	1.29	0.61	0.61
CLASE	C ₂ S ₁	C ₁ S ₁	C ₁ S ₁

- Continúa Datos Físico-Químicos de las muestras de aguas:

PROYECTO VALLE DE CUBULCO

PROCEDENCIA		Muestra No. 7 Pozo No. 3	Muestra No. 8 Canal Principal Chiúl
pH		6.63	6.31
C.E.X 10^{-6} a 25° C		252	36
Sólidos en solución P.P.M.		218	52
Suma de Cationes (meq/lt.)		2.58	0.32
Suma de Aniones (meq/lt.)		2.57	0.33
Cationes (meq/lt)	Ca ⁺⁺	0.88	0.17
	Mg ⁺⁺	0.40	0.03
	Na ⁺	1.20	0.09
	K ⁺	0.10	0.03
Aniones (Meq/lt.)	CO ₃ ⁼	0.36	0.00
	HCO ₃ ⁼	2.21	0.33
	Cl ⁻	0.00	0.00
	NO ₃ ⁻	-	-
	SO ₄ ⁼	-	-
% de Sodio			
soluble		46.51	28.13
RAS		1.50	0.28
Na ₂ CO ₃ RES		1.29	0.12
CLASE		C ₂ S ₁	C ₁ S ₁

- Continúa Datos Físico-Químicos de las muestras de aguas:

PROYECTO VALLE DE CUBULCO

PROCEDENCIA		Muestra No. 9 Río Xemes	Muestra No. 10 Río Xolacoy
pH		6.40	6.43
C.E. $\times 10^{-6}$ a 25° C.		63	85
Sólidos en solución P.P.M.		74	94
Suma de Cationes (meq/lt.)		0.77	0.99
Suma de Aniones (meq/lt.)		0.58	0.75
Cationes (meq/lt)	Ca ⁺⁺	0.46	0.59
	Mg ⁺⁺	0.05	0.09
	Na ⁺	0.20	0.24
	K ⁺	0.06	0.07
Aniones (meq/lt)	CO ₃ ⁼	0.00	0.00
	HCO ₃ ⁼	0.58	0.75
	Cl ⁻	0.00	0.00
	NO ₃ ⁻	-	-
	SO ₄ ⁼	-	-
% de Sodio soluble		25.97	24.24
RAS		0.40	0.41
Na ₂ CO ₃ RES		0.07	0.07
CLASE		C ₁ S ₁	C ₁ S ₁

7. CONCLUSIONES:

7.1. La Clase 1 de suelos con fines de riego según USBR ocupa un área de 287.737 hectáreas que constituye el 38.17% del área total, de la cual 75.383 hectáreas(10.0% del área -- total) se encuentran bajo riego y 212.354 hectáreas(28.17% del área total) sin riego.

Según la clasificación agrológica de USDA, estos suelos se clasifican como IIe-9, y taxonómicamente se clasifican como Typic Ustipsamments.

Son suelos de textura media a gruesa, pendientes del 0-5%, buena permeabilidad, bajo contenido de materia orgánica, baja fertilidad y susceptibles a la erosión.

7.2. La Clase 5 de suelos con fines de riego según USBR ocupa un área de 267.531 hectáreas o sea 35.48% del área total.

7.2.1. La Subclase 5i(1s) ocupa 54.692 hectáreas, y se clasifica como clase agrológica IIe-9 según USDA y como Typic Ustipsamments según la Taxonomía de Suelos. Tienen las mismas características que la Clase 1, - clasificándose así por ser zonas aisladas.

7.2.2. La Subclase 5i(2std) ocupa 5.445 hectáreas, clasificándose como IIIe-3,5 según la clasificación agrológica de USDA y como Typic Pellusterts según la Taxonomía de suelos.

Son suelos con horizontes internos arcillosos, pendientes del 5%, relieve ondulado y baja permeabilidad; el horizonte interno es fértil y son susceptibles a la erosión.

7.2.3. La Subclase 5d(2sd) ocupa 207.394 hectáreas o sea -

el 77.52% de la Clase 5. Según la clasificación agrológica de USDA, se clasifican como IIIw-3,5, y según la Taxonomía de suelos como Typic Pellusterts.

Son suelos superficiales de textura fina y horizonte interno arcilloso, baja permeabilidad, drenaje restringido, pendientes del 0-2% y relieve ondulado. Presentan un horizonte interno fértil y son susceptibles a la erosión.

7.3. La clase 6 de suelos con fines de riego según USBR ocupa una extensión de 187.429 hectáreas que equivale al 24.86% del área total. Esta ocupa las clases agrológicas IV, VI y VIII.

7.3.1. La clase agrológica IV ocupa una extensión de 22.869 hectáreas clasificándose como IVe-1,7 según USDA y taxonómicamente como Typic Ustropepts(56.61% de la clase IV) y Typic Ustorthents(43.39%).

Son suelos profundos, de textura media a fina, muy pedregoso que interfiere con la maquinaria, drenaje adecuado, pendientes medias del 9% y relieve plano. Son suelos susceptibles a la erosión con horizonte superficial fértil y alto poder de retención de nutrimentos.

7.3.2. La clase agrológica VI ocupa 92.081 hectáreas, clasificándose como VIe-1,9 según USDA y como Lithic Ustorthents según la Taxonomía de Suelos.

Son suelos poco profundos, de textura media, buen drenaje y pendientes del 25-35%; relieve plano, susceptibles a la erosión y poco fértiles.

7.3.3. La clase agrológica VIII ocupa 72.479 hectáreas, -- constituyendo esta el Cerro Belejtzac y las zonas - de Mal Paisaje.

7.3.3.1. Las zonas de Mal Paisaje ocupan partes de los subgrupos taxonómicos Typic Pellusterts y Typic Ustipsamments.

Presentan como principal restricción cárcavas muy profundas causadas por el sobrepastoreo.

7.3.3.2. El Cerro Belejtzac se clasifica como Lithic Ustorthents según la Taxonomía de suelos, teniendo como principales limitantes pendientes abruptas, capa superficial poco profunda y erosión hídrica en surcos.

7.4. En cuanto a las aguas, se puede decir que los ríos Xemes y Xolacoy son los que presentan mejores alternativas, pues se clasifican como C₁ S₁ según la metodología de USDA y además presentan caudales elevados en la época de estiaje, presentando el Río Xemes 92 litros por segundo en mayo, y el Río Xolacoy 468 litros por segundo en marzo. El Río Xum presenta valores de 57 litros por segundo, pudiéndose utilizar en obras de miniriego, aunque su calidad de agua es inferior.

8. RECOMENDACIONES:

8.1. La clase 1 de suelos es la que presenta mejores características para el riego, presentando además un bajo costo de desarrollo y mediana productividad, por lo que se debería iniciar con introducir riego a esta área. Un sistema de riego por gravedad sería recomendable, aunque se debería pensar en un sistema por aspersión por la alta permeabilidad de los suelos, que aumentaría el tiempo de aplicación por el avance lento del frente de agua.

En cuanto a manejo, estos suelos requieren de laboreo - siguiendo las curvas a nivel, cultivos forrajeros de cobertura y empleo de fertilizantes, así también se recomiendan cultivos intensivos de soya, tomate, frijol, variedades mejoradas de maíz, maní y hortalizas de clima cálido. Es urgente la aplicación de materia orgánica para aumentar la C.T.I. y por ende la fertilidad de los suelos.

8.2. La subclase 5i(1s) requiere el mismo manejo que la clase 1, aunque no se recomienda su riego en el momento pues sería - antieconómico por ser áreas aisladas.

8.3. La subclase 5i(2sd) tampoco es recomendable su riego, ya - que son suelos con deficiencias grandes en el drenaje interno por lo que se tendrían que desarrollar obras de este tipo, siendo esto antieconómico por ser un área aislada.

8.4. La subclase 5d(2sd) ocupa un área de 207.394 hectáreas de - suelos presentando problemas de baja permeabilidad y drenaje restringido. Son suelos con un alto costo de desarrollo y mediana productividad, siendo económicamente viable la aplicación de un sistema de riego por gravedad, aun teniendo

que aplicar las prácticas correctivas de drenaje.

Se recomienda la siembra de arroz, variedades mejoradas de maíz, soya, frijol y hortalizas de clima cálido.

8.5. La clase 6 comprende todos los suelos que no tienen las características mínimas para la aplicación de un sistema de riego económico.

Para la clase agrológica IV se recomienda la siembra de pastos ~~benificables~~ que han demostrado su adaptabilidad a la zona, con lo que se tendría alimento para el ganado en verano.

Lo más recomendable para la clase agrológica VI comprende el establecimiento de obras de conservación de suelos, como diques, para evitar que se erosionen mas los suelos. Se debería pensar en la siembra de árboles para leña, incluyendo una gran cantidad de especies de leguminosas que actualmente crecen en estas áreas.

En las zonas más planas y de suelos más profundos se puede realizar siembra de árboles frutales como aguacate, ya que así se le podría sacar algún provecho a los suelos, pues no es recomendable el pastoreo.

Para la clase VIII se recomienda dejar las tierras en barbecho, evitando el pastoreo; también la construcción de diques en las cárcavas y surcos para detener la erosión.

En forma general, se recomienda un estudio para la introducción de agua del río Xemes y Xolacoy, que probablemente cubrirían toda la demanda de agua de las clases 1 y 5 de suelos con fines de riego.

9. BIBLIOGRAFIA:

- (1) ALVARADO CABRERA, G. D. 1985. Estudio de suelos (Segundo Orden) de la planicie costera del Pacífico de la cuenca del río Su chiate. Guatemala. Dirección Técnica de Riego y Avenamiento. Cuencas de los Ríos Internacionales. s.p.

Sin publicar.
- (2) CONGRESO NACIONAL DE LA CIENCIA DEL SUELO. (1., 1986, Guatemala). 1986. Memorias. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. s.p.
- (3) CRUZ S., J.R. DE LA. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala. Instituto Nacional Forestal. 42 p.
- (4) DONAHUE, R. L.; MILLER, R. W.; SHICKLUNA, J. C. 1981. Introdución a los suelos y al crecimiento de las plantas. Traducción por Jorge Peña C. España, Dossat. 624 p.
- (5) DUBON GARCIA, J. A. 1984. Caracterización del subsistema campesino de producción en el Municipio de Cubulco, Baja Verapaz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 65 p.
- (6) ESTADOS UNIDOS. DEPARTMENT OF AGRICULTURE. 1981. Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. Editor L.A. Richards. Traducción al español por Nicolas Sanchez, Enrique Ortega Torres, Rodolfo Chena González. Manual de agricultura No. 60. México. Imprenta Venecia. 172 p.
- (7) ESTADOS UNIDOS. MINISTRY OF THE INTERIOR. UNITED STATES BUREAU OF RECLAMATION. s.f. Manual de clasificación de tierras con fines de riego. v. 5, pt. 2, s.p.
- (8) FERNANDEZ RIVERA, C. F. 1978. Estudio agrológico de suelos con fines de riego, del valle de Rabinal. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 79 p.
- (9) FOSTER, A. B. 1981. Métodos aprobados en conservación de suelos. México, Trillas. 411 p.
- (10) GUATEMALA. INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. 1972. Atlas nacional de Guatemala. Guatemala. s.p.
- (11) INVESTIGACION DE la comunidad; proyecto Nuevo Amanecer 3059. 1985. Christian Children's Fund Inc. Monografía no. 12. 11 p.

Sin publicar.
- (12) LINSLEY, R. K. ; KOHLER, M. A. ; PAULHUS, J. L. H. 1981. Hidrología para ingenieros. México, McGraw-Hill. 386 p.

- (13) MORENO GUERRA, C. R. 1986. Diagnóstico de las comunidades: La Laguna, El Naranjo y Chicuxtín, Cubulco, Baja Verapaz, cubiertas por el proyecto Nuevo Amanecer. Guatemala. 16 p.

Sin publicar.

- (14) SIMMONS, Ch. S. ; TARANO, J. M.; PINTO, J. H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. José de Pineda Ibarra. 1,000 p.

- (15) UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA. CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE. 1980. Estudio semidetallado de suelos del valle de Cubulco. Editor Rodolfo Albizúrez Palma. Guatemala. 42 p.

Vo. Bo.

Pitru alle



10. ANEXOS

REQUERIMIENTOS MINIMOS PARA LOS TIPOS DE CLASIFICACION

	Reconoci- miento	Semideta- llado	DETALLADO	
			Tierras nuevas	Completamente desarrolladas o áreas muy u niformes
Clases de tierras re- conocidas.....	1-2-3-6	1-2-3-6	1-2-3-4-5-6	1-2-3-4-5-6
Escalas de mapas base	1:24.000	1:12.000	1:4,800	1:12,000
Distancia máxima en- tre líneas de penetra- ción en metros.....	1.600 m.	800 m.	400 m.	800 m.
Porcentaje de exacti- tud.....	75%	90%	97%	97%
Progreso por día (un clasificador y cuadri- lla) Ha.....	768-1280	256-768	64-256	256-761
Area mínima de clase 6 a ser segregada de extensiones arables. Ha.....	1.6	0.2	0.08	0.08
Area mínima para ba- jar de clase la tie- rra arable. En Ha....	16	4	0.8	4
Area mínima para su- bir de clase la tie- rra arable. En Ha....	16	8	4	8
Descripciones mínimas de suelo y substrato. Sondajes u hoyos de - reconocimiento (de -- 1.50 m. de profundi- dad). por 256 Ha.....	1	4	16	4
Hoyos profundos (3 m. o más) por 9.216 Ha.- (Township).....	1	4	4	6

Tomado de: Clasificación de Suelos con fines de Riego; tomo No. 2,
USBR. (7)

**ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CLASIFICACION DE LA TIERRA
SEGUN USBR**

CLASE 1-ARABLE**CARACTERISTICAS DE LA TIERRA****SUELO**

Textura.....	Franco arenoso o franco arcilloso friable.
Profundidad:	
a) A la arena, grava o guijarros.....	90 cms. o más de suelo fácilmente trabajable de franco arenoso fino o más pesado; o 105 cms. de franco arenoso.
b) Al esquisto o material impermeable (15 cm. menos en cada caso a la roca o material similar).....	150 cm. o más o 135 cm. con un mínimo de 15 cm. de grava sobre el material impermeable o franco arenoso en toda su extensión.
c) A la zona de caliza impenetrable.....	45 cm. sobre 150 cm. de caliza penetrable.
Alcalinidad.....	pH menor que 9.0 a menos que el suelo sea calcáreo, el contenido total de sales es bajo y no existe evidencia de la presencia de álcali negro.
Salinidad.....	El total de sales no debe exceder de 0.2%. Puede ser más alto en suelos abiertos y -- permeables, bajo buenas condiciones de drenaje.

TOPOGRAFIA

Pendientes.....	Suaves declives, con un máximo de 4% de pendiente general, en extensiones razonablemente grandes con declives en el mismo plano.
Superficie.....	Suficientemente uniforme para requerir solo ligeros tratamientos superficiales y no precisar de pesadas nivelaciones.
Cobertura (piedras sueltas y vegetación).....	Insuficiente para modificar la productividad o prácticas culturales, o bajos costos de limpieza.

DRENAJE

Suelo y topografía.....	Las condiciones de suelo y topografía son tales, que se puede decir que no serán necesarias prácticas especiales de drenaje en las parcelas.
-------------------------	--

CLASE 2 - ARABLE

CARACTERISTICAS DEL SUELO

SUELO

Textura.....	Areno francosos o arcillas muy permeables
Profundidad.....	
a) A la arena, grava o guijarro.....	60 cm. o más de suelo fácil de trabajar, franco arenoso fino o más pesado o 75 y 90 cm. de franco arenoso o areno francoso respectivamente.
b) Al esquisto o material impermeable (15 cm. menos, en cada caso, a la roca o material similar).....	120 cm. o más o 105 con mínimo de 15 cm. de grava sobre el material impermeable o areno francoso en toda su extensión.
c) A la zona de caliza penetrable.....	35 cm. sobre 120 cm. de caliza penetrable.
Alcalinidad.....	pH 9.0 o menor, a menos que el suelo sea calcáreo, el contenido de sales bajo y no exista evidencia de álcali negro.
Salinidad.....	El contenido total de sales no debe exceder de 0.5%. Puede ser más alto en -- suelos abiertos y de buenas condiciones de drenaje.

TOPOGRAFIA

Pendientes.....	Declives suaves, pueden llegar a tener hasta 8% de pendiente general en grandes extensiones y en el mismo plano. Se admite solamente 4% en declives irregulares.
Superficie.....	Se requieren moderadas nivelaciones pero en cantidades tales, que pueden hacerse a un razonable costo en comparación a áreas regadas.
Cobertura: (rocas sueltas y vegetación).....	Suficiente para reducir la productividad e interferir las prácticas culturales. - Requieren limpiezas, pero su costo es moderado.

DRENAJE

Suelos y topografía.....	Las condiciones de suelo y topografía hacen necesarias algunas prácticas de drenaje, pero con labores de mejoramiento por medios artificiales; son factibles a un costo razonable.
--------------------------	--

CLASE 3 - ARABLE

CARACTERISTICAS DE LA TIERRA

SUELO

Textura.....
Profundidad:

a) A la arena, grava o guijarro..

b) Al esquisto o material impermeable (15 cm. menos en cada caso a la roca o material similar).....

c) A la zona caliza penetrable.....

Alcalinidad.....

Salinidad.....

Areno francoso a arcilla permeable.

45 cm. o más de suelo fácil de trabajar franco arenoso fino o más pesado; o 60 a 75 cm. de franco arenoso o areno francoso uniforme.

105 cm. o más; o 90 cm. con un mínimo de 15 cm. de grava sobre el material impermeable o areno francoso a través de toda su extensión.

25 cm. sobre 90 de caliza penetrable.

pH 9.0 o menor, a menos que el suelo sea calcáreo, el contenido total de sales es bajo y no existe evidencia de la presencia de álcali negro.

El contenido total de sales no excede de 0.5%. Puede ser mayor en suelos abiertos permeables y bajo buenas condiciones de drenaje.

TOPOGRAFIA

Pendientes.....

Superficie.....

Cobertura (piedras sueltas y vegetación).....

Se admite hasta un 12% en superficies planas; en superficies más irregulares se admite solamente menos de 8%.

Son necesarias pesadas y costosas nivelaciones por sectores, pero realizables en comparación a áreas ya regadas.

Su presencia requiere tratamientos de limpieza costosos, pero justificables económicamente.

DRENAJE

Suelo y topografía.....

Por las condiciones del suelo y la topografía se hace necesaria la construcción de costosos drenajes, pero a un costo justificable.

Clase 4 ARABLE LIMITADA

Comprende las tierras que tienen excesivas deficiencias y utilidad restringida, pero que con estudios especiales de carácter económico y de ingeniería, se ha demostrado que son regables.

Clase 5 NO ARABLE

Incluye aquellas tierras que requieren estudios adicionales, económicos y de ingeniería, para determinar su regabilidad - y las tierras clasificadas como temporalmente no productivas en espera de la construcción de obras correctivas y de mejoramientos.

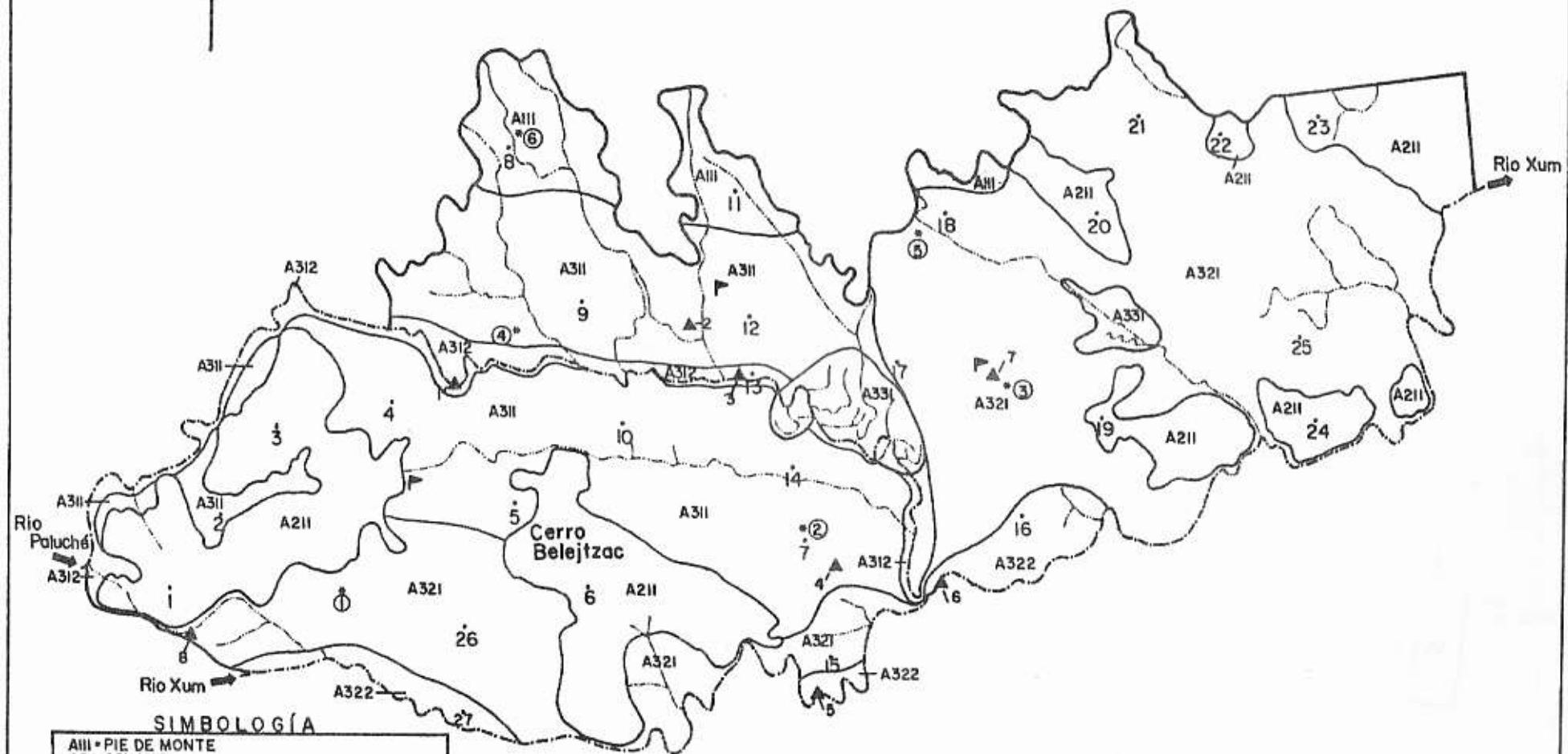
Clase 6 NO ARABLE

Incluye todas las tierras que no cumplen con los requisitos mínimos para incluirlas en la siguiente categoría superior de tierra en un determinado estudio y, pequeñas áreas de tierras arables que se encuentran en extensiones grandes de tierra no arables.

Fuente: United States Bureau of Reclamation (7)



REDUCCION A TAMAÑO CARTA



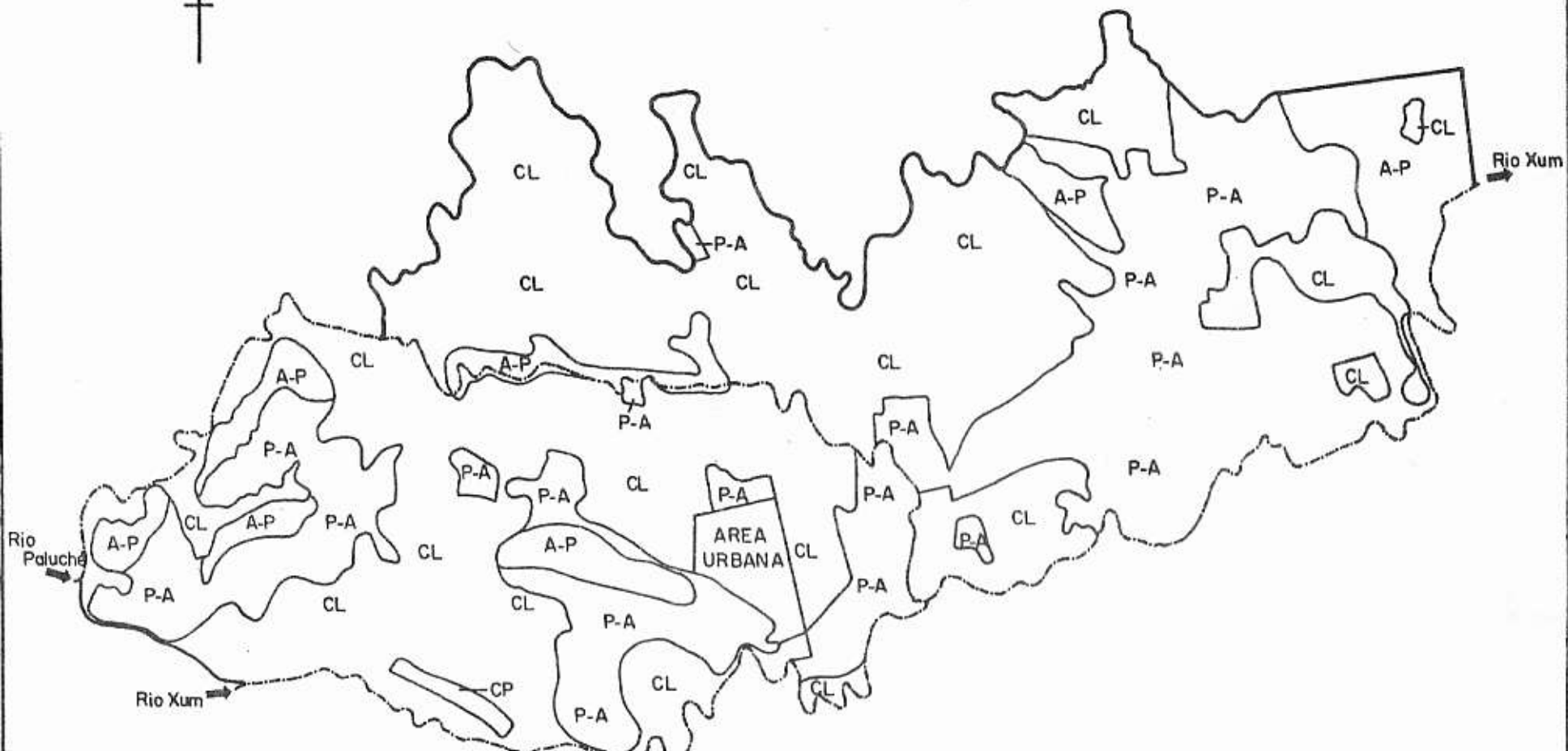
SIMBOLOGÍA

- AIII • PIE DE MONTE
- A2II • COLINAS
- A3II • TERRAZAS ANTIGUAS DEL RIO PALUCHE
- A3I2 • TERRAZAS RECIENTES DEL RIO PALUCHE
- A32I • TERRAZAS ANTIGUAS DEL RIO XUM
- A322 • TERRAZAS RECIENTES DEL RIO XUM
- A33I • MAL PAISAJE
- • PUNTO DE MUESTREO DE SUELOS
- ▲ • PUNTO DE MUESTREO DE AGUAS
- * • PUNTO DE PRUEBA DE INFILTRACIÓN
- • RÍOS
- - - • QUEBRADAS
- ▢ • Escuelas

PROYECTO:	
VALLE DE CUBULCO	
MAPA	
FISIOGRAFIA	
AREA	ESCALA
753-95 Has	1:11,000
DIBUJO	MAPA No.
CARLOS MORENO	1
FECHA	
ABRIL DE 1987	



REDUCCION A TAMAÑO CARTA

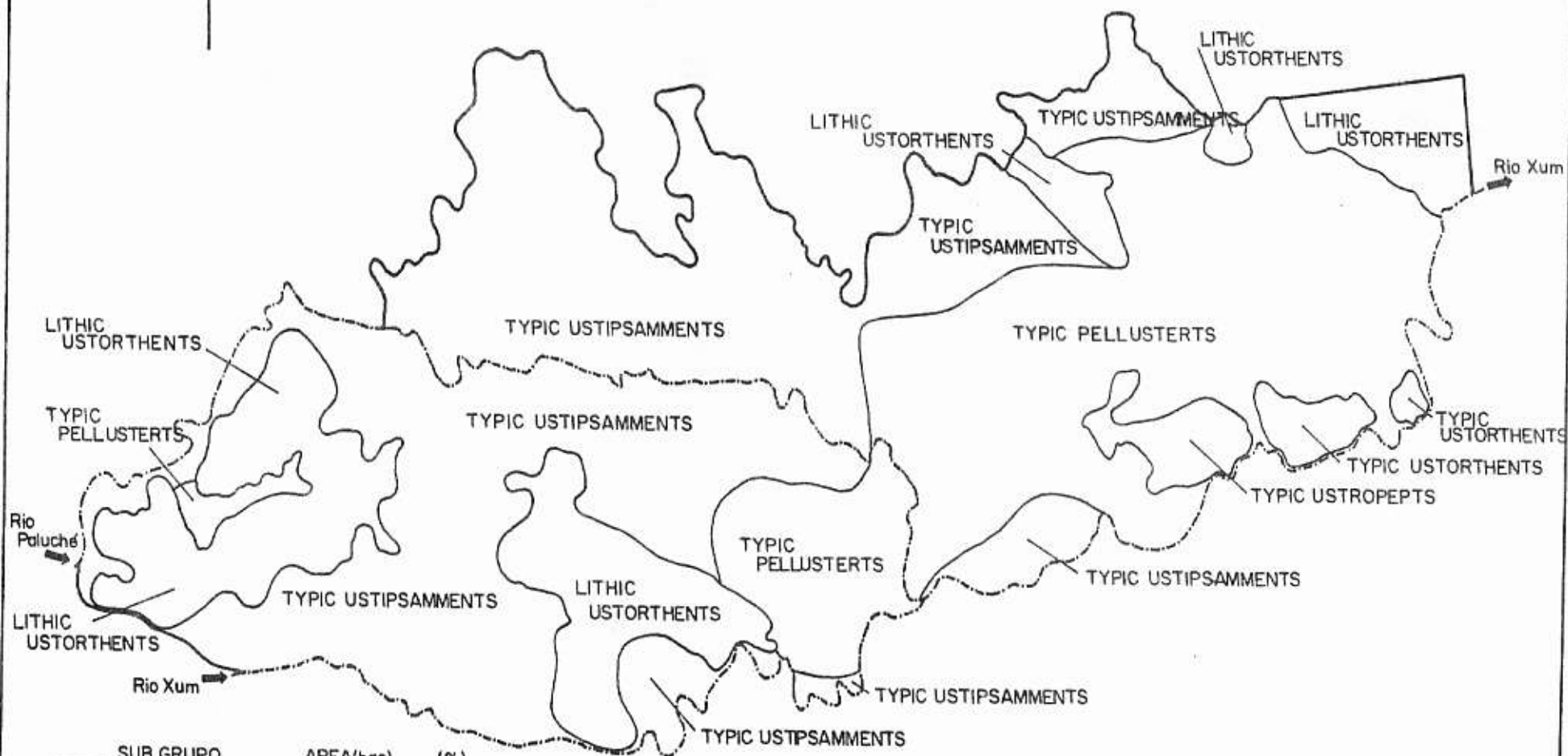


SIMBOLOGIA

CL= Cultivos limpios
P-A= Pastos-Arbustos
A-P= Arbustos-Pastos
CP= Cultivos Perennes

USO	AREA (Has)	(%)
Cultivos limpios	427.250	56.67
Pastos-Arbustos	238.612	31.65
Arbustos-Pastos	73.810	9.79
Cultivos Perennes	3.025	0.40
Area Urbana	11.253	1.49
TOTAL	753.950	100.00

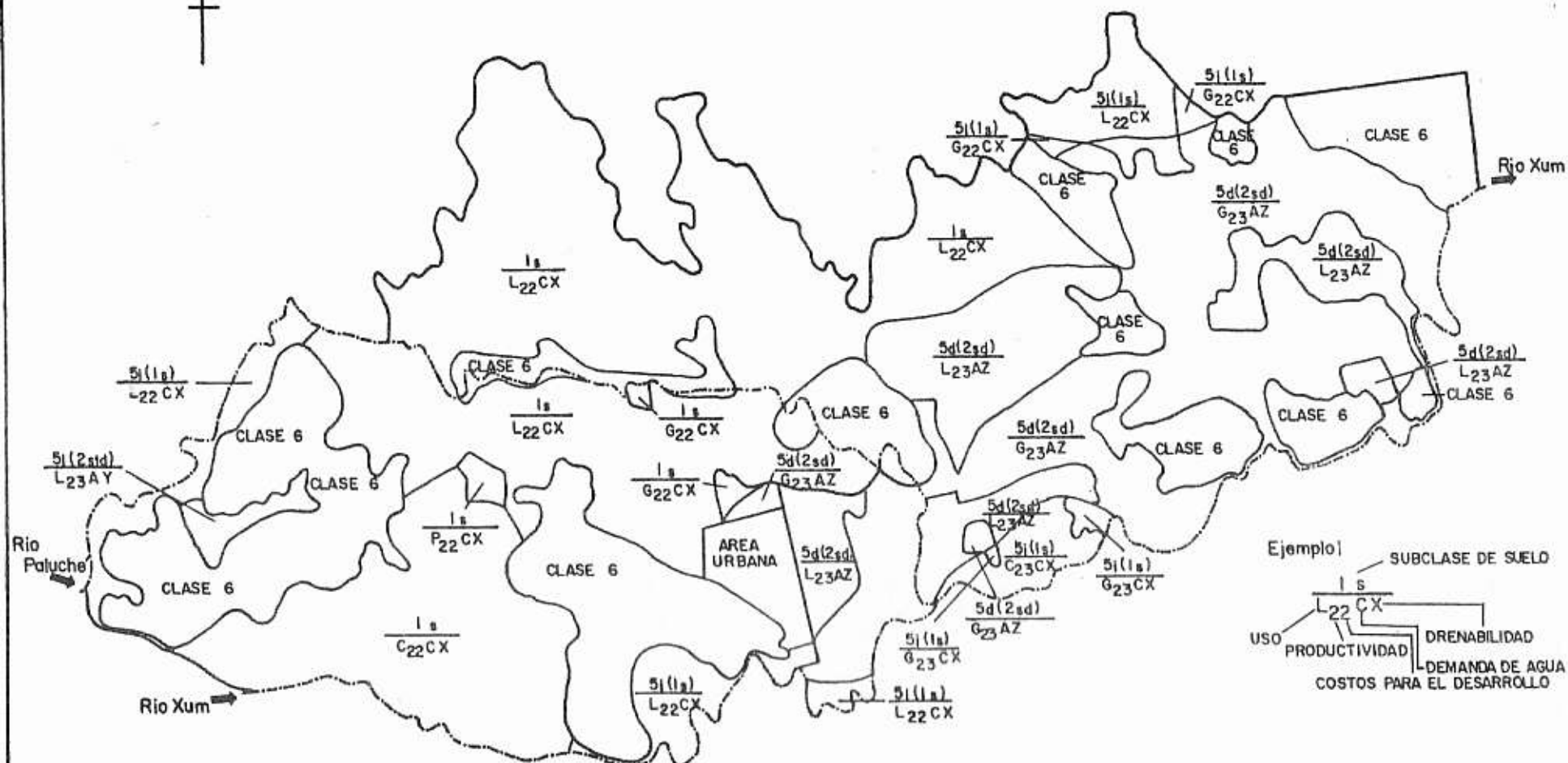
PROYECTO		VALLE DE CUBULCO
MAPA		USO ACTUAL DE LA TIERRA
AREA	ESCALA	
753.95 Has.	1:11,000	
DIBUJO	MAPA No	
CARLOS MORENO	2	
FECHA		



SUB GRUPO	AREA(has)	(%)
TYPIC USTIPSAMMENTS	396.274	52.56
TYPIC PELLUSTERTS	206.547	27.39
LITHIC USTORTHERTS	128.260	17.01
TYPIC USTROPEPTS	12.947	1.72
TYPIC USTORTHERTS	9.922	1.32
TOTAL	753.950	100.00

PROYECTO		VALLE DE CUBULCO
MAPA		CLASIFICACION TAXONOMICA
AREA	ESCALA	
753.95 Has.	1:11,000	
DIBUJO	CARLOS MORENO	MAPA No.
FECHA	ABRIL DE 1987	3

REDUCCION A TAMAÑO CARTA



CLASE	SUBCLASE	AREA(ha.)	USO	CON RIEGO	SIN RIEGO
CLASE 1	1s	287.737	---	75.383	212.354
	"	"	CULTIVOS LIMPIOS	73.205	---
	"	"	PASTOS	2.178	---
	"	"	CULTIVOS LIMPIOS	---	209.450
	"	"	PASTOS	---	2.904
CLASE 5	5i(1s)	54.692	---	0-0	54.692
	"	50.578	CULTIVOS LIMPIOS	---	50.578
	"	4.114	PASTOS	---	4.114
	5i(2sd)	5.445	CULTIVOS LIMPIOS	---	5.445
	5d(2sd)	207.394	---	0-0	207.394
	"	"	CULTIVOS LIMPIOS	---	77.924
	"	"	PASTOS	---	129.470

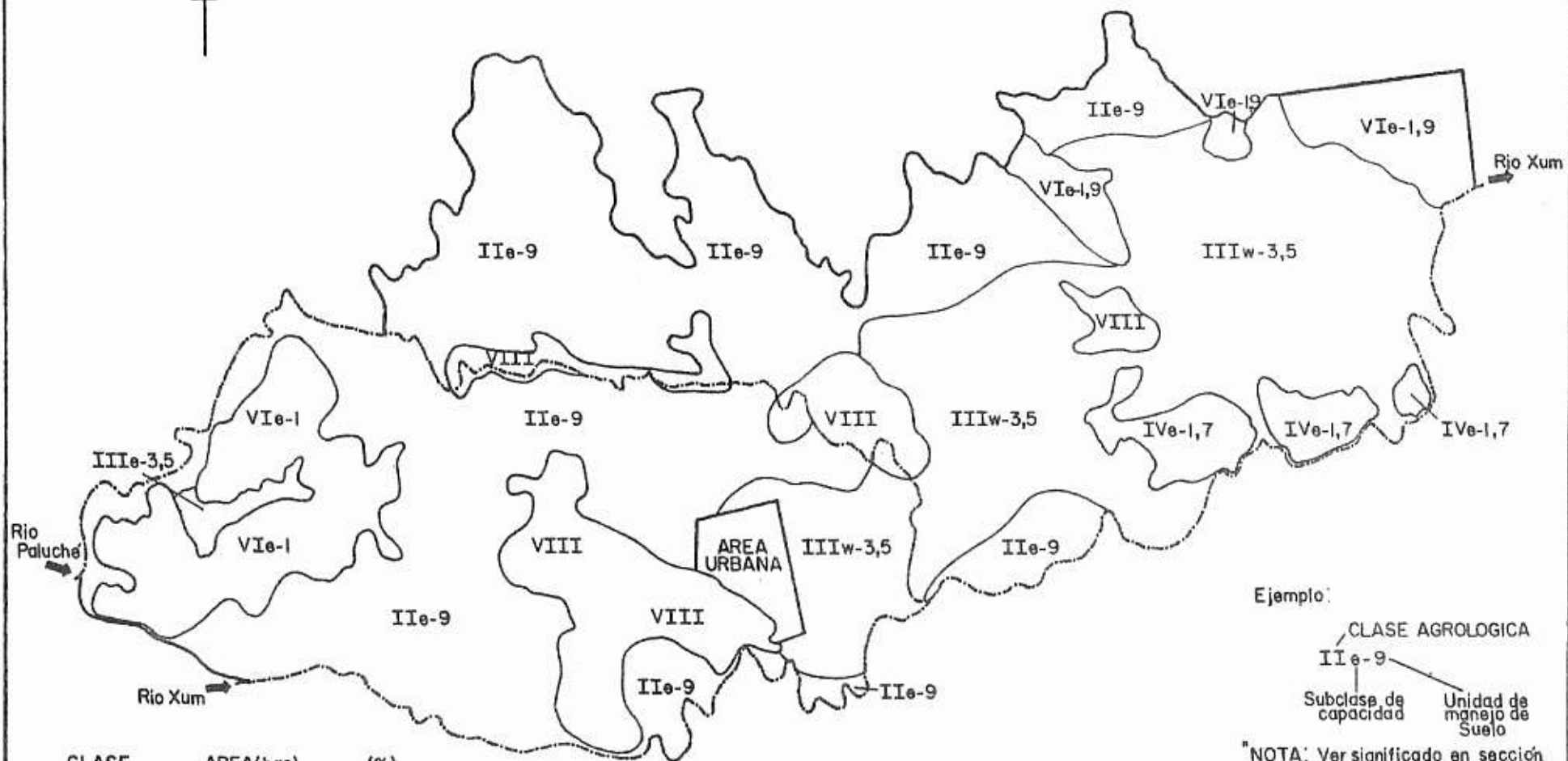
FACTORES:

USO DE LA TIERRA-
P=Pastos con riego, C=Cultivos con riego
G=Pastos sin riego, L=Cultivos sin riego.
PRODUCTIVIDAD-
1=Baja, 2=Media, 3=Alta.
COSTOS PARA EL DESARROLLO-
1=Bajo, 2=Medio, 3=Alto.
DEMANDA DE AGUA-
A=Baja, B=Media, C=Alta.
DRENABILIDAD-
X=Buena, Y=Restringida, Z=Pobre.

PROYECTO	
VALLE DE CUBULCO	
MAPA	
CLASIFICACION CON FINES DE RIEGO	
AREA	ESCALA
753.95 Has.	1:11,000
DIBUJO	MAPA No.
CARLOS MORENO	4
FECHA	



REDUCCION A TAMAÑO CARTA



Ejemplo:

CLASE AGROLOGICA
IIe-9
Subclase de capacidad Unidad de manejo de Suelo

"NOTA: Ver significado en sección de Revisión Bibliográfica"

CLASE	AREA(has)	(%)
II	348.600	46.24
III	206.668	27.41
IV	22.869	3.03
VI	92.081	12.22
VIII	72.479	9.61
Area Urbana	11.253	1.49
TOTAL	753.950	100.00

PROYECTO		VALLE DE CUBULCO
MAPA		CLASIFICACION AGROLOGICA
AREA	753.95 Has.	ESCALA 1:11,000
DIBUJO	CARLOS MORENO	
FECHA	ABRIL DE 1987	
		MAPA No. 5

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Referencia
Asunto

FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

"IMPRIMASE"



ING. AGR. CESAR A. CASTAÑEDA S.
D E C A N O