

**INFORME FINAL
ESTUDIO DE SUELOS Y CAPACIDAD DE USO DE LAS
TIERRAS DEL INMUEBLE PROPIEDAD DE
G.B. KOHN EL FUTURO S.A.(Plano G-000175-73)
ARTÍCULO 56 D.E. N°29375-MAG-MINAE-S-HACIENDA-MOPT**



**Ing.Agr. Alexander Rosales Ibarra
Certificador de Uso Conforme del Suelo N°38
Colegiado N°5725**

2008

CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO	2
INTRODUCCIÓN	3
ANTECEDENTES	
- Ubicación y área de estudio.	3
- Climatología	3
- Geología	4
- Drenaje Natural	4
- Geomorfología	4
- Uso Actual de las Tierras	5
- Vías de comunicación	6
 METODOS DE LEVANTAMIENTO DE SUELOS	
- Metodología de campo y gabinete	6
- Tipo de Observaciones	7
- Barrenada simple	7
- Apertura de calicata	7
- Criterios de clasificación taxonómica	7
- Criterios de clasificación de la Capacidad de uso de las Tierras	7
- Métodos de análisis físico y químico	7
 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
- De Suelos	9
- De capacidad de uso de las tierras	9
 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	22
BIBLIOGRAFÍA	24
ANEXO	26
MAPA DE SUELOS Y CAPACIDAD DE USO DE LAS TIERRAS	27

RESUMEN EJECUTIVO

En el presente documento se recopila la información básica de suelos y capacidad de uso de las tierras, que a solicitud de la empresa **G.B. KOHN EL FUTURO S.A.**, he procedido a levantar, de acuerdo a lo estipulado en el manual denominado "*Métodos de Levantamientos de Suelos*" (Instituto Geográfico Agustín Codazzi publicado por Villota, H. 1987). Cabe agregar, que este trabajo es parte de los requisitos que la Municipalidad de Bagaces ha exigido a las personas físicas y jurídicas que realizan negocios y trámites para el cambio en el uso de la tierra de los inmuebles ubicados en los territorios jurisdiccionales del citado gobierno local, en el marco de la Ley N.7779 y del Artículo 56 del Decreto Ejecutivo N.29375-MAG-MINAE-S-HACIENDA-MOPT.

El trabajo consistió en la elaboración del estudios de suelos y Capacidad de Uso de las Tierras del inmueble cuyo plano catastrado corresponden al número G-G-000175-73, para un área total de 67.05 ha. El estudio corresponde al nivel de I^{do} orden (detallado). Como material cartográfico básico se utilizaron los respectivos planos catastrados aportados por la sociedad propietaria de estoe inmueblee.

De los principales suelos se hizo una descripción detallada tanto de sus propiedades morfológicas como físico-químicas más importantes, para su correlación con los parámetros de Capacidad de Uso de las Tierras. Los suelos del área de estudio se mapearon en 2 unidades, que se dividieron en fases por criterios de pendiente.

Los suelos predominantes del área estudiada corresponden al orden de los Inceptisoles clasificados a nivel de subgrupo como **Typic Haplustepts**; divididos por fases por pendiente, encontrándose una moderadamente ondulada; ondulada y escarpada.

El estudio de Capacidad de Uso de las Tierras fue realizado hasta el nivel de detalle de Unidades de Manejo, para las cuales las limitantes específicas que se definieron, de acuerdo con el orden de presentación fueron: pendiente (parámetro que definió las clases), erosión sufrida, profundidad efectiva, textura, pedregosidad, fertilidad, drenaje, riesgo de inundación, zonas de vida, meses secos, neblina y vientos. En dicho estudio se definieron 3 unidades de manejo: las clases **IV ONDULADA** y **VI FUERTEMENTE ONDULADA**, **VIII MODERADAMENTE ONDULADO Y SUPERFICIAL EN PROFUNDIDAD EFECTIVA**.

Finalmente, se adjunta conclusiones y recomendaciones de manejo, conservación y recuperación de suelos, que serán de gran importancia para la administración de la sociedad propietaria de este inmueble y de la Municipalidad de Bagaces.

INTRODUCCIÓN

Costa Rica corresponde al tercer país más pequeño de la América continental, con 51000 km², y un 25% de áreas dedicadas a la protección de Recursos Naturales (unos 12750 km²), en las que el uso actual de la tierra no podrá cambiarse, lo que obliga a los usuarios de ésta, a planificar de manera precisa sus actividades.

La Región Chorotega de Costa Rica no cuenta con una adecuada cartografía de suelos y capacidad de uso de la tierra, que permita a las autoridades municipales la emisión correcta de criterios que autoricen o no, los diferentes cambios en el uso de la tierra que se están dando en Guanacaste y en el país en general, de cara a la llegada masiva de inversión extranjera promovida por los gobiernos en los últimos 20 años, por un lado, y a la sostenibilidad de los Recursos Naturales que se utilizan para otorgar una calidad de vida aceptable a la población, tal y como lo exige el Artículo 50 de la Constitución de la República.

De acuerdo a esta realidad, el levantamiento detallado de suelos y capacidad de uso de las tierras de regiones de gran desarrollo económico y de otras menos favorecidas, resulta en una tarea fundamental que se debe realizar, como una contribución al ordenamiento territorial, que será la única herramienta que permita heredar a las futuras generaciones, un país con las características ventajosas que actualmente presenta nuestro territorio.

ANTECEDENTES

Ubicación y área de estudio.

Con base a la división territorial administrativa de Costa Rica el área bajo estudio se encuentra ubicada en la provincia de Guanacaste, en el caserío de San Jorge, distrito de Mogote, cantón de Bagaces.

Geográficamente el área se enmarca dentro de las coordenadas Lambert Norte aproximadas 394300-394500 y 301200-302300, contenidas dentro de la Hoja Curubandé, escala 1:50000, del Instituto Geográfico Nacional.

El área estudiada corresponde a un total de 67.09 hectáreas que incluyen importantes recursos naturales y que se ubica en la zona de amortiguamiento del volcán Miravalles.

Climatología

Para la descripción de las condiciones climáticas del sitio, se utilizó la información proveniente del Atlas Nacional publicado por el Instituto Tecnológico de Costa Rica, en ausencia de datos de alguna estación meteorológica cercana al sitio.

Del análisis de estos, se desprende que en la zona en estudio, la precipitación anual se encuentra en el orden de los 3000 mm en promedio, reportándose períodos secos desde la primera quincena de Enero, hasta la primera quincena de mayo, por lo que la sección control del suelo permanece a más de 1500 kP de succión durante 4 meses consecutivos al año, lo que permite declarar el régimen Ústico para la mencionada sección del suelo.

En adición a lo anterior, con Base en el mapa de zonas de vida levantado por el ICE y el Centro Científico Tropical, este inmueble se encuentra dentro de un Bosque Húmedo Tropical transición a Premontanao del piso basal y de región tropical (bh-P), lo que corrobora que el suelo de este sitio se ve sometido a períodos cortos de stress hídrico acumulado, que exigen la dotación de riego durante unos 4 meses al año, y riego de auxilio en la estación lluviosa, lo que dificulta el manejo de la mayoría de los cultivos de interés comercial, dado el costo de la infraestructura que se debe diseñar e instalar.

Geología

Geológicamente y tomando como referencia el mapa geológico nacional, el sitio se encuentra inmerso en un área de rocas ignimibriticas del período Cuaternario y Plioceno, compuestas de tobas de flujo de ceniza incandescente de Andesita hasta Riolita, con intercalaciones de depósitos fluviales sobre una estratigrafía de rocas volcánicas intrusivas someras del volcán Miravalles.

Drenaje Natural

Respecto al drenaje natural, el mismo presenta un patrón direccional en sentido suroeste, siendo atravesado este inmueble por la Quebrada Tapezco, lo que le confiere condiciones de drenaje moderadamente excesivo, por lo que la retención de agua dentro del perfil del suelo, es escasa o pobre.

Geomorfología

Según el mapa nacional geomorfológico de Madrigal, et al, el sitio bajo estudio se localiza sobre la gran Meseta de Santa Rosa y la cordillera Volcánica de Guanacaste, faldas del volcán Miravalles, en la que predominan formas de origen volcánico. Fisiográficamente, el relieve ha sido moldeado por la erosión sufrida por la formación de paisaje y la actividad humana realizada en el pasado, especialmente en el cultivo del café y la ganadería extensiva, ambos usos fomentados por el Estado en las décadas de los 70's y 80', y actualmente totalmente abandonado, debido a las inadecuadas condiciones de la zona para este y otros cultivos de gran importancia económica para el país.



En esta imagen es posible observar la posición geomorfológico y fisiográfica del sitio

Uso Actual de las Tierras

Con respecto a esta característica, se comprobó la existencia de un uso de la tierra relacionado con la presencia de áreas en regeneración natural (breñón) y bosque secundario, que indican un lento desarrollo de la regeneración del bosque, probablemente asociado al fuerte déficit hídrico y a las condiciones naturales de los suelos incluidos en este sitio, lo que indica que el uso de la tierra está orientado al aprovechamiento de la belleza escénica del sitio, en la actividad del agroturismo rural.



EN ESTA FOTOGRAFÍA ES POSIBLE OBSERVAR EL DESARROLLO ACTUAL DE LOS PROCESOS DE REGENERACIÓN NATURAL Y PRESENCIA DE BOSQUE SECUNDARIO DE VEGETACIÓN ADAPTADA A ESTAS DIFÍCILES CONDICIONES AGROECOLÓGICAS

Vías de comunicación

Los inmuebles estudiados, cuentan con un camino de tierra en pésimo estado, que solamente puede ser transitado por vehículos de doble tracción, lo que dificulta en demasía cualquier empresa agropecuaria que se deseara establecer, esto como una adición a las limitaciones que ya de por sí presentan estas tierras, para las actividades productivas.

MÉTODOS DEL LEVANTAMIENTO DE SUELOS

Metodología de campo y gabinete

El estudio corresponde al nivel de 1^{er} orden (detallado), para lo cual se obtuvo una densidad promedio de 25 observaciones por Km². La escala de publicación corresponde a 1:5000.

Se realizó una fotointerpretación preliminar de delimitación de unidades de mapeo y de definición de los sitios de muestreo. La ubicación de las observaciones simples así como del perfil modal se georeferenciaron utilizando una unidad móvil GPS (Sistemas de Posicionamiento Global). Como material

cartográfico básico se utilizaron los planos catastrados aportados por las sociedades anónimas interesadas en el estudio.

Tipos de observaciones:

Mediante la técnica de la **Barrenada simple** con barreno tipo Edderman, se realizaron perforaciones con una profundidad de 120 cms. Este tipo de observación se utiliza para describir las características morfológicas de los suelos como lo son los diferentes horizontes genéticos, textura, color, condiciones de drenaje, profundidad efectiva, presencia de estratos compactados y permeabilidad. Con base al patrón de distribución de los suelos en la finca, y al nivel de detalle predefinido, se encontró el perfil modal del suelo, para lo cual se abrió una calicata, utilizando la Metodología para la descripción de perfiles de suelo, desarrollada por el Instituto Agustín Codazzi de Bogotá, Colombia.

De estas calicatas se toman las muestras respectivas por horizontes genéticos para los análisis físicos y químicos de laboratorio.

Criterios de clasificación taxonómica

Los suelos se clasificaron taxonómicamente con base a la taxonomía del USDA Keys to Soil Taxonomy, 2006 a nivel de órdenes, subórdenes, grandes grupos y subgrupos.

Criterios de clasificación de la Capacidad de Uso de las Tierras

Las tierras se clasificaron con base a la metodología oficial para la determinación de la capacidad de uso de las tierras en Costa Rica (6). La interpretación de los parámetros a nivel de campo se efectuó por medio de la Clave de Bolsillo para la Determinación de la Capacidad de Uso (2).

Métodos de análisis de Laboratorio

Los análisis de laboratorio se realizaron en el Laboratorio de Suelos del MAG cuyos métodos se resumen a continuación (9):

- Capacidad de intercambio catiónico: Extracción con acetato de amonio y destilación Kjeldahl.
- Cationes de intercambio: Peech et al (1947). Extracción con acetato de amonio y determinación espectrofotométrica por absorción atómica.
- Acidez intercambiable. Peech et al (1947).
- Materia orgánica: método de Walkley y Black (1938). Combustión húmeda con dicromato de potasio.
- pH: potenciométricamente, en relación suelo:agua 1:2.5
- Fertilidad actual: P - K - Fe - Cu - Zn - Mn: extracción mediante solución de Olsen modificado (0.5 N - Na H Co3 0.01 N EDTA y un producto químico floculante llamado "Superfloc" ajustada a pH 8.5 con Na OH. Ca - Mg - Al. Solución extractora de KCl 4 M en relación suelo: solución 1:10

- Distribución de partículas por tamaño (Granulometría): Bouyoucos (1962) utilizando como dispersante una mezcla de Calgón al 5% e hidróxido de amonio al 10% en relación 1:1. El fraccionamiento de arenas se realizó por el método de los tamices. Los análisis se hicieron en seco.
- Retención de humedad: Determinación por medio de la técnica de Richards (1965) (método de la olla y membrana de presión).

La interpretación de la fertilidad de los suelos se realizó según el Manual para interpretar la fertilidad de los suelos de Costa Rica de Bertsch (1).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presentan los resultados de la caracterización físico-química de los suelos predominantes, así como los de los análisis metodológico de la capacidad de uso de las tierras.

De suelos

La distribución espacial de los suelos se presenta en los mapas de suelos adjuntos, destacándose que fue posible delimitar las diferentes unidades cartográficas por pendiente, encontrándose dos unidades taxonómicas de suelos, tal y como se puede ver en los mapas adjuntos en el Anexo 1.

Seguidamente se procede a la descripción pormenorizada de la unidad taxonómica de suelos encontrada en el inmueble (perfil modal):

PERFIL N° 1

I. Información acerca del sitio de la muestra

Clasificación taxonómica: **Typic Haplustepts**
Fecha de observación: 24 de Noviembre de 2007.
Altitud: 393 m.s.n.m.
Ubicación: 10.73723 Latitud Norte y 85.29310 Longitud Oeste.
(395020-301905 Lambert Norte).
Forma del terreno:
a) Posición fisiográfica: Relieve colinado en regeneración natural.
b) Forma del terreno circundante: Fuertemente Ondulado.
Uso de la tierra: Breñón (regeneración natural cercana a Bosque II)
Pendiente: 40%
Capacidad de Uso de las Tierras: **VI e₁₂s₂₃₄ d₁ c₁₂₄**

II. Información general acerca del suelo

Material matriz: Ignimimbrítico de los períodos cuaternario y plioceno
Nivel freático: No aparente
Drenaje: Moderadamente Excesivo.
Pedregosidad o rocosidad: Pedregoso.
Erosión: Dificilmente cuantificable, ya que ha ocurrido bajo usos anteriores, posiblemente en pasturas para ganadería extensiva.
Sales o álcalis (C.E.): No existen.
Breve descripción del perfil: Suelo profundo, localizado sobre un relieve fuertemente ondulado (40% de pendiente), con buena retención de agua, texturas finas a través de todo el perfil, fertilidad media, de estructura fuerte y desarrollada, poco friable, sin horizontes contrastantes.

III. Descripción del perfil: En la página 15 es posible observar un cuadro de resultados de análisis de laboratorio y una fotografía del perfil modal encontrado en el inmueble estudiado.

Horizonte	Profundidad (en cms.)	Descripción
Ap	0/7	<p>Color café muy oscuro (7.5YR 2.5/2); de textura Franco arenosa (Fa); estructura granular, media y fuerte; de consistencia ligeramente adherente y ligeramente plástico, friable en húmedo; poros gruesos, escasas raíces gruesas y muy gruesas, abundantes finas y muy finas; límite plano difuso. En cuanto a características determinadas en el laboratorio, se puede mencionar que el pH en agua fue 6.3 (ligeramente ácido), el contenido de M.O. para este horizonte es de 3.16% (1.837% de C orgánico), un % de saturación de bases del 27.74% y una CIC de 38.1 cmol (+)/L. El % de saturación de Al se determinó en un 1.08% lo que indica la no existencia de problemas de toxicidad por acidez potencial y actual. Cabe destacar, para este horizonte, que los contenidos de Mg y K son muy escasos (1.9 y 0.20 cmol⁽⁺⁾/L), lo que podría representar una desventaja para la ejecución de proyectos de agricultura y ganadería, en virtud de la importancia que tienen ambos en la nutrición mineral. Además, el contenido de P es de 3 mg/L (muy bajo), lo que limita el emprendimiento de proyectos agrícolas de cultivos anuales. La retención de humedad a 0.033 MPa y a 1.5 MPa fue de 28.65% y 21.07%, respectivamente, para un porcentaje de agua útil de 7.53% (muy bajo) lo que permite concluir que este suelo casi no retiene agua y por lo tanto requiere del aporte de cantidades importantes de láminas de agua de riego para el crecimiento de las plantas mesofíticas. Con respecto a la distribución del espacio poroso de los suelos incluidos en este horizonte, la densidad aparente fue de 0.81 gr/cc, que es bastante baja, un porosidad total de 56.68%, lo que explica el rápido drenaje de estos suelos. Finalmente, se comprobó la presencia de materiales alofánicos en este perfil, ya que la sumatoria del %Al extraído con oxalato ácido, más un medio del %Fe extraído con oxalato, en la sección control del suelo fue superior al valor de 1 (1.09); aunque el % de fijación de fosfatos solubles, no alcanzó el valor umbral de 90% (registró 87%).</p>
Bw ₁	7/32	<p>Color café muy oscuro (7.5YR 2.5/2); de textura Franco-Arcillosa (FA); estructura granular, media y fuerte; de consistencia ligeramente adherente y ligeramente plástico, friable en húmedo; poros gruesos, escasas raíces gruesas y muy gruesas, abundantes finas y muy finas; límite plano difuso. En cuanto a características determinadas en el laboratorio, se puede mencionar que el pH en agua fue 6.2 (ligeramente ácido), el contenido de M.O. para este horizonte es de 1.9% (1.05% de C orgánico), un % de saturación de bases del 19.08% y una CIC de 42.55 cmol (+)/L. El % de saturación de Al se determinó en un 1.22% lo que indica la no existencia de problemas de toxicidad por acidez potencial y actual. Cabe destacar, para este horizonte, que los contenidos</p>

de Mg y K son muy escasos (1.6 y 0.12 $\text{cmo}^{(+)}\text{/L}$), lo que podría representar una desventaja para la ejecución de proyectos de agricultura y ganadería, en virtud de la importancia que tienen ambos en la nutrición mineral. Además, el contenido de P es de 3 mg/L (muy bajo), lo que limita el emprendimiento de proyectos agrícolas de cultivos anuales. La retención de humedad a 0.033 MPa y a 1.5 MPa fue de 23.79% y 17.15% , respectivamente, para un porcentaje de agua útil de 6.64% (muy bajo) lo que permite concluir que este suelo casi no retiene agua y por lo tanto requiere del aporte de cantidades importantes de láminas de agua de riego para el crecimiento de las plantas mesofíticas. Con respecto a la distribución del espacio poroso de los suelos incluidos en este horizonte, la densidad aparente fue de 0.78 gr/cc , que es bastante baja, un porosidad total de 56.42% , lo que explica el rápido drenaje de estos suelos. Finalmente, se comprobó la presencia de materiales alofánicos en este perfil, ya que la sumatoria del $\%Al$ extraído con oxalato ácido, más un medio del $\%Fe$ extraído con oxalato, en la sección control del suelo fue superior al valor de 1 (1.12); aunque el $\%$ de fijación de fosfatos solubles, no alcanzó el valor umbral de 90% (registró 86.5%).

BC

32/50

Color café oscuro (**7.5YR 3/2**); de textura Franco-Arcillosa (**Fa**); estructura de bloques subangulares finos y fuertes; de consistencia adherente y plástico, friable en húmedo; poros comunes gruesos, abundantes finos y muy finos; escasas raíces gruesas y muy gruesas, abundantes finas y muy finas; límite plano difuso. En cuanto a características determinadas en el laboratorio, se puede mencionar que el pH en agua fue 6.1 (ligeramente ácido), el contenido de M.O. para este horizonte es de 0.94% (0.547% de C orgánico), un $\%$ de saturación de bases del 19.66% y una CIC de 38.1 cmol (+)/L . El $\%$ de saturación de Al se determinó en un 1.32% lo que indica la no existencia de problemas de toxicidad por acidez potencial y actual. Cabe destacar, para este horizonte, que los contenidos de Mg y K son muy escasos (1.5 y 0.10 $\text{cmo}^{(+)}\text{/L}$), lo que podría representar una desventaja para la ejecución de proyectos de agricultura y ganadería, en virtud de la importancia que tienen ambos en la nutrición mineral. Además, el contenido de P es de 3 mg/L (muy bajo), lo que limita el emprendimiento de proyectos agrícolas de cultivos anuales. La retención de humedad a 0.033 MPa y a 1.5 MPa fue de 27.95% y 21.82% , respectivamente, para un porcentaje de agua útil de 6.13% (muy bajo) lo que permite concluir que este suelo casi no retiene agua y por lo tanto requiere del aporte de cantidades importantes de láminas de agua de riego para el crecimiento de las plantas mesofíticas. Con respecto a la distribución del espacio poroso de los suelos incluidos en este horizonte, la densidad aparente fue de 0.95 gr/cc , que es bastante baja, un porosidad total de 51.28% , lo que explica el rápido drenaje de

C₁

50/65

estos suelos.

Color café amarillento oscuro (**10YR 3/4**) en un 90% de la matriz, variegado con un 10% de café verde oliva claro; (**2.5YR 4/6**) en el resto de la matriz; de textura Franco-Arcillosa (**FA**); estructura de bloques subangulares finos y fuertes; de consistencia ligeramente adherente y ligeramente plástico, friable en húmedo; poros comunes gruesos, abundantes finos y muy finos; escasas raíces gruesas, abundantes finas y muy finas; límite plano difuso. En cuanto a características determinadas en el laboratorio, se puede mencionar que el pH en agua fue 5.8 (ácido), el contenido de M.O. para este horizonte es de 0.94% (0.547% de C orgánico), un % de saturación de bases del 16.03% y una CIC de 31.75 cmol (+)/L. El % de saturación de Al se determinó en un 1.59% lo que indica la no existencia de problemas de toxicidad por acidez potencial y actual. Cabe destacar, para este horizonte, que los contenidos de Mg y K son muy escasos (1.6 y 0.1 cmol⁽⁺⁾/L), lo que podría representar una desventaja para la ejecución de proyectos de agricultura y ganadería, en virtud de la importancia que tienen ambos en la nutrición mineral. Además, el contenido de P es de 3 mg/L (muy bajo), lo que limita el emprendimiento de proyectos agrícolas de cultivos anuales. La retención de humedad a 0.033 MPa y a 1.5 MPa fue de 32.43% y 23.18%, respectivamente, para un porcentaje de agua útil de 9.25% (muy bajo) lo que permite concluir que este suelo casi no retiene agua y por lo tanto requiere del aporte de cantidades importantes de láminas de agua de riego para el crecimiento de las plantas mesofíticas.

C₂

65/82

Color café (**10YR 4/3**) en un 50% de la matriz, variegado con un 50% de café amarillento oscuro (**10YR 3/6**) en el resto de la matriz; de textura Franco-Arcillosa (**FAa**); estructura granular muy fina y fuerte; de consistencia adherente y plástico, friable en húmedo; poros ausentes; escasas raíces gruesas, abundantes finas y muy finas; límite plano difuso. En cuanto a características determinadas en el laboratorio, se puede mencionar que el pH en agua fue 5.5 (ácido), el contenido de M.O. para este horizonte es de 0.64% (0.372% de C orgánico), un % de saturación de bases del 8.91% y una CIC de 31.75 cmol (+)/L. El % de saturación de Al se determinó en un 17.06% lo que indica la existencia de problemas de toxicidad por acidez potencial y actual. Cabe destacar, para este horizonte, que los contenidos de Mg y K son muy escasos (1.4 y 0.09 cmol⁽⁺⁾/L), lo que no permite el crecimiento de la mayoría de las plantas cultivadas. Además, el contenido de P es de 3 mg/L (muy bajo), lo que limita el emprendimiento de proyectos agrícolas de cultivos anuales. La retención de humedad a 0.033 MPa y a 1.5 MPa fue de 34.65% y 23.79%, respectivamente, para un porcentaje de agua útil de 10.86% (muy bajo) lo que permite concluir que este suelo casi no retiene agua y por lo tanto requiere del aporte de cantidades

C3

82/100

importantes de láminas de agua de riego para el crecimiento de las plantas mesofíticas.

Color café (10YR 4/3) en un 60% de la matriz, variegado con un 40% de café amarillento obscuro (10YR 3/6) en el resto de la matriz; de textura Franco-Arcillosa (FA); estructura granular muy fina y fuerte; de consistencia adherente y plástico, friable en húmedo; poros ausentes; escasas raíces gruesas, abundantes finas y muy finas. En cuanto a características determinadas en el laboratorio, se puede mencionar que el pH en agua fue 5.5 (ácido), el contenido de M.O. para este horizonte es de 0.64% (0.372% de C orgánico), un % de saturación de bases del 8.91% y una CIC de 31.75 cmol (+)/L. El % de saturación de Al se determinó en un 17.06% lo que indica la existencia de problemas de toxicidad por acidez potencial y actual. Cabe destacar, para este horizonte, que los contenidos de Mg y K son muy escasos (1.4 y 0.09 cmol(+)/L), lo que no permite el crecimiento de la mayoría de las plantas cultivadas. Además, el contenido de P es de 3 mg/L (muy bajo), lo que limita el emprendimiento de proyectos agrícolas de cultivos anuales. La retención de humedad a 0.033 MPa y a 1.5 MPa fue de 34.65% y 23.79%, respectivamente, para un porcentaje de agua útil de 10.86% (muy bajo) lo que permite concluir que este suelo casi no retiene agua y por lo tanto requiere del aporte de cantidades importantes de láminas de agua de riego para el crecimiento de las plantas mesofíticas.

C4

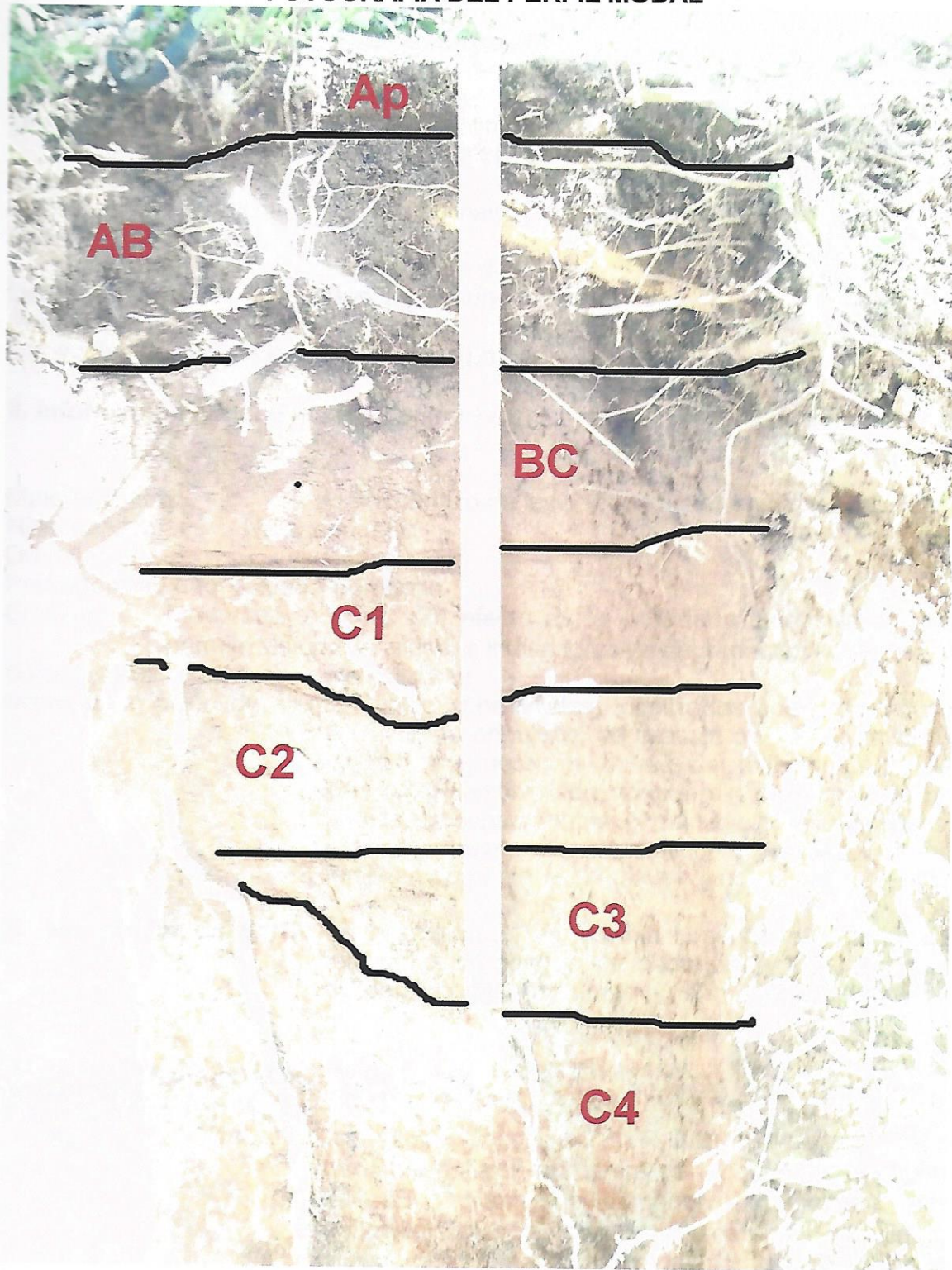
100/+120

Color gris (2.5YR 5/1) en un 85% de la matriz, variegado con un 15% de (2.5YR 5/6) en el resto de la matriz; de textura Franco-Arcillosa (FA); estructura granular muy fina y fuerte; de consistencia adherente y plástico, friable en húmedo; poros comunes finos y muy finos y escasas raíces muy gruesas. En cuanto a características determinadas en el laboratorio, se puede mencionar que el pH en agua fue 5.5 (ácido), el contenido de M.O. para este horizonte es de 0.64% (0.372% de C orgánico), un % de saturación de bases del 8.91% y una CIC de 31.75 cmol (+)/L. El % de saturación de Al se determinó en un 17.06% lo que indica la existencia de problemas de toxicidad por acidez potencial y actual. Cabe destacar, para este horizonte, que los contenidos de Mg y K son muy escasos (1.4 y 0.09 cmol(+)/L), lo que no permite el crecimiento de la mayoría de las plantas cultivadas. Además, el contenido de P es de 3 mg/L (muy bajo), lo que limita el emprendimiento de proyectos agrícolas de cultivos anuales. La retención de humedad a 0.033 MPa y a 1.5 MPa fue de 34.65% y 23.79%, respectivamente, para un porcentaje de agua útil de 10.86% (muy bajo) lo que permite concluir que este suelo casi no retiene agua y por lo tanto requiere del aporte de cantidades importantes de láminas de agua de riego para el crecimiento de las plantas mesofíticas.

CARACTERÍSTICAS DETERMINADAS EN EL LABORATORIO PARA EL PERFIL MODAL 1

Horizontes	A_p	Bw₁	BC	C₁	C₂	C₃	C₄	
Profundidad (cm)	0-7	7-32	32-50	50-65	65-82	82-100	100 y +	
pH	6	6	6,1	5,5	5,1	5	5,1	
Materia Orgánica (%)	3,46	2,84	2,84	1,9	0,64	0,32	0,52	
Carbono Orgánico (%)	2,01	1,65	1,65	1,10	0,37	0,19	0,30	
CATIONES DE INTERCAMBIO (cmol(+)/Kg de suelo)								
Ca	5,51	5,84	10,09	3,52	2,07	1,92	4,46	
Mg	2,37	3,11	3,41	3,07	2,09	1,92	3,85	
K	0,68	0,56	1,03	0,47	0,27	0,22	0,23	
Suma de Bases	8,56	9,51	14,53	7,06	4,43	4,06	8,54	
CIC	34,93	31,75	39,37	27,94	26,67	17,78	19,69	
Saturación de Bases (%)	24,51	29,95	36,91	25,27	16,61	22,83	43,37	
FERTILIDAD ACTUAL (cmol(+)/L suelo)								
Ca	6,2	6	9,9	4,5	2,4	2,7	4,5	
Mg	2,1	2,6	3	2,8	1,8	2,1	3,3	
K	0,4	0,33	0,65	0,32	0,17	0,15	0,15	
Al	0,1	0,1	0,1	0,1	3,9	4,1	5,8	
CICE	8,8	9,03	13,65	7,72	8,27	9,05	13,75	
Saturación de Al (%)	1,14	1,11	0,73	1,30	47,16	45,30	42,18	
RELACIONES CATIÓNICAS								
Ca/Mg	2,95	2,31	3,30	1,61	1,33	1,29	1,36	
Ca/K	15,50	18,18	15,23	14,06	14,12	18,00	30,00	
(Ca+Mg)/K	20,75	26,06	19,85	22,81	24,71	32,00	52,00	
P Y ELEMENTOS MENORES (mg/ml suelo)								
P	3	3	3	3	3	3	43	
Zn	1,2	1,4	2,3	1,9	2,5	2	2,7	
Mn	11	17	25	8	7	6	8	
Cu	7	8	3	6	12	14	11	
Fe	39	51	25	16	12	18	23	
DISTRIBUCIÓN DE PARTÍCULAS MINERALES								
TEXTURA		Fa	FA	Fa	FA	FAa	FA	FA
Arena (%)		57	31	77	35	51	37	43
Limo (%)		31	33	13	27	19	25	25
Arcilla (%)		12	36	10	38	30	38	32
RETENCIÓN DE HUMEDAD Y AGUA ÚTIL (%)								
0.033 Mpa		30,26	36,81	30,6	38,66	35,75	39,77	40,06
1.5 Mpa		22,57	22,14	23,94	23,41	24,36	22,94	24,07
Agua Útil (%)		7,69	14,67	6,66	15,25	11,39	16,83	15,99
ESPACIO AÉREO EN EL SUELO								
Densidad Real (gr/cm ³)		1,98	2,01	2,13	0	0	0	0
Densidad Aparente (gr/cm ³)		0,87	0,86	1,3	0	0	0	0
Porosidad Total (%)		56,06	57,21	38,97	-	-	-	-

FOTOGRAFÍA DEL PERFIL MODAL



PERFIL N° 2

I. Información acerca del sitio de la muestra

Clasificación taxonómica: **Typic Ustorhents**
Fecha de observación: 25 de Noviembre de 2007.
Altitud: 621 m.s.n.m.
Ubicación: 10.73282 Latitud Norte y 85.29659 Longitud Oeste.
(394636-301418 Lambert Norte).
Forma del terreno:
a) Posición fisiográfica: Relieve colinado y moldeado por la erosión sufrida.
b) Forma del terreno
circundante: Ligeramente ondulado.
Uso de la tierra: Bosque Secundario y Breñón.
Pendiente: 10%
Capacidad de Uso de las Tierras: **VIII e₁₂S₁₂₃C₁₂₄**

II. Información general acerca del suelo

Material matriz: Ignimimbítico de los períodos cuaternario y plioceno
Nivel freático: No encontrado.
Drenaje: Bueno.
Pedregosidad o rocosidad: Pedregoso.
Erosión: Moderada, ocurrida por efecto de la ganadería extensiva, lo que permite vislumbrar algunos indicadores de degradación de suelos.
Sales o álcalis (C.E.): No existente.
Breve descripción del perfil: Suelos superficiales, localizados sobre un relieve ligeramente ondulado, de drenaje bueno, de texturas medias a gruesas a través de todo el perfil, de estructura desarrollada, friable, sin presencia de un horizontes contrastantes, con límites planos y difusos, que no presenta contactos líticos o paralíticos y una fertilidad aparente de media a baja.

III. Descripción del perfil: En la página 21 es posible observar un cuadro de resultados de análisis de laboratorio y una fotografía del perfil modal encontrado en el inmueble estudiado.

Horizonte	Profundidad (en cms.)	Descripción
A _p	0/14	Color Café Oscuro (7.5YR 3/2), de textura Franco Arcillo Arenosos (FAa); estructura de bloques subangulares finos y débiles; friable en húmedo; ligeramente adherente y ligeramente plástico; con escasos poros muy finos; escasas raíces muy finas; límite plano difuso. En cuanto a características determinadas en el laboratorio, se puede mencionar que el pH en agua fue 5.6 (fuertemente ácido), el contenido de M.O. para este horizonte es de 2.94% (1.651% de

$C_{\text{orgánico}}$); un % de saturación de bases del 35.95% y una CIC de 29.21 cmol (+)/L (fertilidad alta). El % de saturación de Al se determinó en un 1.05% (no existen problemas con este elemento tóxico para el horizonte analizado), debiendo detallarse que la disponibilidad de bases de intercambio es alta, lo que desde esta perspectiva, posibilita la selección de cultivos agrícolas, forestales y pastos; el contenido de P es de 3 $\mu\text{g/L}$ (muy bajo), lo que puede ser explicado por el origen volcánico-tobáceo de los materiales piroclásticos arrojados por el volcán Rincón de la Vieja. La retención de humedad a **0.033 MPa** y a **1.5 MPa** fue de 35.51% y 22.94%, respectivamente, para un porcentaje de agua útil de 12.57% que se puede considerar bastante pobre, incrementado grandemente las necesidades de dotación de riego para el emprendimiento de cualquier actividad de carácter agropecuario. Con relación a la distribución de la fracción aérea en este horizonte, se encontró una densidad aparente de 1.15 g/cc, con lo que se logró demostrar que la compactación, por acción de usos anteriores de la tierra, ha influido en el "empaquetamiento" de las partículas constitutivas de la fracción mineral, lo que se refuerza al relacionarlo con el escaso contenido de materia orgánica en este horizonte, lo que explica un aparentemente lento proceso de regeneración natural de la vegetación, reforzado por el fuerte déficit hídrico imperante en el sitio.

BC

14/30

Color Café Oscuro (**7.5YR 3/3**), de textura Franco Arcillosa (**FA**); estructura de bloques subangulares finos y débiles; friable en húmedo; ligeramente adherente y ligeramente plástico; con escasos poros finos y muy finos; escasas raíces muy gruesas y gruesas, escasas medias, finas y muy finas de orientación plana o paralela a la superficie del suelos; y un límite plano claro. En este horizonte concluye la profundidad efectiva de estos suelos. En cuanto a características determinadas en el laboratorio, se puede mencionar que el pH en agua fue 5.9 (ácido), el contenido de **M.O.** para este horizonte es de 2.2 (1.279% de $C_{\text{orgánico}}$); un % de saturación de bases del 33.86% y una CIC de 27.94 cmol (+)/L (fertilidad alta). El % de saturación de Al se determinó en un 0.86% (no existen problemas de toxicidad por este elemento, para este horizonte), debiendo detallarse que la disponibilidad de bases de intercambio es alta, lo que desde esta perspectiva, posibilita la selección de cultivos agrícolas, forestales y pastos; el contenido de P es de 3 $\mu\text{g/L}$ (muy bajo), lo que puede ser explicado por el origen volcánico-tobáceo de los materiales piroclásticos arrojados por el volcán Rincón de la Vieja. La retención de humedad a **0.033 MPa** y a **1.5 MPa** fue de 40.15% y 24.42%, respectivamente, para un porcentaje de agua útil de 15.73% que se puede considerar medio, aunque siempre se requerirá de dotación de riego, para el emprendimiento de cualquier actividad de carácter agropecuario. Con relación a la distribución de la fracción aérea en este horizonte, se encontró

una densidad aparente de 1.19 g/cc, con lo que se logró demostrar que la compactación, por acción de usos anteriores de la tierra, ha influido en el "empaquetamiento" de las partículas constitutivas de la fracción mineral, lo que se refuerza al relacionarlo con el escaso contenido de materia orgánica en este horizonte, lo que explica un aparentemente lento proceso de regeneración natural de la vegetación, reforzado por el fuerte déficit hídrico imperante en el sitio.

C₁ 30/60

Color café oliva (**2.5YR 3/3**), de textura Franco Arcillosa (**FA**); estructura de bloques subangulares finos y débiles; friable en húmedo; ligeramente adherente y ligeramente plástico; con escasos poros finos y muy finos; escasas raíces finas y muy finas; y un límite plano claro. En cuanto a características determinadas en el laboratorio, se puede mencionar que el pH en agua fue 5.6 (fuertemente ácido), el contenido de M.O. para este horizonte es de 0.32 (0.186% de C_{orgánico}); un % de saturación de bases del 27.96% y una CIC de 28.58 cmol (+)/L (fertilidad media). El % de saturación de Al se determinó en un 22.42% (existen problemas de toxicidad por este elemento, para este horizonte), debiendo detallarse que la disponibilidad de bases de intercambio es media, a lo que debe agregarse algún tipo de impedimento para la penetración de raíces, lo que limita enormemente la selección de cultivos agrícolas, forestales y pastos; el contenido de P es de 3 µg/L (muy bajo), lo que puede ser explicado por el origen volcánico-tobáceo de los materiales piroclásticos arrojados por el volcán Rincón de la Vieja. La retención de humedad a **0.033 MPa** y a **1.5 MPa** fue de 39.77% y 23.12%, respectivamente, para un porcentaje de agua útil de 16.65% que se puede considerar medio, aunque siempre se requerirá de dotación de riego, para el emprendimiento de cualquier actividad de carácter agropecuario.

C₂ 60/+

Color café claro (**7.5YR 6/3**) en un 90% de la matriz, y el restante 10% de café amarillento (**10YR 5/8**); textura Franco Arcillosa (**FA**); estructura de bloques subangulares finos y débiles; friable en húmedo; adherente y plástico; con escasos poros finos y muy finos y raíces ausentes. En cuanto a características determinadas en el laboratorio, se puede mencionar que el pH en agua fue 5.5 (fuertemente ácido), el contenido de M.O. para este horizonte es de 0.32 (0.186% de C_{orgánico}); un % de saturación de bases del 27.28% y una CIC de 29.21 cmol (+)/L (fertilidad media). El % de saturación de Al se determinó en un 26.39% (existen problemas de toxicidad por este elemento, para este horizonte), debiendo detallarse que la disponibilidad de bases de intercambio es media, a lo que debe agregarse algún tipo de impedimento para la penetración de raíces, lo que limita enormemente la selección de cultivos agrícolas, forestales y pastos; el contenido de P es de 3 µg/L (muy bajo), lo que puede ser explicado por el origen volcánico-tobáceo de los materiales piroclásticos arrojados por el volcán

Rincón de la Vieja. La retención de humedad a **0.033 MPa** y a **1.5 MPa** fue de 40.06% y 22.94%, respectivamente, para un porcentaje de agua útil de 17.12% que se puede considerar medio a alto, aunque siempre se requerirá de dotación de riego, para el emprendimiento de cualquier actividad de carácter agropecuario.

**CARACTERÍSTICAS DETERMINADAS EN EL LABORATORIO PARA EL
PERFIL MODAL 2**

Horizontes	A_p	BC	C₁	C₂	
Profundidad (cm)	0-14	14-33	30-60	60 y +	
pH	5,6	5,9	5,6	5,5	
Materia Orgánica (%)	2,84	2,2	0,32	0,32	
Carbono Orgánico (%)	1,651	1,279	0,186	0,186	
CATIONES (cmol(+)/kg suelo)					
Ca	7,15	6,53	4,43	4,35	
Mg	2,65	2,56	3,21	3,38	
K	0,7	0,37	0,35	0,39	
Suma de Bases	10,5	9,46	7,99	8,12	
CIC	29,21	27,94	28,58	29,21	
Saturación de Bases (%)	35,95	33,86	27,96	27,80	
FERTILIDAD ACTUAL (cmol(+)/L suelo)					
Ca	6,7	8,5	4,8	4,9	
Mg	2,2	2,8	3	3,2	
K	0,5	0,23	0,16	0,27	
Al	0,1	0,1	2,3	3	
CICE	9,5	11,63	10,26	11,37	
Saturación de Al (%)	1,05	0,86	22,42	26,39	
RELACIONES CATIONICAS					
Ca/Mg	3,05	3,04	1,60	1,53	
Ca/K	13,40	36,96	30,00	18,15	
(Ca+Mg)/K	17,80	49,13	48,75	30,00	
P Y ELEMENTOS MENORES (mg/ml suelo)					
P	3	3	3	3	
Zn	2	1	0,7	1	
Mn	43	11	2	3	
Cu	3	4	1	2	
Fe	43	42	7	11	
GRANULOMETRÍA					
TEXTURA		FAa	FA	FA	FA
Arena (%)		55	41	35	31
Limo (%)		23	25	27	33
Arcilla (%)		22	34	38	36
RETENCIÓN DE HUMEDAD Y AGUA ÚTIL (%)					
0.033 Mpa		35,51	40,15	39,77	40,06
1.5 Mpa		22,94	24,42	23,12	22,94
Agua Útil (%)		12,57	15,73	16,65	17,12
ESPACIO AÉREO EN EL SUELO					
Densidad Real (gr/cm ³)		2,16	2,21	N.D.	N.D.
Densidad Aparente (gr/cm ³)		1,15	1,19	N.D.	N.D.
Porosidad Total (%)		46,76	46,15	N.D.	N.D.

FOTOGRAFÍA DEL PERFIL MODAL



Capacidad de uso de las tierras

De acuerdo a la Metodología para la Determinación de la capacidad de uso de las tierras de Costa Rica, y al calificar los parámetros de pendiente, erosión sufrida, texturas, profundidad efectiva, pedregosidad, fertilidad, drenaje, riesgo de inundación, zonas de vida, meses secos, neblina y ocurrencia de vientos, se delimitaron 3 unidades de manejo de de Capacidad de Uso de las Tierras, las cuales son descritas a continuación:

IV $e_1 s_{234} d_1 c_2$

Representa a las tierras en áreas onduladas en donde la limitante definitoria de la clase de capacidad de uso fue una pendiente promedio en un rango entre 15 y 30%. Otras limitantes que se deben mencionar, son la presencia de texturas moderadamente gruesas, una pedregosidad moderada, una fertilidad media, un drenaje moderadamente excesivo y la ocurrencia de período seco fuerte. El área correspondiente dentro de este inmueble es de 16 ha.

VI $e_1 s_{1234} d_1 c_2$

Representa a las tierras en áreas fuertemente onduladas en donde la limitante definitoria de la clase de capacidad de uso fue una pendiente promedio en un rango entre 30 y 50%. Otras limitantes que se deben mencionar, son una profundidad efectiva entre 60 y 90 cm, la presencia de texturas moderadamente finas, una pedregosidad moderada, una fertilidad media, un drenaje moderadamente excesivo y la ocurrencia de período seco fuerte. El área correspondiente dentro de este inmueble es de 33 ha.

VIII $e_1 s_{14} d_1 c_2$

Representa a las tierras en áreas moderadamente onduladas en donde la limitante definitoria de la clase de capacidad de uso fue una profundidad efectiva de 25 cm, que ha definido la clase. Otras limitantes que se deben mencionar, son una pendiente de 12%, una fertilidad media, un drenaje moderadamente excesivo y la ocurrencia de período seco fuerte. El área correspondiente a este inmueble es de 18 ha.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

❖ La génesis de estos suelos indica claramente los aportes de materiales piroclásticos provenientes del volcán Miravalles, los cuales han sufrido bastante alteración, lo que ha provocado que desaparezcan casi por completo, las características ándicas inherentes a los suelos derivados de cenizas volcánicas.

❖ La cercanía del sitio de estudio, al edificio volcánico, se demuestra en las texturas medias a gruesas encontradas en estos suelos; así como sus características de fertilidad media y baja retención de agua. Cabe agregar, que dadas estas características de fertilidad actual y potencial, restringen sobremanera los usos de la tierra, especialmente aquellos orientados a la agricultura intensiva, lo que eleva considerablemente los costos de producción.

❖ Mención especial merece los bajos contenidos de materia orgánica encontrados en los horizontes subyacentes, lo que hace concluir alguna dificultad para el desarrollo masivo de biomasa vegetal en el sitio, debido probablemente a la fertilidad media a baja que muestran estos suelos.

Con respecto a la capacidad de uso de las tierras, las tierras pertenecientes a la clase IV y VI encontradas, la metodología oficial asegura que éstas presentan severas limitaciones para el desarrollo de cultivos anuales, semipermanentes, orientándose su mejor uso, hacia los cultivos permanentes o el bosque de regeneración natural, ya que con las limitaciones edafológicas descritas en los perfiles modales encontrados, la reforestación comercial podría no ser exitosa en estas difíciles condiciones agroecológicas.

Recomendaciones.

❖ Como se logró demostrar en el estudio, todos los suelos incluidos en el inmueble estudiado pertenecen al orden de los Inceptisoles de escaso desarrollo pedogenéticos (medios a bajos en suma de bases), por lo que se puede asegurar que no tienen potencial para la agricultura intensiva y de carácter comercial, siendo su mayor vocación el manejo del bosque, la protección y el agroturismo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Alvarado, et al. **Suelos derivados de cenizas volcánicas (Andisoles) de Costa Rica**. San José, Costa Rica. Centro de Investigaciones Agronómicas de la Universidad de Costa Rica. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. 2001.111p.
2. Bertsch, H. F. **Manual para interpretar la fertilidad de los suelos de Costa Rica**. 2 ed. San José, C.R., Oficina de Publicaciones de la Universidad de Costa Rica, 1987. 82p.
3. Costa Rica. MAG-MIRENEM. **Metodología para la determinación de la Capacidad de uso de las Tierras de Costa Rica**. San José: 1995.
4. Cubero, F.D. **Clave de bolsillo para determinar la Capacidad de Uso de las Tierras**. 1 ed. San José, C.R.: ACCS: MAG: ARAUCARIA, 2001. 19 p.
5. Elbersen, W., Benavides, S.T. y Botero, F. J. **Metodología para levantamientos edafológicos**. Ed. preliminar. Centro Interamericano de fotointerpretación. Bogotá, Colombia. 1974.
6. Hancock, J. y Hargreaves, G. **Precipitación, clima y potencial para producción agrícola en Costa Rica**. Universidad del Estado de Utah. Estados Unidos de Norteamérica. 1977. 136p.
7. Henríquez, C. y Cabalceta, G. **Guía práctica para el estudio introductorio de los suelos con un enfoque agrícola**. Facultad de Agronomía de la Universidad de Costa Rica y Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. 1999. 111p.
8. Mejía. L. **Pedología Descriptiva**. Compendio de normas para el examen y descripción de suelos en el campo y en el laboratorio. Centro Interamericano de fotointerpretación, Unidad de Suelos y Agricultura. Bogotá, Colombia. 1983. 176p.
9. MUNSELL COLOR COMPANY. **Munsell Soil Color Charts**. Baltimore 18, Maryland, U.S.A. 1975.
10. Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO/PNUD). **Guía para la descripción de perfiles de suelos**. Roma, Italia. 1980.
11. SCHWIZER L. S., COWARD, L. H. y VASQUEZ, M. A. **Metodología para análisis de suelos, plantas y aguas**. 1a. Edición. Unidad de Suelos, Ministerio de Agricultura y Ganadería. 1980.

12. TOSI, J. A. **Mapa ecológico de Costa Rica**. Centro Científico Tropical. San José, Costa Rica. 1969.
13. Estados Unidos de América. U.S.D.A. Soil Survey Staff. **Soil Taxonomy. A basic system of Soil Classification for Making and Interpreting soil surveys**. Second Edition. 1999. 869p.

MAPA DE SUELOS Y CAPACIDAD DE
USO DE LA TIERRA
EN EL FUTURO (2050)

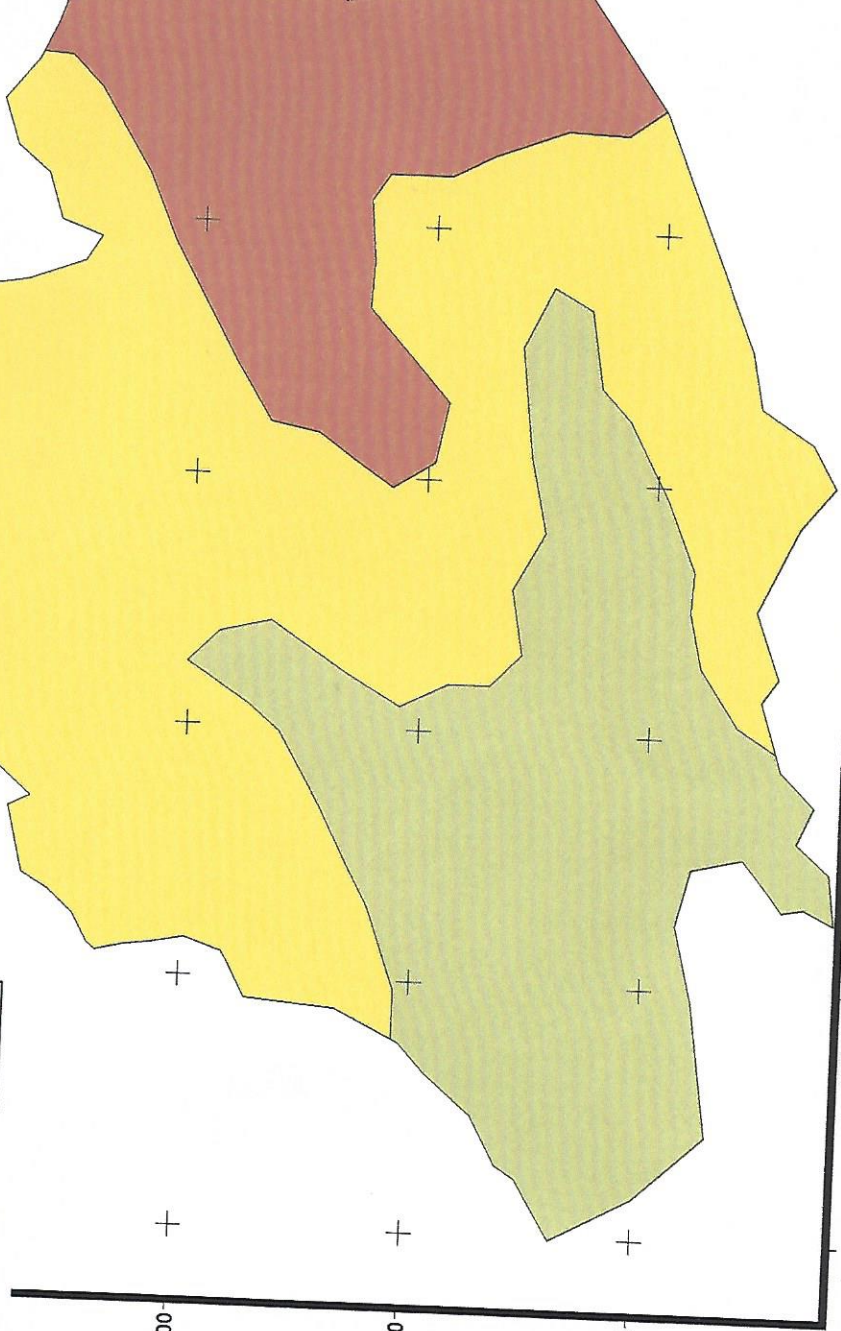
ANEXO

MAPA DE SUELOS Y CAPACIDAD DE USO DE LA TIERRA FINCA G.B. KOHN EL FUTURO S.A. (67.09 ha)



394400 394600 394800 395000 395200

UNIDAD DE MAPEO	UNIDAD TAXONOMICA	FASES POR PENDIENTE	SIMBOLOGIA	UNIDAD DE CAPACIDAD DE USO DE LAS TIERRAS	
				HA	%
ASOCIACIÓN SAN JORGE	Typic Haplustents	Mod. Ondulado	ASJ-MO	18	27
		Ondulado	ASJ-O	16	24
	Typic Ustorthents	ASJ-FO	33	49	
TOTAL				67	100



Plano el futuro.shp
 IVe1s234d1c2
 VIe1s12334d1c2
 VIIe1s14c2



394400 394600 394800 395000 395200

