

Deducción y Detección de Impactos Acumulativos, preparado por Félix A. Grana Raffucci, y fueron redactadas para ser utilizadas como el procedimiento uniforme dispuesto por el acuerdo interagencial del año 1994. No obstante, al día de hoy estas guías no han sido adoptadas por las agencias firmantes.

Según el Método Cualitativo para la Deducción y Detección de Impactos Acumulativos, los impactos acumulativos “se generan como consecuencia directa o indirecta de los impactos primarios y, por tanto, ocurren después de la aparición de los impactos primarios.” Por otro lado, se define impacto primario como “aquellos impactos evidentes y significativos que recibe un área o recurso como resultado de una actividad. El impacto primario es el primero que se nota o manifiesta.” Además, estas guías recomiendan la utilización de una metodología cualitativa la cual consiste de “acumulación de información sobre la actividad propuesta, la zona donde se llevaría a cabo, los recursos existentes en dicha zona y actividades de impactos pasados y la identificación teórica de todos los impactos actuales y futuros de la misma, preferiblemente a nivel de regiones topográficas o cuencas hidrográficas.”

Más aún, el Tribunal de Circuito de Apelaciones de Puerto Rico determinó en el caso *Frente Loiceños Unidos, et als. v. Junta de Calidad Ambiental, et als.*, KLRA00-00105, resuelto el 30 de abril de 2002, que “[d]icho análisis [acumulativo], dirigido a evitar la fragmentación del análisis ambiental de los proyectos, es igualmente aplicable a casos como el de autos, en los que no se trata propiamente de la fragmentación de

**un mismo proyecto, sino de proyectos independientes, pero íntimamente relacionados por razón de su localización en un área ambientalmente sensitiva.”** Según explica el Tribunal de Circuito de Apelaciones, la mera radicación de una consulta de ubicación es suficiente para que un proyecto tenga que ser considerado en el análisis de impactos acumulativos. Sin embargo, no aclara nada más en cuanto a la extensión y envergadura del análisis de los impactos acumulativos.

Por ende, no existiendo metodología precisa sobre la evaluación de los impactos acumulativos, el enfoque a utilizarse en el análisis de impactos acumulativos en la DIA-Preliminar es sobre infraestructura, flora y fauna, calidad del agua y aire, ruido, recursos culturales y estéticos.

#### **FORMULARIO PARA LA DETERMINACION CUALITATIVA DE LA POSIBILIDAD DE GENERACION DE IMPACTOS SECUNDARIOS**

Responda las siguientes preguntas haciendo una marca en el espacio correspondiente. Recordamos al evaluador que el cumplimiento de un proyecto con las normas y parámetros ambientales para Impactos Primarios no evita la capacidad de dicho proyecto para generar Impactos Acumulativos:

**SECCION I: BIODIVERSIDAD**

1. ¿Podría la acción propuesta afectar negativamente la condición de especies de flora o fauna amenazadas, en peligro de extinción o de valor económico o pesquero?

Operación:        Sí \_\_\_\_\_ No X

2. ¿Podría la actividad propuesta afectar negativamente la condición de hábitats naturales donde residan o se refugien especies de flora o fauna amenazadas, en peligro de extinción o de valor económico o pesquero?

Operación:        Sí \_\_\_\_\_ No X

3. ¿Podría la actividad propuesta afectar negativamente la condición de hábitats naturales de gran valor ecológico, tales como arrecifes de coral, praderas de yerbas marinas, manglares u otros tipos de humedales, cuerpos de aguas superficiales, bosques, playas, etc.?

Operación:        Sí \_\_\_\_\_ No X

4. ¿Podría la actividad propuesta incluir la introducción a Puerto Rico de especies exóticas de flora o fauna dañinas o indeseables?

Operación:        Sí \_\_\_\_\_ No X

5. ¿Contempla la actividad propuesta la aplicación de plaguicidas o fertilizantes a gran escala?

Operación:        Sí \_\_\_\_\_ No X

6. ¿Contempla la actividad propuesta la deforestación de un área o la desecación o relleno de cuerpos de agua y otros humedales?

Operación:        Sí \_\_\_\_\_ No X

7. ¿Podrían los efectos indeseables de esta actividad sobre especies de flora o fauna o sobre hábitats naturales extenderse más allá del área específica de la actividad?

Operación:        Sí \_\_\_\_\_ No X

8. ¿Podrían efectos indeseables de esta actividad sobre especies de flora o fauna o sobre hábitats naturales manifestarse luego de finalizada la actividad propuesta?

Operación:        Sí \_\_\_\_\_ No X

## **SECCION II: INTEGRIDAD DEL PAISAJE**

9. ¿Podría la actividad propuesta afectar negativamente el valor estético (la belleza) o turístico del lugar donde se llevará a cabo?

Operación:        Sí X No \_\_\_\_\_

10. ¿Podría la actividad propuesta afectar negativamente la topografía del lugar donde se llevará a cabo?

Operación:        Sí \_\_\_\_\_ No X

11. ¿Podría la actividad propuesta afectar negativamente la cubierta vegetal o los espacios abiertos del lugar donde se llevará a cabo?

Operación:        Sí X No \_\_\_\_\_

12. ¿Podrían los efectos indeseables de esta actividad sobre la belleza, la topografía, cubierta vegetal o espacios abiertos extenderse más allá del área específica de la actividad?

Operación:        Sí \_\_\_\_\_ No X

13. ¿Pudieran efectos indeseables de esta actividad sobre la belleza, la topografía, cubierta vegetal o espacios abiertos manifestarse luego de finalizada la actividad propuesta?

Operación:        Sí \_\_\_\_\_ No X

### **SECCION III: INTEGRIDAD HIDROGRAFICA E HIDROLOGICA**

14. ¿Pudiera la actividad propuesta afectar negativamente la cantidad o calidad de agua de un acuífero?

Operación:        Sí \_\_\_\_\_ No X

15. ¿Pudiera la actividad propuesta afectar negativamente la cantidad o calidad de agua de un cuerpo de agua superficial?

Operación:        Sí X No \_\_\_\_\_

16. ¿Pudiera la actividad propuesta afectar negativamente la calidad de agua de algún punto de la costa?

Operación:        Sí \_\_\_\_\_ No X

17. ¿Pudiera la actividad propuesta afectar negativamente las cualidades hidrográficas de algún humedal, incluyendo su capacidad de minimizar los efectos de marejadas, inundaciones y sequías?

Operación:        Sí \_\_\_\_\_ No X

18. ¿Podría la actividad propuesta aumentar los efectos negativos de marejadas, inundaciones o sequías?

Operación:        Sí \_\_\_\_\_ No X

19. ¿Podría la actividad propuesta reducir a niveles perjudiciales los abastos de agua potable?

Operación:        Sí \_\_\_\_\_ No X

20. ¿Podría la actividad propuesta alterar significativamente los patrones de flujo de las aguas subterráneas o de las escorrentías?

Operación:        Sí \_\_\_\_\_ No X

21. ¿Podría la actividad propuesta aumentar significativamente las cantidades de sedimentos o sustancias contaminantes que arrastren las escorrentías?

Operación:        Sí X No \_\_\_\_\_

22. ¿Podría la actividad propuesta alterar significativamente los patrones de flujo del agua, de circulación de las escorrentías o de transporte de sedimentos en los cuerpos de agua superficiales o en algún punto de la costa?

Operación:        Sí X No \_\_\_\_\_

23. ¿Contempla la actividad propuesta desecación, relleno, dragado, canalización o construcción de presas o diques en cuerpos de agua o humedales?

Operación:        Sí X No \_\_\_\_\_

24. ¿Contempla la actividad propuesta la inyección subterránea de sustancias químicas o el almacenamiento soterrado de las mismas?

Operación: Sí \_\_\_\_\_ No X

25. ¿Contempla la actividad propuesta la descarga en cuerpos de agua o en algún punto de la costa de aguas usadas, aguas calentadas, sustancias químicas o desechos industriales?

Operación: Sí \_\_\_\_\_ No X

26. ¿Contempla la actividad propuesta el almacenamiento sobre el terreno de desperdicios sólidos o de tanques de hidrocarburos, desechos industriales u otras sustancias químicas, o la descarga sobre el terreno de aguas usadas?

Operación: Sí \_\_\_\_\_ No X

27. ¿Contempla la actividad propuesta la deforestación de un área?

Operación: Sí \_\_\_\_\_ No X

28. ¿Contempla la actividad propuesta la aplicación de plaguicidas o fertilizantes a gran escala?

Operación: Sí \_\_\_\_\_ No X

29. ¿Podrían los efectos indeseables de esta actividad sobre la hidrología o la hidrografía extenderse más allá del área específica de la actividad?

Operación: Sí X No \_\_\_\_\_

30. ¿Podrían efectos indeseables de esta actividad sobre la hidrología o la hidrografía manifestarse luego de finalizada la actividad propuesta?

Operación: Sí \_\_\_\_\_ No X

**SECCION IV: INTEGRIDAD DE LOS SUELOS**

31. ¿Podría la actividad propuesta afectar negativamente las condiciones actuales de los suelos?

Operación:        Sí \_\_\_\_\_ No  X

32. ¿Contempla la actividad propuesta la impermeabilización de suelos?

Operación:        Sí \_\_\_\_\_ No  X

33. ¿Contempla la actividad propuesta extracción de la corteza terrestre, movimiento de terreno o relleno?

Operación:        Sí  X  No \_\_\_\_\_

34. ¿Contempla la actividad propuesta la aplicación de plaguicidas o fertilizantes a gran escala?

Operación:        Sí \_\_\_\_\_ No  X

35. ¿Se llevará a cabo la actividad propuesta en terrenos clasificados como de alto valor agrícola?

Operación:        Sí \_\_\_\_\_ No  X

36. ¿Contempla la actividad propuesta la deforestación de un área?

Operación:        Sí \_\_\_\_\_ No  X

37. ¿Contempla la actividad propuesta el almacenamiento sobre el terreno de desperdicios sólidos o de tanques de hidrocarburos, desechos industriales u otras sustancias químicas o la descarga sobre el terreno de aguas usadas?

Operación:        Sí \_\_\_\_\_ No  X

38. ¿Podría la actividad propuesta afectar negativamente la fertilidad o la capacidad de absorber y retener agua actuales de los suelos?

Operación: Sí \_\_\_\_\_ No X

39. ¿Podrían los efectos indeseables de esta actividad sobre los suelos extenderse más allá del área específica de la actividad?

Operación: Sí \_\_\_\_\_ No X

40. ¿Podrían efectos indeseables de esta actividad sobre los suelos manifestarse luego de finalizada la actividad propuesta?

Operación: Sí \_\_\_\_\_ No X

#### **SECCION V: INTEGRIDAD ATMOSFERICA Y CLIMATICA**

41. ¿Podría la actividad propuesta afectar negativamente la calidad del aire?

Operación: Sí \_\_\_\_\_ No X

42. ¿Podría la actividad propuesta generar malos olores?

Operación: Sí \_\_\_\_\_ No X

43. ¿Contempla la actividad propuesta la descarga al aire de cenizas, polvo, otros particulados o vapores químicos?

Operación: Sí \_\_\_\_\_ No X

44. ¿Podría la actividad propuesta generar niveles dañinos de radioactividad?

Operación: Sí \_\_\_\_\_ No X

45. ¿Contempla la actividad propuesta la deforestación de un área?

Operación: Sí \_\_\_\_\_ No X

46. ¿Contempla la actividad propuesta extracción de la corteza terrestre o movimiento de terreno?

Operación: Sí X No \_\_\_\_\_

47. ¿Pudiera la actividad propuesta generar cambios significativos en los patrones de precipitación, vientos o temperatura ambiental?

Operación: Sí \_\_\_\_\_ No X

48. ¿Pudieran los efectos indeseables de esta actividad sobre el aire o el clima extenderse más allá del área específica de la actividad?

Operación: Sí \_\_\_\_\_ No X

49. ¿Pudieran efectos indeseables de esta actividad sobre el aire o el clima manifestarse luego de finalizada la actividad propuesta?

Operación: Sí \_\_\_\_\_ No X

**SECCION VI: INTEGRIDAD DE LOS RECURSOS ARQUEOLOGICOS,  
HISTORICOS Y CULTURALES**

50. ¿Pudiera la actividad propuesta afectar negativamente yacimientos arqueológicos, estructuras históricas u obras de arte?

Operación: Sí \_\_\_\_\_ No X

51. ¿Podría la actividad propuesta afectar negativamente lugares tradicionales de reuniones culturales, religiosas, artísticas o recreativas?

Operación:        Sí \_\_\_\_\_ No X

52. ¿Podría la actividad propuesta afectar negativamente monumentos históricos o culturales, museos, teatros, cines?

Operación:        Sí \_\_\_\_\_ No X

53. ¿Podrían los efectos indeseables de esta actividad sobre los recursos arqueológicos, históricos o culturales extenderse más allá del área específica de la actividad?

Operación:        Sí \_\_\_\_\_ No X

54. ¿Podrían efectos indeseables de esta actividad sobre los recursos arqueológicos, históricos o culturales manifestarse luego de finalizada la actividad propuesta?

Operación:        Sí \_\_\_\_\_ No X

### **SECCION VII: INTEGRIDAD DE LA CALIDAD DE VIDA**

55. ¿Podría la actividad propuesta generar ruidos fuertes con frecuencia?

Operación:        Sí X No \_\_\_\_\_

56. Podría la actividad propuesta generar malos olores?

Operación:        Sí \_\_\_\_\_ No X

57. ¿Podría la actividad propuesta afectar negativamente la cantidad o calidad de los servicios públicos (agua potable), alcantarillado, carreteras, transporte, teléfonos, electricidad, salud, educación, recreación, vivienda, ayudas económicas, etc.) que disfrutaban los residentes de las áreas cercanas?

Operación:        Sí \_\_\_\_\_ No X

58. ¿Podría la actividad propuesta afectar negativamente al comercio tradicional de la comunidad?

Operación:        Sí \_\_\_\_\_ No X

59. ¿Podría la actividad propuesta generar deforestación?

Operación:        Sí \_\_\_\_\_ No X

60. ¿Podría la actividad propuesta causar o empeorar problemas sociales (aumentar desempleo, pobreza, criminalidad, promover accidentes, embotellamientos de tránsito, destruir comunidades tradicionales, generar confrontamientos, violencia, etc.)?

Operación:        Sí \_\_\_\_\_ No X

61. ¿Podría la actividad propuesta afectar negativamente viviendas, hospitales, clínicas, centros de cuidados de niños, ancianos o impedidos, iglesias, escuelas, universidades, cines, teatros?

Operación:        Sí \_\_\_\_\_ No X

62. ¿Podrían los efectos indeseables de esta actividad sobre la calidad de vida extenderse más allá del área específica de la actividad?

Operación:        Sí \_\_\_\_\_ No X

63. ¿Podrían efectos indeseables de esta actividad sobre la calidad de vida manifestarse luego de finalizada la actividad propuesta?

Operación:        Sí \_\_\_\_\_ No X

Según describe el Método Cualitativo para la Deducción y Detección de Impactos Acumulativos de Félix Grana Raffucci (1997), es necesario evaluar cada sección y determinar si en alguna las respuestas afirmativas son más que las respuestas negativas. De encontrarse más respuestas positivas se puede inferir que hay un potencial impacto de la actividad sobre los recursos. En el presente caso, del total de 63 preguntas 10 fueron contestadas en la afirmativa, o un 16%. Por ende, concluimos que la actividad propuesta no conlleva impactos acumulativos o secundarios mayores.

## **11.0 ANÁLISIS DE JUSTICIA AMBIENTAL [Regla 253(A)(37)]**

Justicia ambiental significa que toda persona debe de ser tratada con imparcialidad y tener involucramiento significativo en todas las decisiones según se establece en las leyes, reglamentos y políticas públicas del gobierno. Más aún, debe existir un trato imparcial, y que ningún renglón de la población, debido a la autoridad o poder económico o político conferido, llevará la carga de los efectos negativos de los contaminantes a la salud y el ambiente. (Orden Ejecutiva del Presidente de los Estados Unidos Número 12898)

### **♦ Distribución Poblacional por Grupo Étnico y Racial**

La política de implantación de la Orden Ejecutiva sobre justicia ambiental para la Región 2 de la Agencia Federal de Protección Ambiental dispone que una población homogénea como la de Puerto Rico, en donde la población entera es considerada como "hispanica," es identificada en su totalidad como minoría. Por ende, el análisis por grupos étnicos en Puerto Rico no procede y se debe entrar a analizar otros aspectos tales como económicos y educacionales.

Los datos del Censo de 2000 demostraron que la población de Puerto Rico para el año 2000 fue de 3.808,610, y la misma se dividió de la siguiente forma: (a) el total de la población masculina 1,833,577; y (b) el total de la población femenina 1,975,033. La densidad poblacional por milla cuadrada fue de 1,112.1.

La razón por la cual no procede es porque en Puerto Rico el 98.8% del total de la población es considerada como hispánica según el Censo del 2000. Solamente un 0.9% de la población era blanca no hispánica y el restante 0.03% pertenecía a otros grupos étnicos.

Igualmente ocurre con los grupos raciales, los porcentajes de los diferentes grupos raciales denotan una diferencia un poco más marcada que en los grupos étnicos y puede contribuir a un mejor análisis sobre la justicia ambiental. En Puerto Rico, el 80.5% del total de la población es de raza blanca, 8.0% es de raza negra y un 11.5% de otras razas.

Para el Municipio de San Lorenzo, según los datos del Censo del 2000, la población del municipio fue de 40,997, dividiéndose en 15,019 personas masculinas y 15,892 personas femeninas (segmento hombres y mujeres mayores de 15 años). Del total de la población de San Lorenzo un 98.5% hispánica, encontrándose que solamente el 1.5% de la población era blanca no hispánica y no se encontraron datos sobre otros grupos étnicos.

Por ende, realizar un análisis desde la perspectiva étnica o racial no procede por lo homogéneo de la composición de la sociedad puertorriqueña y procede entonces un análisis desde la perspectiva económica y educacional. Este tipo de análisis arroja de forma más veraz, la composición social de los barrios Quemados, Cayaguas y Cerro Gordo del Municipio de San Lorenzo y verificar que no surja un impacto desproporcional por la actividad que se propone.

#### ◆ **Distribución Poblacional por Grupos Socioeconómicos**

Según el Censo del 2000, el 48.23% de la población de Puerto Rico cumple con los parámetros de justicia ambiental por el nivel de pobreza y como minoría hispana si se compara con los Estados Unidos. En el año 2000, el ingreso per cápita de los puertorriqueños era de \$8,185 y la mediana de ingreso familiar de Puerto Rico era de \$16,543. La información publicada por el Negociado del Censo para el año 2000 reveló que el 44.6% del total de familias en Puerto Rico se encuentran bajo el nivel de pobreza establecido por el Gobierno Federal. La fuerza laboral de Puerto Rico, según el Censo del 2000, es de 1,156,532 personas de las cuales se encontraban empleadas un total de 930,865 y desempleadas 220,998, que en términos porcentuales reflejó que un 19.2% de la población estaba desempleada.

En el Municipio de San Lorenzo, para el año 2000, el ingreso per cápita de dicho municipio era de \$6,856. La mediana de ingreso familiar para fue de \$12,226 y el numero de familias bajo el nivel de pobreza fue de 57.03%. Para el Municipio de San Lorenzo, el total de personas en la fuerza laboral fue de 14,953 personas, de las cuales 12,258 estaban empleadas y 2,695 estaban desempleadas. En términos porcentuales el 21.9% de las personas que son residentes del Municipio de San Lorenzo estaban desempleadas para el año 2000.

En el presente caso, se realizó un estudio para tres (3) barrios del Municipio de San Lorenzo: Barrio Quemados; Barrio Cayaguas; y Barrio Cerro Gordo. La razón del estudio para tres (3) barrios diferentes es que las actividades propuestas y analizadas en la DIA-Preliminar inciden de una forma u otra sobre estos barrios. Por ende, es necesario la realización de un estudio del perfil socio/económico de estos barrios para conocer si existirá o no un impacto ambiental desproporcional sobre estas comunidades.

En la siguiente tabla, se incluye la información sobre el número de habitantes, ingreso *per cápita*, mediana de ingreso familiar y el porcentaje de familias bajo el nivel de pobreza.

<b>Población, Ingreso Per Cápita y Familiar, y Familias bajo el Nivel de Pobreza (Censo 2000)</b>				
Barrios	Habitantes	Ingreso Per Capita	Mediana Ingreso Familiar	Nivel de Pobreza
Cayaguas	1,396	\$4,601	\$11,543	58.82%
Cerro Gordo	4,400	\$6,673	\$14,670	47.39%
Quemados	4,856	\$7,433	\$14,079	53.50%

Según la información provista por el Censo 2000, el nivel económico de los barrios analizados se encuentra por debajo del nivel económico del total de Puerto Rico, pero similares a los datos del Municipio de San Lorenzo. El Barrio

Cayaguas reflejó ingresos inferiores a los barrios Cerro Gordo y Quemados, y un porcentaje superior de familias bajo el nivel de pobreza.

La próxima tabla discute la fuerza laboral de los tres (3) barrios y sus niveles de empleo y desempleo.

<b>Fuerza Laboral, Personas Empleadas y Desempleadas (Censo 2000)</b>				
Barrios	Fuerza Laboral	Personas Empleadas	Personas Desempleadas	Porcentaje Desempleo
Cayaguas	1,042	416	102	24.54%
Cerro Gordo	3,370	1,379	261	18.90%
Quemados	3,588	1,505	273	18.13%

Surge nuevamente de la información provista por el Negociado del Censo, en el año 2000, los barrios Cerro Gordo y Quemados reflejan niveles de empleos superiores al total del Municipio de San Lorenzo y de Puerto Rico. No obstante, el Barrio Cayaguas tuvo niveles de desempleo superiores a los otros dos (2) barrios, y al Municipio de San Lorenzo y Puerto Rico. Por ende, el Barrio Cayaguas sigue demostrando niveles económicos inferiores si se compara con los barrios Cerro Gordo y Quemadas, y el Municipio de San Lorenzo y Puerto Rico.

En otras palabras, los datos sobre los aspectos socioeconómicos de Puerto Rico, el Municipio de San Lorenzo se encuentra en una situación socioeconómica por debajo del resto de la Isla. De igual forma ocurre con los barrios donde se propone la acción, éstos tienen niveles socioeconómicos similares o por debajo en comparación con el propio Municipio de San Lorenzo y Puerto Rico.

#### ♦ **Distribución Poblacional por Nivel Educativo**

Como parte del análisis sobre justicia ambiental, y siguiendo los parámetros establecidos por la Región 2 de la Agencia Federal de Protección Ambiental, se procedió con la evaluación sobre los niveles educativos de la región y Puerto Rico. El total de la población de Puerto Rico para el año 2000 con 25 años o más graduado de escuela superior era de 22.3 por ciento y 13.6 por ciento con un bachillerato o grado más alto. En el Municipio de San Lorenzo, para el año 2000, la población con 25 años y graduado de escuela superior era de 20.50%% y con bachillerato o grado más alto era de 11.66%.

En la tabla que sigue a continuación, se discute el nivel educativo de los barrios Cayaguas, Cerro Gordo y Quemados.

<b>Nivel Educacional (Censo 2000)</b>			
Barrios	Población sobre 25 años	Por ciento Graduado Escuela Superior	Por ciento Graduado Bachillerato o más
Cayaguas	794	31.23%	4.78%
Cerro Gordo	2,714	21.14%	16.98%
Quemados	2,769	20.07%	17.11%

La data analizada revela que los barrios estudiados tienen un nivel de escolaridad a nivel de escuela superior y bachillerato por encima del nivel de escolaridad del Municipio de San Lorenzo y Puerto Rico. En otras palabras, el nivel educacional de los barrios Cayaguas, Cerro Gordo y Quemadas son altos en comparación a los datos de Puerto Rico.

#### ♦ **Conclusión del Análisis de Justicia Ambiental**

La data presentada en el análisis de justicia ambiental aparenta demostrar la posibilidad de injusticia social por la existencia de poblaciones con desventajas económicas o educacionales.

No obstante lo anterior, la acción propuesta se lleva realizando por varios años sin afectar los niveles de vida de los barrios afectados. Más aún, la actividad

de extracción de material de la corteza terrestre, y sus actividades asociadas como la separación del grano, se tiene que realizar en el lugar donde se encuentra el mineral. Por lo tanto, el escoger los barrios Cayaguas, Cerro Gordo y Quemados para realizar la actividad de extracción y cernido del grano surge única y exclusivamente por la disponibilidad del material de la corteza terrestre.

El proyecto según propuesto no representará fuentes mayores de contaminantes al medio ambiente tales como emisiones de fuente mayor, descargas de contaminantes a cuerpos de agua o generación de desperdicios sólidos no peligrosos o peligrosos. Para el proyecto se utilizará la mejor tecnología disponible de control ambiental y se diseñará el mismo tomando en consideración las comunidades circundantes. Deseamos resaltar que el alto nivel de desempleo que existe en el Municipio de San Lorenzo (21.9%) y, en específico, los barrios Cayaguas (24.54%), Cerro Gordo (18.90%) y Quemados (18.13%), requiere que compañías u operaciones se establezcan en esta área para proveer empleos.

Este tipo de actividad redundará en beneficios sociales y económicos al proveerse nuevos empleos, actividad económica, aumento de valor a las propiedades e ingresos adicionales para el municipio. Por lo tanto, al no existir una carga de efectos negativos de contaminantes a la salud y el ambiente, no existe sobre las comunidades de los barrios Cayaguas, Cerro Gordo y Quemados un trato injusto o desproporcional que pueda ser considerado como

injusticia ambiental. La conclusión es que el desarrollo propuesto redundará en beneficios sociales y económicos para dichos barrios y el Municipio de San Lorenzo.

## **12.0 PERSONAL CIENTIFICO QUE PARTICIPO EN LA PREPARACION DE ESTA EVALUACION AMBIENTAL**

- Agrim. José J. Vilanova
- Ing. Casiano Ancalle, PE  
CA ENGINEERING
- Biól. José Vargas
- Biól. Jorge Coll
- MECE James A. Baiges, PE  
GEOTECCHICAL TESTING SERVICES; GEO CIM

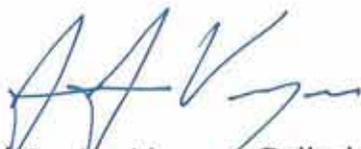
### 13.0 CERTIFICACIÓN

Yo José J. Vargas Collado, Director Ejecutivo de el Roble Consultant Group Inc. y biólogo de profesión, he preparado, revisado y analizado la información que se incluye en el presente documento ambiental para una extracción tipo dragado de los componentes de la corteza terrestre en un tramo de aproximadamente 1,000 metros lineales del Río Cayaguas en el Municipio de San Lorenzo.

Con relación al proyecto antes indicado y su correspondiente documento ambiental, certifico que:

- Toda la información vertida en el documento ambiental es cierta, correcta y completa hasta mi mejor entender y saber.
- Afirmo y reconozco las consecuencias de incluir y someter información incompleta, inconclusa o falsa en dicho documento.

Y para que así conste, firmo la presente certificación en San Juan, Puerto Rico, hoy 14 de junio de 2010.

  
José Javier Vargas Collado  
Biólogo

#### 14.0 REFERENCIAS [Regla 253(F)]

- Autoridad de Acueductos y Alcantarillados (1983). Reglas y Normas para Estándares de Diseño.
- Autoridad de Carreteras y Transportación. Fotografías Aéreas, Puerto Rico.
- Autoridad de Desperdicios Sólidos (1995). Plan Regional de Infraestructura para el Reciclaje y Disposición de los Desperdicios Sólidos de Puerto Rico.
- Canter, Larry (1998). Manual de Evaluación de Impacto Ambiental, McGraw Hill, Madrid.
- Cumulative Effects Assessment in Canada: From Concept to Practice, Alan J. Kennedy (1994).
- Concilio de la Industria de la Construcción (2001). Procedimientos - Permisos - Reglamentación.
- Council on Environmental Quality (1997). Considering Cumulative Effects Under the National Environmental Policy Act.
- Council on Environmental Quality (1997). Environmental Justice Guidance Under the National Environmental Policy Act.
- Environment, Peter H. Raven, Linda R. Berg y George B. Johnson (1993).
- Grana Rafucci, Félix (1996). Método Cualitativo para la Deducción y Detección de Ios Impactos Acumulativos.
- Grana Rafucci, Félix (1997). Leyes y Reglamentos de las Agencias Reguladoras del Estado Libre Asociado de Puerto Rico que Contienen Referencias Directas o Indirectas a la Determinación de Impactos Acumulativos.

- Ground Water Atlas of the United States, Segment 13, Alaska, Hawaii, Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands, U.S. Geological Survey (1997).
- Junta de Calidad Ambiental (2001). Reglamento de la Junta de Calidad Ambiental para el Proceso de Presentación, Evaluación y Trámite de Documentos Ambientales.
- Junta de Calidad Ambiental (1992). Reglamento para el Control de la Contaminación Atmosférica.
- Junta de Calidad Ambiental (1998). Reglamento para el Control de la Erosión y Prevención de la Sedimentación.
- Junta de Calidad Ambiental (1998). Reglamento para el Control de los Desperdicios Sólidos No Peligrosos.
- Junta de Planificación (2001). Mapa de Zonificación para San Lorenzo.
- Junta de Planificación. Mapas de Zonas Susceptibles a Inundaciones, Hoja de San Lorenzo.
- Junta de Planificación (1987). Multiplicador Interindustriales de Puerto Rico.
- Junta de Planificación (1995). Objetivos y Políticas Públicas del Plan de Usos de Terreno de Puerto Rico.
- Junta de Planificación (2001). Reglamento de Lotificación y Urbanización.
- Junta de Planificación (2008). Reglamento Número 4, Reglamento de Planificación.
- Junta de Planificación (2003). Reglamento Número 13, Reglamento de Zonas Inundables.
- Junta de Planificación (1996). Reglamento Número 25, Reglamento de

Corte, Siembra y Forestación de Puerto Rico.

- Liogier, H.A. y Martorell, L.F. (1982). Flora of Puerto Rico and Adjacent Islands.
- NRCS, USDA & JCA (2000). Manual de Conservación de Recursos Naturales- Enfoque Ambiental de la Agricultura.
- Oficina del Comisionado de Asuntos Municipales (2000). Ley de Municipios Autónomos de Puerto Rico, Ley Número 81 de 30 de agosto de 1991, según enmendada.
- Sección 404(b)(1) de la Ley Federal de Agua Limpia (40 C.F.R. §230.1-230.80).
- Skinner, Brian; Porter, Stephen (1995). The Dynamic Earth.
- Tránsito Promedio Anual Diario, Autoridad de Carreteras y Transportación (1994-1999).
- U.S. Army Corps of Engineers (1987). Wetland Delineation Manual.
- U.S. Department of Agriculture (1977). Soil Conservation Service
- U.S. Environmental Protection Agency (1990). Section 404(b)(1) Guidelines for Specification of Disposal Sites for Dredged or Fill Materials.
- U.S. Environmental Protection Agency (1990). Memorandum of Agreement Between U.S. EPA and the Department of the Army Concerning the Determination of Mitigation Under the Clean Water Act Section 404(b)(1) Guidelines.
- U.S. Environmental Protection Agency (1990). Guidance Specifying Management Measures For Sources of Nonpoint Pollution in Costal Waters.

- U.S. Environmental Protection Agency (1999). Region 2 Draft Interim Policy on Identifying Environmental Justice Areas.
- U.S. Geological Survey (1996). Atlas of Ground Water Resources in Puerto Rico and U.S. Virgin Island, Report 94-4198.
- U.S. Geological Survey (1988). Cuadrángulo Topográfico de San Lorenzo.
- U.S. Geological Survey (1980). Geologic Map of San Lorenzo.

## 15.0 LISTA DE ABREVIATURAS

### **Agencias-Compañías:**

<b>AEE</b> .....	Autoridad de Energía Eléctrica
<b>ARPE</b> .....	Administración de Reglamentos y Permisos
<b>DRNA</b> .....	Departamento Recursos Naturales y Ambientales
<b>DTOP</b> .....	Departamento de Transportación y Obras Públicas
<b>EPA</b> .....	US Environmental Protection Agency
<b>FEMA</b> .....	Federal Emergency Management Agency
<b>GIS</b> .....	Geographic Information System
<b>JCA</b> .....	Junta de Calidad Ambiental de Puerto Rico
<b>JP</b> .....	Junta de Planificación de Puerto Rico
<b>NOAA</b> .....	National Oceanographic and Atmospheric Administration
<b>USDA</b> .....	US Department of Agriculture
<b>USDASCS</b> .....	US Department of Agriculture, Soil Conservation Service
<b>USFS</b> .....	US Forest Service
<b>USGS</b> .....	US Geological Survey

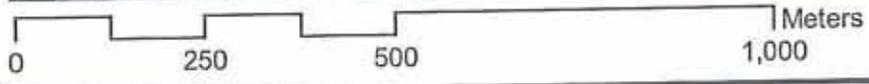
### **Unidades:**

<b>cdas</b> .....	cuerdas
<b>cm</b> .....	Centímetro
<b>dB</b> .....	decibeles

<b>dba</b> .....	decibeles, escala de peso A
<b>°</b> .....	grados
<b>°F</b> .....	grados Fahrenheit
<b>GPD</b> .....	galones por día
<b>GPM</b> .....	galones por minuto
<b>Hp</b> .....	caballaje
<b>km</b> .....	kilómetro
<b>kVA</b> .....	kilovatio
<b>lb/hr</b> .....	libras por hora
<b>lb/hp/hr</b> .....	libras/caballaje/hora
<b>m</b> .....	metro
<b>MGD</b> .....	millones de galones diarios
<b>tons/añual</b> .....	toneladas anuales
<b>tons/mens</b> .....	toneladas mensuales
<b>%</b> .....	por ciento

## **Apéndice: 1, Plano de Mesura y Transversal**

## **Apéndice: 2, Figuras**



1:10,000

### Localización sobre Foto Aérea

**Declaración de Impacto Ambiental**

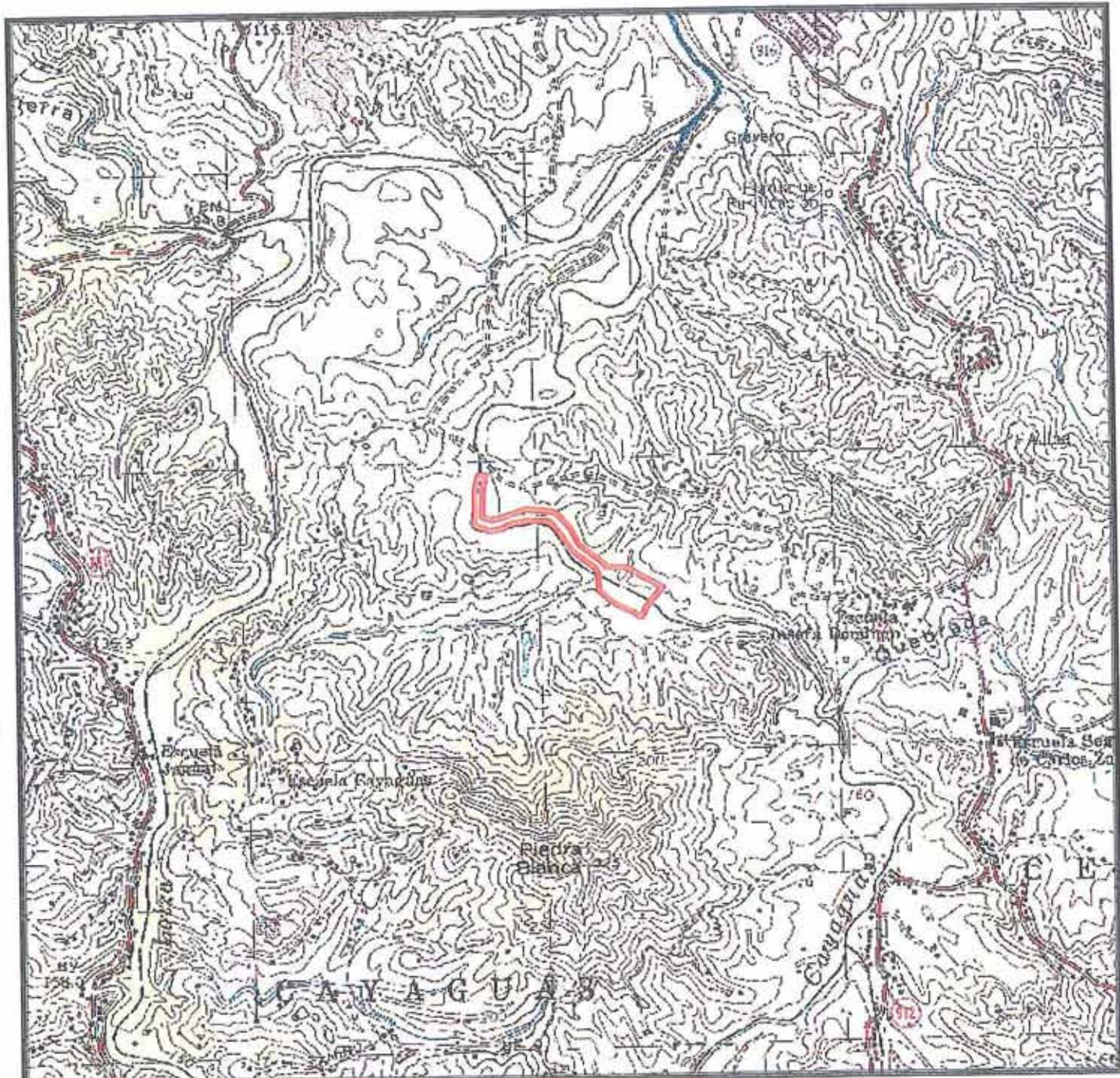
Barrio Quebrada Honda  
San Lorenzo, PR

**LEYENDA**

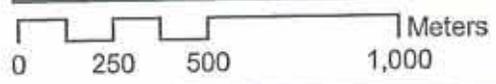
 Area de Estudio



Fuente: Gobierno de Puerto Rico. (2007). Foto Aérea.



1:20,000



**Localización sobre Mapa Topográfico**

**Declaración de Impacto Ambiental**

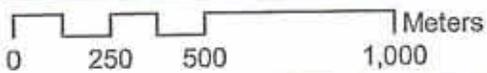
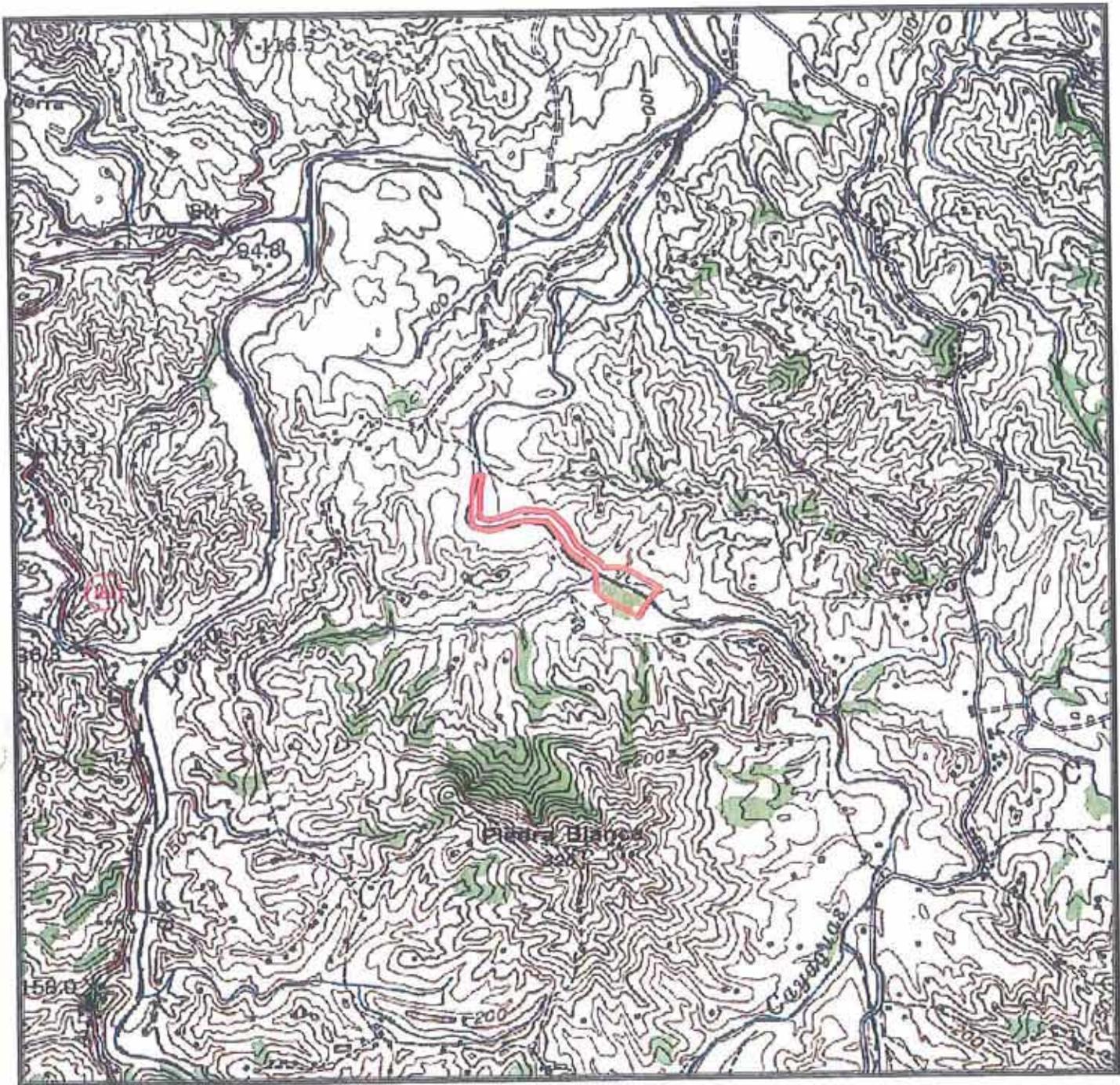
Río Cayaguas  
Barrio Quebrada Honda  
San Lorenzo, PR

**LEYENDA**

 Area de Estudio



Fuente: USGS. (1982) Mapa Topográfico del Cuadrángulo de Juncos, PR.



1:20,000

**Localización sobre Mapa Topográfico del 1952**

**Declaración de Impacto Ambiental**

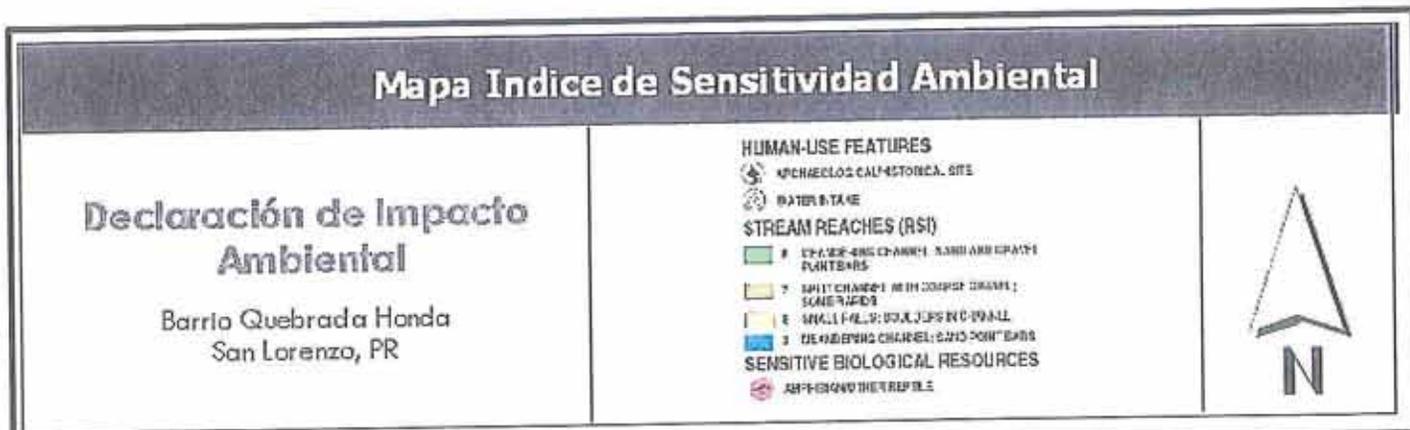
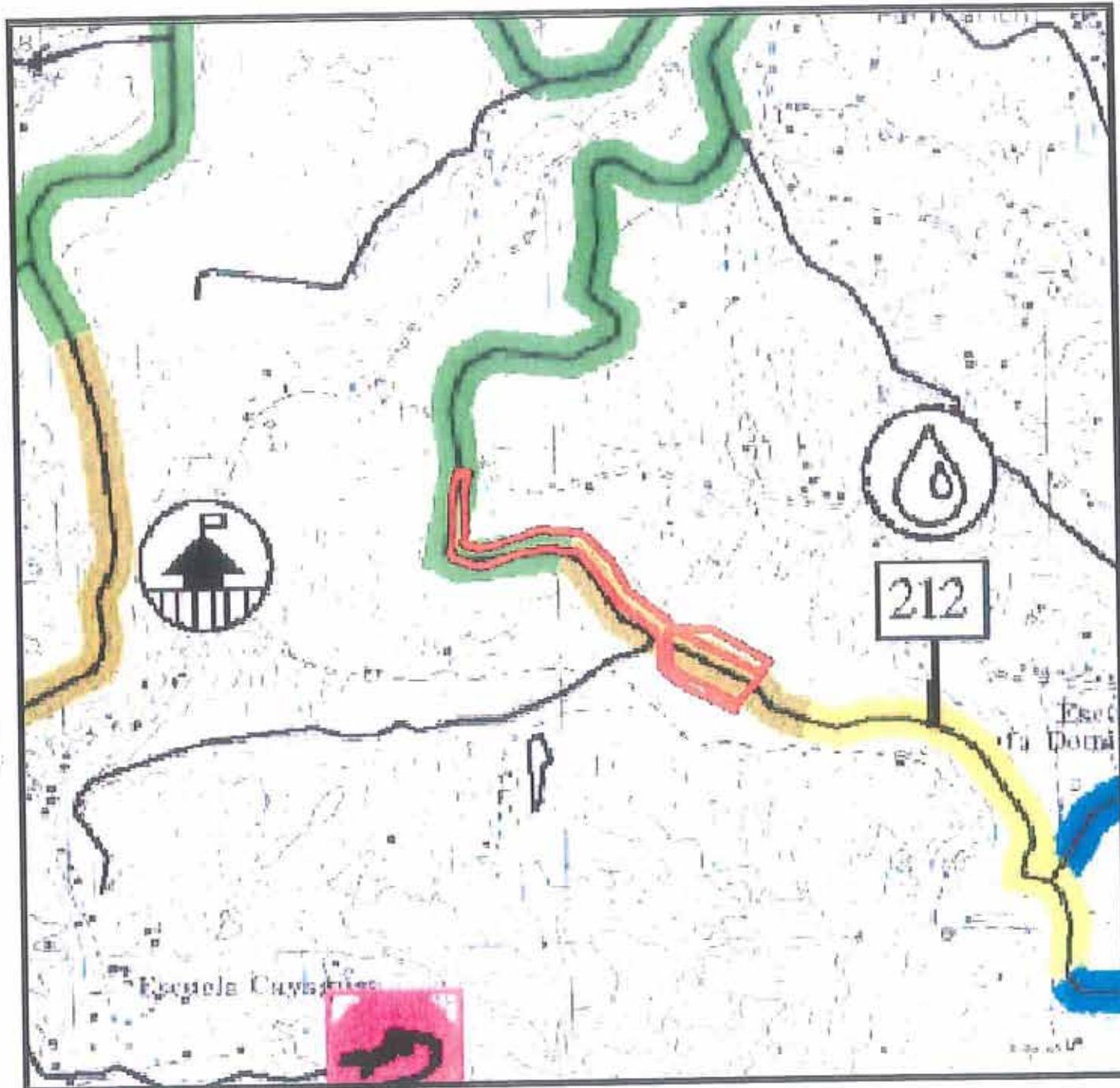
Río Cayaguas  
Barrio Quebrada Honda  
San Lorenzo, PR

**LEYENDA**

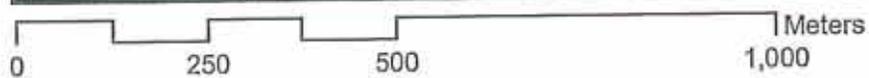
 Area de Estudio



Fuente: USGS. (1952) Mapa Topográfico del Cuadrángulo de Juncos, PR.



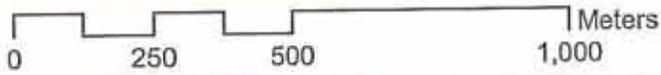
Fuente: NOAA (May 2000) Environmental Sensitivity Index Map. Map PR-39.



1:10,000

Sistemas Naturales		
<p><b>Declaración de Impacto Ambiental</b></p> <p>Barrio Quebrada Honda San Lorenzo, PR</p>	<p><b>LEYENDA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: blue; font-size: 1.2em;">—</span> Cuerpos de Agua</li> <li><span style="background-color: yellow; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px; margin-right: 5px;"></span> Reservas Naturales</li> <li><span style="background-color: lightgreen; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px; margin-right: 5px;"></span> Areas con Prioridad de Conservación</li> <li><span style="background-color: lightblue; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px; margin-right: 5px;"></span> Lagos / Lagunas</li> </ul>	

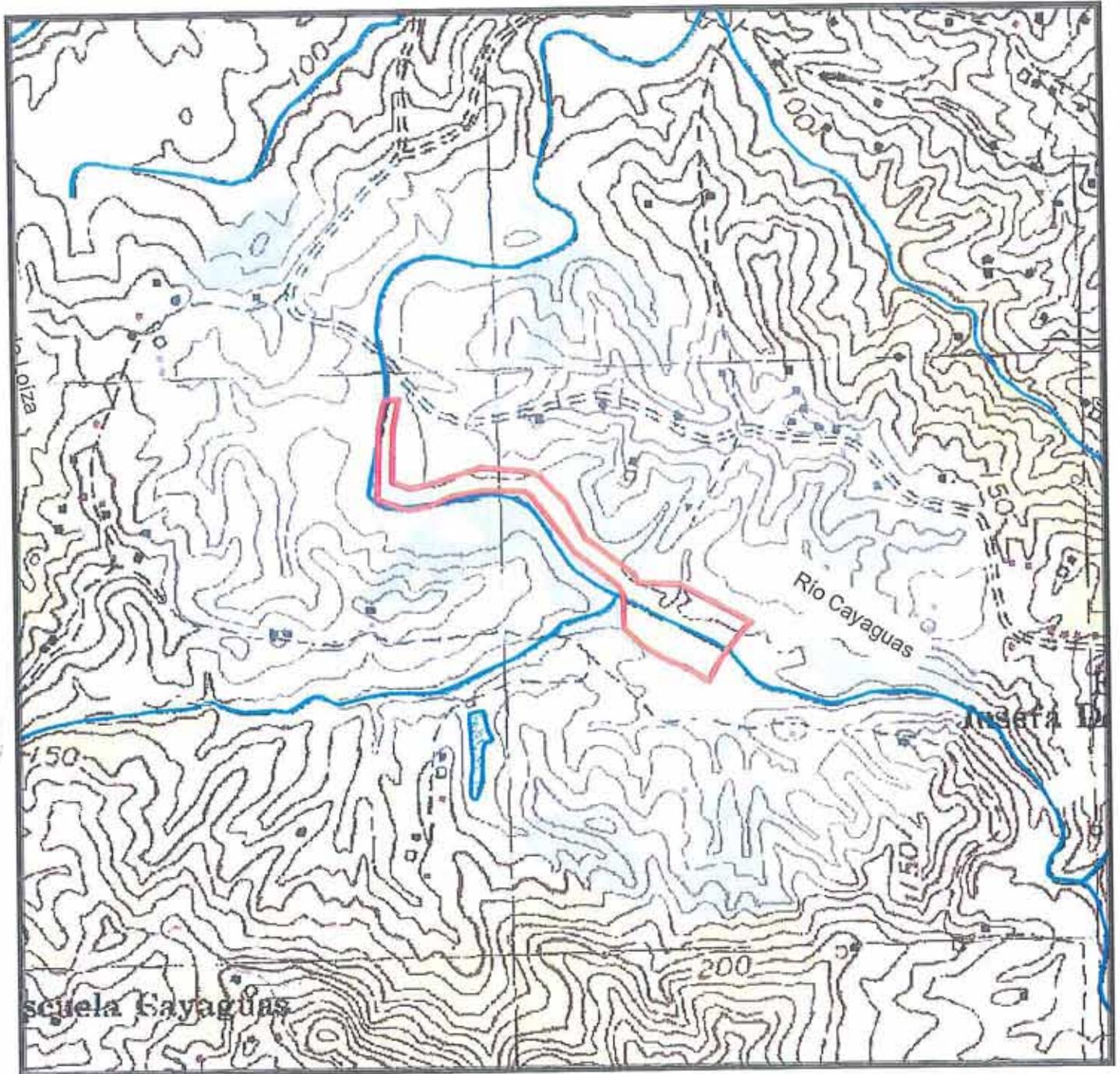
Fuente: Departamento de Recursos Naturales y Ambientales.



1:13,621

Humedales		
<b>Declaración de Impacto Ambiental</b>  Barrio Quebrada Honda San Lorenzo, PR	<b>LEYENDA</b>	
	<b>Sistemas</b>	
 Estuarinos	 Marinos	
 Lacustrinos	 Palustrinos	
	 Riverinos	

Fuente: USFWS. National Wetland Inventory.



1 Meters  
12800

1:10,000

### Cuerpos de Agua Superficial en un Radio de 400m

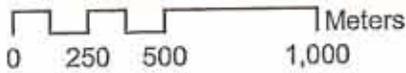
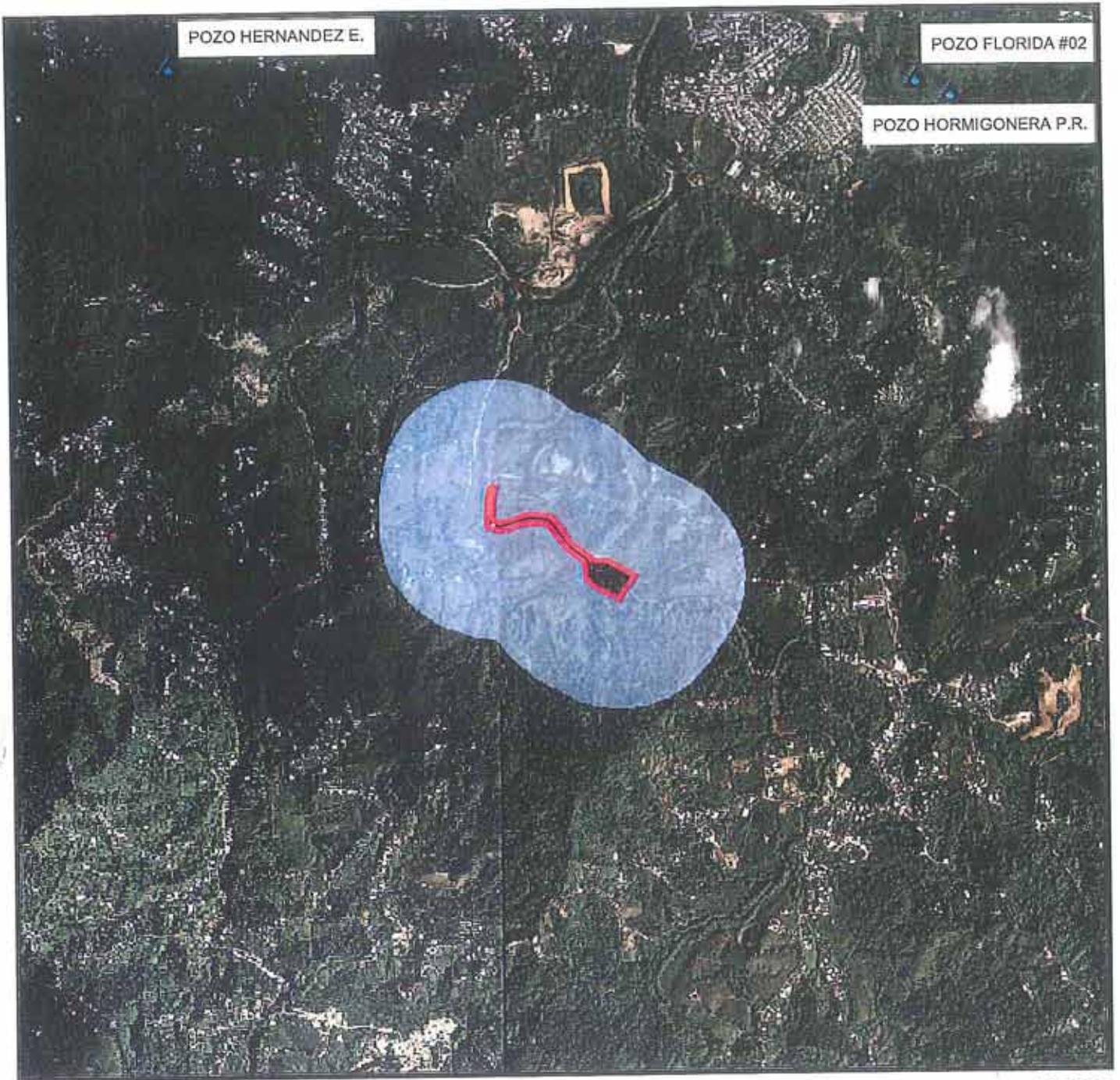
#### Declaración de Impacto Ambiental

Barrio Quebrada Honda  
San Lorenzo, PR

#### LEYENDA

-  Area de Estudio
-  Cuerpos de Agua
-  Radio de 400m





1:25,000

### Pozos de Agua Potable en un Radio de 460m

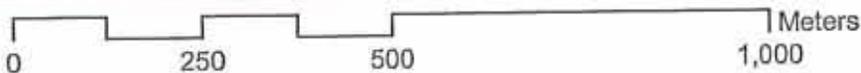
#### Declaración de Impacto Ambiental

Barrío Quebrada Honda  
San Lorenzo, PR

#### LEYENDA

-  Pozos
-  Radio de 460m

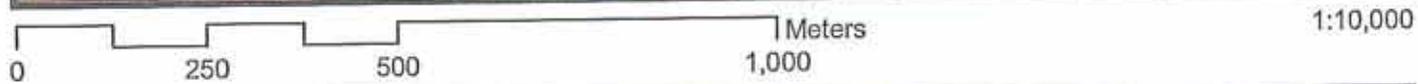




1:10,000

Tasa de Seguros contra Inundación		
<p><b>Declaración de Impacto Ambiental</b></p> <p>Barrío Quebrada Honda San Lorenzo, PR</p>	<p><b>LEYENDA</b></p> <p> Cauce Mayor</p> <p>Zonas de Inundación</p> <p> A</p> <p> X</p>	

Fuente: FEMA. (Abril 2005). FIRM. Community-Panel No. 72000C1240H.



### Areas Susceptibles a Deslizamientos

#### Declaración de Impacto Ambiental

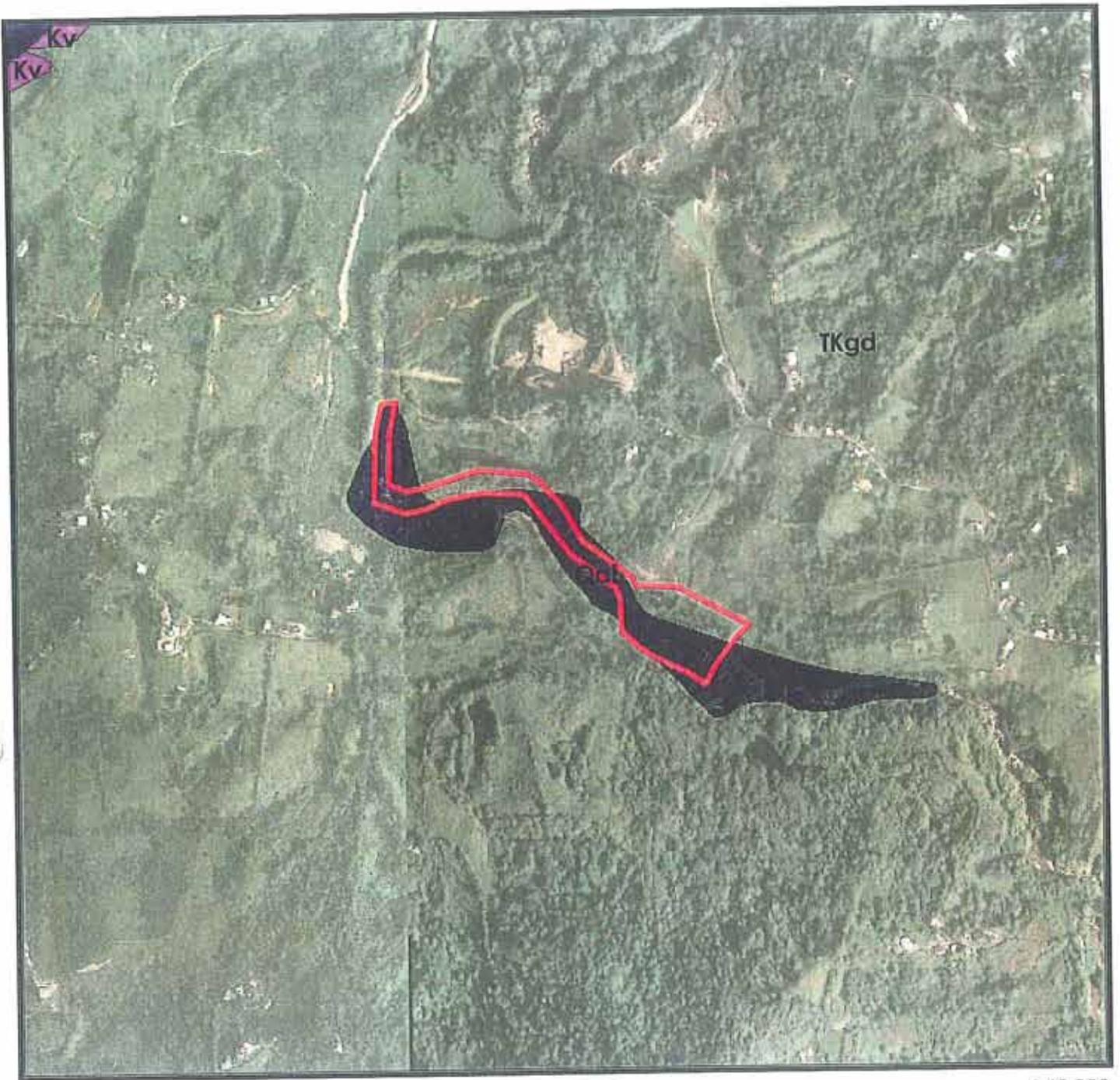
Barrio Quebrada Honda  
San Lorenzo, PR

#### LEYENDA

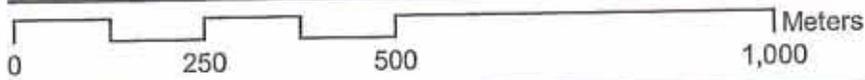
Susceptibilidad a Deslizamientos

-  Mas Alta
-  Alta
-  Moderada
-  Baja





1:10,000



### Mapa Geológico

#### Declaración de Impacto Ambiental

Barrio Quebrada Honda  
San Lorenzo, PR

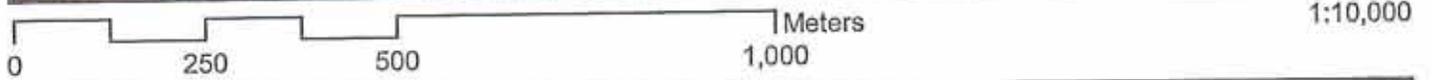
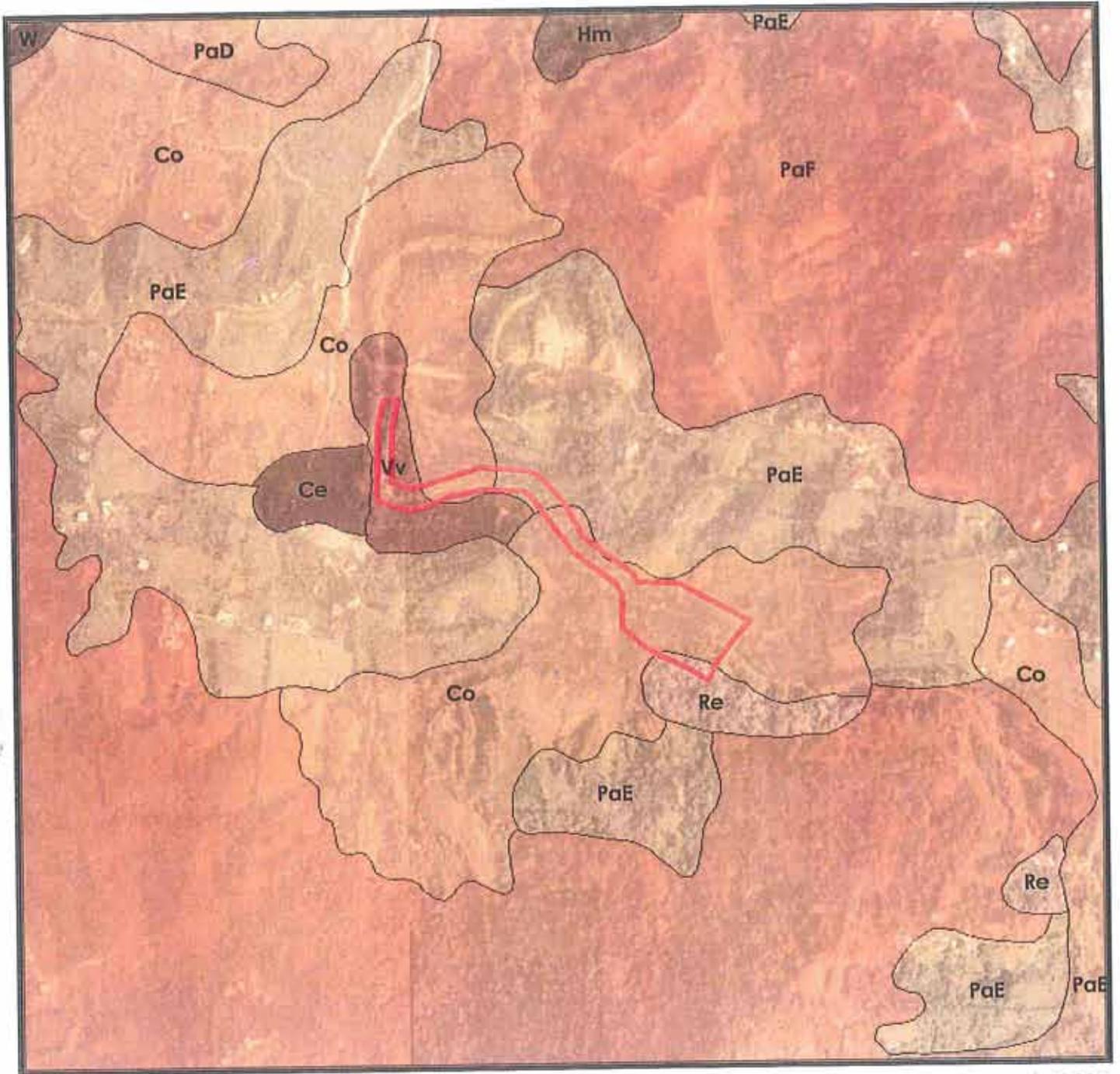
#### LEYENDA

##### Geología

-  Qal Alluvium
-  TKgd Granodiorite and quartz diorite



Fuente: USGS. (1961). Preliminary geologic map showing iron and copper prospects in the Juncos cuadrangle, Puerto Rico. Map I-326.



### Mapa de Suelos

#### Declaración de Impacto Ambiental

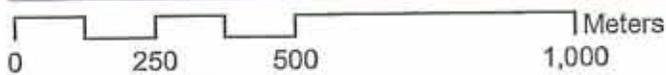
Río Cayaguas  
Barrio Quebrada Honda  
San Lorenzo, PR

#### LEYENDA

Tipos de Suelo

-  Co Cayagua sandy loam
-  PaE Pandura sandy loam
-  Re Reilly sandy loam
-  Vv Viví loam





1:13,621

### Mapa de Calificación de Suelos

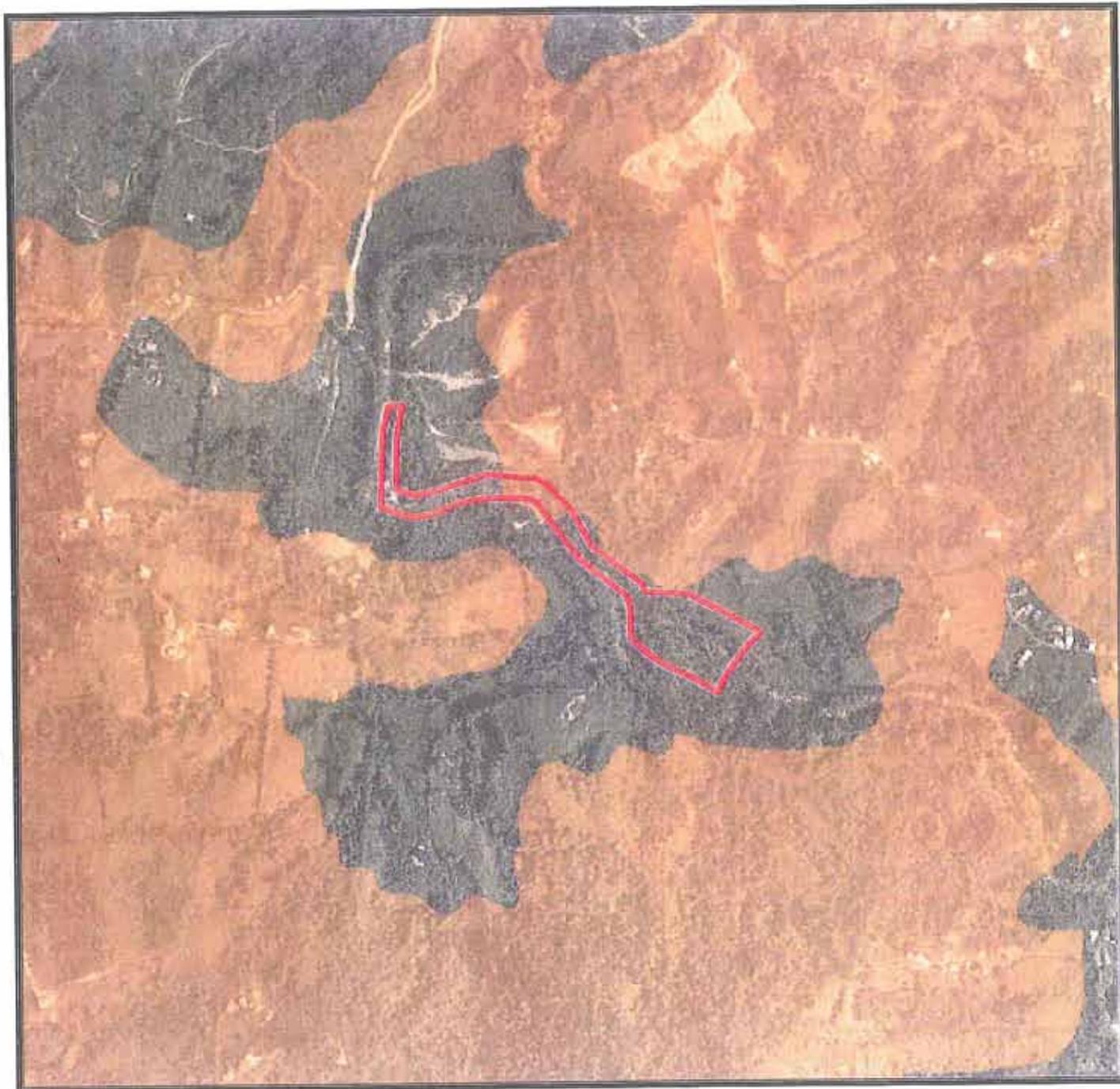
#### Declaración de Impacto Ambiental

Río Cayaguas  
Barrio Quebrada Honda  
San Lorenzo, PR

#### LEYENDA

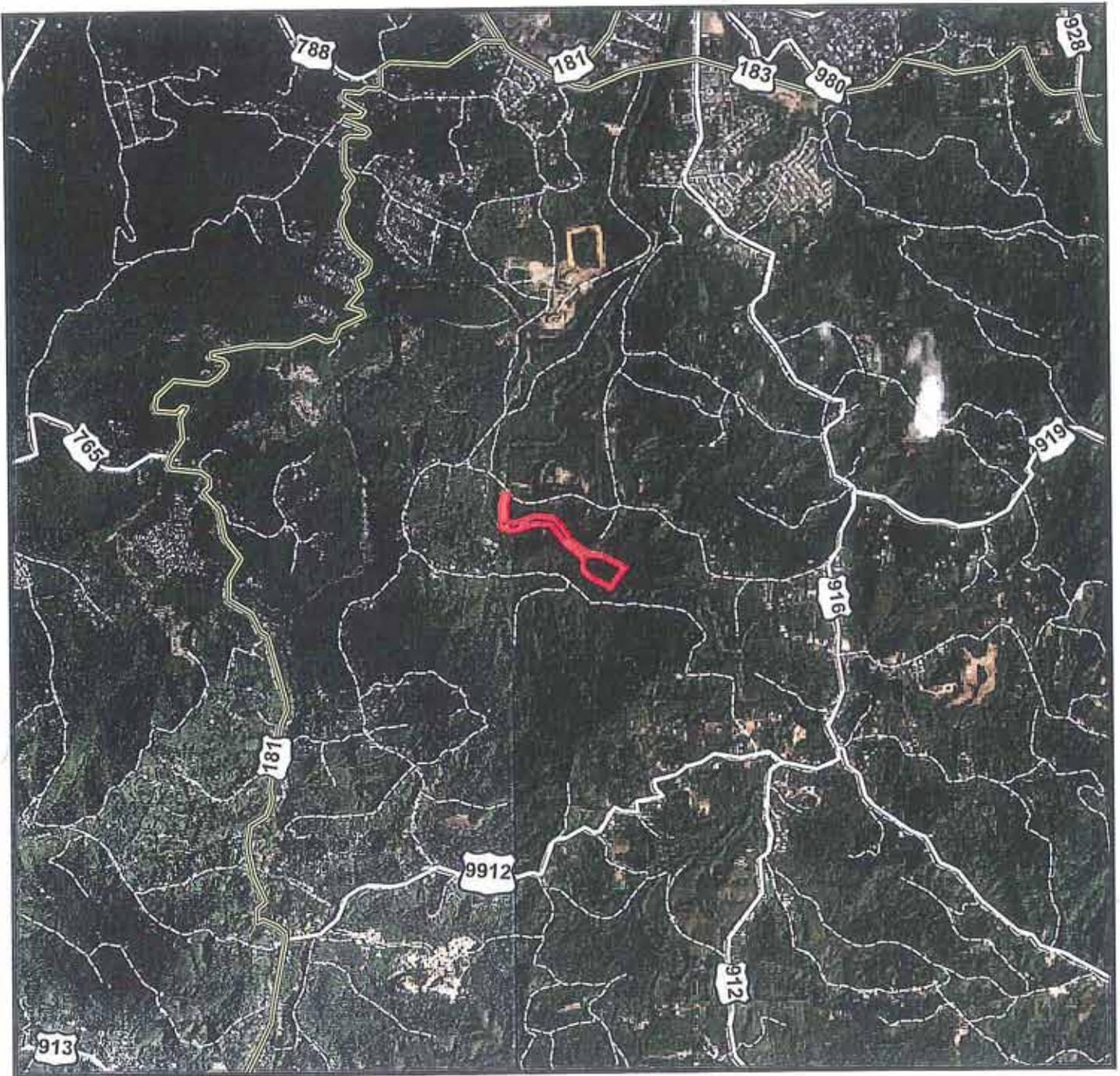
-  Area de Estudio
-  A-2



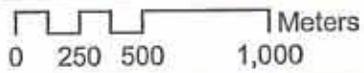


Capacidad Agrícola de los Suelos		
<p><b>Declaración de Impacto Ambiental</b></p> <p>Río Cayaguas Barrio Quebrada Honda San Lorenzo, PR</p>	<p><b>LEYENDA</b> Capacidad</p> <p><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black; background-color: #f0f0f0; margin-right: 5px;"></span> Alta</p> <p><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black; background-color: #e08080; margin-right: 5px;"></span> Baja</p>	

Fuente: US Department of Agriculture, Soil Conservation Service. (Nov. 1978). Soil Survey of San Juan Area of Puerto Rico.



1:30,000



### Rutas de Acceso

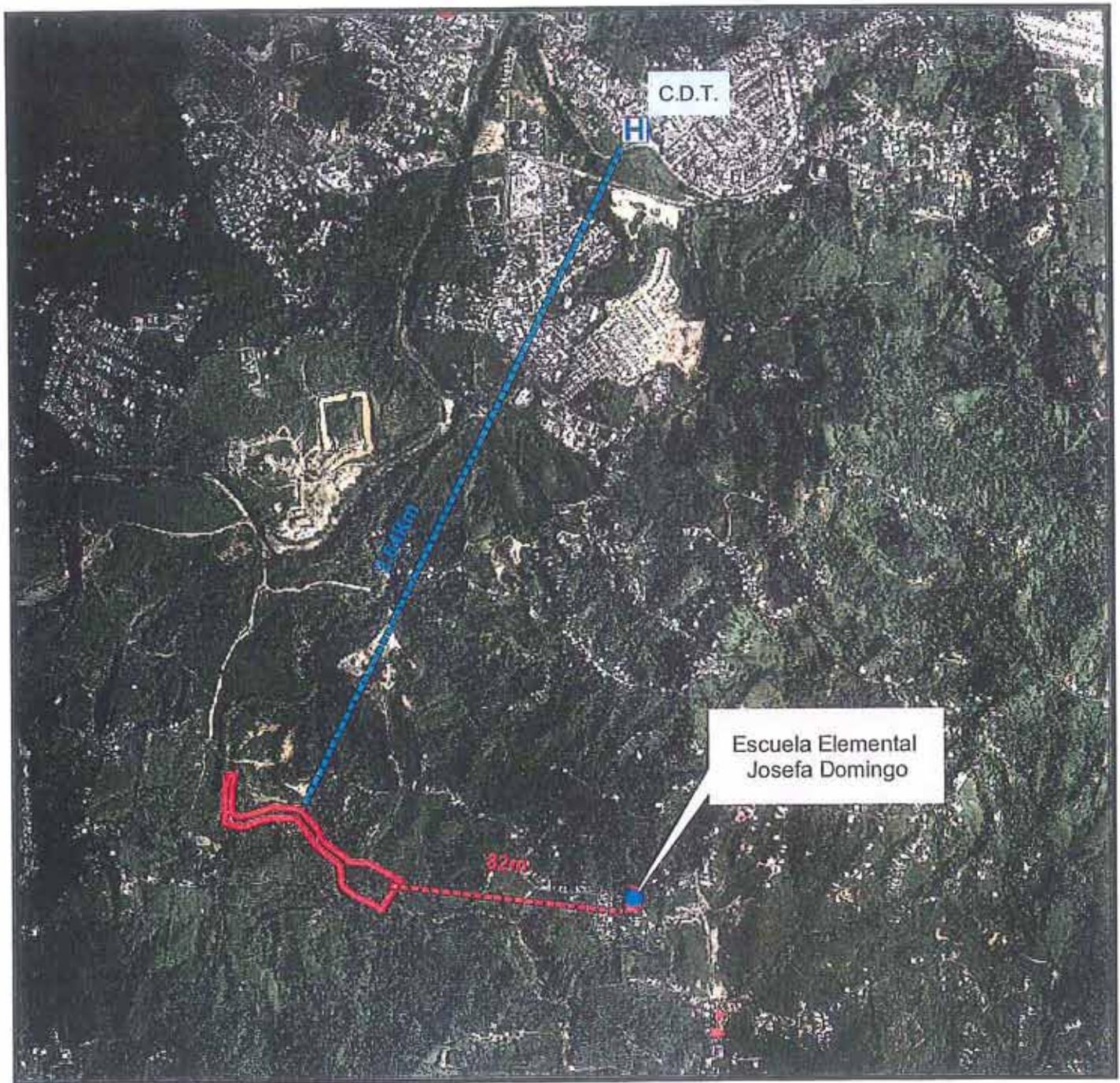
## Declaración de Impacto Ambiental

Barrio Quebrada Honda  
San Lorenzo, PR

#### LEYENDA

- Carreteras
- Primarias
- Secundarias
- Terciarias





1:21,149

### Zonas de Tranquilidad cercanas a los Predios

#### Declaración de Impacto Ambiental

Río Cayaguas  
Barrio Quebrada Honda  
San Lorenzo, PR

#### LEYENDA

-  Centros de Salud
-  Instituciones Educativas





0 250 500 1,000 Meters

1:20,000

### Ambito de Expansión Urbana

#### Declaración de Impacto Ambiental

Barrío Quebrada Honda  
San Lorenzo, PR

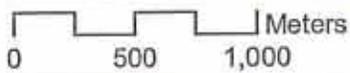
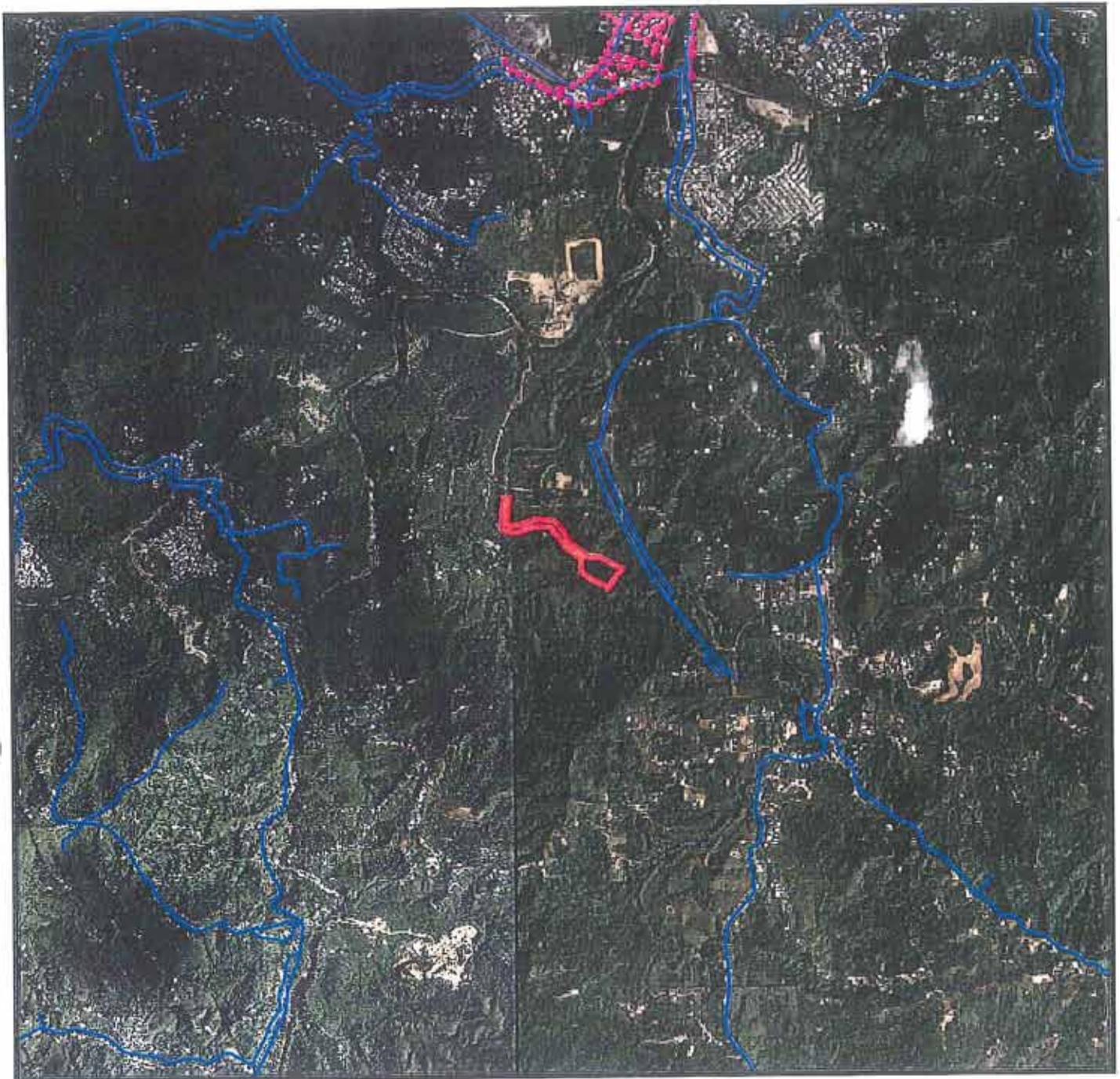
#### LEYENDA

Ambito de Expansión Urbana

 1990

 2000





1:31,250

### Infraestructura Disponible cercana a los Predios

#### Declaración de Impacto Ambiental

Barrio Quebrada Honda  
San Lorenzo, PR

#### LEYENDA

-  Alcantarillado Sanitario
-  Líneas de Distribución de Agua Potable
-  Líneas de Transmisión de la AEE



## **Apéndice: 3, Estudio Flora y Fauna**

**ESTUDIO DESCRIPTIVO DE FLORA Y FAUNA  
GRAVERO RÍO CAYAGUAS  
MUNICIPIO DE SAN LORENZO, PUERTO RICO**



Preparado para:

**Sr. Heriberto Díaz Santiago**

Preparado Por:

**COLL RIVERA ENVIRONMENTAL**  
Environmental Studies, Permitting and Consulting

**Septiembre 2009**

**SAN JUAN, P.R.**

## TABLA DE CONTENIDO

---

Resumen Ejecutivo .....	1
Introducción .....	5
Descripción del Área de Estudio.....	7
Climatología.....	7
Hidrología .....	8
Topografía.....	8
Descripción y Clasificación de Suelos.....	8
Humedales.....	9
Metodología del Estudio .....	10
Visita de Reconocimiento .....	10
Consulta de los Mapas de la Oficina del Programa de Patrimonio Natural del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales.....	10
Consulta de los Mapas de Índice de Sensitividad Ambiental (ESI, por sus siglas en inglés) de la Administración Oceánica y Atmosférica Nacional (NOAA, por sus siglas en inglés).....	11
Consulta de los Mapa de Especies Caribeñas en Peligro de Extinción (CESM, por sus siglas en inglés), del Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos (USF&WS, por sus siglas en inglés, 2007).....	11
Trabajo de Campo.....	11
Metodología para el Muestreo en el Segmento del Río Cayaguas .....	12
Análisis de Datos .....	15
Resultados y Discusión .....	16
Conclusiones y Recomendaciones.....	20
Referencias.....	22
Apéndice A: Inventario de Flora y Fauna.....	25
Apéndice B: Figuras y Tabla .....	26
Figura 1: Mapa de Localización .....	27
Figura 2: Foto Aérea .....	28
Figura 3: Mapa Hidrológico y Zonas Inundables .....	29
Figura 4: Mapa de Suelos .....	30
Figura 5: Mapa del Índice de Sensitividad Ambiental.....	31
Figura 6: Ampliación del Índice de Sensitividad.....	32
Figura 7. Localización de los Puntos de Muestreo en el Río Cayaguas .....	33
Tabla 1: Tabla de Especies Caribeñas en Peligro de Extinción (USF&WS).....	34
Apéndice C: Documentación Fotográfica.....	35

## Resumen Ejecutivo

El Sr. Heriberto Díaz Santiago está proponiendo llevar a cabo una operación de extracción y separación mediante zaranda de material de la corteza terrestre a ser extraído de una porción de aproximadamente 1,000 metros lineales del Río Cayaguas. El material de la corteza terrestre a ser extraído consiste en una deposición de arenas de origen granítico meteorizado en donde predomina el cuarzo meteorizado y siendo la arena de tamaño uniforme. Se propone la extracción de hasta 1,000 metros cúbicos diarios de granodiorítico intemperizado y el mismo será cernido para obtenerse arena la cual será utilizada en la industria de la construcción para elaborar bloques, mezclarse con cemento o asfalto y otros procesos relacionados a la construcción.

El área de extracción es una porción de 1,000 metros lineales del Río Cayaguas el cual se encuentra a unos 1,800 metros de la confluencia entre los ríos Cayaguas y Grande de Loíza. A tales efectos, se realizaron estudios del lecho del río, transporte de sedimentos y granulometría. Esta porción del Río Cayaguas se encuentra entre los barrios Quemados, Cayaguas y Cerro Gordo del Municipio de San Lorenzo. El material extraído del Río Cayaguas será transportado a una finca privada perteneciente al Sr. Heriberto Díaz Santiago en donde se cernirá el material dentro de un área de aproximadamente 2,000 metros cuadrados dentro de una finca mayor de 25 cuerdas. El acceso al área acopio y separación será a través de un camino municipal que conecta con la PR-916 en el Barrio Quebrada Honda del Municipio de San Lorenzo.

Este Estudio Descriptivo de Flora y Fauna se llevó a cabo de acuerdo a los procedimientos recomendados por el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA) y el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos (USFWS, por sus siglas en inglés) utilizando transectos representativos y métodos ajustados a las características y condiciones del área de estudio. Previo al comienzo de este estudio se realizó una consulta con el Inventario de Especies Críticas de la Oficina de Patrimonio Natural del DRNA. El trabajo de campo para obtener los datos para este estudio de flora y fauna se llevó a cabo durante el mes de agosto de 2009.

La mayoría las especies encontradas durante este estudio son típicas de lugares modificados para propósitos antropogénicos. Sin embargo, existen especies de árboles nativos que indican una sucesión ecológica en camino hacia un estado de mayor madurez. Estos árboles son típicos de bosques secundarios en Puerto Rico. La mayor diversidad de árboles observados en el predio del Proyecto propuesto se encuentra en los bordes y topes del banco del Río Cayaguas.

El área bajo estudio se divide en dos: el área de operaciones y su acceso, y el segmento del Río Cayaguas en donde se propone la extracción de agregados. El área del Proyecto se utiliza mayormente para el pastoreo de ganado en baja escala. Ésta área pertenece a la zona de vida conocida como Bosque Húmedo Subtropical (Ewel y Whitmore, 1973). Sin embargo, el lugar ha sido perturbado por los usos de terrenos actuales y anteriores, incluyendo la extracción de agregados en la cuenca del Río Cayaguas, tanto aguas arriba, como aguas abajo del segmento de río bajo estudio. También existe una toma de agua (Planta Jagual, Autoridad de Acueductos y Alcantarillados), aguas arriba del segmento de río estudiado. El predio se encuentra en un área donde la agricultura y la siembra de frutos, como uso de terreno, fue reemplazada por el pastoreo de ganado.

En el área de operaciones y su acceso, las especies arbóreas dominantes fueron: el Tulipán africano (*Spathodea campanulata*), el Palo blanco (*Casearia guianensis*), el Camasey colorado (*Miconia impetolaris*) y el Mata ratón (*Gliricidia sepium*). Entre las especies herbáceas dominantes están: la Nigua (*Tounefortia hirsutissima*), la Margarita amarilla (*Wedelia triloba*), la Mimosa pellita, el Matojo de Techar (*Andropogon bicornis*), la Bambúa (*Bambusa vulgaris*), el Helecho común (*Nephrolepis multiflora*), la Berenjena cimarrona (*Solanum torvum*), el Bejuco de caro (*Cissus verticillata*), y el Cadillo (*Urena lobata*). El total de especies de plantas fue de 48, divididas en 29 familias.

Las especies de fauna dominantes lo fueron el Lagartijo Común (*Anolis cristatellus cristatellus*), el Pitirre (*Tyrannus dominicensis*), el Judío (*Crotophaga ani*) y la reinita común (*Coereba flaveola*). El total de especies de animales fue de 14, divididas en 11

familias. El Apéndice A muestra el inventario de Flora y Fauna observado en el área del Proyecto y sus alrededores.

En el segmento del Río Cayaguas, las especies arbóreas dominantes en los bancos fueron el Guaraguao (*Guarea guidonia*), la Guaba (*Inga vera*) y la Moca (*Andira inermis*). Las herbáceas dominantes en este segmento se encontraron en las áreas bajas y en los bancos. Entre éstas están: Malanga trepadora (*Syngonium podophyllum*), el Cohítre enano (*Callista repens*), el Cadillo (*Urena lobata*) y la Bambúa (*Bambusa vulgaris*). El total de especies de plantas fue de 58, divididas en 34 familias. Las especies de fauna dominantes lo fueron el Lagartijo Común (*Anolis cristatellus cristatellus*), la Paloma turca (*Columba squamosa*), el Pitirre (*Tyrannus dominicensis*), la Rolita (*Columbina passerina*) y la reinita común (*Coereba flaveola*). El total de especies de animales fue de 48, divididas en 28 familias. El Apéndice A muestra el inventario de Flora y Fauna observado en el área del Proyecto y sus alrededores.

En cuanto a la fauna acuática, las especies dominantes fueron la Tilapia (*Oreochromis mossambicus*) y el Gupi (*Poecilia reticulata*). Además, se encontraron otras tres especies de peces (la Chopa pechidorada, el Mino rosado y el Pleco), una especie de tortuga (Hicotea) y una especie de crustáceo (Buruquena). También se encontraron tres especies de insectos acuáticos. Tanto la Hicotea, como la Buruquena se encuentran listadas en el Reglamento para Regir las Especies Vulnerables y en Peligro de Extinción en el Estado Libre Asociado de Puerto Rico (Reglamento Número 6766 del 11 de febrero de 2004). Para más detalles ver sección de **Resultados y Discusión**.

De acuerdo a la consulta realizada a la Oficina de Patrimonio Natural del DRNA, existen records de especies críticas o en peligro de extinción en la región del Proyecto. La región indicada incluye a la Paloma sabanera (*Patagioenas inornata wetmorei*), al Coquí palmeado (*Eleutherodactylus karlschmidti*) y al Guajón (*Eleutherodactylus cooki*). Esta información también fue encontrada en los Mapas de Índice de Sensitividad Ambiental (ESI, por sus siglas en inglés) de la Administración Oceánica y Atmosférica Nacional (NOAA, por sus siglas en inglés). Por otro lado, según el Mapa de Especies Caribeñas en

Peligro de Extinción, del United States Fish & Wildlife Service (USF&WS, 2007) existen cinco especies en esta lista para el Municipio de San Lorenzo. Estas son el Falcón de Sierra (*Accipiter striatus venatus*), el Guaraguao de Bosque (*Buteo platypterus brunnescens*), la Boa de Puerto Rico (*Epicrates inornatus*), la Paloma sabanera (*Patagioenas inornata wetmorei*) y el Guajón (*Eleutherodactylus cooki*). Sin embargo, ninguna de estas especies fue observada o escuchada durante el trabajo de campo para este estudio.

## Introducción

El Sr. Heriberto Díaz Santiago está proponiendo llevar a cabo una operación de extracción y separación mediante zaranda de material de la corteza terrestre a ser extraído de una porción de aproximadamente 1,000 metros lineales del Río Cayaguas. El material de la corteza terrestre a ser extraído consiste en una deposición de arenas de origen granítico meteorizado en donde predomina el cuarzo meteorizado y siendo la arena de tamaño uniforme. Se propone la extracción de hasta 1,000 metros cúbicos diarios de graniodiorítico intemperizado y el mismo será cernido para obtenerse arena la cual será utilizada en la industria de la construcción para elaborar bloques, mezclarse con cemento o asfalto y otros procesos relacionados a la construcción.

El área de extracción es una porción de 1,000 metros lineales del Río Cayaguas el cual se encuentra a unos 1,800 metros de la confluencia entre los ríos Cayaguas y Grande de Loíza. A tales efectos, se realizaron estudios del lecho del río, transporte de sedimentos y granulometría. Esta porción del Río Cayaguas se encuentra entre los barrios Quemados, Cayaguas y Cerro Gordo del Municipio de San Lorenzo. El material extraído del Río Cayaguas será transportado a una finca privada perteneciente al Sr. Heriberto Díaz Santiago en donde se cernirá el material dentro de un área de aproximadamente 2,000 metros cuadrados dentro de una finca mayor de 25 cuerdas. El acceso al área acopio y separación será a través de un camino municipal que conecta con la PR-916 en el Barrio Quebrada Honda del Municipio de San Lorenzo.

Este Estudio Descriptivo de Flora y Fauna se llevó a cabo de acuerdo a los procedimientos recomendados por el DRNA y USFWS, utilizando métodos de muestreo ajustados a las características y condiciones del área de estudio. El esfuerzo previo al trabajo de campo incluyó una consulta con el Inventario de Especies Críticas de la Oficina de Patrimonio Natural del DRNA.

Este documento contiene las siguientes secciones:

- Descripción del área de Estudio,

- Metodología del Estudio,
- Resultados y Discusión,
- Conclusiones y Recomendaciones y
- Apéndices

El trabajo de campo realizado para obtener los datos para este estudio de flora y fauna se llevó a cabo en el mes de agosto de 2009.

## Descripción del Área de Estudio

El Proyecto propuesto está localizado en el Camino Cayaguas, carretera PR-9912 (interior), del Barrio Cayaguas en el Municipio de San Lorenzo. El segmento del Río Cayaguas y el área de operaciones están bordeadas por terrenos que han sido o actualmente son utilizados para la extracción de material de la corteza terrestre y por zonas agrícolas abandonadas (Apéndice B, Figuras 1 y 2). Actualmente, el predio se encuentra cubierto en su mayoría por árboles de sucesión secundaria y pastos.

La zona de vida en la que se encuentra el Proyecto propuesto se conoce como Bosque Húmedo Subtropical (Ewel y Whitmore, 1973). Esta zona de vida fue la más explotada en términos de uso de terreno con fines agrícolas, ya que provee las condiciones idóneas para el establecimiento de distintos tipos de cultivo. Entre las especies más comunes de esta zona de vida se encuentran la Palma real (*Roystonea borinquena*), el Roble nativo (*Tabebuia heterophylla*), el Brucayo gigante (*Eritrina poeppigiana*), la Guaba (*Inga vera*), el Guamá (*Inga laurina*), el Flamboyán (*Delonix regia*) y el Yagrumo hembra (*Cecropia scheberiana*), entre otras (Ewel y Whitmore, 1973).

## Climatología

De acuerdo al "Monthly Station Normals of Temperature, Precipitation, and Heating and Cooling Degree Days, 1971 - 2000", preparado por la Administración Oceánica y Atmosférica Nacional (NOAA, por sus siglas en inglés), la precipitación promedio anual en la región es aproximadamente 62.08 pulgadas (1,576.8 mm) y la temperatura promedio anual de 76.7 °F (24.8 °C). Esto resulta en unas condiciones de humedad intermedia y una precipitación no excesiva, que han hecho a esta zona una bien adaptada para una gran variedad de usos de terrenos. Estos datos son tomados en la subestación Gurabo (Estación Número 029) con coordenadas geográficas 18° 16' N, 066° 00' W.

## Hidrología

El rasgo hidrológico de mayor importancia en el área del Proyecto es el propio Río Cayaguas. El Río Cayaguas es tributario del Río Grande de Loíza. La confluencia entre ambos ríos está localizada a aproximadamente 1.0 kilómetros al sur del pueblo de San Lorenzo. La **Figura 3 (Apéndice B)** muestra la hidrología del área del Proyecto.

## Topografía

La **Figura 1 (Apéndice B)** muestra la localización del Proyecto sobre el Cuadrángulo Topográfico de Juncos preparado por el Servicio Geológico de los Estados Unidos (fotorevisado en 1982). De esta figura se puede observar que las elevaciones sobre el nivel promedio del mar del segmento del Río Cayaguas bajo estudio son alrededor de 120 metros.

## Descripción y Clasificación de Suelos

De acuerdo al Catastro de Suelos del Área de San Juan, del Servicio de Conservación de Suelos (Boccheciamp, 1978), el área de estudio contiene tres series distintas de suelo. Estas series son: serie Cayagua, serie Pandura y la serie Vivi. En la **Figura 4, Apéndice B**, se muestran los suelos del área del Proyecto.

De la serie Cayagua, se encuentra el suelo "Cayagua Arenoso Lómico" (Co). Este suelo ocupa prácticamente la mitad sur del segmento del Río Cayaguas y el área de operaciones. Estos son suelos profundos, pobremente drenados y de permeabilidad lenta. Poseen una alta capacidad de agua disponible y la escorrentía es lenta. Estos suelos tienen limitaciones para la mayoría de usos urbanos por su humedad, flujo laminar y por su pendiente.

De la serie Pandura, se encuentra el suelo "Pandura Arenoso Lómico", en pendientes de 20% a 40% (PaE). Este suelo ocupa una pequeña porción en el centro del segmento de río

bajo estudio y justo al noreste del área de operación del Proyecto. Estos son suelos superficiales, bien drenados y moderadamente permeables. Poseen una capacidad de agua disponible baja y la escorrentía es rápida. La pendiente inclinada, lo superficial (poco profundo) y el riesgo a erosión presentan limitaciones para usos urbanos.

De la serie Vivi, se encuentra el suelo Vivi Lómico (Vv). Este suelo se encuentra en la porción norte del segmento de río bajo estudio. Estos son suelos profundos, excesivamente drenados y de rápida permeabilidad. Poseen una capacidad de agua disponible baja. Este es un suelo apropiado para el cultivo, pero tiene limitaciones para usos urbanos debido al peligro de inundación y por flujo laminar.

### **Humedales**

El Inventario Nacional de Humedales no estudió los humedales en el área del Proyecto. Este estudio es realizado por el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos (USF&WS, por sus siglas en inglés). Sin embargo, en el predio del Proyecto existen humedales asociados al sistema ribereño.

## **Metodología del Estudio**

La metodología descrita en esta sección se llevó a cabo de acuerdo a los procedimientos recomendados por el DRNA y USFWS, la cual incluyó evaluaciones de campo utilizando transectos a través de toda el área del Proyecto. El área se dividió en dos tipos de hábitat con el propósito de simplificar la documentación de las especies que éstas albergan. Estos son:

- Segmento del Río Cayaguas y sus bancos (terrestre, acuático y semi-acuático)
- Área de operaciones y camino de acceso (terrestre)

A continuación se describe la metodología y procedimientos utilizados.

### **Visita de Reconocimiento**

El área del Proyecto se visitó preliminarmente para realizar un reconocimiento general sobre la ubicación, área que ocupa y límites del Proyecto; características y otros rasgos naturales. Esta visita fue muy importante para el diseño del plan de trabajo de campo.

### **Consulta de los Mapas de la Oficina del Programa de Patrimonio Natural del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales**

Luego de la visita de reconocimiento al área del Proyecto, se procedió a visitar la Oficina del Programa de Patrimonio Natural del DRNA para hacer una consulta formal de los mapas en donde aparecen los records de las especies críticas, amenazadas o en peligro de extinción en el área del Proyecto. Esta consulta resulta ser una herramienta necesaria e importante, ya que el personal técnico del DRNA provee información adicional sobre los records de estas especies y sugiere trabajos adicionales que se han realizado; y la consulta con otros científicos que están trabajando con las especies protegidas que puedan existir dentro del área de estudio. La información obtenida en la Oficina del Programa de Patrimonio Natural fue validada en el campo por el personal que trabajó en este estudio.

**Consulta de los Mapas de Índice de Sensitividad Ambiental (ESI, por sus siglas en inglés) de la Administración Oceánica y Atmosférica Nacional (NOAA, por sus siglas en inglés)**

El ESI es un estudio realizado por la NOAA en colaboración con otras organizaciones y agencias, entre las cuales están USF&WS y el DRNA. Este estudio muestra los records de observaciones de especies críticas, amenazadas o en peligro de extinción alrededor de toda la costa y en las cuencas de los ríos y quebradas principales de Puerto Rico.

**Consulta de los Mapa de Especies Caribeñas en Peligro de Extinción (CESM, por sus siglas en inglés), del Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos (USF&WS, por sus siglas en inglés, 2007)**

El CESM es un mapa creado por el USF&WS en el 2007, en donde se presentan las especies amenazadas o en peligro de extinción a nivel federal. Esta fuente de información presenta sus datos en forma de tablas para cada municipio.

### **Trabajo de Campo**

El trabajo de campo para este estudio se llevó a cabo en el mes de agosto de 2009. Dada el área que abarca el Proyecto, éste se pudo recorrer en su totalidad. Se documentaron las especies de acuerdo al hábitat en donde se observaron.

Se realizaron visitas diurnas para la identificación y documentación de especies de plantas y de animales de hábitos diurnos, recorriendo a largo de las rutas pre-determinadas.

Para la identificación de aves se realizaron censos matutinos y vespertinos utilizando los métodos de transectos y "point count", en donde se anotaron las especies de aves observadas y escuchadas, según sugiere Wunderle (1994). Estos métodos son muy efectivos para documentar la presencia de especies.

Para la identificación de anfibios y reptiles, se utilizó el método descrito por Rivero (1998), buscando en áreas húmedas, árboles, debajo de troncos y ramas caídas, rocas, axilas de los árboles, hojarasca, basura, chatarra, etc. Estas técnicas fueron utilizadas tanto de día, como de noche. Para apoyar la identificación de especies de anfibios se utilizó una grabadora digital de sonido. Los sonidos grabados fueron transferidos a una computadora, en donde se compararon con los sonidos grabados en el Disco Compacto incluido en Los Anfibios y Reptiles de Puerto Rico (Rivero, 1998).

Durante las visitas al área del Proyecto para la realización del trabajo de campo se llevó a cabo una documentación fotográfica de las distintas áreas y especies (Apéndice C).

#### **Metodología para el Muestreo en el Segmento del Río Cayaguas**

Para la realización del estudio, se recorrió primero el tramo del Río Cayaguas objeto del Proyecto. Se evaluó la flora y fauna existente utilizando como referencia las áreas de mayor elevación en los bancos del cuerpo de agua. El segmento se recorrió dos (2) veces en horas de la mañana y dos (2) veces en horas de la tarde. Durante la evaluación inicial, se realizó un inventario de todas las especies de flora y fauna terrestres, acuáticas y semi-acuáticas avistadas. Esta primera fase del Estudio fue importante para documentar las especies de flora presentes y las de fauna que se podían observar a simple vista o por su canto. Esta fase también fue importante para identificar las áreas en donde se realizaron las actividades de captura de organismos acuáticos.

La segunda fase de recopilación de datos de campo para la realización del estudio consistió en llevar a cabo las actividades de captura y liberación de organismos acuáticos.

Las actividades de captura, identificación y liberación de organismos acuáticos se realizó en dos (2) eventos separados, según mencionado arriba. El primer evento tuvo una duración de 10 horas mientras que el segundo evento tuvo una duración de 8 horas. Se realizaron actividades de muestreo de organismos acuáticos durante horas de la tarde, de

la madrugada y nocturnas, con el propósito de poder registrar y documentar la mayor cantidad de especies acuáticas.

Para la realización de la captura e identificación de organismos, se usaron varias técnicas y artes de pesca, tales como nasas, trasmallos, tarrayas y redes. Las tareas realizadas se describen como sigue:

Nasas: Las nasas fueron localizadas a lo largo del segmento bajo estudio. Se establecieron cuatro puntos de muestreo que incluyó el extremo aguas abajo, un punto intermedio y los dos extremos aguas arriba (ver Figura 7). Éstas fueron colocadas en áreas donde la profundidad del agua permitía que éstas se sumergieran completamente. A las nasas se le depositó una combinación de carnadas la cual consistió de calamar, pollo, y alimento de peces. Las nasas eran revisadas cada cuatro horas para documentar las especies capturadas, con excepción del periodo nocturno para el cual fueron revisadas al siguiente día. Esta técnica de captura fue la más intensiva ya que se realizó durante todo el periodo de cada evento.

Trasmallos: Los trasmallos se localizaron de forma perpendicular al cauce en zonas donde las características del cuerpo de agua eran propicias. Un total de seis (4) puntos de muestreo fueron establecidos. Éstos fueron colocados en áreas donde la corriente del agua era notable debido a su poca profundidad. Una vez colocados, estos trasmallos permanecían en su sitio hasta que parte del personal del equipo de trabajo recorría un tramo de veinte metros (20m) partiendo aguas arriba y en dirección hacia ellos. Durante su recorrido, el personal fue agitando el agua y el fondo arenoso y rocoso para fomentar el movimiento de organismos y la captura de estos en los trasmallos por el arrastre de la corriente. Los trasmallos también fueron utilizados en áreas de aguas calmadas con profundidad suficiente para propiciar el agrupamiento de organismos. En aguas calmadas, la técnica consistió en ir cerrando el trasmallo en torno a éstas áreas hasta agrupar los organismos hacia las orillas o bancos de los cuerpos de agua, para luego ser capturados con redes o con el mismo trasmallo.

Tarrayas: Las tarrayas fueron utilizadas en donde se observó movimiento en el agua causado por la actividad de organismos. Esta técnica se utilizó en profundidades diversas.

Redes: Las redes se utilizaron en áreas con cavidades resultantes por el arreglo de las rocas o por troncos en el agua, y en áreas con vegetación en las orillas de los cuerpos de agua. También, se utilizaron durante las actividades de inspección ocular con las caretas de buceo.

Los organismos capturados fueron identificados y fotografiados para luego ser liberados. Un total de sesenta y cuatro horas (64h) de esfuerzo fueron invertidas en la realización de las tareas de campo.

Para propósitos de este estudio, se clasificó la flora y a la fauna según su hábitat. Para simplificar la interpretación de los resultados, se designaron tres (3) hábitats principales: el terrestre, el acuático y el semiacuático. Las especies designadas en el hábitat terrestre son de la flora y la fauna que no dependen, completa o parcialmente, de un cuerpo de agua para subsistir, excepto para hidratarse por absorción. Además, estas especies son observadas usualmente en otras áreas no asociadas a cuerpos de agua.

Las especies designadas en el hábitat acuático son aquellas que dependen enteramente de cuerpos de agua para su subsistencia y que lo utilizan tanto para reproducirse como para sus actividades de forrajeo. Estas especies se encuentran mayormente sumergidas en el agua y en el caso de la flora la mayor parte del tiempo su zona radical o sustrato está saturado o sumergido. Dentro de esta categoría fue incluida la Buruquena (*Epilobocera simuatifrons*), que aunque no necesita estar sumergida todo el tiempo, puede estarlo gran parte del tiempo y necesita de un cuerpo de agua para su subsistencia.

Por otro lado, las especies designadas en hábitat semiacuático son aquellas que dependen en parte de un cuerpo de agua ya sea para su reproducción, y/o forrajeo. Bajo esta categoría se clasifican varios insectos que sus etapas larvales dependen de cuerpos de

agua Además, se incluyeron las aves que mayormente anidan asociadas a cuerpos de agua y su forrajeo es casi específico en estos hábitat.

### **Análisis de Datos**

La identificación de las especies se realizó en el campo, salvo en aquellos casos en que éstas no pudieran ser identificadas al momento. En estos casos, estas especies fueron identificadas utilizando especímenes colectados en el campo o con la ayuda de la documentación fotográfica realizada. Las referencias para la identificación de las especies se encuentran en la sección de **Referencias** de este documento.

## Resultados y Discusión

En el área de operaciones y su acceso, las especies arbóreas dominantes fueron: el Tulipán africano (*Spathodea camanulata*), el Palo blanco (*Casearia guianensis*), el Camasey colorado (*Miconia impetiolearis*) y el Mata ratón (*Gliricidia sepium*). Entre las especies herbáceas dominantes están: la Nigua (*Tounefortia hirsutissima*), la Margarita amarilla (*Wedelia triloba*), la Mimosa pellita, el Matojo de Techar (*Andropogon bicornis*), la Bambúa (*Mabusa vulgaris*), el Helecho común (*Nephrolepis multiflora*), la Berenjena cimarrona (*Solanum torvum*), el Bejuco de caro (*Cissus verticillata*), y el Cadillo (*Urena lobata*). El total de especies de plantas fue de 48, divididas en 29 familias.

Las especies de fauna dominantes lo fueron el Lagartijo Común (*Anolis cristatellus cristatellus*), el Pitorre (*Tyrannus dominicensis*), el Judío (*Crotophaga ani*) y la reinita común (*Coereba flaveola*). El total de especies de animales fue de 14, divididas en 11 familias. El Apéndice A muestra el inventario de Flora y Fauna observado en el área del Proyecto y sus alrededores.

En el segmento del Río Cayaguas, las especies arbóreas dominantes en los bancos fueron el Guaraguao (*Guarea guidonia*), la Guaba (*Inga vera*) y la Moca (*Andira inermis*). Las herbáceas dominantes en este segmento se encontraron en las áreas bajas y en los bancos. Entre éstas están: Malanga trepadora (*Syngonium podophyllum*), el Cohítre enano (*Callista repens*), el Cadillo (*Urena lobata*) y la Bambúa (*Bambusa vulgaris*). El total de especies de plantas fue de 58, divididas en 34 familias. Las especies de fauna dominantes lo fueron el Lagartijo Común (*Anolis cristatellus cristatellus*), la Paloma turca (*Columba squamosa*), el Pitorre (*Tyrannus dominicensis*), la Rolita (*Columbina passerina*) y la reinita común (*Coereba flaveola*). El total de especies de animales fue de 48, divididas en 28 familias. El Apéndice A muestra el inventario de Flora y Fauna observado en el área del Proyecto y sus alrededores.

En cuanto a la fauna acuática, las especies dominantes fueron la Tilapia (*Oreochromis mossambicus*) y el Gupi (*Poecilia reticulata*). Además, se encontraron otras tres especies

Sin embargo, ninguna de estas especies incluidas en estas fuentes de información fue observada o escuchada durante el trabajo de campo para este estudio. No obstante, el área del Proyecto se encuentra dentro del área de distribución de la Paloma sabanera y de la Boa de Puerto Rico.

Como mencionado en la sección de **Descripción del Área de Proyecto**, el segmento del Río Cayaguas y el área de operaciones están bordeadas por terrenos que han sido o actualmente son utilizados para la extracción de material de la corteza terrestre y por zonas agrícolas abandonadas (**Apéndice B, Figura 2**). Actualmente, el predio se encuentra cubierto en su mayoría por árboles de sucesión secundaria y pastos. Las áreas en donde las operaciones de extracción de material de la corteza terrestre y la agricultura fueron abandonadas se han ido desarrollando parches boscosos, asociados a los rasgos hidrológicos.

La mayor riqueza de especies se observó asociada a los bancos del Río Cayaguas. Esto se debe, en gran medida, a que estas áreas ofrecen alimento, agua, nutrientes y refugio, además de servir como área anidaje, percha, área de reproducción, fuente de semillas y método de dispersión de las mismas, etc. y de muchas especies de animales.

La vegetación arbórea, la cual muestra especies nativas en números considerables es indicativa de que el lugar está en una etapa de sucesión secundaria con cierto grado de madurez. Especies como el Guaraguao, la Palma real, el Roble nativo el Cenizo, el Yagrumo, etc., son indicativos de esta sucesión.

## Conclusiones y Recomendaciones

Aunque el área de estudio se ha modificado significativamente debido a las distintas actividades que han ocurrido dentro y en los alrededores del predio del Proyecto propuesto, las cuales sirven propósitos antropogénicos, la flora nativa de Puerto Rico está colonizando el predio. Esto ha ocurrido debido al abandono del uso de la región como cantera o área de extracción de material de la corteza terrestre. Sin embargo, la diversidad de especies de flora es relativamente baja. El uso actual (ganadería a baja escala) tiene un efecto en la diversidad de especies (ver **Apéndice A**).

Como parte de las observaciones hechas y los resultados obtenidos durante este estudio, recomendamos las siguientes medidas:

- Realizar un Inventario de Árboles y Plan de Siembra, según requiere el Reglamento de Planificación Número 25 de la Junta de Planificación, en donde se incluyan especies nativas y representativas de la zona de vida en donde se encuentra el predio del Proyecto. Esto contribuirá con la restauración de las características naturales de la región, cuales fueron modificadas por los usos pasados y presentes.
- Incorporar en el plan de reforestación las especies arbóreas utilizadas por la Paloma Sabanera para anidar y como fuente de alimento.
- Establecer un protocolo de monitoreo durante las actividades de construcción para minimizar las posibilidades de impactos incidentales sobre dicha especie.
- Instalar una protección visible a las áreas que necesiten protección para eliminar la posibilidad de que éstas sean impactadas por accidente durante la fase de construcción.
- Implantar un Plan para el Control de la Erosión y Sedimentación (Plan CES), un Plan para la Prevención de la Contaminación de Aguas Pluviales ("SWPP Plan", por sus siglas en inglés) y educar a los operadores de equipo pesado y demás personal antes de comenzar cualquier movimiento de tierra o actividad relacionada a la construcción del Proyecto. Esto protegerá las zanjas de escorrentía local durante el desarrollo del Proyecto, cosa de que las aguas de

escorrentía sean controladas y no haya impacto significativo sobre el Río Gurabo, ni en los humedales.

Entendemos que la implantación de estas medidas de manejo, protección y mitigación y otras que puedan ser requeridas por las agencias ambientales reguladoras contribuirá con la conservación y el mejoramiento de los recursos naturales existentes y el bienestar del Proyecto.

## Referencias

- Acevedo-Rodríguez, P., y R. O. Woodbury. 1985. *Los Bejucos de Puerto Rico*. Volumen 1. General Technical Report SO-85. United States Department of Agriculture, New Orleans, LA. 331 pp.
- Birdlife International. 2000. *Aves Amenazadas de las Américas (Libro Rojo de CIPA/IUCN)*. Oficina Regional para las Américas, Quito, Ecuador.
- Boccheciamp, R. A. 1977. *Soil Survey of San Juan Area of Puerto Rico*. USDA, Soil Conservation Service. 141 pp.
- Delgado, Patricia. 2004. The U.S. Caribbean Region. Wetlands and Fish: a Vital Connection. Fish, Crustaceans and Mollusks found in U.S. Caribbean Wetlands. NOAA. Maryland.
- División de Patrimonio Natural de Puerto Rico. 2000. *Delimitación de Hábitat de la Paloma Sabanera (Columba inornata wetmorei) dentro de los Municipios de Cidra, Comerío y Caguas, Puerto Rico*. Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. Área de Planificación Integral. 72 pp.
- Domínguez Cristóbal, Carlos, 2000. *Panorama Histórico Forestal de Puerto Rico*. Editorial de la Universidad de Puerto Rico, Río Piedras, P.R. 680pp.
- Ewel, J. J. y J. L. Whitmore. 1973. *The Ecological Life Zones of Puerto Rico and the United States Virgin Islands*. Research Paper ITF-18. U. S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry, Río Piedras, P.R.
- Hilton-Taylor, C. (compiler) 2000. *2000 IUCN Red List of Threatened Species*. IUCN, Gland, Switzerland Cambridge, UK. xviii. 61pp.
- Liogier, H. H. y L. F. Martorell. 1999. *Flora of Puerto Rico and Adjacent Islands: a Systematic Synopsis*. 2<sup>nd</sup> Ed. Editorial Universitaria de Puerto Rico, Río Piedras, P.R. 382 pp.
- Liogier, H. A. 1985. *Descriptive Flora of Puerto Rico and Adjacent Islands*. Vol. I. Editorial Universitaria de Puerto Rico, Río Piedras, P.R. 357 pp.
- Liogier, H. A. 1988. *Descriptive Flora of Puerto Rico and Adjacent Islands*. Vol. II. Editorial Universitaria de Puerto Rico, Río Piedras, P.R. 481 pp.
- Liogier, H. A. 1991. *Descriptive Flora of Puerto Rico and Adjacent Islands*. Vol. III. Editorial Universitaria de Puerto Rico, Río Piedras, P.R. 461 pp.

- Liogier, H. A. 1995. *Descriptive Flora of Puerto Rico and Adjacent Islands*. Vol. IV. Editorial Universitaria de Puerto Rico, Río Piedras, P.R. 617 pp.
- Liogier, H. A. 1997. *Descriptive Flora of Puerto Rico and Adjacent Islands*. Vol. VI. Editorial Universitaria de Puerto Rico, Río Piedras, P.R. 436 pp.
- Little, E. L. y F. H. Wadsworth. 1999. *Common Trees of Puerto Rico and the Virgin Islands*. A private reprinting by the authors from Forest Service U. S. Department of Agriculture Handbook No. 249. Río Piedras, P. R. 556 pp.
- Little, E. L. y R. O. Woodbury. 1974. *Trees of Puerto Rico and the Virgin Islands*. Second Volume. U. S. Department of Agriculture Handbook No. 449-S. Río Piedras, P. R. 1024 pp.
- Más, E. y O. García-Molinari. 1990. *Guía Ilustrada de Yerbas Comunes de Puerto Rico*. Servicio de Extensión Agrícola de la Universidad de Puerto Rico. McGraw Hill Publishing Company, New York, NY. 103 pp.
- Mitchell, J.C. 2000. Amphibian Monitoring Methods & Field Guide. Smithsonian National Zoological Park.
- Oficina de Patrimonio Natural de Puerto Rico. 2000. *Lista de Elementos Críticos de la División de Patrimonio Natural*. Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. San Juan, P.R.
- Opler, P. A. y V. Malikul. 1992. *Eastern Butterflies*. Peterson Field Guides. Houghton Mifflin Company, New York, NY. 396 pp.
- Raffaele, H. A., J. Wiley, O. Garrido, A. Keith y J. Raffaele. 1998. *A guide to the birds of the West Indies*. Princetown University Press, Princetown, New Jersey. 411 pp.
- Rivero, J. 1998. *Los Anfibios y Reptiles de Puerto Rico*. Segunda Edición Revisada. Editorial Universidad de Puerto Rico, Río Piedras, P.R. 510 pp.
- U.S. Fish and Wildlife Service. 2000. *Endangered Species List (Puerto Rico/Virgin Islands)*. Division of Endangered Species.
- Wunderle, J. M. 1994. *Census Methods for Caribbean Land Birds*. General Technical Report SO-100. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station, New Orleans, LA.



## **Apéndice A: Inventario de Flora y Fauna**

Flora observada en el Segmento del Río Cayaguas

Familia	Nombre Científico	Nombre común
Acanthaceae	<i>Ruellia brittoniana</i> Leon.	A-las-doce-me-voy
Acanthaceae	<i>Thunbergia alata</i> Bojer ex Sims	Ojo de poeta
Araceae	<i>Dieffenbachia seguine</i> (Jacq.) Schott	Rábano cimarrón
Araceae	<i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott	Malanguilla
Araceae	<i>Syngonium podophyllum</i> Schott	Malanga trepadora
Begoniaceae	<i>Begonia decandra</i> Pavón ex DC.	Begonia nativa
Bignonaceae	<i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	Tulipán africano
Bixaceae	<i>Bixa orellana</i> L.	Achiote
Caesalpinioideae	<i>Peltophorum pterocarpum</i> (DC.) Back. & Heyne	Flamboyan amarillo
Caesalpinioideae	<i>Senna siamea</i> (Lam.) Irwin & Barneby	Senna de siam
Combretaceae	<i>Terminalia catappa</i> L.	Almendro
Commelinaceae	<i>Aploleia monandra</i> (Sw.) H. E. Moore	Cohitre morado
Commelinaceae	<i>Commelina diffusa</i> Burm. f	Cojitre
Commelinaceae	<i>Callisia repens</i> (Jacq.) L.	Cohitre enano
Commelinaceae	<i>Wedelia triloba</i> (L.) Hitchc.	Margarita amarilla
Compositae	<i>Momordica charantia</i> L.	Cundeamor
Cucurbitaceae	<i>Cyperus alternifolius</i> L.	Paragüita
Cyperaceae	<i>Rhynchospora nervosa</i> (Vahl) Boeck. spp. <i>ciliata</i> (Vahl) T. Koyama	Yerba de estrella
Cyperaceae	<i>Ricinus communis</i> L.	Ricino
Euphorbiaceae	<i>Casearia decandra</i> Jacquin	Caracolillo
Flacourtiaceae	<i>Calophyllum calaba</i> L.	María
Guttiferae	<i>Cuphea hyssopifolia</i> HBK.	D
Lythraceae	<i>Lagerstroemia speciosa</i> (L.) Pers.	Reina de las Flores
Lythraceae	<i>Urena lobata</i> L.	Cadillo
Malvaceae	<i>Urena lobata</i> L.	Cadillo
Malvaceae	<i>Miconia prasina</i> (Swartz) DC.	Camasey blanco
Melastomataceae	<i>Guarea guidonea</i> (L.) Sleumer	Guaraguao
Meliaceae	<i>Inga vera</i> Willd.	Guaba
Mimosoideae	<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	Guamá
Mimosoideae	<i>Mimosa casta</i> L.	D
Mimosoideae	<i>Mimosa pellita</i> HBK.	D
Mimosoideae	<i>Artocarpus altifolius</i> (S. Park.) Fosb.	Yagrumo hembra
Moraceae	<i>Cecropia schreberiana</i> Miq.	Hoja menuda
Moraceae	<i>Myrcia splendens</i> (Swartz) DC.	Pomarrosa
Myrtaceae	<i>Syzygium jambos</i> (L.) Aist.	
Myrtaceae		

Onagraceae	<i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacquin) Raven	Yerba de clavo
Palmae	<i>Cocos nucifera</i> L.	Palma de coco
Palmae	<i>Chrysalidocarpus lutescens</i> (Bory) H. Wendl.	Palma areca
Palmae	<i>Roystonea borinquena</i> O.F. Cook	Palma real
Papilionoideae	<i>Andira inermis</i> (W. Wr.) DC.	Moca
Papilionoideae	<i>Dalbergia monetaria</i> L. f.	Membrillo
Papilionoideae	<i>Vigna luteola</i> (Jacq.) Benth.	Frijol silvestre
Poaceae	<i>Bambusa vulgaris</i> Schrad. ex J.C. Wendl.	Bambúa
Poaceae	<i>Hymenachne amplexicaulis</i> (Rudge) Nees	Trompetilla
Poaceae	<i>Megathyrsus maximus</i> (Jacq.) R. D. Webster	Yerba de guinea
Poaceae	<i>Olyra latifolia</i> L.	Carrucillo
Poaceae	<i>Pennisetum purpureum</i> Schumach.	Yerba elefante
Polygonaceae	<i>Polygonum punctatum</i> Ell.	Yerba de hicootea
Polypodiaceae	<i>Nephrolepis multiflora</i> (Roxb.) Jarrett ex Morton	Helecho común
Rubiaceae	<i>Psychotria berteriana</i> DC.	Cachimbo Común
Rutaceae	<i>Zanthoxylum martinicense</i> (Lam.) DC.	Ceniso
Sapindaceae	<i>Cupania americana</i> L.	Guara
Sapindaceae	<i>Paullinia pinnata</i> L.	Bejuco de paloma
Solanaceae	<i>Solanum torvum</i> Sw.	Berenjena cimarrona
Ulmaceae	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Guacimilla
Verbenaceae	<i>Petitia domingensis</i> Jacquin	Capá amarillo
Verbenaceae	<i>Tectona grandis</i> L.f.	Teca
Zingiberaceae	<i>Zingiber officinale</i> Rose.	Jengibre

## Fauna observada en el Segmento del Río Cayaguas

Nombre Científico	Nombre Común	Status
-------------------	--------------	--------

### VERTEBRADOS

#### Aves

<b>Accipitridae</b>		
<i>Buteo jamaicensis</i>	Guaragua	R
<b>Ardeidae</b>		
<i>Butorides striatus</i>	Martinete	R
<b>Columbidae</b>		
<i>Columba squamosa</i>	Paloma turca	R
<i>Zenaida aurita</i>	Tórtola cardosantera	R
<i>Columbina passerina</i>	Rolita	R
<b>Cuculidae</b>		
<i>Crotophaga ani</i>	Judío	R
<i>Coccyzus minor</i>	Pájaro bobo menor	R
<b>Emberizidae</b>		
<i>Coereba flaveola</i>	Reinita común	R
<i>Euphonia musica</i>	Jilguero de P.R.	R
<i>Molothrus bonariensis</i>	Tordo lustroso	R
<i>Quiscalus niger</i>	Chango	R
<b>Mimidae</b>		
<i>Mimus polyglottos</i>	Ruiseñor	
<i>Margarops fuscatus</i>	Zorzal Pardo	
<b>Picidae</b>		
<i>Melanerpes portoricensis</i>	Carpintero de P.R.	E
<b>Todidae</b>		
<i>Todus mexicanus</i>	San pedrito	E
<b>Tyrannidae</b>		
<i>Tyrannus caudifasciatus</i>	Clérigo	R
<i>Tyrannus dominicensis</i>	Pitirre	R
<b>Peces</b>		
<b>Centrarchidae</b>		
<i>Lepomis auritus</i>	Chopa pechicolorada	R
<b>Cichlidae</b>		
<i>Oreochromis mossambicus</i>	Tilapia mozambique	E

**Cyprinidae**  
*Puntius conchonius* E  
**Loricariidae**  
*Hyposomus plecostomus* E  
**Poeciliidae**  
*Poecilia reticulata* E

**Reptiles**  
**Emyridae**  
*Trachemys stejnegeri stejnegeri* R\*\*  
 Jicotea

**Iguanidae**  
*Anolis cristatellus* R  
*Anolis evermanni* R  
*Anolis krugi* R  
*Anolis pulchellus* R  
*Anolis stratulus* R  
*Iguana iguana* R  
**Teiidae**  
*Ameiva exsul* R

**Anfibios**  
**Bufonidae**  
*Bufo marinus* R  
**Leptodactylidae**  
*Eleutherodactylus antillensis* E  
*Eleutherodactylus brittoni* E  
*Eleutherodactylus coqui* E  
*Leptodactylus albilabris* R

**INVERTEBRADOS**  
**Insectos**  
**Ephemeroptera**  
**Heptageniidae**  
 No ID sp.  
 "Mayfly"

<u>Heteroptera</u>		
<u>Guerridae</u>		Patinador de agua
<i>Guerris</i> sp.		
<u>Veliidae</u>		Patinador de agua
<i>Rhagovelia</i> sp.		
<u>Hymenoptera</u>		
<u>Apidae</u>		abeja
<i>Apis mellifera</i>		
<u>Isoptera</u>		
<u>Termitidae</u>		comején
<i>Nasutitermes costalis</i>		
<u>Lepidoptera</u>		
<u>Pieridae</u>		mariposa
<i>Phoebis</i> sp.		
<u>Odonata</u>		
<u>Libellulidae</u>		libélula
<i>Orthemis ferruginea</i>		
<u>Orthoptera</u>		
<u>Gryllidae</u>		grillo
<i>Orochalis vaginalis</i>		
<u>Moluscos</u>		
<u>Camaenidae</u>		Caracol común
<i>Caracolus caracola</i>		Caracol de bandas
<i>Caracolus marginella</i>		caracol
<i>Polydortes lima</i>		
<u>Crustacea</u>		
<u>Decapoda</u>		buruquena
<u>Pseudoscorpionidae</u>		
<i>Epilobocera sinuatifrons</i>		

E

E: Endémico

M: Migratorio

i: Introducido

\*\*Elemento crítico a nivel local.

Flora observada en el Area de Operaciones del Rio Cayaguas

Familia	Nombre Científico	Nombre común
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i> L.	Mangó
Araceae	<i>Syngonium podophyllum</i> Schott	Malanga trepadora
Araliaceae	<i>Schefflera morotoni</i> (Aublet) Maguire, Steyermark & Frodin	Yagrumo macho
Bignoniaceae	<i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	Tulipán africano
Boraginaceae	<i>Tournefortia hirsutissima</i> L.	Nigua
Bromeliaceae	<i>Tillandsia fasciculata</i> Sw.	D
Combretaceae	<i>Terminalia catappa</i> L.	Almendro
Commelinaceae	<i>Commelina diffusa</i> Burm. f	Cojitre
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i> L.	Cohitre azul
Commelinaceae	<i>Callisia repens</i> (Jacq.) L.	Cohitre enano
Compositae	<i>Wedelia triloba</i> (L.) Hitchc.	Margarita amarilla
Convolvulaceae	<i>Ipomoea setifera</i> Poir. in Lam.	Bejuco de puero
Cucurbitaceae	<i>Momordica charantia</i> L.	Cundeamor
Cyperaceae	<i>Fimbristylis dichotoma</i> (L.) Vahl	Junquito
Cyperaceae	<i>Rhynchospora nervosa</i> (Vahl) Boeck. Ssp. <i>ciliata</i> (Vahl) T. Koyoma	Yerba de estrella
Euphorbiaceae	<i>Phyllanthus niruri</i> L.	Quinino del pobre
Flacourtiaceae	<i>Casearia decandra</i> Jacquin	Caracolillo
Flacourtiaceae	<i>Casearia guianensis</i> (Aublet) Urban	Palo blanco
Flacourtiaceae	<i>Casearia sylvestris</i> Swartz	Cafeillo cimarrón
Guttiferae	<i>Glusia rosea</i> Jacquin	Cupey
Malvaceae	<i>Sida acuta</i> Burm. f.	Escobita dulce
Malvaceae	<i>Urena lobata</i> L.	Cadillo
Melastomataceae	<i>Clidemia hirta</i> (L.) D. Don	Camasey peludo
Melastomataceae	<i>Miconia impetolaris</i> (Swartz) D. Don	Camasey colorado
Melastomataceae	<i>Miconia laevigata</i> (L.) DC.	Camasey de paloma
Melastomataceae	<i>Miconia prasina</i> (Swartz) DC.	Camasey blanco
Meliaceae	<i>Guarea guidonea</i> (L.) Sleumer	Guaragua
Mimosoideae	<i>Albizia procera</i> (Roxb.) Benth.	Albicia
Mimosoideae	<i>Inga vera</i> Willd.	Guaba
Mimosoideae	<i>Mimosa casta</i> L.	D
Mimosoideae	<i>Mimosa pellita</i> HBK.	D
Mimosoideae	<i>Myrcia splendens</i> (Swartz) DC.	Hoja menuda
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> L.	Guayaba
Myrtaceae	<i>Cocos nucifera</i> L.	Palma de coco
Palmae	<i>Roystonea borinquena</i> O.F. Cook	Palma real

Papilionoideae  
Papilionoideae  
Poaceae  
Poaceae  
Poaceae  
Poaceae  
Polypodiaceae  
Rubiaceae  
Sapindaceae  
Sapindaceae  
Solanaceae  
Umbelliferae  
Vitaceae

*Andira inermis* (W. Wt.) DC.  
*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp.  
*Andropogon bicornis* L.  
    *Olyra latifolia* L.  
*Paspalum conjugatum* Berg.  
*Bambusa vulgaris* Schrad. ex J.C. Wendl.  
*Nephrolepis multiflora* (Roxb.) Jarrett ex Morton  
    *Psychotria berteriana* DC.  
    *Cupania americana* L.  
    *Paullinia pinnata* L.  
    *Solanum torvum* Sw.  
    operaciones  
*Cissus verticillata* (L.) Nicolson & Jarvis

Moca  
Mata ratón  
Matojo de techar  
Carrucillo  
Horquetilla blanca  
    Bambúa  
Helecho común  
Cachimbo Común  
    Guara blanca  
Bejuco de paloma  
Berenjena cimarrona  
Ombligo de venus  
Bejuco de caro

## Fauna observada en el Area de Operaciones del Rio Cayaguas

Nombre Científico	Nombre Común	Status
-------------------	--------------	--------

### VERTEBRADOS

#### Aves

##### **Columbidae**

*Zenaida aurita* Tórtola cardosantera R

##### **Cuculidae**

*Crotophaga ani* Judío R

##### **Emberizidae**

*Coereba flaveola* Reinita común R

*Tiaris bicolor* Chamorro negro R

##### **Muscicapidae**

*Turdus plumbeus* Zorzal de patas coloradas R

##### **Picidae**

*Melanerpes portoricensis* Carpintero de P.R. E

##### **Todidae**

*Todus mexicanus* San pedrito E

##### **Tyrannidae**

*Tyrannus dominicensis* Pitirre R

#### Reptiles

##### **Iguanidae**

*Anolis cristatellus cristatellus* Lagartijo común R

#### Anfibios

##### **Bufonidae**

*Bufos marinus* Sapo común R

##### **Leptodactylidae**

*Eleutherodactylus antillensis* Coquí churí E

*Eleutherodactylus brittoni* Coquí de las yerbas E

*Eleutherodactylus coqui* Coquí común E

### INVERTEBRADOS

#### Moluscos

##### **Camaenidae**

*Caracolus marginela* Caracol de bandas

R: Residente

E: Endémico

M: Migratorio

I: Introducido

## **Apéndice B: Figuras y Tabla**

Figura 1: Mapa de Localización

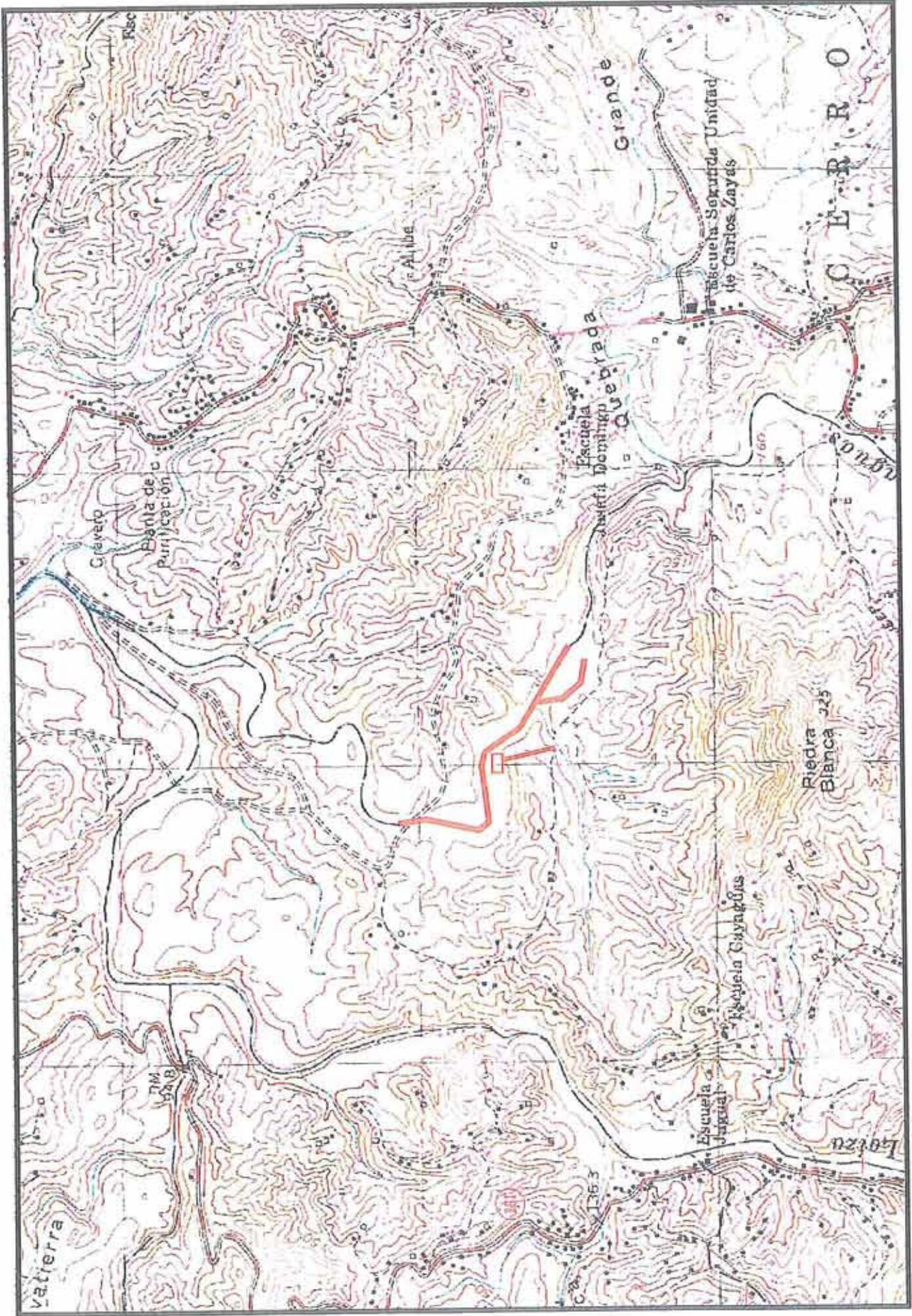
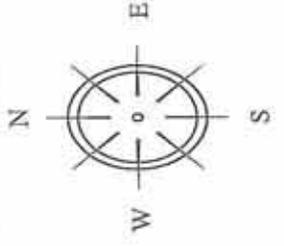


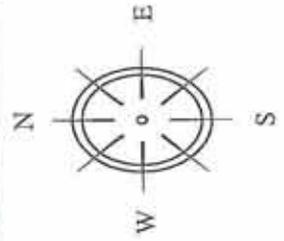
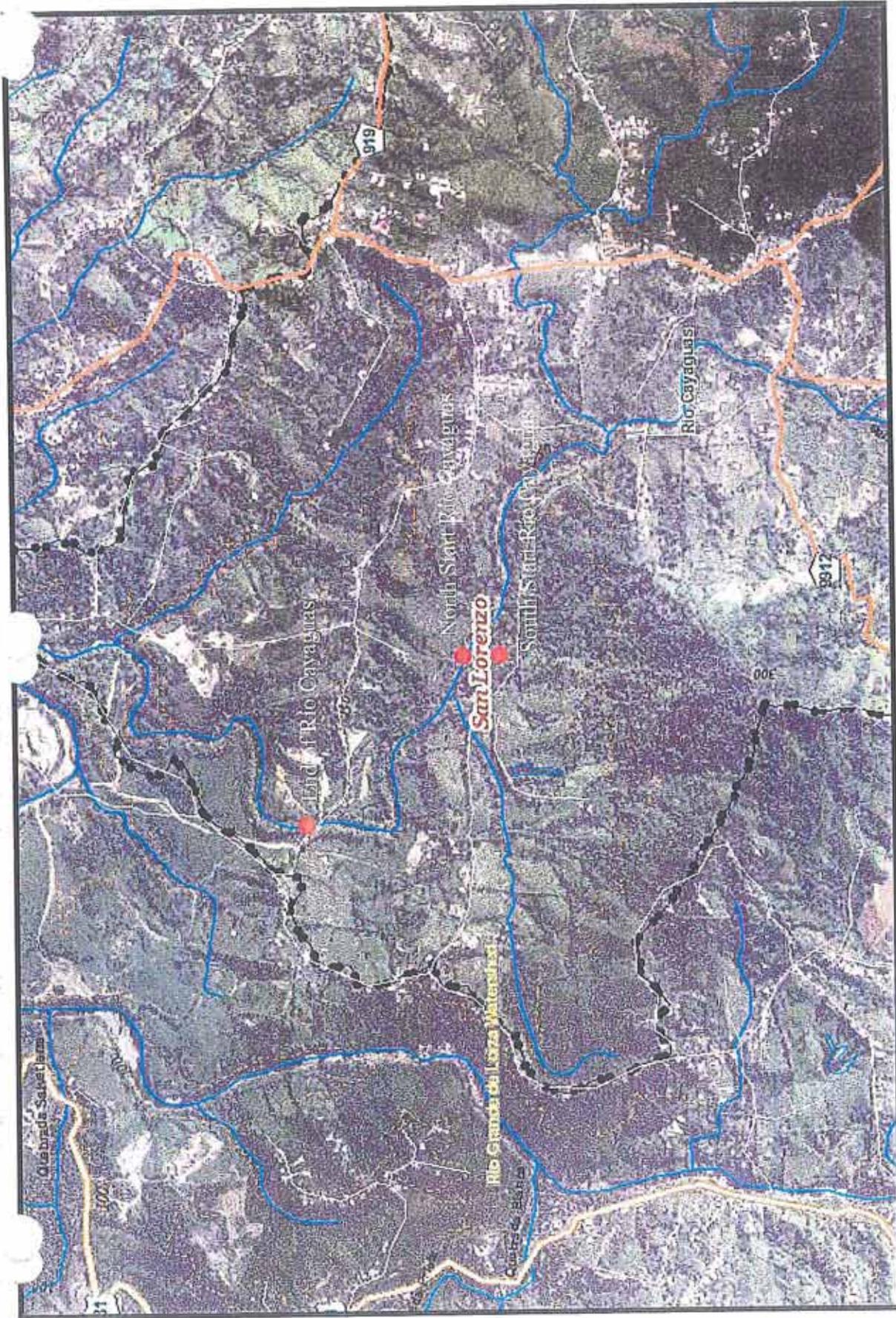
Figura 1— Mapa de localización Río Cayaguas, San Lorenzo P.R.

Figura 2: Foto Aérea



**FIGURA 2**  
 FOTO AÉREA  
 PROYECTO GRAVERO RÍO CAYAGUAS  
 SAN LORENZO, P.R.

Figura 3: Mapa Hidrológico y Zonas Inundables



**FIGURA 3**  
MAPA DE HIDROLOGÍA  
PEOYECTO GRAVERO RÍO CAYAGUAS  
SAN LORENZO, PR

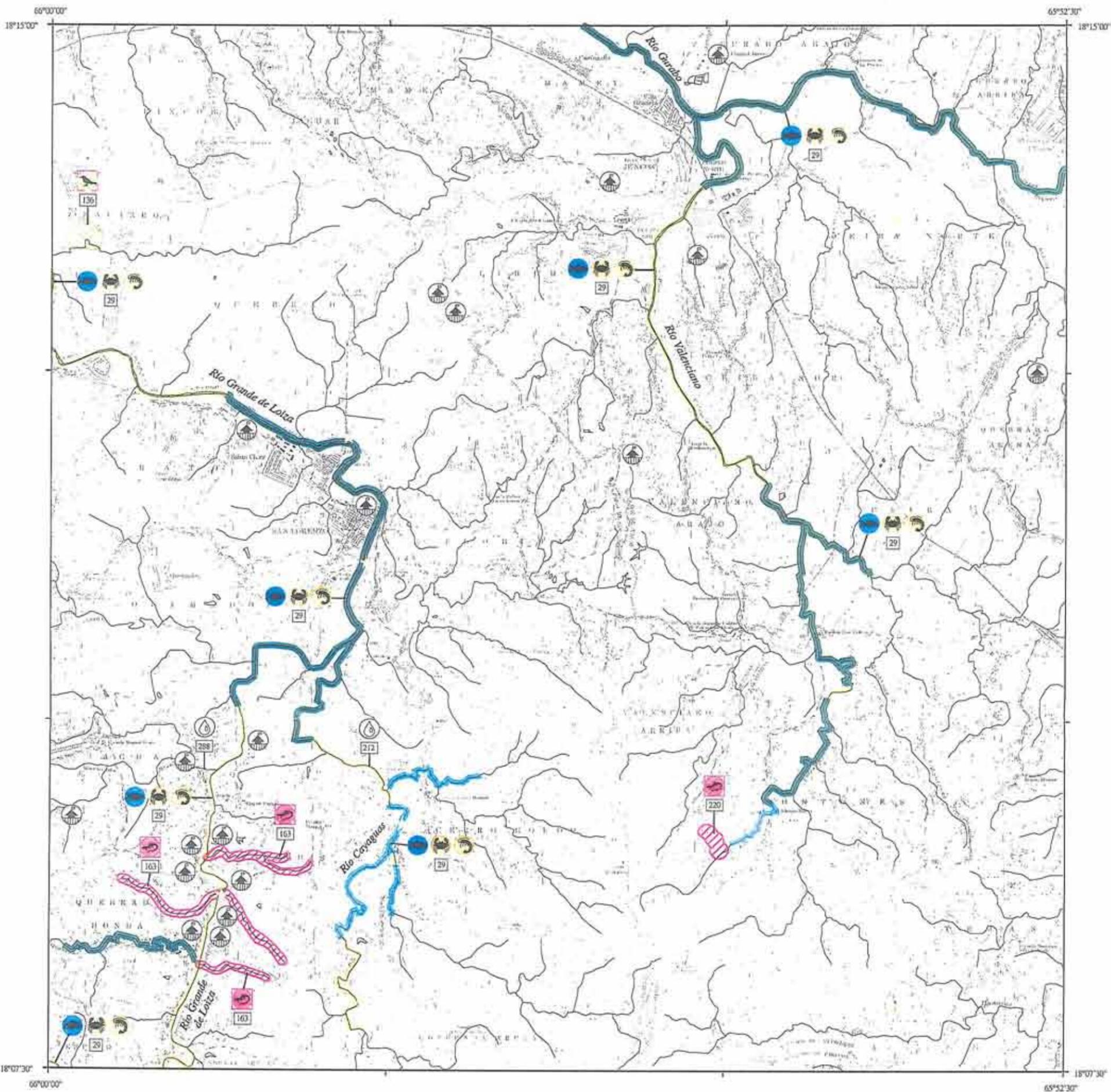
Figura 4: Mapa de Suelos



**FIGURA 4**  
MAPA DE SUELOS  
**PROYECTO GRAVERO RÍO CAYAGUAS**  
**SAN LORENZO, PR**

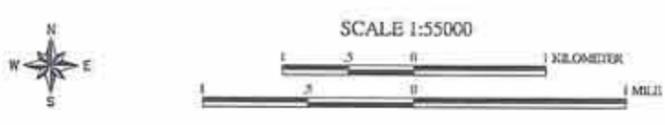
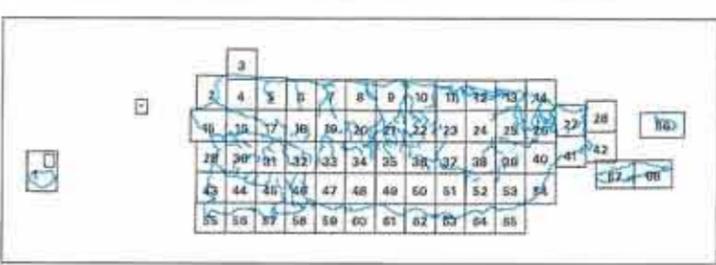
Figura 5: Mapa del Índice de Sensitividad Ambiental

# ENVIRONMENTAL SENSITIVITY INDEX MAP



- SHORELINE HABITATS (ESI)**
- 1A EXPOSED ROCKY CLIFFS
  - 1B EXPOSED, SOLID MAN-MADE STRUCTURES
  - 2A EXPOSED WAVE-CUT PLATFORMS IN BEDROCK
  - 2B SCARPS AND STEEP SLOPES IN MUDDY SEDIMENTS
  - 3A FINE- TO MEDIUM-GRAINED SAND BEACHES
  - 4 COARSE-GRAINED SAND BEACHES
  - 5 MIXED SAND AND GRAVEL BEACHES
  - 6A GRAVEL BEACHES
  - 6B RIPRAP
  - 7 EXPOSED TIDAL FLATS
  - 8A SHELTERED ROCKY SHORES
  - 8B SHELTERED, SOLID MAN-MADE STRUCTURES
  - 9A SHELTERED TIDAL FLATS
  - 9B SHELTERED VEGETATED LOW BANKS
  - 100 MANGROVES
  - SALT- AND BRACKISH-WATER MARSHES
  - FRESHWATER MARSHES
  - FRESHWATER SWAMPS
  - FRESHWATER SCRUB/SHRUB

- STREAM REACHES (RSI)**
- 1 QUIET POOL; LOW-SENSITIVE BANKS
  - 2 STRAIGHT CHANNEL WITH CURRENTS; LOW-SENSITIVE BANKS (MUD DOMINANT)
  - 3 MEANDERING CHANNEL; SAND POINT BARS
  - 4 MEANDERING CHANNEL; VEGETATED POINT BARS
  - 5 RAPIDS OVER BEDROCK
  - 6 MEANDERING CHANNEL; SAND AND GRAVEL POINT BARS
  - 7 SPLIT CHANNEL WITH COARSE GRAVEL; SOME RAPIDS
  - 8 SMALL FALLS; BOULDERS IN CHANNEL
  - 9 LARGE FALLS; BOULDERS IN CHANNEL
  - 10 CHANNELS WITH ASSOCIATED VULNERABLE WETLANDS
  - KARST



Not For Navigation  
 Published: May 2000  
 Published at Seattle, Washington  
 National Oceanic and Atmospheric Administration  
 National Ocean Service  
 Office of Response and Restoration  
 Hazardous Materials Response Division

**PUERTO RICO - ESIMAP 39**

**BIOLOGICAL RESOURCES:**

**BIRD:**

RAR# Species	S/F T/E Conc.	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Nesting
136 Puerto Rican plain pigeon	S/F E/E	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	FEB-JUN

**FISH:**

RAR# Species	S/F T/E Conc.	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Spawning	Eggs	Larvae	Juveniles	Adults
29 Native stream fish		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	APR-MAY AUG-NOV	APR-MAY AUG-NOV	APR-MAY AUG-NOV	JAN-DEC	JAN-DEC

**INVERTEBRATE:**

RAR# Species	S/F T/E Conc.	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Spawning	Eggs	Larvae	Juveniles	Adults
29 Freshwater crab		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	APR-MAY AUG-NOV	APR-MAY AUG-NOV	-	JAN-DEC	JAN-DEC
Native stream shrimp		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	APR-MAY AUG-NOV	APR-MAY AUG-NOV	APR-MAY AUG-NOV	JAN-DEC	JAN-DEC

**REPTILE:**

RAR# Species	S/F T/E Conc.	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Nesting	Hatching	Internesting	Juveniles	Adults
163 Web-footed coqui	S T	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	JAN-DEC	JAN-DEC
220 Guajon	S/F T/T	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	JAN-DEC	JAN-DEC

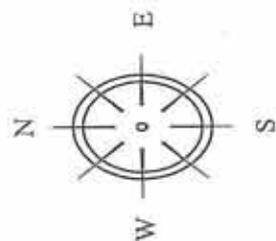
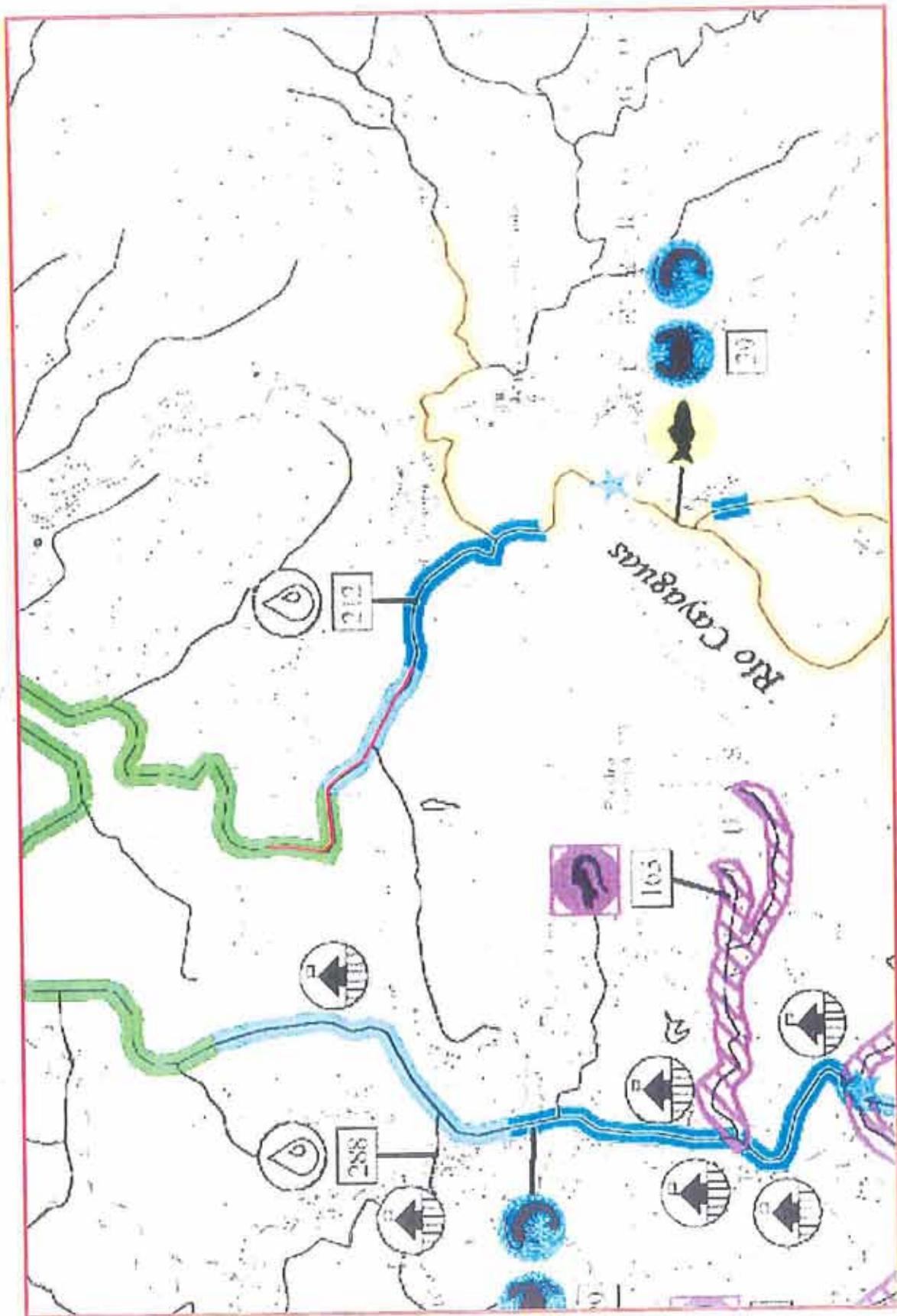
**HUMAN USE RESOURCES:**

**WATER INTAKE:**

HUN# Name	Owner/Manager	Location	Phone
212 JAGUAL PACKAGE PLANT	PRASA		
288 SAN LORENZO FILTER PLANT	PRASA		

Biological information shown on the maps represents known concentration areas or occurrences, but does not necessarily represent the full distribution or range of each species. This is particularly important to recognize when considering potential impacts to protected species.

Figura 6: Ampliación del Índice de Sensitividad



**FIGURA 6**  
 SECCION APLIADA DEL INDICE DE SENSITIVIDAD  
 AMBIENTAL

**PROYECTO GRAVERO**  
 SAN LORENZO, PR

Figura 7. Localización de los Puntos de Muestreo en el Río Cayaguas