

ESTUDIO DE VIABILIDAD AGRÍCOLA EMBALSE VALENCIANO

PREPARADO PARA:



PETICIONARIO:



PREPARADO POR:

AGRO. RUBÉN A. RIVERA ROSARIO M.Sc., REM.
LIC. 4201
PROFESIONAL DE SIEMBRA Y FORESTACIÓN PSF-113

ENERO 2007

ESTUDIO DE VIABILIDAD AGRÍCOLA – EMBALSE VALENCIANO

TABLA DE CONTENIDO

<i>TABLA DE CONTENIDO</i>	<i>i</i>
<i>LISTA DE TABLAS</i>	<i>ii</i>
<i>LISTA DE FIGURAS</i>	<i>ii</i>
I. RESUMEN EJECUTIVO	1
II. INTRODUCCIÓN	5
III. SITUACIÓN ACTUAL	9
IV. DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA Y AGRÍCOLA	11
<i>UBICACIÓN</i>	<i>11</i>
<i>PANORAMA HISTÓRICO REGIÓN SURESTE</i>	<i>11</i>
<i>SITUACIÓN AGRÍCOLA</i>	<i>11</i>
<i>TOPOGRAFÍA</i>	<i>13</i>
<i>HIDROGRAFÍA</i>	<i>13</i>
<i>CLIMATOLOGÍA</i>	<i>14</i>
<i>FLORA</i>	<i>15</i>
<i>CLASIFICACIÓN NRCS-USDA “PRIME FARMLAND”</i>	<i>16</i>
V. DESCRIPCIÓN DE LOS SUELOS PRESENTES EN EL ÁREA	21
<i>SERIES DE SUELO</i>	<i>21</i>
<i>ÍNDICES DE CAPACIDAD</i>	<i>27</i>
<i>GRUPO DE BOSQUES</i>	<i>30</i>
VI. METODOLOGÍA ANÁLISIS DE SUELOS ÍNDICE DE STORIE	33
<i>CALIFICACIÓN DE LOS SUELOS POR EL ÍNDICE DE STORIE</i>	<i>33</i>
<i>MÉTODO DE CALIFICACIÓN</i>	<i>34</i>
VII. POTENCIAL AGRÍCOLA DE LOS SUELOS	38
<i>VIABILIDAD DE LOS SUELOS EN EL ÁREA</i>	<i>40</i>
VIII. ACTIVIDADES AGRÍCOLAS EXISTENTES	42
IX. POSIBLES ALTERNATIVAS AGRÍCOLAS	44
<i>GANADO LECHERO Y DE CARNE</i>	<i>44</i>
<i>PRODUCCIÓN DE PLÁTANOS</i>	<i>45</i>
<i>PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN PARA DESARROLLO AGRÍCOLA</i>	<i>50</i>
<i>ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA DESARROLLO AGRÍCOLA</i>	<i>53</i>
X. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	55
<i>RECOMENDACIONES</i>	<i>56</i>
XI. REFERENCIAS	57
<i>APÉNDICE A</i>	<i>58</i>

LISTA DE TABLAS

TABLA 1: PRECIPITACIÓN NORMAL (PULGADAS) EN LA ESTACIÓN JUNCOS, 1971-2000	14
TABLA 2: ÍNDICES DE CAPACIDAD PARA LAS SERIES DE SUELO, EMBALSE VALENCIANO	29
TABLA 3: DESCRIPCIÓN DEL GRUPO DE BOSQUES PARA LAS SERIES LIRIOS Y PANDURA	31
TABLA 4: RANGO DE LOS SUELOS BASADO EN LAS CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL.....	36
TABLA 5: RENDIMIENTO PROMEDIO ESTIMADO POR ACRE DE PASTOS	39
TABLA 6. POTENCIAL AGRÍCOLA DE LOS SUELOS PRESENTES EN EL PROYECTO.	40
TABLA 7: COSTOS APROXIMADOS (\$/ACRE) DE ESTABLECER PASTOS PARA MANEJO INTENSIVO.....	43
TABLA 8. COSTOS E INGRESOS APROXIMADOS DE PRODUCIR PLÁTANOS INTENSIVAMENTE EN LA ZONA MEDIANÍA DE PUERTO RICO UTILIZANDO UNA DENSIDAD DE 1,175 PLANTAS POR CUERDA.....	48

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: MAPA TOPOGRÁFICO COMPONENTES EMBALSE VALENCIANO.....	7
FIGURA 2: FOTOGRAFÍA AÉREA COMPONENTES EMBALSE VALENCIANO	8
FIGURA 3: DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS CLIMÁTICAS PARA PUERTO RICO, FUENTE: BUREAU OF THE CENSUS USDA-NRCS, 1992.....	18
FIGURA 4: PRECIPITACIÓN PROMEDIO ANUAL PARA PUERTO RICO, FUENTE: PUERTO RICO WATER RESOURCES AUTHORITY, 1991	19
FIGURA 5: TEMPERATURA PROMEDIO ANUAL PARA PUERTO RICO, FUENTE BUREAU OF THE CENSUS USDA-NRCS, 1992.....	20
FIGURA 6: MAPA DE SUELOS DEL ÁREA PROPUESTA PARA DESARROLLO.....	22

I. RESUMEN EJECUTIVO

Como parte del Plan de Mejoras Capitales de la Autoridad de Acueductos y Alcantarillados se propone la construcción del Embalse Valenciano. El proyecto propone la creación de un embalse para agua potable, la construcción de una planta regional de filtración de agua, tanques para almacenamiento, estaciones de bombas y líneas de transmisión en los municipios de Juncos, Las Piedras y San Lorenzo. El embalse propuesto será localizado en el Municipio de Juncos y en menor proporción en el Municipio de Las Piedras, específicamente en un tramo del Río Valenciano. Para crear el embalse, se construirá una represa aproximadamente a 1.3 millas, río arriba del pueblo de Juncos. Una vez represado el río, la huella de inundación cubrirá unas 560 cuerdas, aproximadamente.

El área propuesta para la construcción del Embalse Valenciano esta clasificada bajo diferentes distritos de zonificación. Existen doce clasificaciones a lo largo de todo el Proyecto, entre estos se pueden mencionar distritos R-0 y R-3, los cuales presentan una densidad poblacional baja e intermedia. Además, existen distritos comerciales (C-1, C-2, C-3), distritos industriales (I-1, IL-1), distritos de uso público (P), distritos de áreas desarrolladas (AD) y distritos con zonificación agrícola (A-1, A-2, A-3). El área a ser cubierta por la huella de inundación del embalse y el predio para la construcción de la planta de tratamiento están clasificadas como A-1, A-2 y A3. El embalse presenta en su mayoría una clasificación bajo el distrito A-1 (424 cuerdas, aproximadamente), la cual representa un 75 por ciento, aproximadamente. Por su parte el área identificada para la construcción de la planta de tratamiento esta clasificada como A-3.

El Servicio de Conservación de Suelos (ahora NRCS por sus siglas en inglés) describe los suelos presentes en el área de estudio, como suelos generalmente lómicos con pendientes predominantes entre 3 a 40 por ciento y con gran potencial de erosión.

Las series de suelo presentes en el área de estudio son la serie Candelero (CdC2), la serie Cayagua con dos variantes en la pendiente, CgC2 con pendientes entre 5 a 12 por ciento y CgD2 con pendientes entre 12 a 20 por ciento. Además existen las series Pandura (PaE2) y la serie Lirios (LoC2). Los suelos Candelero, Cayagua (CgC2) y

Lirios presentan unidades de capacidad de IIIw-2, IIIe-2 y IIIe-6, respectivamente. De acuerdo a las unidades de capacidad descritas por el NRCS, estos suelos presentan características que los hacen no agrícolas o con severas limitaciones, que reducen los cultivos a ser sembrados y que requieren prácticas de conservación especiales para el desarrollo de actividades agrícolas.

Del cuerdaje total propuesto para ser utilizado en el Proyecto, prácticamente toda el área (99%) presenta el Grado 4 en el Índice de Storie. De acuerdo a esta clasificación los suelos presentan características pobres para la agricultura, de uso limitado y que generalmente se utilizan para pastos por sus condiciones adversas. Menos del 1 por ciento del área propuesta está bajo la serie Lirios (LoC2), el cual está clasificado bajo el Grado 3 en el Índice de Storie. Estos suelos son considerados de buena calidad, con un poco menos amplitud que los suelos 1 y 2 en el Índice de Storie.

Un análisis de los posibles usos agrícolas fue realizado, basado en el potencial agrícola de los terrenos propuestos para la construcción del embalse. Debido a la naturaleza de estos suelos, la utilización de cultivos limpios generará problemas de erosión causando una reducción en su capacidad productiva. Al mismo tiempo, los sedimentos, nutrimentos y plaguicidas transportados por la escorrentía podrían contaminar el cuerpo de agua aledaño (Río Valenciano) si no se utilizan medidas de conservación y manejo adecuadas.

El mejoramiento y producción de los pastos existentes en el área es la mejor alternativa para el manejo y uso de estos terrenos, aunque no sea la alternativa con mayor rendimiento económico. Las características presentes en los suelos, como por ejemplo, el alto potencial erosivo, pueden ser controladas utilizando una cobertura vegetal permanente que reduce los riesgos de erosión. Sin embargo, esta práctica no es económicamente viable debido a los costos relacionados con el manejo intensivo de los mismos y la poca extensión de terreno mecanizable en el área.

Las yerbas de pasturas que mayor rendimiento ofrecen bajo manejo intensivo son la yerba Estrella (*Cynodon nlemfuensis*), yerba Pangola (*Digitaria decumbens*) y la yerba Merker (*Pennisetum purpureum*). La capacidad de acarreo aproximada de estos

suelos con los pastos existentes es de 1 vaca/acre. Con manejo adecuado y utilización de especies mejoradas se puede aumentar hasta 5 vacas por acre.

La capacidad de pastoreo existente representa un ingreso bruto para el agricultor de \$517 dólares por acre/año. Bajo pastos mejorados, cada año el agricultor podría vender 2 vacas/acre, lo cual representa un ingreso de \$1,292.50/acre/año. El costo de establecer un acre de pastura mejorada es de \$853.60/acre, aproximadamente (sin el costo de los animales, arrendamiento de la finca, infraestructura, etc.). El bajo ingreso obtenido no hace económicamente viable invertir dinero para mejorar los presentes pastos de baja calidad.

El uso de los terrenos para la producción de ganado de leche podría estar limitado por la ausencia actual de cuotas de producción de leche, sin la cual la rentabilidad de cualquier vaquería es muy baja.

Entre las alternativas agrícolas recomendadas para el predio, la que presenta mejor viabilidad económica para su desarrollo es el cultivo de plátanos. Utilizando una densidad de 1,175 plantas, la ganancia neta por cuerda es de aproximadamente \$1,043 dólares. Sin embargo, existen varios factores que limitan el uso del predio para este tipo de cultivo. Entre estos factores se encuentran el alto potencial de erosión de los suelos, pobre drenaje (serie Candeleró) y la poca extensión territorial de las fincas. Prácticas de conservación deben ser implantadas para el manejo adecuado de estos suelos bajo actividades agrícolas.

El desarrollo de empresas agrícolas utilizando sistemas de hidroponía o riego por goteo podrían representar una alternativa para el área propuesta. Sin embargo, estas actividades necesitan invernaderos, líneas para soporte de las plantas, líneas de riego, sistemas de bombeo, tanques para almacenaje de fertilizantes líquidos, equipo electrónico y demás infraestructura necesaria para el desarrollo de éstas. No obstante un análisis detallado por cultivo y tipo de infraestructura puede ser realizado para conocer su viabilidad económica. Cabe mencionar que el tipo de suelo y sus características no es tomado en cuenta para este tipo de tecnología. El alto grado de tecnología y la considerable inversión inicial, limitan su utilización como alternativas viables en el desarrollo de actividades agrícolas en propiedades que no reciben algún tipo de incentivo gubernamental o están arrendadas.

II. INTRODUCCIÓN

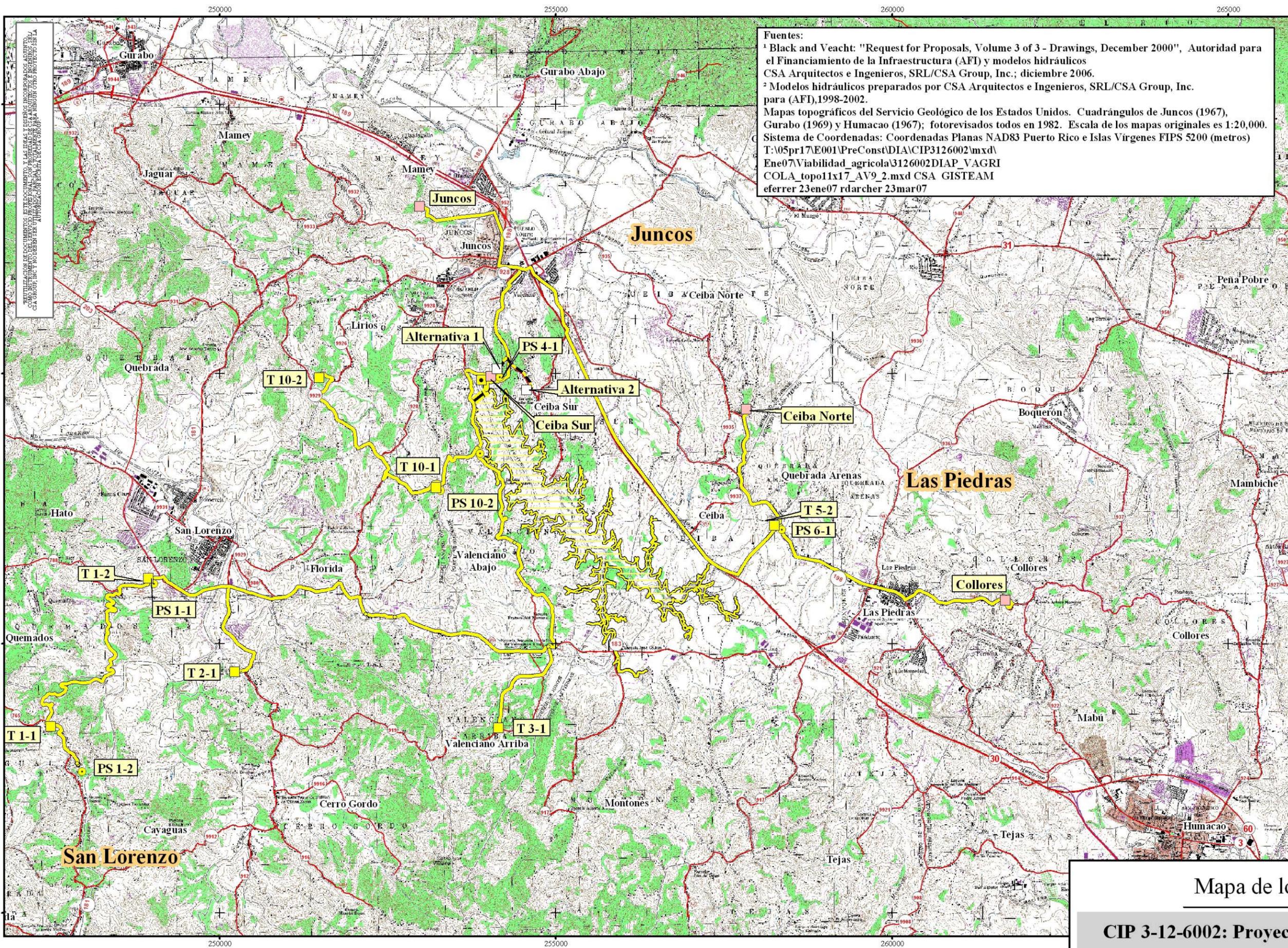
Como parte del Plan de Mejoras Capitales de la Autoridad de Acueductos y Alcantarillados se propone la construcción del Embalse Valenciano. El proyecto propone la creación de un embalse para agua potable, la construcción de una planta regional de filtración de agua, tanques para almacenamiento, estaciones de bombas y líneas de transmisión en los municipios de Juncos, Las Piedras y San Lorenzo. El Proyecto proveerá servicio (total o parcial) a los municipios de San Lorenzo, Gurabo, Juncos y Las Piedras, además el sistema realizará transferencias hacia algunos barrios de Humacao y Caguas.

El proyecto propuesto será localizado en el Municipio de Juncos y parte del Municipio de Las Piedras, específicamente en un tramo del Río Valenciano. Para crear el embalse, se construirá una represa aproximadamente a 1.3 millas, río arriba del pueblo de Juncos. Una vez represado el río, la huella de inundación cubrirá unas 560 cuerdas, aproximadamente. Las Figuras 1 y 2 muestran los componentes del proyecto propuesto y localización de cada uno de éstos. El Apéndice A muestra las características existentes del área propuesta para desarrollo.

Las zonas a ser estudiadas para conocer su viabilidad o potencial para el desarrollo de actividades agrícolas, son las áreas designadas para la construcción de la planta de filtración y el área a ser cubierta por la huella de inundación del embalse. Las áreas identificadas para la instalación de los otros componentes como lo son las líneas de distribución, estaciones de bombeo y tanques de almacenaje no fueron evaluadas. El sistema de transmisión de agua potable de la planta de filtración consistirá de líneas de transmisión, tanques de almacenaje de agua potable y estaciones de bombeo para transportar el agua potable. Generalmente, las líneas de distribución discurren a lo largo de las vías de acceso o carreteras existentes, por lo que no causarán un impacto directo a terrenos con algún potencial agrícola. Por otra parte, las estaciones de bombeo y tanques de almacenamiento ocupan un área relativamente pequeña en cada uno de los puntos seleccionados para su instalación. La escasa extensión de terreno que será utilizada para la construcción de los tanques de distribución y estaciones de bombeo, es una de las razones por la cual los predios identificados no presentan

características idóneas para el desarrollo de actividades agrícolas que permitan el desarrollo económico de los mismos.

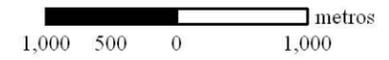
A continuación se describen las características del área propuesta y el análisis de los suelos e infraestructura disponible que limiten o promuevan el desarrollo de actividades agrícolas.



Fuentes:
 1 Black and Veatch: "Request for Proposals, Volume 3 of 3 - Drawings, December 2000", Autoridad para el Financiamiento de la Infraestructura (AFI) y modelos hidráulicos CSA Arquitectos e Ingenieros, SRL/CSA Group, Inc.; diciembre 2006.
 2 Modelos hidráulicos preparados por CSA Arquitectos e Ingenieros, SRL/CSA Group, Inc. para (AFI),1998-2002.
 Mapas topográficos del Servicio Geológico de los Estados Unidos. Cuadrángulos de Juncos (1967), Gurabo (1969) y Humacao (1967); fotorevisados todos en 1982. Escala de los mapas originales es 1:20,000.
 Sistema de Coordenadas: Coordenadas Planas NAD83 Puerto Rico e Islas Virgenes FIPS 5200 (metros)
 T:\05pr17\E001\PreConst\DIAC\IP3126002\mxd\
 Ene07\Viabilidad_agricola\3126002\DIAP_VAGRI
 COLA_topo1x17_AV9_2.mxd CSA GISTEAM
 eferre23ene07 rdarcher 23mar07



Escala 1:55,000



Leyenda:

- Carreteras principales
- Límites de barrios
- Límites de municipios
- Facilidades propuestas¹:**
- Alternativas de tanques para la planta de filtración
- Estaciones de bombeo
- Tanques
- Planta de filtración
- Conexión a tanques de la planta de filtración
- Represa
- Embalse
- Sistema de transmisión
- Facilidades existentes²:**
- Tanques



Mapa de localización
CIP 3-12-6002: Proyecto Embalse Valenciano

FIGURA 1. MAPA DE LOCALIZACIÓN EMBALSE RÍO VALENCIANO FUENTE: SUMINISTRADA POR CSA GROUP, 2006

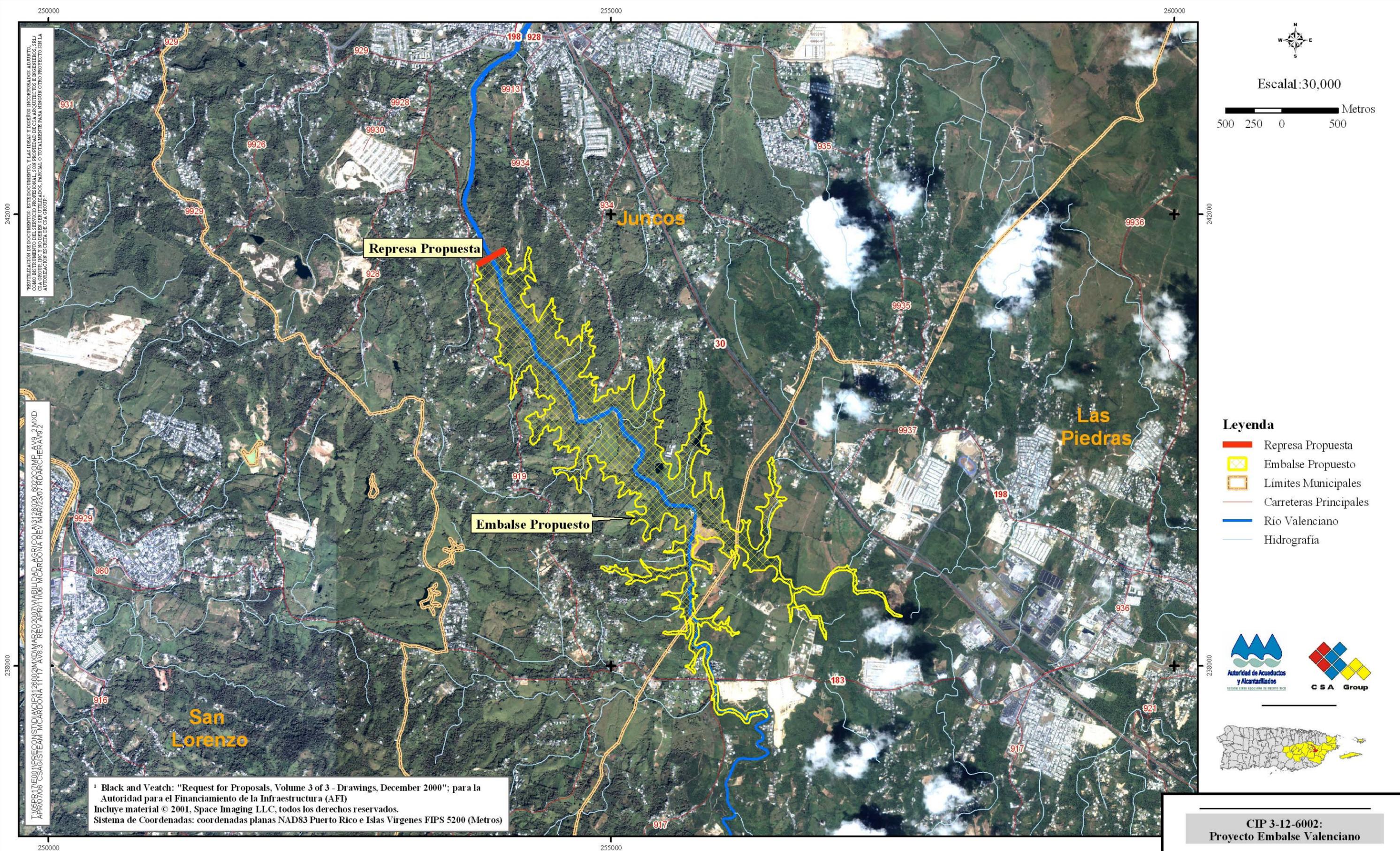


FIGURA 2. FOTOGRAFÍA AÉREA COMPONENTES EMBALSE DEL RÍO VALENCIANO. FUENTE: SUMINISTRADA POR CSA GROUP, 2006

III. SITUACIÓN ACTUAL

El área propuesta para la construcción del Embalse Valenciano esta clasificada bajo diferentes distritos de zonificación. Existen doce clasificaciones a lo largo de todo el Proyecto, entre estos se pueden mencionar distritos R-0 y R-3, los cuales presentan una densidad poblacional baja e intermedia. Además, existen distritos comerciales (C-1, C-2, C-3), distritos industriales (I-1, IL-1), distritos de uso público (P), distritos de áreas desarrolladas (AD) y distritos con zonificación agrícola (A-1, A-2, A-3). El área a ser cubierta por la huella de inundación del embalse y el predio para la construcción de la planta de tratamiento están clasificadas como A-1, A-2 y A3. El embalse presenta en su mayoría una clasificación bajo el distrito A-1 (424 cuerdas aproximadamente) (75 por ciento, aproximadamente). Unas 123 cuerdas (aproximadamente 22 por ciento) del área total propuesta para la construcción del embalse están bajo el distrito agrícola A-2. Por su parte, el área identificada para la construcción de la planta de tratamiento esta clasificada como A-3, al igual que unas 14 cuerdas dentro de la huella de inundación del embalse (aproximadamente 3 por ciento) (según hoja de zonificación rural de Juncos 253-000, vigencia 12 de mayo de 1988). Varios de los distritos agrícolas existentes, están localizados por donde circulan las vías de acceso a las comunidades por donde discurrirá el sistema de distribución. La instalación de las tuberías pasará por las vías de acceso existentes, por lo que no se prevé un impacto a estos suelos por la instalación de las líneas de distribución. A continuación se describen los distritos agrícolas según el Reglamento de Zonificación Numero 4 de la Junta de Planificación:

- Distrito Agrícola A-1 – Este es un distrito compuesto por terrenos con ninguna o escasa población, cuya continuidad en uso agrícola se declara de importancia para el País, se establece para identificar áreas de gran productividad o de gran potencial agrícola por lo siguiente: 1) tener suelos de las clases I al IV según el Servicio de Conservación de Suelos Federal, 2) tener declives menores del doce por ciento (12%) y 3) estar constituidas por fincas de gran tamaño.
- Distrito Agrícola A-2 – Este es un distrito compuesto por terrenos con ninguna o escasa población, cuya continuidad en uso agrícola se declara de

importancia para el País, se establece para identificar áreas de gran productividad o de gran potencial agrícola por lo siguiente: 1) tener suelos de las clases I al IV según el Servicio de Conservación de Suelos Federal, 2) tener declives mayores del doce por ciento (12%) y 3) estar constituidas por fincas con cabidas de veinticinco (25) cuerdas o más.

- Distrito Agrícola A-3 – Este es un distrito que se utiliza para identificar áreas utilizadas o con potencial reconocido para ser utilizadas en actividades agropecuarias en las que generalmente predominan los suelos de las clases V, VI y VII según clasificadas por el Servicio de Conservación de Suelos Federal. Estas son áreas cuyo patrón general de desarrollo agropecuario se afecta adversamente con la introducción de usos residenciales en forma dispersa.

La mayoría de estos predios están baldíos y han recibido la presión del desarrollo de residencias. No obstante, varias actividades agrícolas de carácter artesanal fueron observadas en el área (ver **Apéndice A**)

IV. DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA Y AGRÍCOLA

UBICACIÓN

El Municipio de Juncos está localizado al centro-este de la Isla, entre las latitudes 18.2 Norte y en la longitud 65.9 Oeste. Este municipio colinda al norte con Gurabo, Carolina y Canóvanas, por el sur con San Lorenzo y Las Piedras, por el oeste con Gurabo y San Lorenzo y por el este con Las Piedras. Parte del embalse esta localizado dentro de los límites del Municipio de Las Piedras.

PANORAMA HISTÓRICO REGIÓN SURESTE

La costa sureste de Puerto Rico fue una de las áreas de mayor producción de caña de azúcar y suplidora de materia prima para los dos principales ingenios azucareros del sureste; la Central Aguirre y la Central Mercedita. Dado los altos costos de producción y el bajo rendimiento, la industria prácticamente desapareció de la Isla. La parte central de la Isla a diferencia de los valles costeros, presenta una topografía con pendientes mas pronunciadas, lo que dificulta la mecanización de los predios para cultivos como la caña de azúcar. Estas características provocaron el desarrollo de otros cultivos como tabaco, ñame, guineos, plátanos y frutos menores, muchos de estos de forma artesanal. La mayoría de estos terrenos han sido abandonados o son utilizados para actividades de ganadería y agricultura artesanal. Las pendientes pronunciadas, el peligro de erosión y la poca profundidad de estos suelos han limitado las actividades agrícolas que pueden ser desarrolladas en la región este-central de la Isla.

SITUACIÓN AGRÍCOLA

De acuerdo al Censo Agrícola realizado en el año 2002, la región este se compone de los municipios de Ceiba, Fajardo, Humacao, Juncos, Las Piedras, Luquillo, Maunabo, Naguabo, Patillas, Río Grande, Vieques y Yabucoa. Esta región contaba para el 2002 con 987 fincas y un total de 66,055 cuerdas en uso agrícola. Los municipios con mayor cantidad de terrenos en uso agrícola fueron Yabucoa, Naguabo y Las Piedras. El Municipio de Juncos ocupó la cuarta posición entre los municipios del este. Según

el Censo Agrícola 2002, del total aproximado de 17,536 cuerdas de terreno que componen el área total del Municipio de Juncos, un total de 7,784 cuerdas (44.3 por ciento) son objeto de algún uso agrícola.

En esta región existen aproximadamente 987 agricultores dueños de sus fincas y 1,610 trabajadores agrícolas. Las actividades agrícolas principales son la ganadería de carne, ganadería de leche y la producción de plátanos. Comparando el número de tierras destinadas para uso agrícola durante el 1998 y el 2002, se pudo observar una disminución de un 33 por ciento para toda la región. Los municipios donde hubo un mayor índice de pérdida fueron Vieques (76% o 3,356 cuerdas), Maunabo (68% o 3388 cuerdas) y Ceiba (67% o 4,134 cuerdas). En este renglón el Municipio de Juncos registró 74 dueños de finca y 154 trabajadores agrícolas menos, mientras que el Municipio de Las Piedras reflejo una merma de 86 dueños de finca y unos 58 trabajadores agrícolas.

Comparando los resultados del Censo de 1998 con el del 2002, el Municipio de Juncos presenta una merma en las cuerdas dedicadas al desarrollo agrícola. El área utilizada para actividades agrícolas en el 1998 era de 8,398 cuerdas, mientras que en el 2002 se registró la cifra antes mencionada de 7,784 cuerdas, lo que presenta una disminución de un 7.3 por ciento. Para el Municipio de Las Piedras el total de cuerdas dedicadas a la agricultura en el año 2002 fue de 11,236 cuerdas. Se observó una disminución comparado con el año 1998, donde se reportó un total de 11,707 cuerdas, reflejando una disminución de unas 471 cuerdas.

Entre las iniciativas que se han desarrollado para evitar el continuo y acelerado cambio en uso de suelos agrícolas, se designó en la región este la Reserva de Yabucoa. Según datos ofrecidos por la Junta de Planificación de Puerto Rico, esta reserva cuenta con un área aproximada de 7,987 cuerdas. Estos terrenos se utilizaban para la producción de caña de azúcar y la ganadería de carne. Actualmente la actividad agrícola principal de esta reserva es el cultivo de plátanos. Las principales empresas agrícolas para el Municipio de Juncos son los productos lácteos, guineos y empresas agropecuarias como cerdos y ganado de carne. Por otra parte, las principales actividades agrícolas para el Municipio de Las Piedras son los productos lácteos, plátanos, ganado de carne, cerdos y tubérculos.

TOPOGRAFÍA

La topografía en esta área este-central es predominantemente montañosa y escarpada. Por el norte presenta elevaciones menores de la Sierra de Luquillo. En el límite norte el relieve se eleva hasta unos 700 metros sobre el nivel del mar. En el extremo sur de este en barrio Valenciano, hay elevaciones menores de 500 metros. La elevación del Río Valenciano en su punto mas alto es de aproximadamente 325 pies.

El área donde se propone el desarrollo del Proyecto presenta una topografía predominantemente ondulada y con pendientes medianamente pronunciadas. La vegetación presente en el área esta dominada por barbechos, pastos y árboles. La mayoría de los árboles observados son de amplia distribución en la Isla. El área presenta diversos usos, mayormente rural, con residencias, pequeños comercios y uso mixto. Por otra parte, no se observaron estructuras que fueran utilizadas para la operación de alguna industria agrícola dentro del área identificada para desarrollo del embalse.

HIDROGRAFÍA

El Municipio de Juncos es regado por el Río Gurabo junto a sus tributarios la Quebrada Ceiba y el Río Valenciano; este último recibe las aguas de las Quebradas La Santa y Don Víctor.

En el Municipio de Las Piedras nace uno de los principales afluentes del Río Grande de Loíza, el Río Gurabo, que se origina en el barrio El Río, en la Sierra de Luquillo, a una altura de unos 900 metros y mide aproximadamente 32 kilómetros. Los afluentes suyos que también riegan Las Piedras son las Quebradas Honda, de los Rábanos, Arenas y el Río Valenciano, que nace en Montones y recibe las aguas de las Quebradas Montones y de los Muertos. En el barrio Montones nace el Río Humacao, que desemboca en la vertiente del Este o del Pasaje de Vieques, mientras que los primeros cuerpos de agua mencionados desembocan a través del Río Grande de Loiza en el Océano Atlántico.

CLIMATOLOGÍA

Los factores determinantes del clima en el Municipio de Juncos son muy similares a los pueblos localizados en el área este de Puerto Rico. El Municipio de Juncos presenta características de un clima tropical, con una precipitación anual entre 60 hasta 70 pulgadas (PRWRA, 1998), considerándose una precipitación anual de 65 pulgadas como promedio. Los promedios anuales de precipitación para el municipio de Juncos son presentados en la **Tabla 1** (NOAA, 2002). Con este nivel de precipitación Juncos es incluida en la región de valles y montañas húmedas del interior este de Puerto Rico (ver **Figura 3**). De la precipitación total anual, la mayoría proviene de tormentas tropicales o disturbios atmosféricos entre los meses de mayo a noviembre. El mayor porcentaje de precipitación usualmente se registra durante estos meses. La precipitación en el área del Proyecto varía en unos patrones similares a la temperatura, aunque en ocasiones los disturbios atmosféricos tropicales pudieran afectar los patrones normales de lluvia. Debido a los patrones de precipitación existentes, el Río Valenciano presenta un sistema de drenaje permanente, o sea, los cauces de sus quebradas y manantiales se mantienen con flujo durante la mayor parte del año y tienen agua permanente a través de la temporada de sequía.

La temperatura en esta región de Puerto Rico se caracteriza por temperaturas medianas (74 a 78°F). Los vientos diurnos marinos procedentes del Mar Caribe presentan una trayectoria de este a oeste. Las **Figuras 4 y 5** muestran los valores promedio para precipitación y temperatura anual para Puerto Rico y la Isla de Vieques.

TABLA 1: PRECIPITACIÓN NORMAL (PULGADAS) EN LA ESTACIÓN JUNCOS, 1971-2000

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
3.04	2.92	2.79	3.55	6.57	5.00	5.62	7.42	8.48	7.50	7.23	4.65	64.77

Fuente: National Oceanographic & Atmospheric Administration, 2002.

FLORA

En términos generales, la vegetación presente en el área propuesta para el desarrollo del Proyecto presenta características de áreas urbanas, agrícolas, áreas de bosque secundario y pastizales. La vegetación es típica de áreas que han sido previamente impactadas y se pudo observar algunas especies relacionadas o asociadas a humedales. Por otra parte, dentro de los predios del Proyecto ubican dos charcas de oxidación. Estas charcas fueron utilizadas para la disposición de desperdicios industriales, para ganado y otros usos. Una tercera charca o laguna fue formada aparentemente por algún tipo de movimiento de terreno en la zona.

Algunas especies invasoras, pero típicas del área crecen en los alrededores del área propuesta. La mayor parte de la vegetación observada en la zona del proyecto son especies de rápido crecimiento y exóticas relacionados al desarrollo urbano y pastizales abandonados en la zona. Las zonas de pastizales estaban dominadas por especies como el malojillo (*Brachiaria purpurascens*), el arrocillo (*Paspalum paniculatum*) y la paragüita morada (*Chloris inflata*). Las especies de gramíneas presentes son especies nativas no mejoradas que han colonizado las áreas que no están bajo uso o que fueron posiblemente utilizadas como áreas para pastaje durante actividades de ganadería artesanal. Estas especies no promueven el maximizar la producción de pastos, ya que su rendimiento es muy inferior comparado con yerbas mejoradas.

Para los suelos presentes en el área, las especies de yerbas de pasturas recomendadas con manejo intensivo son: Yerba Estrella (*Cynodon nlemfuensis*), Yerba Pangola (*Digitaria decumbens*), Yerba Merker (*Pennisetum purpureum*) y Yerba Guinea (*Urochloa maxima*).

En el área del Proyecto se identificaron especies de plantas de amplia distribución en la Isla, que en su mayoría son especies de áreas impactadas o de bosques secundarios. Entre estas especies predominan las gramíneas (Poaceae), leguminosas (Fabaceae), y árboles típicos de áreas perturbadas como el almendro (*Terminalia catappa*) y el tulipán africano (*Spathodea campanulata*).

Como fuera mencionado anteriormente, uno de los aspectos más notables y críticos de la climatología de la Isla es su localización en términos de la ruta que siguen las

depresiones, tormentas y ciclones tropicales históricamente. Esta posición coloca a la Isla en una situación de alto riesgo y susceptibilidad ante tales fenómenos climatológicos, lo que agudiza aún más los tipos de cultivo y las áreas que puedan ser utilizadas para el desarrollo de empresas agrícolas. Esta característica de la climatología debe ser integrada de forma especial para permitir el desarrollo adecuado y seguro de tierras que presenten cualidades para el desarrollo agrícola en la Isla. Por ejemplo, en áreas inundables se pueden establecer cultivos resistentes a eventos de inundación o suelos anegados, en áreas de la montaña se pueden establecer cultivos y prácticas de manejo para resistir los vientos durante estos fenómenos. El conocer el comportamiento y características del área a ser utilizada para el desarrollo de una actividad agrícola en especial durante eventos climatológicos especiales, puede ser de gran ayuda a la hora de escoger el tipo de cultivo y las prácticas de manejo y conservación necesarias que promuevan la protección y desarrollo adecuado del cultivo.

CLASIFICACIÓN NRCS-USDA “PRIME FARMLAND”

El Departamento de Agricultura federal y el Servicio de Conservación de Recursos Naturales (USDA-NRCS, por sus siglas en inglés) han clasificado diferentes tierras como primordiales o excelentes para el desarrollo de actividades agrícolas, esto en gran parte como respuesta a una tendencia en la disminución de estos terrenos, debido a su utilización para el desarrollo industrial o urbano. Como parte de esta clasificación se generó una lista con las series de suelo que cumplen con las características necesarias para ser catalogadas como tierras agrícolas primordiales (“prime farmland” por su término en inglés). Los terrenos catalogados como “prime farmland” o tierras agrícolas primordiales son los que poseen una combinación de características físicas y químicas para la producción de comida, alimento (animales), forraje, fibra y otros cultivos. Pueden ser catalogadas como tierras primordiales las tierras cultivadas, tierras en pastos, áreas de bosque u otro uso que no sean áreas desarrolladas o cubiertas por agua.

Las series de suelo fueron utilizadas para catalogar las áreas en cada uno de los distritos del NRCS. Para el distrito de Humacao existen treinta y seis (36) series de suelo catalogadas como tierras primordiales para la agricultura. Entre estas se

encuentran la serie lómico arcillosa Lirios (LoC2) la cual está presente en el área propuesta para la construcción del embalse. La serie Candelero (CdB) también forma parte de las series incluidas en la lista de tierras agrícolas, no obstante la serie presente en el área del embalse es la serie lómica Candelero (CdC2) la cual presenta pendientes más pronunciadas (5 a 12% de pendiente) no fue incluida en la lista.

Dentro de la clasificación de tierras agrícolas para el distrito de Humacao, también existen veinticinco (25) series de suelo clasificadas como tierras agrícolas de importancia para el estado (farmland of statewide importance). Dentro de esta clasificación se incluye la serie lómico arenosa Cayagua (CgC2, CgD2). Las pendientes para estos suelos fluctúan entre 5 a 20 por ciento.

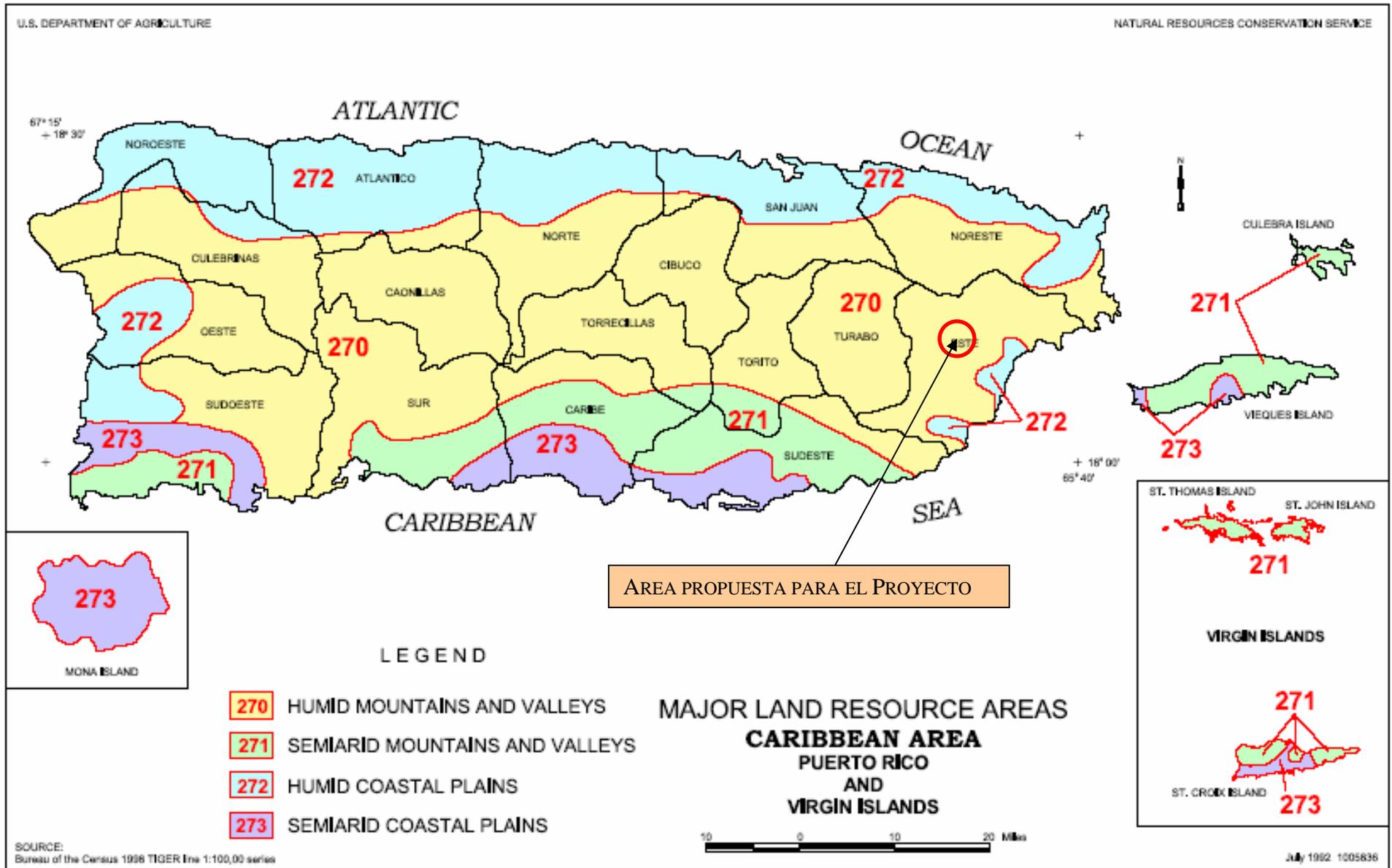


FIGURA 3: DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS CLIMÁTICAS PARA PUERTO RICO, FUENTE: BUREAU OF THE CENSUS USDA-NRCS, 1992

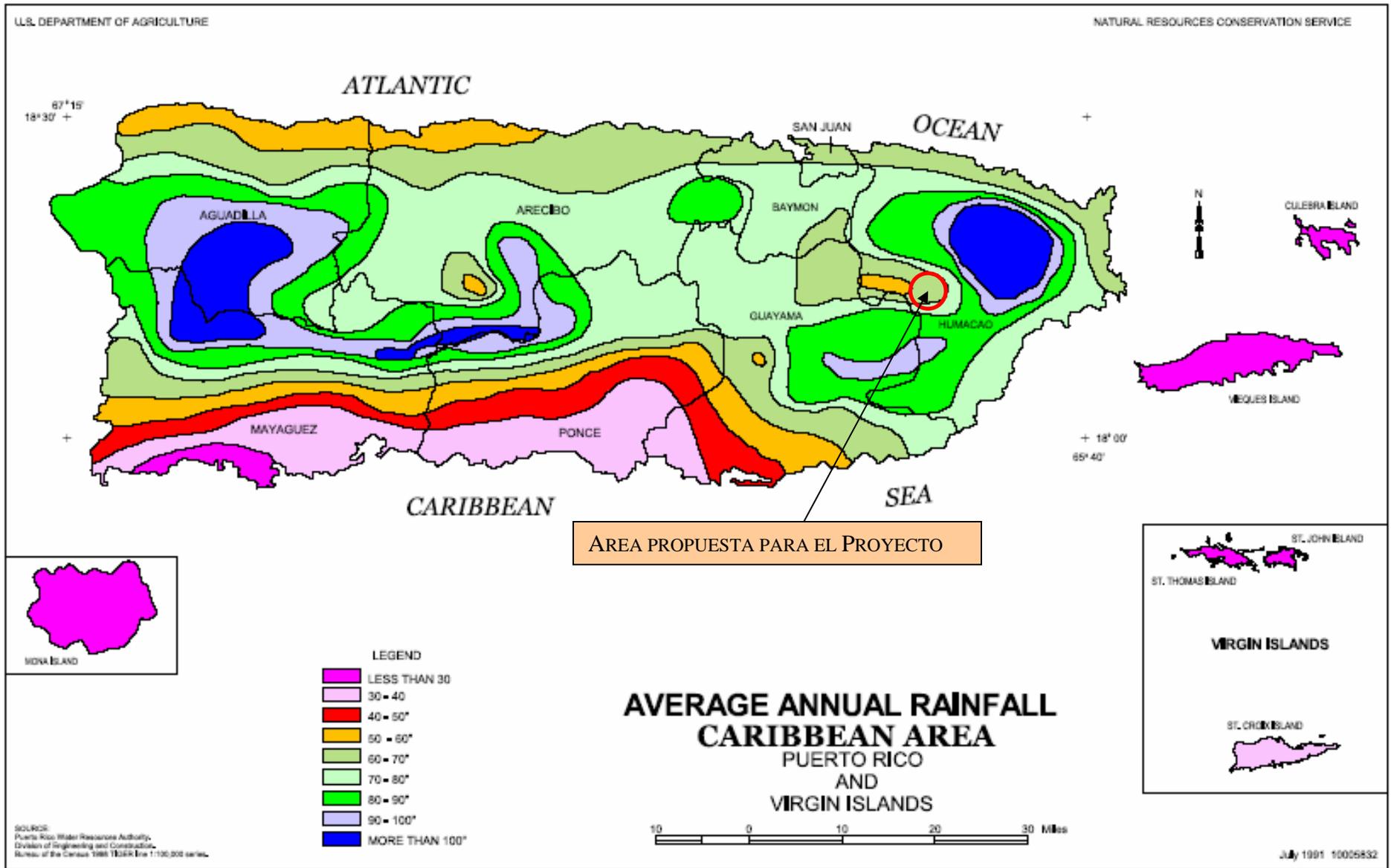


FIGURA 4: PRECIPITACIÓN PROMEDIO ANUAL PARA PUERTO RICO, FUENTE: PUERTO RICO WATER RESOURCES AUTHORITY, 1991

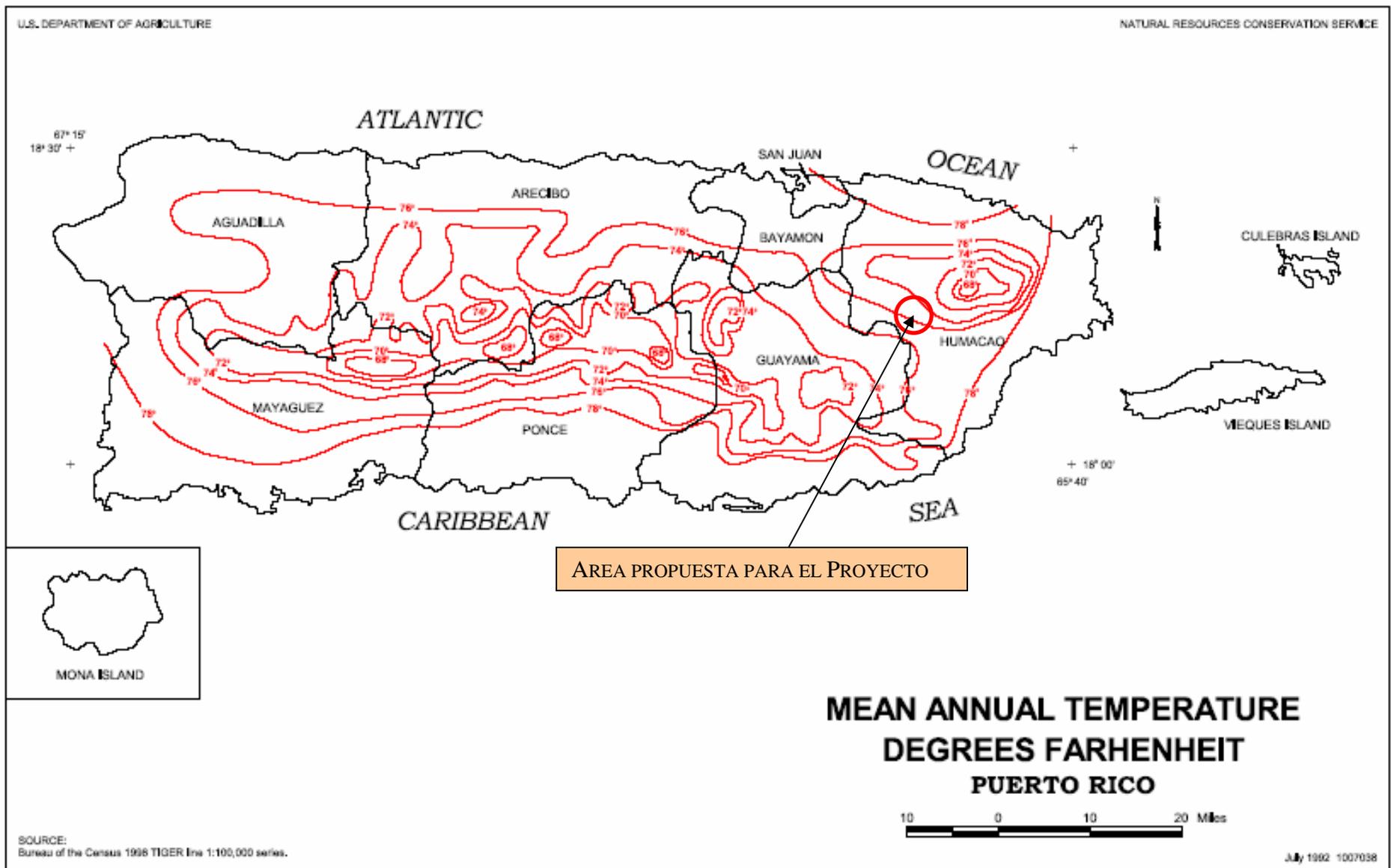


FIGURA 5: TEMPERATURA PROMEDIO ANUAL PARA PUERTO RICO, FUENTE BUREAU OF THE CENSUS USDA-NRCS, 1992

V. DESCRIPCIÓN DE LOS SUELOS PRESENTES EN EL ÁREA

SERIES DE SUELO

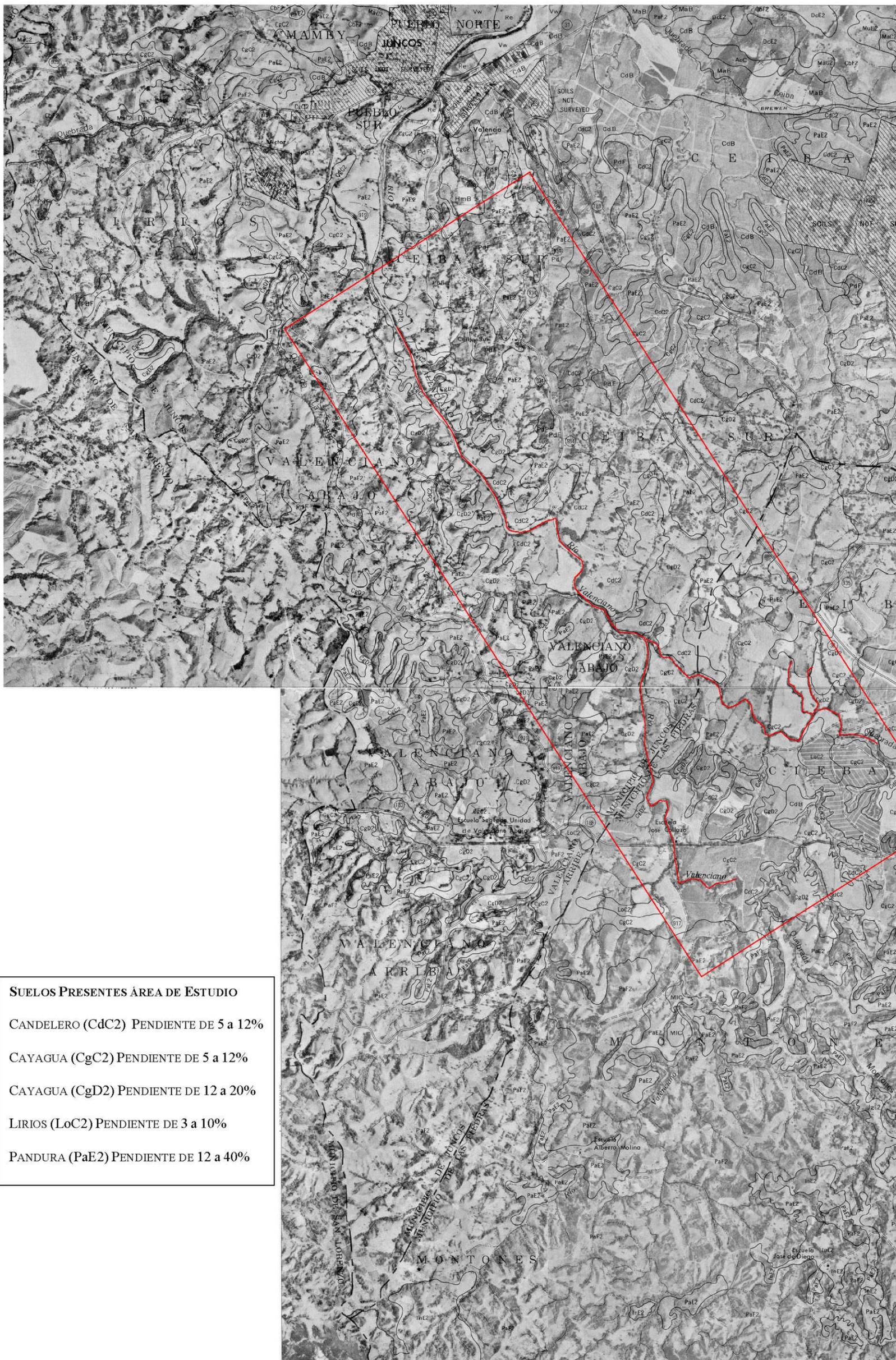
El Servicio de Conservación de Suelos (ahora el Servicio de Conservación de Recursos Naturales bajo el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, USDA-NRCS por sus siglas en inglés) realizó el Catastro de Suelos para el área de Humacao (1978). En este catastro se describen los suelos del sureste de la Isla, incluyendo la Isla Municipio de Vieques. De acuerdo a la información presentada en el catastro, existen varias series de suelo presentes en el área propuesta para el Proyecto. Las series de suelo presentes son la serie Candelero (CdC2), Cayagua (CgC2, CgD2), Lirios (LoC2) y Pandura (PaE2). Estas fueron clasificadas como suelos lómicos, lómico-arenosos y lómico-arcillosos con pendientes predominantes entre 5 a 40 por ciento. La **Figura 6** muestra las series de suelo presentes en el área propuesta para el desarrollo del Proyecto.

SERIE CANDELERO

La Serie Candelero consiste de suelos profundos, de pobre drenaje y baja permeabilidad. El área estudiada presenta aproximadamente unas 236 cuerdas bajo esta serie. Estos suelos se han formado a partir de sedimentos de textura moderadamente fina de rocas graníticas. La mayoría de estos suelos se encuentran en aluviones, terrazas y laderas, presentando pendientes entre 2 a 12 por ciento.

En un perfil representativo de la serie, la superficie del mismo es lómica extremadamente ácida marrón-grisáceo oscuro y de unas 7 pulgadas de espesor. Bajo esta capa existe una capa gris y marrón amarillenta, lómico-arcillo-arenosa de aproximadamente 8 pulgadas de espesor. El material bajo estas capas es de color amarillento y marrón, lómico-arcillo-arenoso hasta un espesor de 60 pulgadas.

Estos suelos presentan una baja capacidad de agua disponible, un potencial de expansión alto y poca escorrentía. Estos suelos reciben eventos de inundación ocasionales. La mayoría de estos suelos han estado bajo caña de azúcar, arbustos y pastos. A continuación se describe la serie lómica Candelero (CdC2).



SUELOS PRESENTES ÁREA DE ESTUDIO

- CANDELERO (CdC2) PENDIENTE DE 5 a 12%
- CAYAGUA (CgC2) PENDIENTE DE 5 a 12%
- CAYAGUA (CgD2) PENDIENTE DE 12 a 20%
- LIRIOS (LoC2) PENDIENTE DE 3 a 10%
- PANDURA (PaE2) PENDIENTE DE 12 a 40%

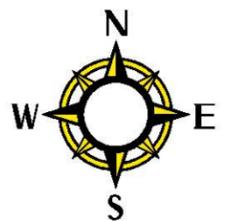


FIGURA 6. SUELOS DEL ÁREA PROPUESTA PARA EL EMBALSE RÍO VALENCIANO

FUENTE: NRCS SOIL SURVEY HUMACAO AREA, 1978

- **Candelerero (CdC2) lómico, 5 a 12% de pendientes, erosionado** – Este suelo está localizado en las laderas y aluviones. El perfil representativo de los suelos es parecido al descrito anteriormente para la serie. Estos suelos presentan severas limitaciones para ser utilizados para actividades agrícolas, ya que están pobremente drenados, son susceptibles a eventos de inundación, y poseen un nivel freático estacional alto. Prácticas complejas de conservación y manejo adecuado de estos suelos son necesarias para sobrellevar estas limitaciones. Si los suelos son drenados, encalados y fertilizados pueden ser utilizados para el cultivo de caña de azúcar y pastos. El índice de capacidad descrito por el USDA-NRCS para estos suelos es IIIw-2.

SERIE CAYAGUA

La Serie Cayagua consiste de suelos profundos, de pobre drenaje y baja permeabilidad. El área estudiada presenta aproximadamente unas 268 cuerdas bajo esta serie. Del total de cuerdas, las series Cayagua (CgC2) y Cayagua (CgD2) presentan 143 y 125 cuerdas, respectivamente. Estos suelos se han formado a partir de sedimentos de textura gruesa de rocas plutónicas. La mayoría de estos suelos se encuentran en laderas, presentando pendientes entre 5 a 20 por ciento.

En un perfil representativo de la serie, la superficie del mismo es lómico-arenosa fuertemente ácida marrón-grisáceo oscuro y de unas 4 pulgadas de espesor. Bajo esta capa existe una capa grisácea-marrón clara, de aproximadamente 16 pulgadas de espesor. El material bajo estas capas es de color amarillo rojizo y gris claro lómico-arcilloso hasta un espesor de 36 pulgadas.

Estos suelos presentan una fertilidad natural mediana. La escorrentía es lenta. La mayoría de estos suelos han estado sembrados bajo el cultivo de caña de azúcar y arbustos. A continuación se describen las series lómica-arenosas Cayagua (CgC2, CgD2):

- **Cayagua (CgC2) lómico-arenosa, pendientes de 5 a 12%, erosionado** – Este tipo de suelo está localizado en las laderas. Este suelo presenta el perfil representativo de la serie, descrito anteriormente. Esta serie de suelo presenta limitaciones moderadas por su pobre drenaje y poca permeabilidad. Estos

suelos requieren prácticas de conservación y manejo. Estos suelos han sido utilizados para el cultivo de piñas. Si el suelo es encalado y drenado puede ser cultivable con caña de azúcar y pastos. El índice de capacidad para estos suelos es IIIe-2.

- **Cayagua (CgD2) lómico-arenosa, pendientes de 12 a 20%, erosionado** – Este tipo de suelo esta localizado en las laderas. Este suelo presenta el perfil representativo de la serie, descrito anteriormente, con la diferencia que la capa superficial es 2 o 3 pulgadas más fina y es mas susceptible a erosión cuando es cultivado en limpio. Esta serie de suelo presenta limitaciones severas para su utilización agrícola por sus pendientes pronunciadas y pobre drenaje. Si estos se cultivan en limpio requiere prácticas de conservación especiales por su susceptibilidad de erosión. Si el suelo es drenado correctamente puede ser utilizado para cultivos intensivos. El índice de capacidad para estos suelos es IVe-2.

SERIE LIRIOS

La Serie Lirios consiste de suelos profundos, de buen drenaje y permeabilidad moderada. La presencia de estos suelos en el área de estudio es mínima (1.3 cuerdas). Estos suelos se han formado a partir de sedimentos de textura fina, altamente meteorizados de rocas graníticas. La mayoría de estos suelos se encuentran en laderas y cumbres presentando pendientes entre 3 a 40 por ciento.

En un perfil representativo de la serie, la superficie del mismo es lómico-arcillosa, fuertemente ácida, marrón oscura y de unas 4 pulgadas de espesor. Bajo esta capa existe una capa friable de arcilla roja y limo arcilloso que se extiende a una profundidad de 23 pulgadas aproximadamente.

Estos suelos presentan una capacidad de disponibilidad de agua alta. La escorrentía es de moderada a rápida y son suelos susceptibles a erosión. La mayoría de estos suelos han estado sembrados bajo pastos por muchos años; pocas áreas han estado bajo cultivo. A continuación se describe la serie lómico-arcillosa Lirios (LoC2).

- **Lirios (LoC2) lómico-arcillosa, pendientes de 3 a 10%, erosionado** – Este tipo de suelo está localizado en las laderas y cumbres de las montañas húmedas. Este suelo presenta una capa superficial más gruesa comparada con el perfil representativo de la serie. La erosión ha removido parte del material original de la superficie y en algunos casos el arado ha mezclado la parte remanente de esta capa al subsuelo. Esta serie de suelo puede ser utilizada para pastos y cultivos en general, pero buenas prácticas de manejo y conservación son requeridas para controlar la erosión. Presenta limitaciones moderadas por su pobre drenaje y poca permeabilidad. Estos suelos requieren prácticas de conservación y manejo. El índice de capacidad para estos suelos es IIIe-6; el grupo de bosques es 2c5.

SERIE PANDURA

La Serie Pandura consiste de suelos moderadamente profundos, de buen drenaje y permeabilidad moderadamente rápida. Una extensión de aproximadamente 55 cuerdas está cubierta por esta serie de suelo en el área de estudio. Estos suelos se han formado a partir de residuos parcialmente meteorizados de rocas plutónicas, mayormente cuarzo, diorita y granodiorita. La mayoría de estos suelos se encuentran en laderas y tierras altas disectadas, con pendientes entre 12 a 60 por ciento.

En un perfil representativo de la serie, la superficie del mismo es lómica, fuertemente ácida, marrón oscura y de unas 3 pulgadas de espesor. Bajo esta capa existe una capa lómica, friable, marrón-grisácea oscura que se extiende a una profundidad de 4 pulgadas aproximadamente.

Estos suelos presentan una capacidad de disponibilidad de agua baja. La escorrentía es de moderada a muy rápida y son suelos altamente susceptibles a erosión. La mayoría de estos suelos han estado bajo pastos y arbustos. A continuación se describe la serie lómica Pandura (PaE2):

- **Pandura (PaE2) lómica, pendientes de 12 a 40%, erosionado** – Este tipo de suelo está localizado en las laderas y cumbres en la parte oeste-central del área del catastro de suelos de Humacao. Este suelo presenta el perfil representativo de la serie. La erosión ha removido parte del material original

de la superficie y en algunos casos el arado ha mezclado la parte remanente de esta capa al subsuelo. En algunas partes el subsuelo esta expuesto. Las pendientes pronunciadas, la poca profundidad y el peligro de erosión son severas limitaciones para utilizar estos suelos en cultivos intensivos. Esta serie de suelo ha sido utilizada para pastos y cultivos en general. Los usos recomendados por el NRCS son pastos, bosques y vida silvestre. El índice de capacidad para estos suelos es VIe-3; el grupo de bosques es 2o5.

ÍNDICES DE CAPACIDAD

Los índices de capacidad descritos por el NRCS demuestran en una forma general la adaptabilidad de los suelos para la mayor parte de las cosechas. Los suelos se agrupan de acuerdo a sus limitaciones cuando se usan para cosechas, el peligro de daños cuando se usan, y la forma en que responden al tratamiento. Esta agrupación no toma en consideración cambios mayores en el suelo, que generalmente son costosos y que cambiarían el declive, la profundidad y otras características del suelo.

En el sistema de capacidad, las diferentes clases de suelos están agrupadas en tres niveles; la clase de capacidad, la subclase, y la unidad.

Las clases de capacidad de uso y subclases serán definidas en los siguientes párrafos. Un área determinada pudiera no tener todas las clases de suelos. Las clases de capacidad de uso están designadas por números romanos del I al VIII. Los números indican en forma progresiva mayores limitaciones y menores posibilidades de uso. La definición de las clases es la siguiente:

- Clase I son suelos que tienen pocas limitaciones que restringen su uso.
- Clase II son suelos que tienen limitaciones moderadas que reducen la elección de cultivos, y que requieren prácticas de conservación especiales, o ambas.
- Clase III son suelos que tienen limitaciones severas que reducen la selección de cultivos, y que requieren prácticas especiales de conservación, o ambas.
- Clase IV son suelos que tienen limitaciones muy severas que reducen la selección de cultivos, y que requieren un manejo muy cuidadoso, o ambas.
- Clase V son suelos que están sujetos a poca o ninguna erosión, pero que presentan otras limitaciones, impracticables de remover, que limitan su uso mayormente a pastos, bosques o hábitat de vida silvestre.
- Clase VI son suelos que tienen limitaciones severas que los hacen no aptos para el cultivo, y que limitan su uso mayormente a pastos, bosques o hábitat de vida silvestre.
- Clase VII tienen limitaciones muy severas, y que no se prestan para cultivo, y su uso está restringido mayormente a pastos, bosques o hábitat de vida silvestre.

- Clase VIII son suelos y formas de terrenos que tienen limitaciones que precluyen su uso para plantas comerciales que restringen su uso a recreación, hábitat de vida silvestre, a protección de fuentes de agua, o a propósitos estéticos.

A pesar que existen cuatro series de suelo en el área propuesta, la serie de suelo Cayagua (por sus variaciones en la pendiente) permite que sea clasificada en dos clases de capacidad distintas. La Serie Cayagua (CgC2), con una pendiente entre 5 a 12 por ciento esta clasificada bajo la Clase IIIe-2, mientras que la Serie Cayagua (CgD2), con una pendiente entre 12 a 20 por ciento fue catalogada como Clase IVe-2. La serie Candelero (CdC2) presenta una pendiente entre 5 a 12 por ciento y es catalogada con la clase IIIw-2. La **Tabla 2** presenta las series de suelo existentes y la clasificación descrita por el NRCS. Todas las series de suelo presentan subclases y unidades de capacidad las cuales serán discutidas a continuación.

Todas las series fueron clasificadas bajo la subclase e, excepto la serie Candelero, la cual presenta una subclase w. Las subclases de capacidad de uso son grupos de suelos dentro de una clase. Estos grupos se designan agregando al número romano de la Clase una letra: e, w, s o c (por ejemplo IIe). La letra e significa que existe un alto riesgo de erosión, a menos que se mantenga una cubierta vegetativa. La letra w significa que exceso de agua en o sobre el suelo interfiere con el crecimiento del cultivo (en algunos suelos, el exceso de agua puede ser corregido con drenaje artificial). La letra s significa que los suelos están limitados por características propias. La letra c (usada solo en parte de EU) significa que la limitación principal es que el clima es muy frío o seco. La clase I no tiene subclases, porque en este caso, suelos clase I tienen muy pocas limitaciones. La clase V contiene solo subclases w, s o c porque los suelos de esta clase no presentan erosión o ésta es muy leve, sin embargo, éstas pueden tener otras limitaciones que restringen su uso como praderas, áreas forestadas y hábitat para vida silvestre o recreación.

TABLA 2: ÍNDICES DE CAPACIDAD PARA LAS SERIES DE SUELO, EMBALSE VALENCIANO

SERIE DE SUELO	PENDIENTE (%)	ÍNDICE DE CAPACIDAD	GRUPO DE BOSQUES	DESCRIPCIÓN NRCS	PORCENTAJE DE OCUPACIÓN EN EL ÁREA DE ESTUDIO **
Candelero (CdC2)	5-12	IIIw-2	--	Suelos con severas limitaciones por exceso de agua, profundos, con poca pendiente, extremadamente ácidos y de textura media	41.9
Cayagua (CgC2)	5-12	IIIe-2	--	Suelos con severas limitaciones que reducen los cultivos a ser sembrados, requieren practicas de conservación especiales, están sujetos a erosión severa si son cultivados sin protección, profundos, de pendiente pronunciada, de pobre drenaje, fuertemente ácidos y de textura moderadamente gruesa	24.8
Cayagua (CgD2)	12-20	IVe-2	--	Suelos con muchas limitaciones severas que restringen los cultivos a ser sembrados y requieren manejo especial para evitar la erosión severa, profundos, de pendiente moderada, de pobre drenaje, fuertemente ácidos y de textura moderadamente gruesa	22.1
Lirios (LoC2)	3-10	IIIe-6	2c5	Suelos con severas limitaciones que reducen los cultivos a ser sembrados, requieren practicas de conservación especiales, están sujetos a erosión severa si son cultivados sin protección, profundos, de pendiente moderada a pronunciada, fuertemente ácidos y de fina textura	0.23
Pandura (PaE2)	12-40	VIe-3	2o5	Suelos con severas limitaciones que los hacen no deseables para cultivo y limitan su utilización para pastos, bosques o vida silvestre, están sujetos a erosión severa, profundos, de pendiente moderada a pronunciada y fuertemente ácidos	7.89

** Las áreas inundadas o cubiertas bajo agua ocupan un 2.9% del área total

Las unidades de capacidad son grupos de suelos dentro de las subclases. Los suelos en una capacidad son suficientemente parecidos como para adaptarse a las mismas cosechas y pastos, para necesitar el mismo manejo, para tener una productividad similar y responder de la misma forma al manejo. Así, la unidad de capacidad es un grupo conveniente para hacer aseveraciones acerca del manejo de los suelos. Las unidades de capacidad por lo general se designan al añadirle un número arábigo al símbolo de la subclase, por ejemplo, IIe-3 o IIw-2. De esta forma, en un símbolo, el número romano designa la clase de capacidad, o grado de limitación; la letra minúscula indica la subclase o clase de limitación según se define anteriormente; y el número arábigo identifica específicamente la unidad de capacidad dentro de cada subclase.

Cabe mencionar que el potencial agrícola de un suelo, especialmente los suelos con alto potencial de erosión o inundados, pueden ser desarrollados utilizando nuevas prácticas científicas o técnicas que promuevan el desarrollo viable del mismo. Entre estos avances se puede mencionar el riego por goteo, cultivos hidropónicos y prácticas de conservación y manejo para minimizar las características de inherentes en los suelos. Algunas de éstas serán analizadas como posibles alternativas que promuevan el desarrollo de actividades agrícolas en los suelos antes descritos.

GRUPO DE BOSQUES

El USDA-NRCS clasificó algunos de los suelos del área de Humacao en diferentes grupos de bosques, para de esta forma promover la siembra de especies arbóreas en el área. Cada grupo consiste de suelos que presentan características idóneas para el desarrollo de especies arbóreas de la misma especie, bajo el mismo mantenimiento, donde la vegetación existente es similar y con el mismo potencial de producción.

Cada grupo de bosques es identificado por un símbolo que cuenta de tres componentes, como 1o1, 2w1, o 3w3. El potencial de productividad de los suelos en el grupo es identificado por el primer número del símbolo: 1 representa un muy alto potencial de productivo; 2, alto; 3 moderadamente alto; 4 moderado y 5 bajo. Estos rangos están basados en estimados de productividad en pie tablar por acre por año de especies deseadas para la producción de madera. De las cuatro series de suelo presentes en el área de estudio sólo las series Lirios y Pandura presentan grupos de

bosque. La serie Lirios está clasificada bajo el potencial de productividad 2c5 y la serie Pandura bajo el potencial 2o5, el cual es alto.

El segundo componente del símbolo para grupo de bosques es una letra minúscula. En el catastro de suelos del área de Humacao las letras utilizadas son c, d, r y o. La serie Lirios presenta la letra c, la cual representa a suelos con limitación por su alto contenido de arcilla en la parte superficial de su perfil. La serie Pandura fue clasificada con la letra o la cual representa que el suelo tiene pocas limitaciones que restringen su uso para árboles.

El último componente del símbolo de grupo de bosques, es el número que diferencia los grupos de bosques en términos del manejo necesario para la conservación de los suelos. La **Tabla 3** muestra los parámetros descritos por el USDA-NRCS para los grupos de bosques clasificados bajo las clasificaciones 2c5 y 2o5.

TABLA 3: DESCRIPCIÓN DEL GRUPO DE BOSQUES PARA LAS SERIES LIRIOS Y PANDURA

Descripción Grupo de Bosque	Productividad Potencial		Riesgos y Limitaciones que afectan el manejo de estos suelos		
	Especies arbóreas recomendadas	Promedio anual de crecimiento por acre (Pie tablar)	Mortalidad de semillas	Peligro de Erosión	Limitaciones para labranza utilizando maquinaria
Grupo 2c5. suelos con buen drenaje, de textura fina o moderadamente fina, fuertemente ácidos, profundos sobre rocas tufáceas o plutónicas y con pendientes entre 3 a 40 por ciento; en clima húmedo y semiárido con elevaciones menores de 500 metros	Pino Hondureño Teca Caoba	1100 en LoC2 1100 en LoC2 300 en LoC2	Poca	Poco para LoC2	Pocas para LoC2
Grupo 2o5. suelos con buen drenaje, de textura fina o moderadamente fina, fuertemente ácidos a muy fuertemente ácidos, poco a moderadamente profundos sobre rocas plutónicas y con pendientes entre 12 a 40 por ciento; en clima húmedo y semiárido con elevaciones menores de 500 metros	Pino Hondureño	1100 en PaE2	Poca	Moderada para PaE2	Moderada

Adaptado del Catastro de Suelos del Área de Humacao Puerto Rico, 1978

De acuerdo al catastro de suelos, las series Lirios y Pandura, presentan pocas o moderadas limitaciones de acuerdo al peligro de erosión, mortandad de semillas y labranza mecánica cuando es utilizada para la producción comercial de madera. Las especies recomendadas para estos suelos son el pino hondureño, la teca y la caoba.

En la Isla existen varios viveros que suplen especies arbóreas para proyectos de reforestación, y de esta forma cumplir con el Reglamento #25 de la Junta de Planificación y el Reglamento de Vida Silvestre del DRNA. No obstante, la práctica de utilizar fincas o proyectos destinados a la producción de madera (en la mayor parte de los casos) no son viables económicamente por varios factores. Entre los factores se puede mencionar, el alto costo para el desarrollo y mantenimiento de las áreas identificadas para la siembra de árboles, el tiempo requerido para que los árboles crezcan a una escala comercial (40 años) y disponibilidad de fincas o terrenos con una cabida extensa.

VI. METODOLOGÍA ANÁLISIS DE SUELOS ÍNDICE DE STORIE

El Servicio de Conservación de Recursos Naturales (NRCS, por sus siglas en inglés) del departamento de Agricultura de los Estados Unidos ha desarrollado varios sistemas para clasificar terrenos agrícolas, la mayoría basados en las características específicas del suelo. Éstos incluyen el sistema de capacidad de uso de suelos que contiene ocho clases basadas en las limitantes del suelo en términos de su uso agrícola y, más recientemente, el sistema de clasificación basado en calidad del suelo y la importancia económica en el ámbito local. Varios otros sistemas de valoración fueron desarrollados por el gobierno federal para programas de manejo predial y programas de uso de suelos, tales como el Índice de Storie, el cual será utilizado para la evaluación del predio descrito anteriormente, el sistema de valoración agrícola del condado de Tulare en California (Tulare County, 1975) y el sistema de evaluación de tierras agrícolas del condado de Jackson en Oregon (Stockman, 1976).

CALIFICACIÓN DE LOS SUELOS POR EL ÍNDICE DE STORIE

Para determinar el potencial agrícola de los suelos presentes en el área del Proyecto se utilizó el método de evaluación de suelos de Storie¹. El Índice de Storie es una expresión numérica del grado en que un suelo particular presenta condiciones favorables para el crecimiento de plantas y para la producción agrícola bajo buenas condiciones climáticas y humedad adecuada. Este es un método semi-cuantitativo donde las propiedades del suelo y del terreno que son importantes en el proceso productivo reciben una puntuación basada en índices de productividad.

Este índice consta de cuatro factores que se multiplican entre sí para evaluar el rango del suelo estudiado. Los cuatro factores considerados para determinar el Índice de Storie son:

A- el perfil del suelo

B- la textura de la capa superficial del suelo

C- la pendiente del terreno

X- factores modificantes del suelo que incluyen el desagüe, salinidad y alcalinidad, nivel de fertilidad, acidez, erosión y topografía.

¹ Storie, R.E. 1970. Manual de evaluación de suelos. University of California, Berkeley, Calif. 225p.

Estos factores son evaluados en una base de 100 por ciento para representar condiciones más favorables o ideales, con aproximaciones limitantes máximas y mínimas, atribuidas a las condiciones que son menos favorables para el desarrollo de las plantas.

MÉTODO DE CALIFICACIÓN

La calificación utilizando el Índice de Storie se obtiene multiplicando las calificaciones para los cuatro factores mencionados anteriormente (A, B, C, y X). Este método permite que cualquiera de estos factores domine la calificación final para el suelo. Los caracteres incluidos en cada uno de estos factores se describen en a continuación y se discute su influencia en la calificación y calidad de los suelos presentes en el área del Proyecto.

El factor A utiliza las propiedades físicas del perfil del suelo que afectan el crecimiento de las plantas, excepto la textura de la superficie del suelo. Para ello Storie agrupa las series de suelos en 12 grupos de perfiles de los cuales 9 están descritos en la **Tabla 4**. Los suelos se separan en suelos primarios y suelos secundarios. Los suelos primarios son aquellos que se forman in situ a partir del material parental rocoso presente en el área. Los suelos secundarios se forman de material transportado de algún otro lugar. Estos incluyen los suelos aluviales.

Los suelos primarios se subdividen en 3 subgrupos basados en los tipos de roca y los suelos secundarios se subdividen en 5 subgrupos basados en el nivel de desarrollo del perfil.

Los valores numéricos en el factor A se asignan a base de la profundidad al horizonte argílico, a mayor profundidad mayor el valor. Esto refleja la resistencia a penetración de las raíces, la capacidad de retención de agua del suelo y la facilidad de labranza.

El factor B evalúa la textura de la capa superficial del suelo. La textura determina la consistencia, porosidad, permeabilidad y facilidad de labranza de un suelo. Los valores mayores (85-100) se otorgan a suelos de textura mediana (limosos o lómicos y francos) debido a que estos suelos exhiben una consistencia media suave, toman el agua rápidamente, tienen buena capacidad retentiva de agua, son friables y de fácil labranza. Los suelos de textura arcillosa reciben valores entre 50 a 90 por ciento, mientras que los suelos arenosos presentan valores entre 30 a 80 por ciento y los

suelos con alto contenido de rocas y gravilla de 10 a 70 por ciento. Los valores bajos para los suelos pedregosos o con alto contenido de grava se deben a la interferencia de estos materiales en las operaciones de labranza y la baja capacidad del suelo para retener el agua. La calificación para estos suelos puede variar dentro del rango antes descrito de acuerdo al contenido de piedras o grava que presente el mismo. A mayor cantidad de estos materiales menor será la calificación para este suelo dentro del factor B.

El factor C evalúa la pendiente del suelo. La pendiente determina el uso del terreno. Suelos con pendientes pronunciadas no pueden ser labrados mecánicamente, dificultando de esta forma, el proceso de limpieza y preparación del terreno. Por otra parte, estos suelos presentan un alto potencial erosivo y requieren de manejo especial. Dos criterios se utilizan para determinar el valor de C: la pendiente del terreno y la complejidad de la pendiente. Los suelos con pendientes casi plana (0-2%) reciben un valor de 100 y los suelos con pendientes abruptas (>45%) reciben valores de 5-30. El valor es menor mientras más pronunciada es la pendiente.

El factor X incluye propiedades del suelo que pueden ser modificadas por manejo. Mientras mejores son las características del suelo más alto el valor. A mayor número de características negativas menor el valor del factor X.

TABLA 4: RANGO DE LOS SUELOS BASADO EN LAS CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL

Grupo de perfil del suelo	Número de grupo	Desarrollo del suelo	Topografía	Factor A del perfil
No desarrollado	I	Suelos secundarios sin horizonte argílico	Llana o de pendiente muy ligera	100
Ligeramente desarrollado	II	Suelo secundario ligeramente desarrollado	Pendiente muy ligera a ligera	95-100
Moderadamente desarrollado	III	Horizonte argílico moderadamente desarrollado	Terrazas	80-95
Suelo secundario bien desarrollado	IV	Horizonte argílico bien desarrollado	Antiguo lecho aluvial	40-80
Suelos maduros con presencia de capas endurecidas	V	Presencia de capas endurecidas	Antiguo lecho aluvial	5-80
Suelo con subsuelo denso sobre material consolidado	VI	Estrato duro sobre el substrato	Terrazas más antiguas	40-80
Suelos primarios desarrollados sobre rocas ígneas	VII	Formado <i>in situ</i> sobre rocas ígneas	Suelos de altura, lomas, ondulado, pendientes escarpadas	10-90
Suelos primarios sobre roca sedimentarias duras	VIII	Formado <i>in situ</i> sobre rocas sedimentarias duras	Suelos de altura, lomas, ondulado, pendientes escarpadas	10-100
Suelos primarios sobre material sedimentario blando	IX	Formado <i>in situ</i> sobre rocas sedimentarias blandas	Suelos de altura, lomas, ondulado, pendientes escarpadas	20-90

Una vez analizados todos los factores para la serie de suelo estudiada, se clasifica en una de las seis categorías o grados de suelos. La gradación en el Índice de Storie es:

- Grado 1** - excelentes para la agricultura (80-100). Los suelos del grado I son adecuados especialmente para las plantas de raíces profundas.
- Grado 2** - buenos para la agricultura (60-79). Los rendimientos son generalmente buenos a excelentes
- Grado 3** - adecuados para la agricultura (40-59). Generalmente son de buena calidad, con una variación menos amplia de bondad que los grados I y II.
- Grado 4** - pobres para la agricultura (20-39). Suelos con poca amplitud de posibilidades agrícolas
- Grado 5** - muy pobres para la agricultura (10-19). Suelos de uso limitado, generalmente se utilizan para pastos por sus condiciones adversas de escasa profundidad o irregularidad de la superficie.
- Grado 6** - suelos no agrícolas (<10). Usualmente tierras pedregosas y escabrosas.

En adición a la utilización del método Storie, se utilizó como referencia las Unidades de Capacidad asignadas por el Servicio de Conservación de Suelos². Como fuera discutido anteriormente, este sistema agrupa los suelos de acuerdo a sus limitaciones cuando es usado para cultivo intensivo, el riesgo a daños cuando son utilizados y la manera en que estos responden a los tratamientos. Este sistema no toma en cuenta otros factores como: la pendiente, profundidad y otras características que el método Storie considera. Esta información generada por el NRCS permite validar los valores o resultados obtenidos utilizando el Índice de Storie.

² U.S. Department of Agriculture, Soil Conservation Service. Soil Survey of Humacao Area of Puerto Rico. 1978.

VII. POTENCIAL AGRÍCOLA DE LOS SUELOS

Los suelos Candelero, Cayagua y Lirios (CdC2, CgC2 y LoC2) presentan unidades de capacidad de IIIw-2, IIIe-2 y IIIe-6, respectivamente. De acuerdo a las unidades de capacidad en las que fueron clasificados, éstos presentan severas limitaciones que reducen los cultivos a ser sembrados y requieren prácticas de conservación especiales para el desarrollo de actividades agrícolas. La unidad de capacidad para el suelo Cayagua (CgD2, IVe-2), clasifica el suelo con muchas limitaciones severas que restringen los cultivos a ser sembrados y requieren manejo especial para evitar el peligro de erosión existente en el predio. La serie Pandura (PaE2, VIe-3), fue clasificada como suelos con severas limitaciones que los hacen no deseables para cultivo y limitan su utilización para pastos, bosques o vida silvestre, además están sujetos a erosión severa, lo que los hace no aptos para el desarrollo de cultivos. Con excepción de la serie Candelero, todas las series de suelo existentes en el área del embalse y la planta de tratamiento propuesta están susceptibles a erosión severa, si al ser cultivados no son protegidos con una cubierta vegetativa permanente. Para minimizar estas limitaciones en el predio se recomienda una reducción o selección concienzuda en el número de cultivos que pueden ser desarrollados en éstos suelos y proveer un manejo cuidadoso de los mismos. Aunque los suelos Candelero presentan suelos profundos, el pobre desagüe y la poca capacidad de agua disponible de éstos, los convierte en suelos poco adecuados para cultivos que requieren labranza.

El alto potencial de erosión de los suelos presentes en el predio propuesto limita su uso para cultivos limpios. La erosión causaría una reducción en la capacidad productiva de éstos suelos. Además, los sedimentos, nutrientes y plaguicidas transportados por la escorrentía podrían llegar al cauce del Río Valenciano, propiciando un deterioro ambiental en este ecosistema. El mejoramiento y producción de pastos es la mejor alternativa de uso para estos terrenos debido a la protección que una cobertura vegetal permanente ofrece para reducir los riesgos de erosión.

Para conocer el potencial de los suelos en el área utilizando la producción de pastos como alternativa se utilizaron los valores promedio en el rendimiento de las principales variedades de pastos mejorados. La **Tabla 5** muestra las variedades de pastos recomendadas por el NRCS y su rendimiento para cada una de las series de suelo.

TABLA 5: RENDIMIENTO PROMEDIO ESTIMADO POR ACRE DE PASTOS

Suelo	Yerba Estrella Pangola (UAM)		Yerba Guinea (UAM)		Yerba Pará (UAM)		Yerba Merker (UAM)	
	A	B	A	B	A	B	A	B
Candelero	18	24	--	--	18	24	50	60
Cayagua (Cgc2)	18	24	--	--	--	--	50	60
Cayagua (CgD2)	18	24	--	--	--	--	50	60
Lirios	18	24	--	--	--	--	40	60
Pandura	7	11	--	--	--	--	24	40

AUM –(Unidades animales por mes, por sus siglas en inglés)

A –(Rendimiento bajo manejo común)

B –(Rendimiento bajo manejo intensivo)

Utilizando la Yerba Merker como pastos mejorados en los suelos estudiados se logra un rendimiento promedio entre 50 a 60 UAM (unidades animal por mes) en los suelos Candelero y Cayagua, bajo prácticas de manejo comunes y mejoradas. El suelo Pandura presenta el menor rendimiento de todos los suelos presentes en el área. La **Tabla 5** muestra los rendimientos para cada condición. La columna A de cada yerba muestra el rendimiento bajo manejo común, mientras la columna B muestra el rendimiento bajo manejo mejorado. Esta unidad (UAM) representa el número de meses que puede un acre del predio seleccionado proveer forraje para una unidad animal (una vaca, un caballo, una mula, cinco cerdos o siete cabras). Bajo las presentes condiciones de manejo, donde no se aplican fertilizantes para suplir nutrimentos a los pastos, y no existen variedades de pastos mejorados, los rendimientos estimados para el área estudiada es de 1 unidad animal/cuerda/mes. El pastoreo intensivo en terrenos de baja producción de forraje, la concentración

excesiva de animales por cercado y el paso de los animales dentro de los ríos y quebradas son algunas de las actividades principales que pueden amenazar la calidad de los recursos.

VIABILIDAD DE LOS SUELOS EN EL ÁREA

El estudio de viabilidad de los suelos para el desarrollo de actividades agrícolas estará enfocado en los terrenos donde se propone ubicar el desarrollo del embalse y la planta de filtración, ver (Figura 1). El potencial agrícola de los suelos, según el Índice de Storie se indica en la **Tabla 6**.

TABLA 6. POTENCIAL AGRÍCOLA DE LOS SUELOS PRESENTES EN EL PROYECTO.

Serie de Suelo	Área* %	A %	B %	C %	X %	Índice Storie %	Grados Storie	NRCS
Candelerio (CdC2)	41.96	80	100	80	40	25.6%	4	IIIw-2
Cayagua (CgC2)	24.82	80	95	90	50	34.2%	4	IIIe-2
Cayagua (CgD2)	22.17	80	95	80	50	30.4%	4	IVe-2
Lirios (LoC2)	0.23	80	90	95	70	47.8%	3	IIIe-6
Pandura (PaE2)	7.89	80	100	70	60	33.6%	4	VIe-3

*PORCENTAJE APROXIMADO DE OCUPACIÓN DE CADA SERIE DE SUELO EN LOS TERRENOS OBJETO DEL ESTUDIO. EL 2.9% DEL ÁREA PROPUESTA PARA EL DESARROLLO DEL EMBALSE ESTÁ CUBIERTA POR AGUA.

Del total de cuerdas a ser utilizadas en el proyecto casi el 100 por ciento de estas están clasificadas bajo el Grado 4 del Índice de Storie. De acuerdo a esta clasificación, los suelos bajo las series Candelerio, Cayagua, y Pandura, son considerados como suelos con poca amplitud de posibilidades agrícolas, ya que están en el rango entre 20 y 39 por ciento en el Índice de Storie. La serie Lirios fue clasificada como Regular (Grado 3); los cuales son considerados de buena calidad, con una variación menos amplia de bondad que los Grados 1 y 2.

El USDA-NRCS, mediante su sistema de clasificación de suelos, catalogó estos suelos con serias limitaciones para su desarrollo agrícola. Entre las limitaciones que restringen su uso agrícola se pueden mencionar: el alto potencial de erosión debido a

sus pendientes pronunciadas, profundidad moderada y fuertemente ácidos. Por otra parte, las pendientes pronunciadas hacen de estos suelos unos poco mecanizables. Los suelos no mecanizables (suelos en los cuales no se puede utilizar maquinaria para su preparación) representan un inconveniente en la agricultura en la Isla. Estos suelos no son fáciles de manejar y se debe recurrir a su labranza de forma manual, incrementando considerablemente los costos de producción, haciendo de éstos unos suelos no deseados para el desarrollo de cultivos limpios u hortícolas.

Para las series de suelo presente en el área estudiada, el encalado y la aplicación de fertilizantes puede mejorar las características de acidez y baja fertilidad. No obstante, debido a los costos de aplicación, el carácter erosivo de los suelos y la posible contaminación del cuerpo de agua (Río Valenciano), es necesario se implanten practicas de conservación para el manejo cauteloso e intensivo de estos suelos si se decide utilizar cultivos limpios. Entre las medidas de conservación que pueden ser desarrolladas para estos suelos, se pueden mencionar las zanjas de ladera, franjas de amortiguamiento, cultivos al contorno y barreras vegetativas. En fincas con poca cabida el uso de estas alternativas compromete el área disponible para siembra reduciendo el área efectiva de siembra. En el área bajo estudio se pudo observar parte del área disponible para siembra esta sumamente limitada y fragmentada por el desarrollo residencial, lo que reduce aun más el potencial agrícola del sector. Las características descritas por el USDA-NRCS, sustentan los resultados obtenidos según el Índice de Storie para las series de suelo antes descritas, resultando en un número reducido de alternativas agrícolas para el predio.

VIII. ACTIVIDADES AGRÍCOLAS EXISTENTES

Durante las visitas de campo se pudo observar que la mayor parte del área propuesta y áreas circundantes han sido objeto de algún uso agrícola. Algunas de las colindancias están cercadas, lo que indica que el área ha sido utilizada para actividades de pastoreo de ganado (caballos, vacas y/o cabras). Se observó ganado de carne pastando en el área (ver **Apéndice A**). No se observaron prácticas de ganadería intensiva, sólo de forma artesanal o pasatiempo.

Las empresas basadas en animales forrajeros constituyen uno de los renglones más importantes de la agricultura de la Isla. El manejo adecuado de los recursos es esencial para aumentar la producción de forraje y mantener la calidad de los abastos de agua. De ésta manera se puede mantener la producción animal a la vez que se protege el ambiente.

Otra de las actividades agrícolas presentes en el área es las siembras de plátano y guineo. Al igual que las actividades de ganadería, éstas son realizadas en los remanentes de las áreas desarrolladas para uso residencial. Siembras de carácter comercial no fueron observadas.

Las áreas utilizadas para agricultura no presentan prácticas de conservación, por lo que se encuentran en deterioro, principalmente debido a la erosión, ya que zanjas o canales formados por la escorrentía pudieron ser observados. Al momento, estos terrenos una vez se erosionaron, dejaron de utilizarse y fueron colonizados por yerbajos de bajo rendimiento y palatabilidad para el ganado. Como resultado, estos terrenos terminan siendo utilizados como áreas para pastos, pero no se han concretizado esfuerzos para mejorarlos. Para mejorar estos pastos, es necesario encalar los suelos para reducir la acidez, aplicar fertilizantes, controlar la erosión o el flujo laminar a través del predio, sembrar variedades mejoradas y adoptar mejores prácticas de manejo de las pasturas (ver **Capítulo 9**, sección Prácticas de Conservación para Desarrollo Agrícola). Los costos de establecer pasturas mejoradas se indican en la **Tabla 7**.

Para los suelos presentes en el área, el desarrollo de pastos mejorados representa un costo mayor a los descritos en la **Tabla 7**, ya que presentan pendientes pronunciadas o escarpadas imposibilitando la utilización de maquinaria agrícola para su labranza. Estos estimados no incluyen los costos relacionados al desarrollo de infraestructura (riego, construcción de estructuras para almacenaje de fertilizantes, plaguicidas y equipo necesario para siembra).

TABLA 7: COSTOS APROXIMADOS (\$/ACRE) DE ESTABLECER PASTOS PARA MANEJO INTENSIVO³

OPERACIÓN	UNIDAD	COSTO
Limpieza y preparación del terreno con maquinaria	\$12.00/hr	48.00
Fertilización (1 ton @ \$13.50/qq)	13.50/qq	270.00
Encalado	5.00/ton	10.00
Costo de labor + 21% beneficios marginales	4.50/hr	86.40
Siembra (por semillas)	4.50/hr	86.40
Control de yerbajos, resiembra, reparación de cercas	4.50/hr	172.80
Plaguicidas	2 galones	<u>180.00</u>
	TOTAL	\$853.60

³ Algunos de estos costos son subsidiados por agencias del gobierno estatal o federal y por ende el costo real al agricultor puede ser menor

IX. POSIBLES ALTERNATIVAS AGRÍCOLAS

A continuación se describen algunas de las alternativas agrícolas que pudieran ser desarrolladas en los suelos antes descritos, esto a pesar de las pobres cualidades de éstos para el desarrollo de cultivos o actividades agropecuarias en el predio.

Contrario a las limitaciones descritas anteriormente hay otras prácticas agrícolas que podrían ser viables para estos terrenos, como los cultivos hidropónicos, algunas industrias pecuarias y cultivos con riego por goteo. A estos cultivos se le proveen los nutrientes necesarios a las plantas para su desarrollo en aquellas áreas que presentan pendientes moderadas y donde los riesgos a erosión son mínimos. Los suelos Cayagua (CgC2, 5-12 y CgD2, 12-20), Lirios (LoC2, 3-10) y Pandura (PaE2, 12-40) son susceptibles a erosión y presentan pendientes pronunciadas, por lo que un manejo especial es necesario si se quiere desarrollar estas actividades en el predio. Los posibles usos agrícolas para los suelos Candeleró, están condicionados por las características edáficas presentes (drenaje del área). A continuación se describen algunas de las alternativas agrícolas más comunes que pudieran ser desarrolladas para estos suelos.

GANADO LECHERO Y DE CARNE

La industria lechera es la principal actividad agrícola en el Municipio de Juncos⁴. Para el año 2002, el valor devengado por esta actividad fue de \$4,508,551 dólares, representando un 65 por ciento del valor total de las actividades agrícolas presentes para el municipio. La segunda actividad es la producción de ganado de carne, con un total de \$1,498,764 dólares. Esta industria es influenciada por la actividad lechera, ya que los animales que no son aptos para la producción de leche son utilizados para la producción de carne. El uso de los terrenos para la producción de ganado de leche podría estar limitado por la ausencia de cuotas de producción de leche, sin la cual la rentabilidad de cualquier vaquería es muy baja. Sin embargo, se puede considerar el uso del terreno para ganado de carne, aunque el mismo está limitado por la extensión de terreno, la cual es una limitación en este caso en particular por la fragmentación de

⁴ Según Censo Agrícola 2002, realizado por el USDA y el Servicio de Estadísticas Agrícolas de Puerto Rico

terrenos en el área. Para lograr una producción rentable de ganado de carne se necesitan grandes extensiones de terreno, ya que la precipitación es moderada y la producción de forraje en el área es mínima.

Utilizando el área estudiada bajo la condición de los pastos existentes, se requiere un área mayor para mantener un animal o un menor número de animales puede ser mantenido por finca. Esto hace importante aumentar los niveles de producción de los pastos y de esta forma aumentar la capacidad de pastoreo. La capacidad de pastoreo bajo las presentes condiciones de manejo es de una vaca por acre. Con manejo intensivo, para Yerba Merker, éste se puede aumentar a 5 vacas/acre, lo cual representa un ingreso bruto para el agricultor de \$646.25 por vaca llevada al matadero (1,100 libras/vaca x 0.47 peso de la canal = 517 libras de peso mercadeable x \$1.25/lb = \$646.25⁵). Toma alrededor de 30 meses para crecer el ganado al peso mercadeable. Si los predios que componen el área de estudio fueran utilizados para la ganadería, cada año el agricultor podría vender 2 vacas/acre, lo cual representa un ingreso de \$1,292.50/acre/año. Este precio por carne de res, no representa un margen de ganancia para el agricultor, que justifique el mejorar sus pastos. Como fuera mencionado en el capítulo anterior, el costo aproximado de establecer pastos mejorados es de \$853.60 por acre, sin incurrir en gastos capitales de infraestructura y adquisición de las tierras. Este costo inicial de mejoramiento de pastos, comparado con el bajo costo de la carne de res en el país, hacen de esta actividad una poco rentable debido a los altos costos de establecimiento y mejoramiento de las características existentes del área.

PRODUCCIÓN DE PLÁTANOS

El cultivo de plátanos, cultivo medianamente importante del área este de Puerto Rico, requiere suelos de buen desagüe, puesto que los farináceos no toleran condiciones de inundación aún por periodos cortos. Por otra parte, deben existir facilidades de riego existentes para suplir la alta demanda de agua necesaria para el desarrollo adecuado de éste tipo de cultivo. El pobre drenaje y baja permeabilidad de los suelos Candelero no presenta características idóneas para el desarrollo de esta actividad. No obstante,

⁵ Desglose de costos confirmado mediante comunicación telefónica con personal del Departamento de Agricultura, Mayagüez.

la precipitación en el área es moderada, por lo que el desarrollo de una infraestructura de riego no es imprescindible.

Entre los cultivos agrícolas recomendables para el área bajo estudio, se encuentra la producción de plátanos. Según el censo agrícola para Puerto Rico (2002), la cabida de terrenos con potencial agrícola es de 690,687 cuerdas de las cuales se cultivaron 453,091 cuerdas para representar el 65.6 por ciento del total de las cuerdas destinadas para producción. Del total de cuerdas cultivadas, unas 26,582 cuerdas se destinaron al cultivo del plátano registrando ventas ascendentes a \$22,538,646 dólares que representan el 19 por ciento del ingreso bruto generado por los cultivos agrícolas. Para el Municipio de Juncos no se desglosan los valores generados para el año 2002 ni el número de fincas utilizadas para este cultivo, no obstante, para el 1998 se estimó la venta de plátanos en unos \$67,914 dólares.

El plátano puede sembrarse en cualquier época del año si la lluvia es 65 pulgadas o más, está bien distribuida o existen facilidades de riego en el área. Este cultivo requiere de suelos profundos, sueltos y de buen desagüe. Sin embargo se ha demostrado que crece bien en los suelos rojos y de baja fertilidad como lo son los suelos de la altura húmeda de P.R. Se recomienda hacer siembras escalonadas para que haya producción durante todo el año, en donde la distancia de siembra entre plantas debe ser de 6 pies x 6 pies ó de 6 pies x 7 pies para un total de 1,175 y 1,000 plantas por cuerda respectivamente. En suelos inclinados con pendientes irregulares la erosión puede ser un factor que limite el rendimiento del cultivo y aumenta las posibilidades de contaminar cuerpos de agua dado al aumento en la escorrentía de fertilizantes y plaguicidas. Como fuera discutido anteriormente, los tipos de suelos presentes en el área de estudio presentan pendientes entre 5 a 40% de declive y son susceptibles a erosión; con la excepción de los suelos Candelero; por lo tanto se recomienda utilizar el sistema de ahoyado de semillas al contorno para sembrar y controlar las malezas mecánicamente o con herbicidas y de esta forma reducir los problemas asociados con la erosión. Prácticas de conservación como la rotación de cultivos, la labranza de conservación, las zanjas de ladera y barreras vegetativas son algunas de las prácticas recomendadas por el NRCS para el control de erosión (ver **Capítulo 9**).

Los suelos en el área de estudio poseen una fertilidad natural media lo que sugiere la utilización moderada de fertilizantes para obtener buenos rendimientos, pero de esta forma se aumentan los costos de producción por cuerda. La **Tabla 8** muestra los costos e ingresos aproximados para la producción de plátanos en la Isla.

TABLA 8. COSTOS E INGRESOS APROXIMADOS DE PRODUCIR PLÁTANOS INTENSIVAMENTE EN LA ZONA MEDIANÍA DE PUERTO RICO UTILIZANDO UNA DENSIDAD DE 1,175 PLANTAS POR CUERDA.

Partida	Unidad	Cantidad	Valor (\$)
Gastos			
Mano de obra ¹			
Saque y preparación de la semilla	hombres-día	9	225.00
Ahoyado	“ “	8	200.00
Encalado	“ “	2	50.00
Siembra	“ “	6	150.00
Resiembra	“ “	2	50.00
Aplicaciones de herbicidas	“ “	4	100.00
Aplicaciones de herbicidas granulados	“ “	2	50.00
Abonamiento	“ “	4	100.00
Cosecha	“ “	10	250.00
Tareas misceláneas	“ “	2	<u>50.00</u>
Total mano de obra			1,225.00
Materiales			
Abono (10-2-25-3)	quintales	28	360.00
Nematicidas-Insecticidas ²	libras	150	500.00
Herbicidas ³	galones	2	135.00
Carbonato Calizo	toneladas	2	<u>10.00</u>
Total materiales			1,005.00

¹ Jornales a \$25.00 por día.

² Dos aplicaciones, una al sembrar y otra 4 a 6 meses después. El costo del material y mano de obra se pueden reducir a \$330.00 por cuerda si el agricultor se acoge al programa de incentivos del Departamento de Agricultura.

³ Cuatro aplicaciones por año.

COSTOS E INGRESOS APROXIMADOS DE PRODUCIR PLÁTANOS INTENSIVAMENTE EN LA ZONA MEDIANÍA DE PUERTO RICO UTILIZANDO UNA DENSIDAD DE 1,175 PLANTAS POR CUERDA. (CONTINUACIÓN)

Partida	Unidad	Cantidad	Valor (\$)
Otros gastos			
Desmonte y preparación Terreno con máquina (A.S.D.A)			70.00
Uso o alquiler del terreno (Aut. Tierras)			80.00
Aspersiones contra la sigatoka, A.S.D.A. ⁴	Aplicaciones (\$10.00/aplicación)	12	120.00
Seguros (estado, social y desempleo), bono de navidad y vacaciones ⁵			300.00
Seguro de la plantación ⁶			95.00
Intereses de refacción ⁷			148.00
Otros gastos misceláneos			<u>50.00</u>
Total otros gastos			<u>863.00</u>
Total de gastos			3,093.00
Ingresos			
Venta de plátanos ⁸	Frutas	37,600	4,136.00
Ganancia neta⁹			\$1,043.00

⁴ A base de \$10.00 por aplicación.

⁵ Alrededor del 24.5% del gasto de mano de obra.

⁶ El seguro cubre el 65% de la plantación (1,175 plantas) a un costo de \$2.30 por cada \$100.00 asegurados.

⁷ La mitad de \$2,950.00 al 10% de interés.

⁸ Cosecha de 940 racimos (80% de las plantas) con una media de 40 frutas por racimo, vendidas a \$110.00 el millar de frutas.

⁹ La ganancia neta podría aumentar en alrededor de \$3243.00 adicionales si se toma en cuenta el reembolso por pago suplementario a razón de \$7.00 por hombre-día usado en mano de obra.

Los costos descritos anteriormente en la **Tabla 8** no incluyen los gastos asociados al desarrollo y mantenimiento de una infraestructura de riego. Por otra parte, el rendimiento o ganancia neta puede disminuir dependiendo de la adaptabilidad del cultivo al área.

PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN PARA DESARROLLO AGRÍCOLA

Durante los últimos años se han desarrollado un conjunto de nuevas prácticas que permiten el desarrollo de suelos con baja fertilidad, susceptibles a erosión o que no presentan características para el desarrollo de actividades agrícolas. Como fuera mencionado anteriormente, el uso de zanjas de ladera, barreras vegetativas, cultivos al contorno, desagües protegidos y manejo de residuos de cosecha son algunas de las prácticas que pueden ser utilizadas para controlar la escorrentía y erosión en los suelos. Estas alternativas permiten un rendimiento mayor del cultivo y facilitan la industrialización del mismo. No obstante, su implantación conlleva una aportación económica sustancial durante los primeros años, además de requerir con el apoyo de los agricultores los cuales ya tienen estilos de operación que no necesariamente protegen la calidad de sus suelos. Estos factores limitan su utilización y establecimiento en la Isla. En la actualidad no existen valores promedio que describan el costo de utilización de estas alternativas para un cultivo en específico. El bajo costo de los productos agrícolas, escasez en la mano de obra, y el alto grado tecnológico que envuelven son algunos de los factores negativos cuando se utilizan. A continuación se describen las diferentes técnicas y sus beneficios ambientales y económicos:

Zanjas de ladera

Las zanjas de ladera son canales pequeños que se construyen al contorno del terreno para acortar la distancia o largo del predio y disponer de la escorrentía. Entre los beneficios que estas prácticas imparten a las actividades agrícolas se puede mencionar, una reducción de la erosión y transporte de sedimentos fuera del predio y a cuerpos de agua, conducen el agua de forma controlada a desagües protegidos, reducen la escorrentía, aumentan la infiltración de agua, facilitan la aplicación de

fertilizantes y plaguicidas, el recogido de la cosecha y el establecimiento de otras prácticas agrícolas.

Algunos de los requisitos para la construcción y utilización de esta práctica de conservación se encuentran los siguientes:

- Las zanjas de ladera pueden ser construidas en suelos con la profundidad adecuada y que sean resistentes a la fuerza erosiva del agua.
- Su construcción no es recomendada en suelos arenosos y poco profundos.
- La distancia entre zanjas puede variar entre 20 a 50 pies, dependiendo del grado de inclinación presente en los suelos. A mayor inclinación menor debe ser la separación entre zanjas.
- Al final de cada zanja se debe proveer un área protegida con vegetación u otro material que resista la erosión y que pueda disponer efectivamente la escorrentía.
- El uso de maquinaria agrícola para la construcción de zanjas se debe limitar a los terrenos que sean semillanos y profundos y la textura no sea arenosa o con un contenido de arcilla alto.
- Las operaciones de labranza cerca de los bordes de las zanjas deben evitarse para reducir el riesgo de debilitarlas.

Barreras Vegetativas

Las barreras vegetativas son hileras de plantas al contorno, que interceptan y reducen la velocidad de la escorrentía, filtran los sedimentos y controlan la erosión de terrenos inclinados. Entre los beneficios que estas prácticas imparten a las actividades agrícolas se puede mencionar, la conservación de la capa fértil del suelo, mejoran la fertilidad natural del suelo, reducen la cantidad de sedimentos que llega a los cuerpos de agua, dispersan uniformemente la escorrentía, evitan la erosión y proveen refugio y alimento para la vida silvestre.

Algunos de los requisitos para la construcción y utilización de esta práctica de conservación se encuentran los siguientes:

- Las barreras se pueden establecer en cualquier terreno inclinado, aún aquellos con limitaciones para establecer las zanjas de ladera.
- La planta seleccionada se debe adaptar a los suelos de la finca, el clima y tener las características de crecer en forma erecta y abundante. Una de las plantas más recomendadas es “vetiver”, mejor conocida como pacholí.
- El ancho mínimo de las barreras es de 12 pulgadas.

- Debido a que la infiltración de agua aumenta, los fertilizantes y plaguicidas se deben aplicar apropiadamente para evitar la contaminación del agua subterránea.
- Al igual que las zanjas de ladera, la distancia entre una barrera y la otra puede variar entre 20 a 50 pies dependiendo de la inclinación del terreno. La separación es menor a mayor inclinación de la ladera.
- Use desagües protegidos en áreas donde la esorrentía sea excesiva.

Cultivos al contorno

Utilizando esta práctica de conservación se prepara y se siembra el terreno siguiendo las curvas o relieve natural del terreno, en lugar de realizarse en línea de arriba hacia abajo de la ladera. Entre los beneficios que estas prácticas imparten a las actividades agrícolas se puede mencionar, la conservación de la capa fértil de los predios y la calidad del agua, aumentan el agua disponible para las plantas y facilita el establecimiento y manejo de otras prácticas, por ejemplo sistemas de riego por goteo.

Algunos de los requisitos para la construcción y utilización de esta práctica de conservación se encuentran los siguientes:

- Los surcos al contorno acortan el largo del predio y reducen la fuerza erosiva del agua.
- La inclinación de los surcos puede variar con el tipo de suelo, las ondulaciones en el terreno, la distancia entre surcos y las prácticas de cultivo.
- Es una de las prácticas más sencillas y económicas para instalar y manejar.
- En suelos muy inclinados, es necesario establecer prácticas adicionales, como las zanjas de ladera o las barreras vegetativas, para controlar la esorrentía en exceso.
- Use desagües protegidos en áreas donde hay abundante esorrentía.

Desagües protegidos

Un desagüe protegido es un canal natural o construido que tiene el tamaño adecuado para disponer la esorrentía y la suficiente protección para resistir la fuerza erosiva de la esorrentía. Entre los beneficios que estas prácticas imparten a las actividades agrícolas se puede mencionar, permiten la disposición adecuada de esorrentía, evitan

la formación de cárcavas, filtran parte de los contaminantes adheridos a los sedimentos, proveen refugio y alimento para la vida silvestre de la finca.

Algunos de los requisitos para la construcción y utilización de esta práctica de conservación se encuentran los siguientes:

- La salida del desagüe se debe proteger de la escorrentía.
- Se debe controlar la erosión en los alrededores del desagüe para prevenir la sedimentación.
- Prepare los surcos para siembra en dirección hacia el desagüe, dejando sin surcar una franja de terreno antes del borde del desagüe para evitar que se formen canchales.

ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA DESARROLLO AGRÍCOLA

Cultivos Hidropónicos

La alternativa de producción utilizando cultivos hidropónicos surge como una alternativa al deterioro progresivo del suelo y de las zonas de producción hortícola en general, además de la contaminación por fungicidas y la salinidad de los suelos cada vez mayor. El cultivo hidropónico en su concepción más amplia, engloba a todo sistema de cultivo en el que las plantas completan su ciclo vegetativo sin la necesidad de emplear suelo, suministrando la nutrición hídrica y la totalidad o parte de nutrición mineral mediante una solución en la que van disueltos los diferentes nutrientes esenciales para su desarrollo. El concepto es equivalente al de “cultivo sin suelo”. Esta técnica, de tener perfectamente controladas las variables de cultivo, permite la obtención de una mayor cantidad de producto con el consumo mínimo de agua y fertilizantes. Sin embargo, la elevada tecnificación que exige la implantación de técnicas hidropónicas implica una inversión económica bastante considerable. Para que exista rentabilidad, los cultivos deben mantener una producción, calidad y precio de mercado sostenidos. Este último aspecto es uno que tiene grandes limitaciones en Puerto Rico ya que los productos que provienen del exterior acaparan el mercado

local por sus bajos precios promoviendo que los agricultores locales compiten contra gigantes extranjeros en la oferta.⁶

Riego por Goteo

Otro método que puede utilizarse en suelos agotados y de pobres propiedades para la agricultura es el riego por goteo. El riego por goteo es un método de aplicación de agua, nutrientes y agroquímicos directamente a la zona radicular de las plantas en proporción controlada, lo que le permite obtener máximos resultados, minimizar el uso del agua y otros recursos. El riego por goteo es una herramienta de manejo, que cuando se opera correctamente, minimiza el estrés en la planta. Con un buen diseño, instalación y manejo adecuado del sistema, se pueden obtener resultados muy favorables como incremento en la producción, cultivo de mayor calidad, ahorro de consumo de agua y energía, ahorro en la utilización de fertilizantes y agroquímicos, reducción en el lavado de suelo y drenaje y menor incidencia de malezas. Al igual que el cultivo hidropónico este sistema requiere de una inversión económica bastante considerable al momento de comenzar este tipo de empresa.

Los métodos antes descritos deben ser analizados de acuerdo al cultivo seleccionado y su adaptación al área bajo estudio. Estos métodos han sido utilizados en suelos sin ningún o con poco declive, por lo que su adaptación al área propuesta debe ser analizada en términos de costo y posibles ingresos, una vez comenzadas las actividades agrícolas.

⁶ Ley Núm. 167 Para adicionar la Sección 1040F al subtítulo A de la Ley Núm. 120 del 1994: Código Rentas Internas.

X. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Luego de haber analizado los suelos y las características presentes en el área propuesta para el desarrollo del Embalse Valenciano, se pueden mencionar las siguientes conclusiones:

- 1) El Servicio de Conservación de Recursos Naturales (NRCS) mediante su sistema de clasificación de suelos, catalogó estos suelos como suelos con severas limitaciones para su desarrollo agrícola.
- 2) El área propuesta presenta características que dificultan el desarrollo de cultivos agrícolas tradicionales, debido a la composición de los suelos, pobre drenaje, las pendientes pronunciadas y el alto potencial erosivo de los suelos.
- 3) Casi el 100 por ciento de los terrenos en el área estudiada (de acuerdo a la metodología de Storie) presenta suelos con pobre potencial agrícola y su uso está limitado para pastos, bosque, hábitat silvestre o relacionado a usos no agrícolas. Estas limitaciones responden, en los suelos Cayagua y Pandura, los cuales poseen pendientes pronunciadas y un alto potencial de erosión cuando no están protegidos por una cubierta vegetal permanente. La serie Candelero presenta severas limitaciones por su exceso de agua.
- 4) La serie Lirios (LoC2) ocupa menos de un 1 por ciento del predio y se clasificó bajo el Grado 3 en el Índice de Storie, o suelos adecuados para la agricultura.
- 5) El mejoramiento y producción de los pastos existentes en el área es la mejor alternativa para el manejo y uso de estos terrenos, aunque no sea la alternativa con mayor rendimiento económico. Esta práctica no es económicamente viable debido a los costos relacionados con el manejo intensivo de los mismos y la poca extensión de terreno mecanizable en el área.
- 6) Entre las alternativas agrícolas recomendadas para el predio, la que presenta mejor viabilidad económica para su desarrollo es el cultivo de plátanos. Utilizando una densidad de 1,175 plantas, la ganancia neta por cuerda es de aproximadamente \$1,043 dólares.

7) El desarrollo de empresas agrícolas utilizando sistemas de hidroponía o riego por goteo podrían representar una alternativa para el área propuesta, no obstante se deben analizar los diferentes cultivos y el mercado actual que justifiquen los altos costos de inversión inicial relacionados a esta tecnología.

RECOMENDACIONES

Luego de haber analizado los suelos y las características presentes en el área propuesta, se pueden mencionar las siguientes recomendaciones:

- 1) Practicas de conservación de suelos deben ser implantadas, si se quieren desarrollar actividades agrícolas en el área bajo estudio.
- 2) Si el área descrita es utilizada para la construcción del Proyecto propuesto, se recomienda se implante un plan para el control de la erosión y sedimentación, debido a la naturaleza erosiva de estos suelos.
- 3) Durante la construcción y operación se recomienda se implante un plan de manejo y conservación de los suelos existentes, que incluya el desarrollo de áreas de amortiguamiento a lo largo de toda la periferia del embalse para controlar o reducir la entrada de sedimentos al cuerpo de agua a ser construido.
- 4) Se recomienda que de ser utilizados los suelos para el desarrollo propuesto, se construya al contorno del terreno para evitar al máximo la erosión y producción de sedimentos.
- 5) De no ser utilizada el área para el desarrollo propuesto, se recomienda que el área permanezca bajo cobertura vegetal natural, controlando de esta forma los peligros de erosión presentes en estos suelos.

XI. REFERENCIAS

Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. 1997. Guías de Reforestación para las Cuencas Hidrográficas de Puerto Rico. Comité Interagencial. Borrador Informe Final

Estación Experimental Agrícola- Colegio de Ciencias Agrícolas- Recinto Universitario de Mayagüez – Universidad de Puerto Rico, 1995, Conjunto tecnológico para la producción de plátanos y guineos.

Estación Experimental Agrícola- Colegio de Ciencias Agrícolas- Recinto Universitario de Mayagüez – Universidad de Puerto Rico, 2002, Guía para el reconocimiento de malezas comunes en zonas agrícolas de Puerto Rico.

Estación Experimental Agrícola- Colegio de Ciencias Agrícolas- Recinto Universitario de Mayagüez – Universidad de Puerto Rico, 2003. Updated Taxonomic Classification of the Soils of Puerto Rico, 2002

Storie, R.E. 1970. Manual de evaluación de suelos. Universidad de California, Berkeley, Calif. 225pp.

United States Department of Agriculture-Natural Resource Conservation Service, Caribbean Area, 2000, Manual de Conservación de Recursos Naturales-Enfoque Ambiental de la Agricultura, Puerto Rico

United States Department of Agriculture-Natural Resource Conservation Service, 1978, Soil Survey of Humacao Area, Puerto Rico

United States Department of Agriculture-Natural Resource Conservation Service, Guía para La Evaluación de Suelos y Valoración de Sitios.

United States Department of Agriculture, 2002, Agriculture Census for Puerto Rico

APÉNDICE A
Documentación fotográfica del área propuesta para desarrollo de
Embalse Valenciano



A-1. Predio propuesto para desarrollo Embalse Valenciano



A-2. Ganado de carne pastando en área de estudio



A-3. Fragmentación de terrenos para uso residencial



A-4 Fragmentación de terrenos para uso residencial



A-5. Río Valenciano aguas arriba área identificada para la construcción del Embalse Valenciano.



A-6. Vista aguas arriba Río Valenciano.



A-7. Siembra artesanal de plátanos y guineos (menos de una cuerda).



A-8. Vegetación existente y uso residencial del área estudiada.



A-9. Señales de erosión a lo largo del cauce del Río Valenciano.