diferentes grados de permeabilidad y percolaridad, así como una capacidad variable de retención de agua. Estos suelos se dedicaron principalmente a la siembra y cosecho de la caña de azúcar en el pasado. En la actualidad se prestan mejor para la siembra de yerba pangola, yerba estrella y yerba Merker. Si se les remueve la cubierta vegetativa y se exponen por largos períodos de tiempo a la lluvia y escorrentía superficial, son muy propenso a la erosión. Por lo tanto, se recomienda que los mismos se cubran con vegetación estabilizadora, lo más pronto posible, cuando se le de algún uso agrícola o de desarrollo.

V. Geoestructura

Si examinamos la sección del mapa geológico del lugar, en especial el área inmediata al suroeste de la "Parcela-3", notamos unas líneas de nivel estructural, que están referidas al tope de la Formación Cibao. Estas líneas estructurales de elevación son muy diferentes a las líneas de nivel que aparecen en los mapas topográficos, aunque ambas están referidas al nivel medio del mar e indican intervalos de contorno de 10 metros.

El numeral negativo (i.e. -50) de la línea de nivel estructural indica, que el tope de la formación Cibao se encuentra a una profundidad aproximada de 50 metros por debajo de la superficie del terreno por donde cruza la línea de contorno estructural (-50). El análisis geoestructural del sector revela, que el tope de al Formación Cibao en el área inmediata ocupada por la "Parcela-3", se encuentra a una profundidad aproximada de un poco más de 50 metros.

De acuerdo con el Servicio Geológico Federal, en esa parte del cuadrángulo geológico, la Caliza Agua se encuentra suprayacente a la Formación Cibao y tiene un espesor de aproximadamente 60 metros. A la misma vez, la Caliza Aymamón (Tay) (suprayacente a la Aguada (Ta), tiene un espesor estimado de 200 metros. De ahí, que encontremos afloramientos de pequeños mogotes calizos, el producto residual del

intemperismo y la disolución parcial de la roca caliza, proyectándose sobre la superficie del terreno, dentro y en la periferia sur de la "Parcela-3". Por lo tanto, es razonable anticipar, que encontremos roca caliza residual Aymamón (Tay) o Aguada (Ta) a profundidades variables, bajo la superficie del terreno, en otras partes de la "Parcela-3".

De las observaciones de campo, del análisis del mapa geológico del área preparado por el Servicio Geológico de los Estados Unidos, y del catastro de suelos del lugar por el Servicio de Conservación de Suelos Federal, se desprende lo siguiente referente a los principales componentes geoestructurales:

1. El predio para el proyecto y sus alrededores inmediatos no están afectados por fallas geológicas.
2. El plano geológico no muestra áreas producto de deslizamientos dentro del predio para el proyecto, o en sus alrededores inmediatos.
3. De acuerdo con el catastro de suelos, en el lugar predomina un suelo sedimentario, arcilloso, relativamente firme.

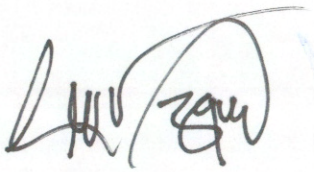
VI. ESTABILIDAD DEL LUGAR Y RECOMENDACIONES

La evaluación llevada a cabo del predio para el proyecto no muestra la presencia de fallas geológicas o indicios de que los terrenos presenten problemas de estabilidad geoestructural. De acuerdo con el análisis de la geología y de los suelos del lugar, el terreno presenta una firmeza adecuada para sostener estructuras. No obstante, durante la fase de diseño se deben seguir las recomendaciones de los estudios geotécnicos por los especialistas en mecánica de suelos, para determinar la capacidad de los terrenos para soportar cargas y recomendar las medidas pertinentes para el diseño adecuado del proyecto.

Se llama la atención a que parte de los terrenos son inundables, por lo que debe de seguirse las recomendaciones que surjan de los estudios hidrológicos-hidráulicos correspondientes, durante la etapa de diseño. .

VII. CONCLUSIONES

La evaluación geoestructural llevada a cabo revela, que los terrenos propuestos para su desarrollo son estables y que la construcción de residencias en los mismos no creará condiciones de inestabilidad o de riesgo a hundimientos o de inundaciones, si se siguen las mejores prácticas de ingeniería y las recomendaciones que forman parte del presente informe.



Enero 21, de 2005

Leovigildo Vázquez-Iñigo
Geólogo y Químico (Lic. Núm. **Q**00765)
Consultor Ambiental

LOCALIZACION

ILUSTRACION 1. **LOCALIZACION**

2005/01/20

APENDICE A

DESCRIPCION DETALLADA DE LAS FORMACIONES GEOLOGICAS DE LA PROPIEDAD SEGUN EL CUADRANGULO GEOLOGICO DE VEGA ALTA POR EL SERVICIO GEOLOGICO FEDERAL[1]

Aluvión (Qa): Depósitos llanos aluviales que ocupan los valles fluviales del Río Cibuco y del Río de la Plata, que consisten de una mezcla heterogénea, de pobre consolidación, de arcillas, arenas, cienos, gravas, cantos y bolos, derivados principalmente de la desintegración de las las rocas volcánicas de las montañas de más al sur, y que han sido arrastradas por los ríos.

Depósitos Antiguos Deltáicos (Qd): Depósitos antiguos deltáicos y planicies de fango que se encuentran distribuidos en la tercera parte superior del cuadrángulo geológico. Están formados por extensos depósitos de arcilla arenosa, carbonácea, y planicies de lodo, que fueron depositados por el Río de la Plata en el pasado geológico, como parte de un antiguo delta, cuando el río discurría a través de la apertura de Higuillar.

Depósitos de Terrazas de Río (Qrt): Depósitos discontinuos de arcilla arenosa que contienen bolos de cuarzo y de roca volcánica silicificada tan grandes como de 20 centímetros de diámetro, localizados a lo largo del valle fluvial del Río La Plata y del valle (hoy abandonado) del río, cuando este fluía en dirección oeste (en el pasado geológico) por que es hoy en día por Higuillar, a través de la apertura localizada al oeste del promontorio rocoso formado por Los Cerros de Higuillar.

Depósitos de Manto (Qbs): Depósitos relativamente profundos de arcilla arenosa, anaranjada a rojiza y localmente arcilla arenosa rojiza. Por lo regular ocupa la mayor parte de los valles intermontanos y algunos sumideros, de las formaciones Caliza Aymamón (Tay) y Caliza Aguada (Ta) de la costa norte. Aunque la mayor parte de las arcillas es el producto residual, de la alteración in situ de las calizas, las arenas asociadas a estas arcillas han sido transportadas por las corrientes y el viento. La presencia de algunas arenas está asociada a corrientes costeras y a los cambios ocurridos en el nivel del mar. La edad de estos depósitos se considera del Pleistoceno.

Caliza Aymamón (Tay): La formación Caliza Aymamón se caracteriza como una caliza detrítica y arrecifal bien cementada, altamente cristalina, fosilífera y con estratificación masiva. Generalmente es de color blanco con algunas capas de tonalidades gris amarillento y rosado.

---

[1] Fuente: Monroe, Watson, H., 1963, Geology of the Vega Alta Quadrangle, Puerto Rico: U.S. Geol. Survey, Map GQ-191

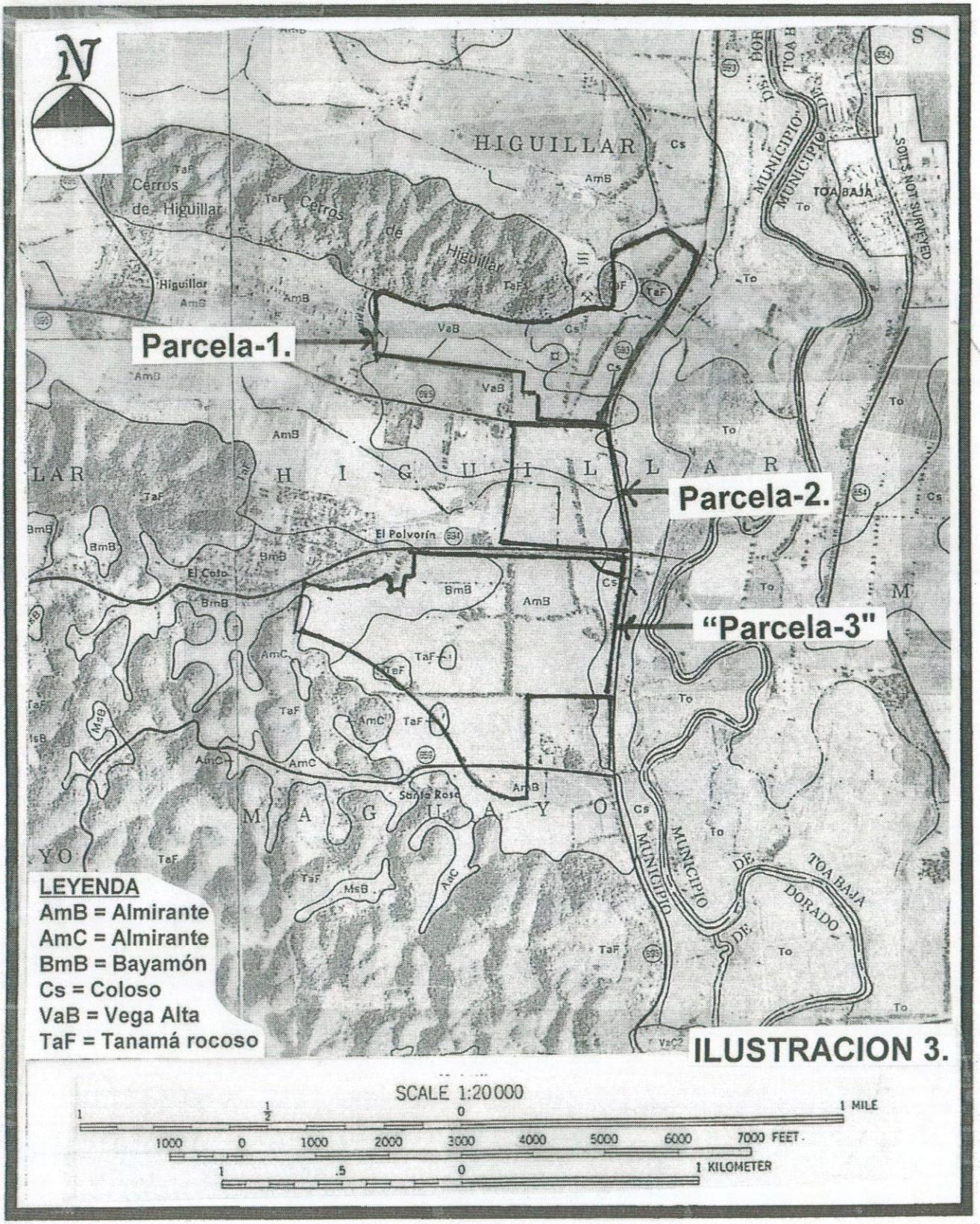
Esta formación, en su parte media y superior, presenta abundantes horizontes de caliza tizosa mostrando en los afloramientos de estos horizontes recristalización secundaria, debido a la disolución y reprecipitación del carbonato de calcio. Debido a este mismo fenómeno, la superficie expuesta puede aparentar ser bastante dura ("case-hardening"), mientras que su interior puede ser blando tizáceo o margoso. Presenta además abundantes y pequeños canales de disolución. Ocasionalmente, se presenta en forma de brecha calcárea, cuya matriz está compuesta por caliza tizosa de color blanco o arcilla de color marrón rojizo.

El intemperismo de esta roca produce colinas cónicas de taludes muy pronunciados, mostrando cavernosidades de poca profundidad. La edad de esta caliza corresponde al Mioceno medio. El espesor total se estima sea de aproximadamente 200 metros. Esta unidad aparece como un afloramiento calizo en un pequeño mogote en el linde sur del predio, formado por la "Parcelas-3" y como parte del extremo este de los Cerros de Higuillar en la Parcela-1.

Caliza Aguada (Ta): Subyaciendo concordantemente a la Caliza Aymamón, se encuentra la formación Caliza Aguada. Consiste esta de roca caliza cascajosa ("rubbly") a finamente cristalina, alternando con estratos de caliza arcillosa, tiza y lodolitas calcáreas y cascajosas. Las estratas mas duras son de un color rosado pálido, mientras que las estratas mas blandas son de color amarillo grisáceo a blanco. El espesor de las estratas puede variar entre 25 cm (10 pulgadas) a 1 metro (3 pies). La edad de esta formación corresponde al Mioceno medio. En el Cuadrángulo Geológico de Vega Alta se indica que esta formación tiene un espesor de 90 metros en al parte oeste y de 60 metro de espesor en la parte este. Es decir, que para todo propósito práctico, en el área del proyecto el espesor de la formación Aguada es de 60 metros.

Esta unidad aparece como afloramientos calizos en los cuatro (4) pequeños mogotes de la "Parcela-3". En el mogote en el linde sur, que está formado también por la Caliza Aymamón (Tay) descrito anteriormente; el pequeño mogote de más al sureste, en el linde sur, el que tiene un poco más de 2 metros de altura y que cubre un área aproximada de 1 cuerda; y los dos (2) pequeños mogotes de la parte media central de la "Parcela-3",

MAPA DE SUELOS



ILUSTRACION 3.

APENDICE B

DESCRICION DETALLADA DE LOS TIPOS DE SUELOS EN EL AREA DEL PROYECTO SEGUN EL SERVICIO DE CONSERVACION DE SUELOS FEDERAL[1]

Almirante arcilloso (AmB), declive del 2 al 5%: Suelo arcilloso, firme, marrón-amarilloso oscuro, de declive suave y buen drenaje. Se encuentra formando valles de poca extensión asociado con la roca caliza. Típicamente, su superficie, hasta un espesor de 7 pulgadas, está formada de una arcilla disgregable de color marrón-amarilloso oscuro. El subsuelo consiste de una arcilla firme hasta una profundidad de 60 pulgadas. De 7 a 34 pulgadas tiene un color marrón fuerte; de 34 a 46 pulgadas el color es marrón-amarilloso a rojo oscuro; y de 46 a 60 pulgadas el color es uno variable de tonalidades marrón-amarilloso, rojo oscuro y gris claro.

Su permeabilidad y capacidad para la retención de agua es moderada. La escorrentía es medianamente rápida. Es un suelo difícil de trabajar debido a su pegajosidad y plasticidad. Las cosechas responden muy bien a aplicaciones abundantes de cal hidratada y fertilizantes. El control de la erosión es la preocupación principal en el manejo de este suelo para su uso agrícola. Este suelo se ha usado para el cultivo de la caña de azúcar, Se presta mejor para la siembra de yerba pangola, yerba estrella y yerba Merker.

Este suelo presenta limitaciones moderadas para la mayor parte de usos urbanos, debido a su naturaleza arcillosa. Capacidad agrícola subclase IIe.

Almirante arcilloso (AmC) = Similar a AmB, pero declive del 5 al 12%.

Bayamón arcilloso (BmB), declive del 2 al 5 porciento. Este es un suelo profundo, de declive suave y de buen drenaje. Se encuentra en valles intermontanos, entre los cerros calizos, y en áreas de valles costaneros. Típicamente, el estrato superficial, superior de suelo es una arcilla color marrón rojiza a roja, de unas 11 pulgadas de espesor. El subsuelo inmediatamente subyacente a este estrato superior, consiste de arcilla rojiza hasta una profundidad de 60 pulgadas o más.

Se incluye en el catastro de este suelo, áreas con suelos Almirante o áreas con suelos Matanzas, los que descansan sobre roca caliza a profundidades menores de las 60 pulgadas.

La permeabilidad y contenido de humedad del suelo Bayamón es moderada. La escorrentía es lenta. La reacción del suelo es fuertemente ácida en su totalidad. Capacidad agrícola IIe.

---

[1] U.S. Department of Agriculture, 1978, Soil Survey of San Juan Area of Puerto Rico, Soil Conservation Services, in cooperation with the University of Puerto Rico College of Agricultural Sciences, Maps, Photos, Etc.

Complejo Tanamá, afloramiento rocoso, (TaF), declive del 20 al 60%. Este complejo consiste de áreas rocosas calizas expuestas en la superficie o con una cubierta fina de suelo con buen drenaje.

En el área de Dorado (Cuadrángulo de Vega Alta), este complejo consiste de áreas rocosas calizas expuestas en la superficie o con una cubierta muy fina de suelo, con buen drenaje. El declive es bien empinado. Este complejo de suelo se ha formado en áreas calizas, de topografía cársica, caracterizada por la presencia de cerros pepinos, o cónicos. La topografía es una bien abrupta y escarpada, con declives en muchas direcciones. Es el producto de la disolución diferencial de la roca caliza original, bien densa y de fina estratificación. En el suelo Tanamá la permeabilidad es moderada y la capacidad de retención de agua es muy baja. La escorrentía es rápida y la erosión constituye un riesgo. La zona de enraizamiento es llana y superficial, la fertilidad natural es baja y la mayor parte del complejo está cubierto por matorrales. Capacidad agrícola subclase VIIs.

Vega Alta arcilloso lómico (VaB), Declive de 2% a 5%. Este es un suelo ondulante, suave declive y buen drenaje. Se encuentra formando valles de poca extensión asociado con la roca caliza y en los llanos costeros. Su permeabilidad y capacidad de retención de agua es moderada. El escurrimiento es mediano, y presenta riesgo de erosión. Es un suelo difícil de trabajar debido a su plasticidad y pegajosidad de Su Capacidad agrícola es Subclase IIe.

Este suelo presenta limitaciones moderadas para uso urbano, debido a su alto contenido arcilloso y su baja fortaleza. Si este suelo es utilizado para su desarrollos urbanos, etc., se recomienda que la construcción esté localizada, siguiendo el contorno natural del terreno. La remoción de la vegetación debe limitarse a su mínimo, y se debe de establecer una cubierta vegetativa lo mas prontamente en las áreas denudadas.

Coloso limo arcilloso lómico (Cs). Este suelo está en los llanos inundables no muy lejos de las márgenes de las quebradas y ríos y está propenso a inundaciones ocasionales que causan perjuicios. Es un suelo casi llano, de desagüe algo pobre, fértil, y que tiene una capacidad de retención de agua alta. Capacidad agrícola es Subclase IIw.

Es un suelo de permeabilidad lenta, con una capacidad alta de retención de agua, con una capacidad de escurrimiento pobre. Es un suelo difícil de trabajar debido a al alto contenido de humedad, plasticidad y pegajosidad de sus estratos superiores. Presenta algunas limitaciones para su desarrollo urbano, etc., debido a su pobre drenaje, su contenido arcilloso y su susceptibilidad a acumular agua.