

1.2 DATOS DE HIDROLOGÍA BÁSICA

PROYECTO CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIO FORMACIÓN INTEGRAL Y PERMANENCIA RESIDENCIAS LIBERIA

Universidad Nacional



GUANACASTE, LIBERIA, LIBERIA

2014

1.2.2 DOCUMENTO DE RESPONSABILIDAD PROFESIONAL

El suscrito Fabio Allín Jiménez García, Licenciado en Ingeniería en Construcción del Instituto Tecnológico de Costa Rica, incorporado al Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica, con el código ICO- 15693 e inscrito como consultor individual ante SETENA con el número de registro CI-059-2007-SETENA, soy responsable de los contenidos y alcances del informe Hidrológico, elaborado como parte de los documentos de evaluación Ambiental para el proyecto SEDE LIBERIA, UNA.

FIRMADO ORIGINAL

Fabio Allín Jiménez García
ICO-15693
CI-059-2007-SETENA

1.2.3 Contenido

1.2.3 CONTENIDO.....	2
1.2.4 RESUMEN DE RESULTADOS.....	3
1.2.5. INTRODUCCIÓN:	4
1.2.6. TRABAJO REALIZADO.....	5
1.2.6.1 Zona de vida.....	5
1.2.6.2 Metodología de cálculo hidrológico.....	5
1.2.6.3 Memoria de cálculo hidrológica.....	6
1.2.7. RESULTADOS HIDROLÓGICOS OBTENIDOS	12
1.2.7.1 Caudal neto aportado.....	12
1.2.8.1 Evaluación de resultados	14
1.2.8.2 Recomendaciones	14
1.2.8.3 Conclusiones	15
1.2.9. GRADOS DE INCERTIDUMBRE Y ALCANCE DEL ESTUDIO:.....	15
1.2.9.1 Grados de incertidumbre:.....	15
1.2.9.2 Alcance del estudio:	15
1.2.10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:	16
1.2.11. ANEXOS.....	16

1.2.4 Resumen de resultados

Como se puede comprobar, el impacto del proyecto Residencias Estudiantiles, Sede Liberia, UNA sobre la propiedad es regular y ronda el 2.27% del caudal que actualmente aporta la propiedad. Por este motivo, en este informe no se presenta una modelación hidráulica del cauce receptor.

Por experiencia, cuando se presentan aumentos tan bajos en el caudal transitado e incluyendo topografía de la propiedad, los efectos de las aguas pluviales aportadas por los proyectos no van más allá de unos pocos centímetros. Eso hace irrelevante la modelación hidráulica del cauce.

Debido a los resultados presentados en el capítulo anterior, la evaluación de resultados se reduce al análisis del caudal producido y al porcentaje de aumento de la escorrentía del proyecto.

Si se observa los datos de los Cuadros 9, 10 y 11 se observa que el conjunto total de las construcciones planteadas produce un aumento general en la escorrentía del área de proyecto de menos del 2.27% sobre el caudal actual, para un evento extremo.

De acuerdo al Protocolo de Ingeniería Básica del Terreno, Anexo N°5, Sección III, punto 2: "El estudio hidrológico, referente al Segmento A) deberá presentarse en todos aquellos casos en que se plantee el desarrollo de obras de infraestructura que produzcan una impermeabilización del suelo, o bien la introducción y manejo de nuevos caudales de agua (por riego o extracción de aguas subterráneas), dentro del AP y consecuentemente producen un aumento de más de un 10% de la escorrentía superficial actual que discurre de forma directa hacia el cauce de agua natural y receptor más cercano dentro de la microcuenca hidrológica en que se localiza el AP", lo anterior implicaría que se deberá presentar el segmento A) del estudio hidrológico ante la SETENA, debido a que el aumento en la escorrentía es 2.27%, lo que es inferior al 10% planteado por SETENA. Por lo anterior, no resulta útil el análisis del impacto hidrológico que el proyecto de la SEDE LIBERIA, UNA podría presentar en la zona del proyecto. Por este motivo, para este informe se obvió la presentación del apartado del segmento A, donde se refiere a las consecuencias que el caudal aportado por el proyecto produciría sobre el cauce receptor de las aguas pluviales.

Con base en el conocimiento de las poblaciones locales, fundamentado en los mapas de riesgo de inundación de la Comisión Nacional de Emergencias y sobre todo por lo observado durante la visita al sitio, se puede afirmar que el riesgo de inundación en la zona donde se desarrollará el proyecto es inexistente o cuando mucho muy bajo. Como se observa en el mapa 7.4.2 en las áreas aledañas no se aprecia ningún riesgo potencial de inundación.

Recomendaciones

- Debido a que la zona del proyecto es muy plana y no existen cauces receptores cercanos, se recomienda la construcción lagunas de retención para mitigar y manejar las descargas pluviales a la infraestructura existente.

Conclusiones

- Las obras a realizar en el proyecto de la SEDE LIBERIA, UNA producen un aumento máximo en la escorrentía de la propiedad de 2.27%.
- El proyecto plantea un aumento máximo del caudal evacuado en la propiedad de 0.071 m³/s.
- El proyecto **NO** se encuentra expuesto a riesgo de inundación directa.

1.2.5. Introducción:

Datos generales sobre el proyecto

Debido a la localización del proyecto no se puede ubicar el AP dentro de una de las cuencas principales del país. Dada la topografía de la zona donde se desarrollará este proyecto, no se puede definir claramente a que microcuenca pertenece el área de proyecto. Se puede afirmar que sería una microcuenca sin nombre afluente del Río Liberia, cerca de la ciudad de Liberia, no obstante no queda claro si las aguas se dirigen hacia el Norte o hacia el Sur de la propiedad. La extensión de esta microcuenca no puede ser estimada debido a que la topografía existente no es suficientemente clara y precisa como para poder determinar la dirección de la aguas.

Considerando las condiciones del terreno a nivel local, se puede estimar que ésta es una microcuenca pequeña y que forma parte de un sistema fluvial mucho más complejo. Dentro de este concepto se puede anotar que esta microcuenca es afluente del Río Liberia; esta, a su vez, es afluente del Río Tempisque.

No es posible calcular cuánto porcentaje representa el área de proyecto sobre el área de la microcuenca directamente afectada, además no se reportan problemas de inundación en la zona del desarrollo. Debido a lo anterior se considera que no es necesario incluir un análisis mayor de la microcuenca sin nombre afectada por las futuras obras.

En el mapa 7.4.1 se incluye la ubicación del proyecto según la hoja cartográfica 1:50 000 Monteverde del Instituto Geográfico Nacional.

El proyecto Residencias Estudiantiles, Sede Liberia, UNA, se ubica en la provincia de Guanacaste, en el Cantón de Liberia. La entrada a la propiedad se ubica a 400 metros al sur de la ruta Liberia – Nicoya, contiguo al Instituto de Guanacaste.

El tamaño de las obras a realizar es de 0.2250 Ha. Estas corresponden a la construcción de un edificio con un área de 0.1250 y el tamaño de la propiedad es de 15 ha.

Por último, en la actualidad el AP presenta una cobertura entre boscosa y repastos. En la visita al sitio se observó zonas de suelo con características cohesivas.

Coordinación profesional realizada

Para realizar la caracterización hidrológica fue necesaria una visita al sitio del proyecto y a las zonas aledañas a él, con esto se pudo reconocer algunas características de la zona (topografía, características de la vida vegetal y del clima, propiedades hidráulicas del cauce receptor, entre otros).

Además de la visita, se realizó una recolección de datos hidrológicos y topográficos de la zona, esto con el fin de poder realizar una modelación hidrológica que sea representativa del área en estudio.

Objetivo del estudio

El fin de este trabajo es determinar el impacto que podría causar la construcción de la infraestructura del proyecto RESIDENCIAS ESTUDIANTILES, SEDE LIBERIA, UNA, con un área total de 0.2250 Ha.

Metodología aplicada

La metodología utilizada en este trabajo puede ser descrita en tres etapas principales. La primera etapa consistió en recabar la mayor cantidad de información sobre el régimen de precipitaciones de la zona en cuestión, esto con el fin de determinar, más adelante, el caudal producido por el proyecto y por las diferentes cuencas receptoras, para un determinado periodo de retorno. La segunda etapa fue recopilar la información topográfica, que junto con la información obtenida de los mapas del Instituto Geográfico Nacional y la imagen de satélite de Google Earth proporcionó lo necesario para poder determinar factores como: tiempo de concentración, área tributaria del cuenco receptor, coeficientes de rugosidad del cauce, coeficiente de escorrentía del proyecto y de las zonas aguas arriba, entre otros. Por último se calculó el porcentaje de aumento de escorrentía que el proyecto de la SEDE LIBERIA, UNA produce.

1.2.6. Trabajo realizado

1.2.6.1 Zona de vida

Dada la ubicación del proyecto, la zona de vida en la que se encuentra el AP se clasifica como Bosque Húmedo Premontano (bh-P) en transición basal Tropical. Según la descripción presente en el Mapa Ecológico de Costa Rica el Bosque Húmedo Premontano presente en la zona de Liberia tiene la particularidad de ser un bioclima muy atractivo para el asentamiento humano y probablemente es la zona de vida más apreciada del país debido a su clima.

El bh-P en transición basal Tropical tiene un rango de precipitación entre 1500 y 1950 mm anuales. La biotemperatura media anual oscila entre 24º y 24.5º C, mientras que la temperatura varía entre 24º y 27.8º C como promedio anual. El periodo efectivamente seco es muy variable, entando en el rango de 3.5 a más de 5 meses.

1.2.6.2 Metodología de cálculo hidrológico

Los datos relacionados a la hidrología de un proyecto están directamente relacionados con la metodología de cálculo que se utilizará en el análisis de la información. Para la modelación hidráulica e hidrológica del cuerpo receptor, se utilizó el método racional, este se describe de la siguiente manera:

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

Donde:

Q= caudal, en m³/s

C= coeficiente de escorrentía, adimensional

I= intensidad de lluvia, en mm/hr

A= área tributaria, en hectáreas

Para la utilización de este método se supone que la duración del evento hidrológico de diseño es igual al tiempo de concentración de la cuenca en estudio, por lo tanto solo debería usarse en cuencas donde los tiempos de concentración sean razonablemente concordantes con las duraciones de las tormentas características de la zona, por lo tanto y como se demostrará posteriormente este método puede ser utilizado para este trabajo sin ningún inconveniente.

Para la descripción de la hidrología presente en zona del proyecto se utilizó la información y la ecuación de la estación Liberia 74-51, presentada en el estudio "Curvas de Intensidad Duración

Frecuencia de algunas estaciones meteorológicas automáticas”, elaborada por Nazareth Rojas Morales del Departamento de Climatología e Investigaciones Aplicadas del Instituto Meteorológico Nacional (IMN) y publicada en 2012.

El tiempo de concentración se define como “El tiempo de flujo de una gota de agua desde el punto más alejado de la cuenca hasta el punto en donde se desea estimar el caudal” (Koller, 1977). Por definición, el tiempo de concentración es igual a la suma de los tiempos que el agua tarda en atravesar las diferentes secciones antes de llegar al punto de salida.

Para este efecto, el tiempo de concentración para cuencas naturales se emplea la fórmula de Kirpich (Koller, 1977), dado por:

$$t_c = 0.0078L^{0.77}S^{-0.385}$$

Donde:

t_c = tiempo de concentración, en minutos

L= longitud del canal principal de drenaje, en pies

S= pendiente promedio de la cuenca, valor adimensional.

La microcuenca en estudio y sus partes se muestran en el Mapa 7.4.1 (presente al final del documento), esta se definió a partir de la topografía de curvas de nivel cada 20 metros presente en la hoja cartográfica 1:50 000 Monteverde.

1.2.6.3 Memoria de cálculo hidrológica

1.2.6.3.1 Tiempo de concentración

Cuadro 1.

Tiempo de concentración estimado en el área

Área tributaria	Tiempo de concentración (min)
Proyecto	10

El tiempo de concentración está ligado estrechamente a la magnitud de la intensidad de la lluvia utilizada para el análisis de capacidad. Por lo tanto y como se muestra a continuación, un mismo tiempo de concentración puede generar diferentes intensidades de lluvia para diferentes periodos de retorno.

1.2.6.3.2 Periodos de retorno e intensidades de lluvia

Para el cálculo de las intensidades de lluvia se utilizaron periodos de retorno de 2, 5, 10, 25 y 50 años, el tiempo de concentración calculado anteriormente y la información del Instituto Meteorológico de Costa Rica (ecuación descriptiva de la Curva IDF para la estación Liberia 74-51).

Ecuación IDF para la estación Liberia 74-51:

$$I = 239.88 * \frac{T^{0.192}}{D^{0.248}}$$

Donde:

I = Intensidad (mm/hr)

T = Periodo de retorno (años)

D = Duración (minutos)

Con base en la información de la ecuación IDF anterior y el tiempo de concentración del punto 1.2.6.3.1 se pudo calcular las intensidades de lluvia utilizadas en los modelos hidráulicos.

Cuadro 2:
Máximas intensidades de lluvia para diferentes periodos de retorno sobre el área de estudio

Periodos de retorno (años)	Intensidad de lluvia (mm/hr)
2	134.50
5	156.17
10	174.84
25	203.01
50	227.29

1.2.6.3.3 Coeficiente de escorrentía

Este dato determina la cantidad de precipitación que se convertirá en escorrentía directa, debido a factores como: tipo de precipitación, radiación solar, temperatura ambiente, topografía, geología local, evaporación e intercepción.

En los siguientes Cuadros se muestran diferentes coeficientes de escorrentía dependiendo del periodo de retorno, tipo de cobertura y la topografía de la zona

Cuadro 3:
Coefficientes de escorrentía para diferentes coberturas y tipos de suelo.

COBERTURA VEGETAL	TIPO DE SUELO	PENDIENTE DEL TERRENO				
		PRONUNCIADA	ALTA	MEDIA	SUAVE	DESPRECIABLE
		> 50%	> 20%	> 5%	> 1%	< 1%
Sin vegetación	Impermeable	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
	Semipermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Permeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
Cultivos	Impermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Semipermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Permeable	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45
	Semipermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Permeable	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15
Hierba, grama	Impermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Semipermeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
	Permeable	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10
Bosques, densa vegetación	Impermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Semipermeable	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25
	Permeable	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05

Coefficientes de escorrentía método racional. Tomada de *Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú, 2008.*

Cuadro 4:
Coefficientes de escorrentía para varias áreas.

Tipo de área	C
Comercial	
Área central	0,70-0,95
Área de barrio	0,50-0,70
Residencial (urbana)	
Área familiar individual	0,30-0,50
Multifamiliar separada	0,40-0,60
Multifamiliar unida	0,60-0,75
Residencial (suburbana)	0,25-0,40
Áreas de apartamentos	0,50-0,70
Industrial	
Liviana	0,50-0,80
Pesada	0,60-0,90
Parques, cementerios	0,10-0,25
Lugares de juego	0,20-0,35
Patios de ferrocarriles	0,20-0,40
Áreas no mejoradas	0,10-0,30

Coefficientes de escorrentía para varias áreas. Tomada de *Ingeniería Ambiental. Abastecimiento de agua y alcantarillado, Sexta edición. 1999.*

Cuadro 5:
Coefficientes de escorrentía para varias superficies.

Tipo de Superficie	C
Techos a prueba de agua	0,70-0,90
Calles con cemento asfáltico	0,85-0,90
Calles con cemento Pórtland	0,80-0,95
Aceras y parqueaderos pavimentados	0,75.-0,85
Aceras y parqueaderos con grava	0,15-0,30
Suelos arenosos, prados	
2% de pendiente	0,05-0,10
2-7% de pendiente	0,10-0,15
> 7% de pendiente	0,15-0,20
Prados, suelos pesados	
2% de pendiente	0,13-0,17
2-7% de pendiente	0,18-0,22
> 7% de pendiente	0,25-0,35

Coefficientes de escorrentía para varias superficies. Tomada de *Ingeniería Ambiental. Abastecimiento de Agua y Alcantarillado, Sexta edición. 1999.*

Con base en los Cuadros 3, 4 y 5 se determinó que el coeficiente de escorrentía C de la propiedad estaría basado en dos tipos de cobertura:

Bosques, densa vegetación: compuestas en la cobertura boscosa natural, con un suelo de característica semipermeables se le asignó un coeficiente máximo según Cuadro 3 de C=0.30.

Pastos y vegetación ligera: en este caso se estima que la pendiente promedio de la zona con este tipo de cobertura está entre 1% y 5%, además se consideró un suelo con características semipermeables, por lo tanto se le asignó un coeficiente máximo según Cuadro 3 de C = 0.40.

Cuadro 6.
Áreas de aporte y coeficientes de escorrentía en la propiedad con condiciones actuales.

Cuenca	Área (ha)	C	A x C
Bosques, densa vegetación	10.5000	0.30	3.15
Pastos y vegetación ligera	4.5000	0.40	1.80
Total ponderado	15.000	0.3300	

El coeficiente de escorrentía seleccionado resulta de dividir la suma de A*C (Área por Coeficiente de escorrentía) entre el área total del proyecto.

El coeficiente de escorrentía C en la propiedad para condiciones futuras se definió a partir del Cuadro 5 como: "Techos a prueba de agua" (Techos), "Bosques, densa vegetación" y "Pastos y vegetación ligera" (área de la propiedad sin modificar). De acuerdo a lo planteado en la introducción y considerando el efecto del proyecto de la SEDE LIBERIA, UNA en la propiedad, se obtiene los siguientes datos:

Cuadro 7.

Áreas de aporte y coeficientes de escorrentía en la propiedad con condiciones a futuro.

Área de proyecto	Área (ha)	C	A x C
Techos a prueba de agua a futuro	0.2250	0.80	0.1800
Bosques, densa vegetación	10.2750	0.30	3.0825
Pastos y vegetación ligera	4.5000	0.40	1.8000
Total ponderado	15.000	0.3375	

El coeficiente de escorrentía seleccionado resulta de dividir la suma de A*C (Área por Coeficiente de escorrentía) entre el área total del proyecto.

1.2.6.3.4 Caudales analizados:

Utilizando los datos presentados anteriormente y utilizando la fórmula del método racional, se obtienen los siguientes datos.

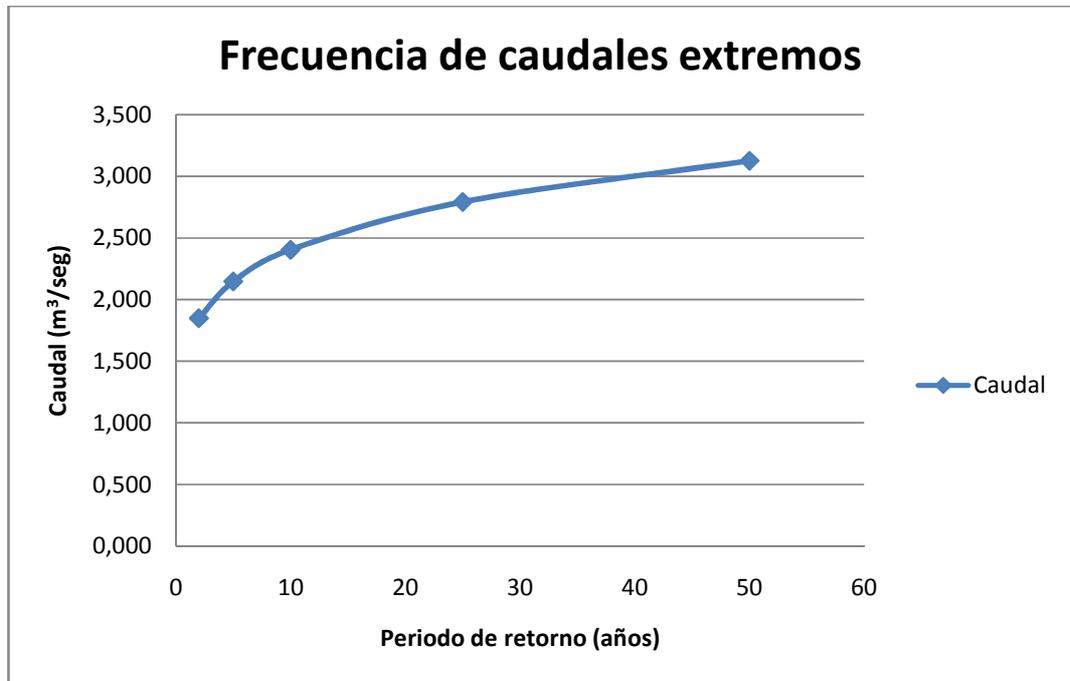
Cuadro 8.

Caudales estimados en la propiedad antes de proyecto y para diferentes periodos de retorno.

Periodo de retorno (años)	C Actual	I (mm/hr)	A (ha)	Caudal (m ³ /s)
2	0.3300	134.50	15.0000	1.849
5	0.3300	156.17	15.0000	2.147
10	0.3300	174.84	15.0000	2.404
25	0.3300	203.01	15.0000	2.791
50	0.3300	227.29	15.0000	3.125

Lo anterior se puede expresar a manera de gráfico de la siguiente forma:

Gráfico 1.2.1
Curva de frecuencia de caudales extremos antes de proyecto obtenida para la cuenca estudiada.



1.2.7. Resultados hidrológicos obtenidos

1.2.7.1 Caudal neto aportado

Dadas las características del proyecto SEDE LIBERIA, UNA, el aumento en el coeficiente de escorrentía en las zonas donde no se construirá nada será nulo; sin embargo el área de cambio en las condiciones de impermeabilización será aproximadamente de 1.50% del área total de la propiedad. Otro punto importante a tomar en cuenta es que para el cálculo de la diferencia de caudal producido por el proyecto se tomará como tipo de cobertura actual la cobertura compuesta en su mayoría por pastos y vegetación ligera con pendiente del entre 1% y 5% y suelo semipermeable.

De esta manera se mantendrá el coeficiente de escorrentía promedio calculado anteriormente para las condiciones actuales, se tomará el área de intervención del proyecto (0.2250 Ha) y utilizando las intensidades máximas para el área de la propiedad se calculará los caudales producidos actualmente por la propiedad; para las condiciones futuras solo se variará el coeficiente de escorrentía máximo para las condiciones de impermeabilización futuras.

El principal objetivo de este estudio es determinar las consecuencias hidrológicas e hidráulicas de construir el proyecto RESIDENCIAS ESTUDIANTILES, SEDE LIBERIA, UNA; después del análisis hecho a estas futuras construcciones se determinó que su influencia en el comportamiento general del cuenco receptor seleccionado de agua pluvial del proyecto es despreciable. Los datos de escorrentía directa del área de proyecto se calcularon por medio de la fórmula del método racional y se presentan en los siguientes Cuadros:

Cuadro 9.
Caudales estimados en la propiedad a intervenir antes de proyecto
y para diferentes periodos de retorno.

Periodo de retorno (años)	C Cuadro 7 Actual	I (mm/hr)	A (ha)	Caudal (m ³ /s)
2	0.3300	134.50	15.0000	1.849
5	0.3300	156.17	15.0000	2.147
10	0.3300	174.84	15.0000	2.404
25	0.3300	203.01	15.0000	2.791
50	0.3300	227.29	15.0000	3.125

Cuadro 10.
Caudales estimados en la propiedad por intervenir después de proyecto
y para diferentes periodos de retorno.

Periodo de retorno (años)	C	I (mm/hr)	A (ha)	Caudal (m ³ /s)
2	0.3375	134.50	15.0000	1.891
5	0.3375	156.17	15.0000	2.196
10	0.3375	174.84	15.0000	2.459
25	0.3375	203.01	15.0000	2.855
50	0.3375	227.29	15.0000	3.196

Cuadro 11.
Caudales extra generados por el proyecto SUB SEDE LIBERIA, UNA, en la propiedad.

Tipo de desarrollo	Periodo de retorno (años)				
	2	5	10	25	50
Sin desarrollar (C=0.3300)[m ³ /s]	1.849	2.147	2.404	2.791	3.125
Desarrollado (C=0.3375) [m ³ /s]	1.891	2.196	2.459	2.855	3.196
Diferencia de caudal [m³/s]	0.042	0.049	0.055	0.063	0.071
Diferencia porcentual %	2.27%	2.27%	2.27%	2.27%	2.27%

La diferencia de caudal mostrada en el Cuadro anterior debe ser sumada a los caudales calculados en el apartado 1.2.6.3.4. Además se puede observar que el aumento en la escorrentía en el área de la propiedad es de 2.27%.

1.2.8. Evaluación de resultados y conclusiones hidrológicas

1.2.8.1 Evaluación de resultados

Como se puede comprobar, el impacto del proyecto RESIDENCIAS ESTUDIANTILES, SEDE LIBERIA, UNA sobre la propiedad es regular y ronda el 2.27% del caudal que actualmente aporta la propiedad. Por este motivo, en este informe no se presenta una modelación hidráulica del cauce receptor.

Por experiencia, cuando se presentan aumentos tan bajos en el caudal transitado e incluyendo topografía de la propiedad, los efectos de las aguas pluviales aportadas por los proyectos no van más allá de unos pocos centímetros. Eso hace irrelevante la modelación hidráulica del cauce.

Debido a los resultados presentados en el capítulo anterior, la evaluación de resultados se reduce al análisis del caudal producido y al porcentaje de aumento de la escorrentía del proyecto.

Si se observa los datos de los Cuadros 9. 10 y 11 se observa que el conjunto total de las construcciones planteadas produce un aumento general en la escorrentía del área de proyecto de menos del 2.27% sobre el caudal actual, para un evento extremo.

De acuerdo al Protocolo de Ingeniería Básica del Terreno, Anexo N°5, Sección III, punto 2: “El estudio hidrológico, referente al Segmento A) deberá presentarse en todos aquellos casos en que se plantee el desarrollo de obras de infraestructura que produzcan una impermeabilización del suelo, o bien la introducción y manejo de nuevos caudales de agua (por riego o extracción de aguas subterráneas), dentro del AP y consecuentemente producen un aumento de más de un 10% de la escorrentía superficial actual que discurre de forma directa hacia el cauce de agua natural y receptor más cercano dentro de la microcuenca hidrológica en que se localiza el AP”, lo anterior implicaría que se deberá presentar el segmento A) del estudio hidrológico ante la SETENA, debido a que el aumento en la escorrentía es 2.27%, lo que es inferior al 10% planteado por SETENA. Por lo anterior, no resulta útil el análisis del impacto hidrológico que el proyecto de la SEDE LIBERIA, UNA podría presentar en la zona del proyecto. Por este motivo, para este informe se obvió la presentación del apartado del segmento A, donde se refiere a las consecuencias que el caudal aportado por el proyecto produciría sobre el cauce receptor de las aguas pluviales.

Con base en el conocimiento de las poblaciones locales, fundamentado en los mapas de riesgo de inundación de la Comisión Nacional de Emergencias y sobre todo por lo observado durante la visita al sitio, se puede afirmar que el riesgo de inundación en la zona donde se desarrollará el proyecto es inexistente o cuando mucho muy bajo. Como se observa en el mapa 7.4.2 en las áreas aledañas no se aprecia ningún riesgo potencial de inundación.

1.2.8.2 Recomendaciones

- Debido a que la zona del proyecto es muy plana y no existen cauces receptores cercanos, se recomienda la construcción lagunas de retención para mitigar y manejar las descargas pluviales a la infraestructura existente.

1.2.8.3 Conclusiones

- Las obras a realizar en el proyecto de la SEDE LIBERIA, UNA producen un aumento máximo en la escorrentía de la propiedad de 2.27%.
- El proyecto plantea un aumento máximo del caudal evacuado en la propiedad de 0.071 m³/s.
- El proyecto **NO** se encuentra expuesto a riesgo de inundación directa.

1.2.9. Grados de incertidumbre y alcance del estudio:

1.2.9.1 Grados de incertidumbre:

La principal fuente de incertidumbre en un estudio hidrológico resulta del análisis de la información meteorológica, pues en el estudio del Instituto Meteorológico Nacional se utilizaron estaciones automáticas que solamente cuentan con acumulados de precipitación para un máximo de 30 minutos, por lo que utilizar las curvas para tiempos superiores implica una desviación que no puede ser dimensionada en este trabajo. No obstante el tiempo de concentración de la zona estudiada no supera 30 minutos, por lo tanto no se estima que esto represente una desviación que afecte de manera considerable los cálculos hechos.

Aunque se espera que la información presentada en este informe sea correcta, las condiciones climáticas actuales y las tendencias del clima al cambio hacen que surja cierta incertidumbre de este trabajo.

1.2.9.2 Alcance del estudio:

Los resultados presentados en este estudio son solo aplicables para la propiedad estudiada y hasta el punto donde se desarrolla el proyecto de la SEDE LIBERIA, UNA, cualquier traslado de información de la propiedad en estudio a otra propiedad debe realizarse con las herramientas óptimas para ese trabajo, si no es así, no debería de utilizarse la información presentada en este trabajo para definir condiciones hidrológicas de otro proyecto.

El caudal transitado por el cauce de la quebrada hasta el punto donde termina el lote del proyecto de la SEDE LIBERIA, UNA, puede ser utilizado como parámetro para determinar caudales de diseño, aguas abajo de este proyecto.

1.2.10. Referencias bibliográficas:

- Aparicio, F. 1992. **“Fundamentos de Hidrología de Superficie”**; Editorial Limusa; México D.F
- Chow, Ven Te. 1994. **Hidrología Aplicada**. Colombia: Editorial McGraw-Hill.
- Chow, Ven Te. 1994. **Hidráulica de Canales Abiertos**. Colombia: Editorial McGraw-Hill Interamericana S.A.
- Dunne, T; Leopold, L. 1978. **“Water in Environmental Planning”**; W.H. Freeman and Company, Estados Unidos.
- Jiménez García, Fabio A. 2005. **“Modelo de Diseño de Sistemas de Alcantarillado Pluvial Urbanos, con una Aplicación en MS Excel”**. Tesis de licenciatura, Ingeniería en Construcción, ITCR, Noviembre 2005.
- Koller L. 1977. **Hidrología para Ingenieros**. Colombia: Editorial McGraw-Hill Interamericana S.A.
- Martín V, Juan P. 2003. **Ingeniería de Ríos**. España: Ediciones UPC, S.L.
- Murillo, Rafael. 1994. **“Estudio de Intensidades de lluvia en la cuenca del río Virilla”**. Tesis para optar por el grado de licenciatura en ingeniería civil, Universidad de Costa Rica. 1994.
- Novak P., A.I.B. Moffat, C. Nalluri. 1996. **Estructura Hidráulicas**. Colombia: Editorial McGraw-Hill.
- Robert L. Mott. 1996. **Mecánica de Fluidos Aplicada**. México: Editorial PEARSON.
- Rodríguez Piña, Ernesto. 1989. **“Revisión de Métodos de Diseño Hidrológico e Hidráulico de Alcantarillas para Carreteras”**. Tesis de licenciatura, Ingeniería Civil, UCR, Agosto 1989.
- Rojas Morales, Nazareth 2011. **“Curvas de Intensidad Duración Frecuencia de algunas estaciones meteorológicas automáticas”**; Instituto Meteorológico Nacional, Costa Rica.
- Vahrson y Alfaro. 1995. **Intensidad, Duración Y Frecuencia de Lluvias para Diferentes Zonas del País**. San José.
- Vahrson W.-G., Arauz I, Chacón R., Hernández G, Mora S.1990. **“Amenaza de Inundaciones en Costa Rica; América Central, Comentarios al Mapa 1:500.000”**. Informe a la Comisión de Emergencia Nacional (CNE) y al Centro de Prevención de Desastres Naturales en América Central (CEPREDENAC)
- Villón Bejar, Máximo. **“Hidrología”**. Editorial Instituto Tecnológico.

1.2.11. Anexos

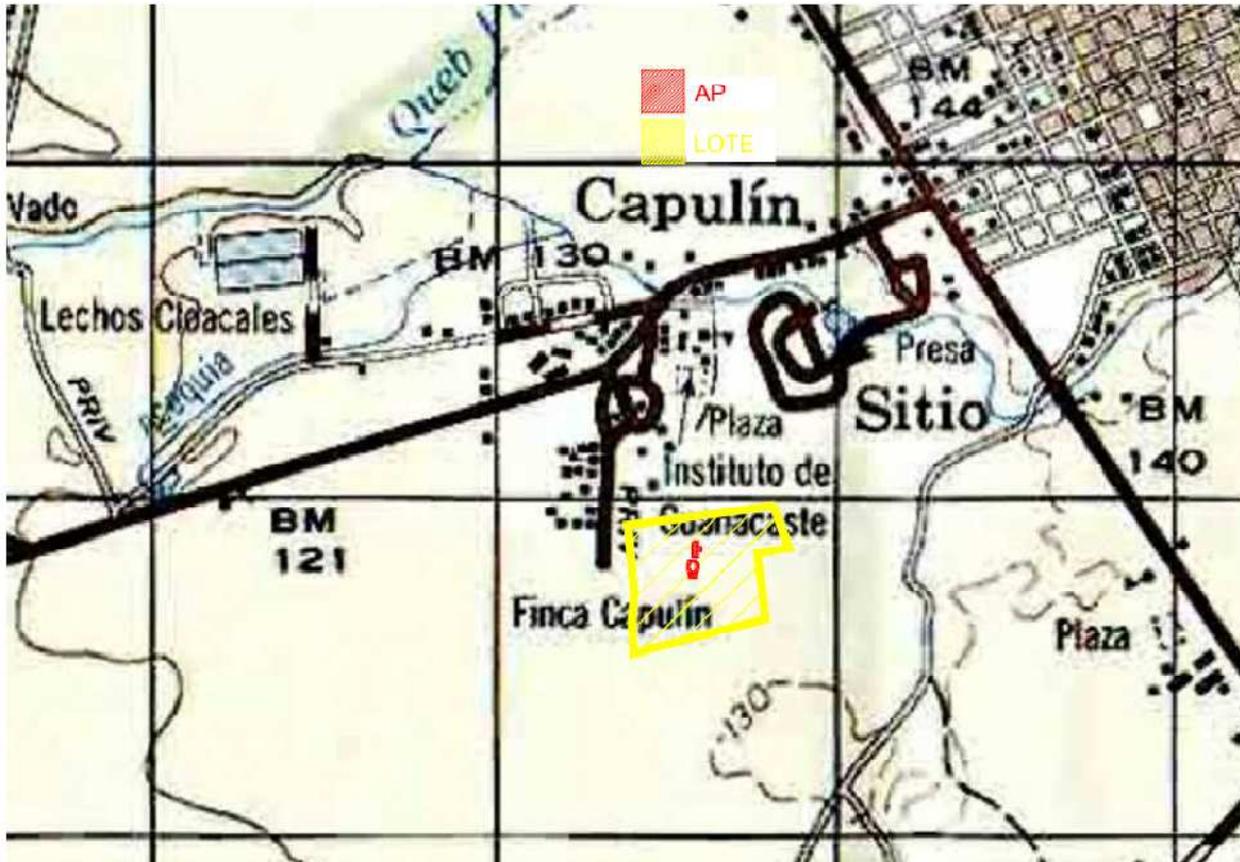
- 1.2.11.1 Mapa 7.4.1. Ubicación de la propiedad de estudio y el AP según Hoja Cartográfica.

1.2.11.2 Mapa 7.4.2. Ubicación de la propiedad de estudio y el AP sobre el mapa de riesgo de inundación de la Comisión Nacional de Emergencias.

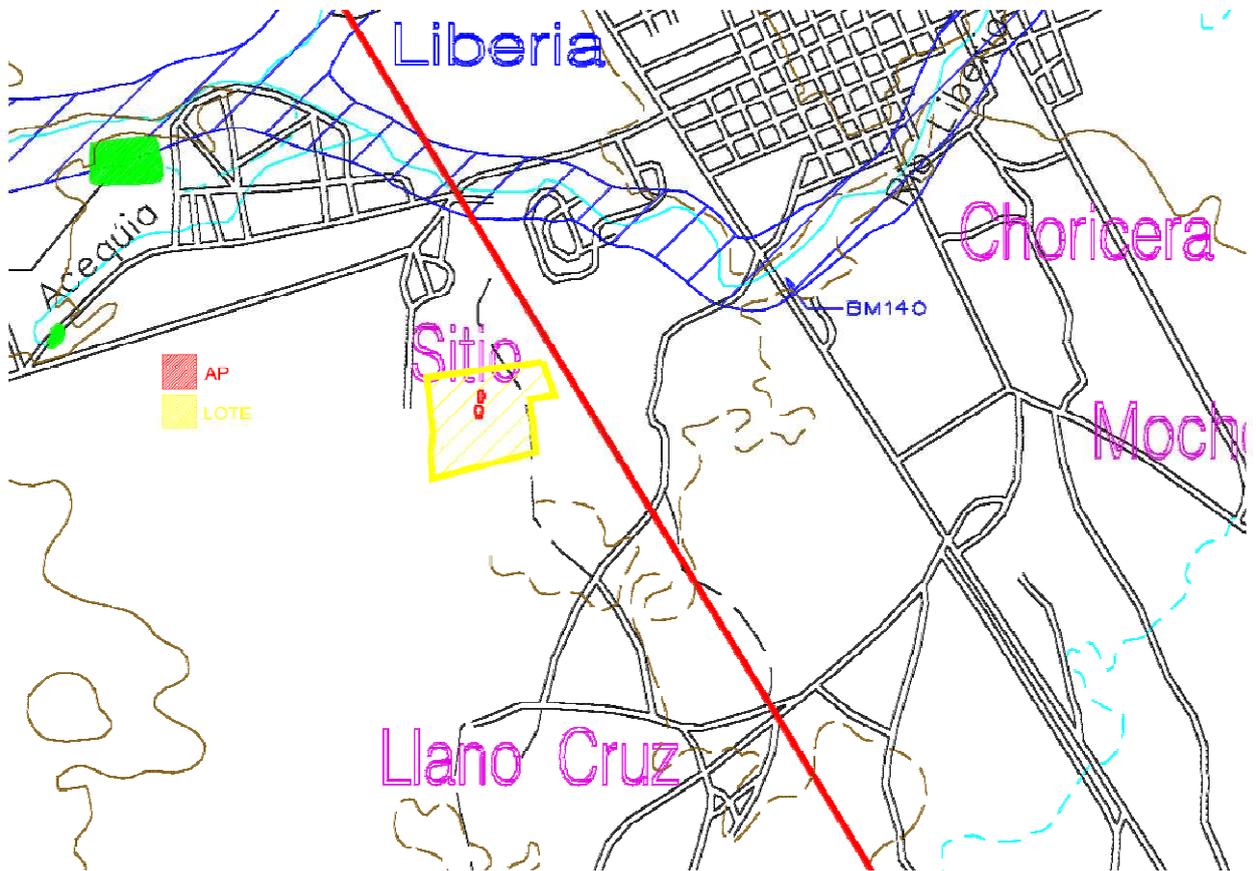
1.2.11.3 Mapa 7.4.3. Ubicación de la propiedad de estudio y el AP según Google Earth.

1.2.11. Anexos

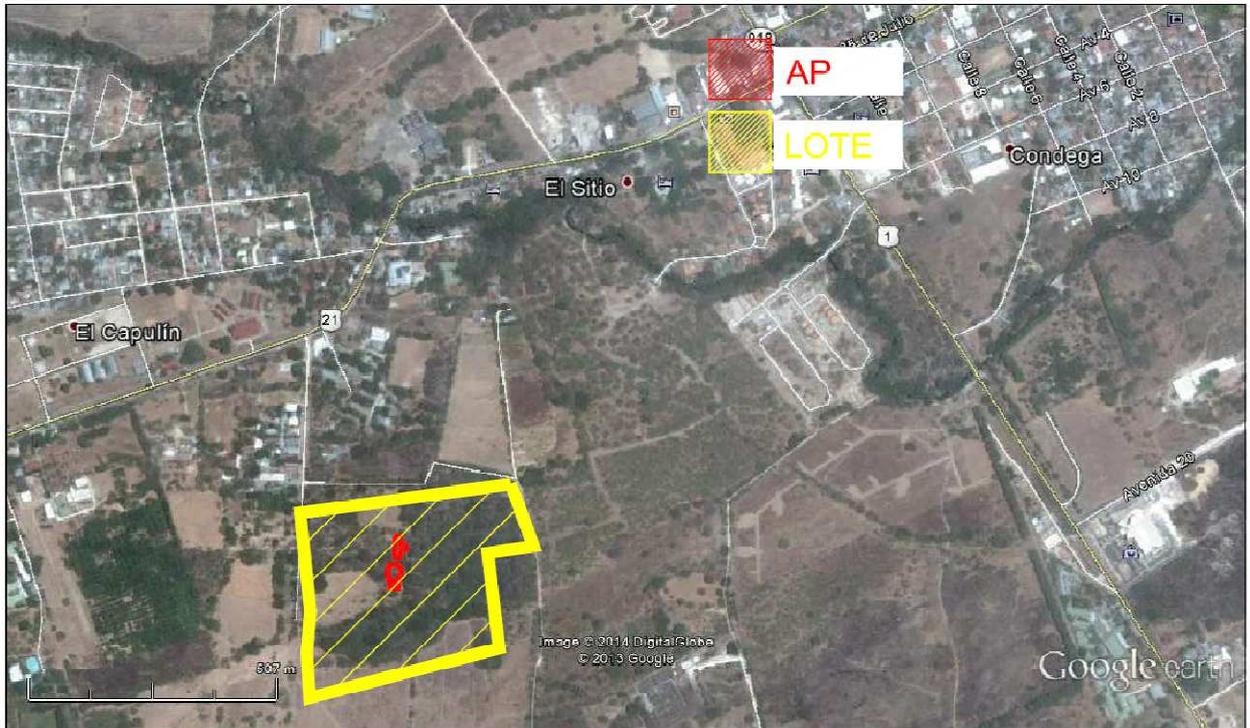
1.2.11.1 Mapa 7.4.1. Ubicación de la cuenca de estudio y el AP según Hoja Cartográfica.



1.2.11.2 Mapa 7.4.2. Ubicación de la cuenca de estudio y el AP sobre el mapa de riesgo de inundación de la Comisión Nacional de Emergencias.



1.2.11.3 Mapa 7.4.3. Ubicación de la cuenca de estudio y el AP según Google Earth.



FIRMADO ORIGINAL

Fabio Allín Jiménez García
ICO-15693
CI-059-2007-SETENA.

1.3 Certificación sobre el riesgo antrópico

1.3.1 Finalidad de la certificación sobre la consideración del riesgo antrópico

La certificación sobre riesgo antrópico tiene como objetivo demostrar que en el diseño de la obra a desarrollar, se ha tomado en cuenta la eventual existencia de potenciales fuentes de riesgo antrópico. Incluyendo como tales aquellas fuentes de riesgo antrópico, localizados en el AP, en su lindero inmediato, tales como presencia de tanques de almacenamiento de gas o combustibles de diverso tipo, líneas de transmisión eléctrica, almacenamiento y manejo de sustancias peligrosas, piloductos, gasoductos; todos ellos en cantidades, volúmenes o magnitudes suficientes para que a criterio de experto del profesional, puedan ser considerados como fuentes de riesgo para la obra a desarrollar y sus ocupantes, y por lo tanto a tomar en cuenta en el diseño de la actividad.

1.3.2 Ámbito de aplicación de la certificación sobre la consideración del riesgo antrópico.

La certificación sobre la consideración del riesgo antrópico deberá ser emitida para todas aquellas actividades obras o proyectos que impliquen el desarrollo de infraestructura civil que alojará personas en las mismas.

1.3.3 Responsable de la emisión de la certificación sobre la consideración del riesgo antrópico.

La certificación sobre la consideración del riesgo antrópico será emitida por un profesional responsable, inscrito y vigente en el registro de consultores de la Secretaría Técnica Nacional Ambiental.

1.3.4 Información base a tomar en cuenta para la emisión de la certificación sobre la consideración del riesgo antrópico.

La definición de si dentro del AP o en su lindero inmediato se localiza una fuente de riesgo antrópico, la certificará el profesional, considerando tres criterios fundamentales y complementarios : a) la observación directa en el campo, b) la información disponible en los mapas de amenaza emitidos por la Comisión Nacional de Prevención y Atención de Desastres (CNE) y c) los datos aportados por otros profesionales que realizaran estudios técnicos complementarios en el terreno en cuestión dentro del cumplimiento del trámite de Evaluación Ambiental.

1.3.5 Referente a la forma de la certificación sobre la consideración del riesgo antrópico.

A continuación se detalla el contenido de la certificación de riesgo antrópico para el proyecto Residencias Liberia:

San José, 20 de Enero de 2014

Señor

Ing. Uriel Juarez Baltodano

Secretario General

Secretaría Técnica Nacional Ambiental

Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones

Estimado señor:

Por medio de la presente, yo Monserrat Rojas Molina, CI 002-2006, certifico que para el Proyecto **Edificio Residencias Liberia** a ser desarrollado por la **Universidad Nacional** y que será desarrollado en la provincia de Guanacaste, cantón Liberia, distrito Liberia, he aplicado los criterios establecidos en la) sección IV, del anexo 5 del decreto ejecutivo N° 32712- MINAE Manual de Instrumentos Técnicos para el proceso de Evaluación Ambiental, y no he encontrado ningún riesgo antrópico.

Atentamente,

FIRMADO ORIGINAL

Geogr. Monserrat Rojas Molina

CI 002-2006

Geocad Estudios Ambientales

1.3.6 Responsabilidad profesional por la información aportada.

La suscrita Monserrat Rojas Molina, Geografa de la Universidad de Costa Rica, inscrita como consultora individual ante SETENA con el número de registro CI-002-2005-SETENA, es responsable de los contenidos y alcances de la información incluida en la certificación de riesgo antrópico , elaborado como parte de los documentos de evaluación Ambiental para el proyecto Residencias Liberia.

***CAPITULO II ESTUDIOS TECNICOS DE GEOLOGÍA
BÁSICA DEL TERRENO
2.1 PROTOCOLO PARA ESTUDIO TÉCNICO DE
GEOLOGÍA BÁSICA DEL TERRENO***

***PROYECTO CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIO FORMACIÓN
INTEGRAL Y PERMANENCIA RESIDENCIAS LIBERIA***

Universidad Nacional



GUANACASTE, LIBERIA, LIBERIA

2014

2.1.2 Documento de responsabilidad profesional

El suscrito Mauricio Vásquez Fernández, Bachiller en Geología de la Universidad de Costa Rica y Master en Hidrogeología y Manejo de Recursos Hídricos de la Universidad de Costa Rica, incorporado al Colegio de Geólogos de Costa Rica, con el código 287 y consultor asociado a SETENA con el código 82-2004, manifiesta el conocimiento y aceptación de las condiciones y requisitos establecidos en el punto 9, "Responsabilidad profesional por la información aportada", del anexo 6 del "Manual de Instrumentos Técnicos para el Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental", Parte II, publicado en el Alcance N° 43 de la Gaceta N° 223 del 18 de noviembre del 2005 y por lo tanto es responsable de los contenidos y alcances del informe técnico de geología básica, elaborado como parte del Documento de Evaluación Ambiental D1 para el **PROYECTO CONSTRUCCION DE EDIFICIO RESIDENCIAS LIBERIA**, sita en el Campus Regional de la Universidad Nacional en Liberia, Guanacaste.

FIRMADO ORIGINAL

Mauricio Vargas Fernández

2.1.3. Contenido

CAPITULO II.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2.1.2 RESPONSABILIDAD PROFESIONAL	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2.1.3. CONTENIDO.....	3
2.1.4 RESUMEN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES	4
2.1.5 INTRODUCCIÓN	5
2.1.6 UNIDADES GEOLÓGICAS SUPERFICIALES.....	6
2.1.6 INTEGRACIÓN CON LOS DATOS DEL ESTUDIO GEOTÉCNICO	12
2.1.7 GEOMORFOLOGÍA DEL AP Y ALREDEDORES	13
2.1.8 SÍNTESIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES GEOLÓGICAS	155
2.1.9 DISCUSIÓN SOBRE LIMITANTES DE INCERTIDUMBRE Y ALCANCE DEL ESTUDIO	156

2.1.4 Resumen de Resultados y Conclusiones

La geología presente en el AP y el AID corresponde principalmente con depósitos volcánicos de caída y de flujo asociados con el vulcanismo del Plio-Pleistoceno, asociado con los volcanes Tenorio, Miravalles y Rincón de la Vieja. La unidad geológica superior constituye materiales limosos de color café, resultado de la alteración de las rocas de la Formación Liberia, que consiste de depósitos piroclásticos consolidados y de textura arenosa. A nivel local en la finca del AP no se observaron fallas geológicas locales que limiten o afecten las unidades geológicas superficiales. La Formación Río Liberia presenta una forma tabular con un basamento discordante con la Formación Bagaces subyacente. Su espesor puede alcanzar los 30 hasta 50m. Los suelos se componen de un capa arena arcillosa de color café (SC), una capa inferior de arcilla limosa de media plasticidad de color blanca (CL) y finalmente una capa de arena limosa de color café con tramos blancos (SM) hasta los 8,4m de profundidad. En todas las perforaciones se reportan niveles freáticos a profundidades entre 4,8 y 5,4m del final de la época lluviosa. El sector de Liberia se encuentra sobre los depósitos ignimbríticos de caldera de topografías homogéneas horizontales con buzamientos inferiores a los 5° inclinados hacia el suroeste. La totalidad del AP se ubica dentro de una unidad de pendiente baja con menos del 5° de inclinación, la superficie es plana. Se concluye que el AP presenta condiciones favorables desde el punto de vista geológico para el desarrollo del proyecto, en la zona ya existen edificaciones similares a las que se proponen. Los suelos y la unidad geológica superior constituyen elementos adecuados para la cimentación de las obras. Se deben seguir las recomendaciones del estudio de suelos con respecto a los diseños de las cimentaciones y de las estructuras.

2.1.5 Introducción

Datos generales sobre el proyecto

El proyecto Residencias Campus Liberia se ubica en la provincia de Guanacaste, en el cantón central de Liberia, en la finca de las instalaciones del Campus Regional de la Universidad Nacional con sede en Liberia. La entrada a la propiedad se ubica sobre la calle principal de acceso. El tamaño de las obras a realizar es de 1250 m² y el tamaño de la propiedad es de 15 ha. En la actualidad el AP tiene una cobertura de zacate, en sus alrededores se encuentran las instalaciones de la sede de Universidad Nacional.

Coordinación profesional realizada

Para realizar la caracterización Geológica fue necesaria una visita al sitio del proyecto y a las zonas aledañas con el fin de reconocer y describir las unidades geológicas superficiales y la presencia de estructuras geológicas, así como la topografía y las condiciones geomorfológicas. Además de la visita, se realizó una recolección de datos geológicos y topográficos de la zona, y se recopiló la información del estudio de suelos elaborado en la finca del AP.

Objetivos

Caracterizar de manera rápida y directa la conformación geológica estructural del AP y su entorno inmediato. De acuerdo con la sección I del Manual de Evaluación de Impacto Ambiental es importante determinar a geoptitud de AP, que se define como las limitantes técnicas o atributos técnicos positivos respecto del desarrollo de la actividad, obra o proyecto.

Metodología aplicada

La metodología utilizada fue primeramente una visita al sitio para realizar observaciones de campo, hacer un análisis de las condiciones geológicas, de la topografía y de las unidades litológicas aflorantes en el lote que constituye el AP y en el AID. Igualmente se hace una recopilación de la información obtenida del estudio de suelos en lo que respecta a las características geotécnicas del AP.

2.1.6 Unidades geológicas superficiales

GEOLOGÍA O ASPECTOS GEOLOGICOS REGIONALES

La zona de estudio se ubica dentro de la cuenta intraarco entre el antearco de Santa Elena-Nicoya que se extiende por la península de Nicoya en dirección noroeste – sureste y el arco interno o Cordillera Volcánica de Guanacaste al noreste. Esta península se compone en su mayoría por rocas volcánicas de fondo oceánico del Complejo Ofiolítico de Nicoya y otras rocas sedimentarias del Cretácico y Terciario Inferior, que han ascendido por procesos tectónicos a lo largo del tiempo geológico. La geología presente en el AP y el AID corresponde principalmente con depósitos volcánicos de caída y de flujo asociados con el vulcanismo de la región norte del país durante el Plio-Pleistoceno, vulcanismo asociado con los volcanes Tenorio, Miravalles y Rincón de la Vieja.

La figura 1 es el mapa geotectónico de Costa Rica donde se aprecia la ubicación del AP.

La geología de la hoja Monteverde escala 1:50 000 ha sido poco estudiada y no se cuenta con mapas a detalle de la zona, por lo que se trabaja con los mapas elaborados por Denyer & Alvarado (2007), Arias & Denyer (1992), Civelli et al. (2005) e Instituto Geográfico Nacional (1980). La figura 2 (Mapa Geológico) muestra las áreas del análisis de este estudio, se puede observar en dicho mapa que en la zona de Liberia aflora las unidades de ignimbritas asociadas a la Formación Bagaces y Liberia.

Formación Bagaces

Esta formación fue denominada por Dóndoli (1950) como: “Toba Gris”. Posteriormente Denyer (1962a) la definió con el nombre de Formación Bagaces. A la misma se le asigna edad Pleistoceno Temprano (Proyecto Acuasub, 1975). De acuerdo con Gillot et al (1994) está posee un rango temporal de 8 m.a hasta 1.6 m.a por medio de dataciones K-Ar.

Su definición más básica la describe como tobas de composición dacítica, principalmente del tipo ignimbríta y por sedimentos lacustres asociados. Además para Gillot et al (1994) esta formación corresponde con un 100+/-40 km³ DRE de magma dacítico. Donde se puede estimar una potencia total del rango entre 300 a 400 m (Proyecto Acuasub, 1975). Esta formación de acuerdo con Bohnenberger (1968) cubre una superficie de 250 km², que forma cerros relictos bajos, constituidos por una capa subhorizontal de materiales piroclásticos. De forma breve se puede subdividir en 3 miembros: Inferior, Intermedio y Superior.

El Miembro Inferior se describe como productos de procesos lacustres y fluvio-lacustres. En la escarpada del Río Tempisque y hacia el norte y noreste este miembro se compone de arenas y arcillas cenicientas, las cuales alternan con lapilli, y presentan algunos horizontes de grava y algunos fósiles litorales. Estos sedimentos, en general, contienen mucha ceniza y algo de arcilla, y aunque se encuentran bien compactados, no son duros y el espesor se estima de 100 a 160 m (Proyecto Acuasub, 1975).

El Miembro Intermedio está constituido por ignimbritas, lavas y tobas aglutinadas. Existen tobas columnares, bien expuestas, que afloran al suroeste de la Hacienda El Real Cerca de las Haciendas

Palenque y Pelón de la Bajura, aflora una ignimbrita densa y fracturada, que conforma la base de este miembro. Sobre la ignimbrita hay algunas tobas arenosas, y un manto de lava que se interpreta como un manto continuo en una extensa área por el análisis de perforaciones y afloramientos. La lava es un basalto olivínico porfirítico y frecuentemente vesicular. Se presenta desde fracturada y con grietas, hasta laminadas. Cuenta con un espesor total de 40 a 50 m (Proyecto Acuasub, 1975).

Por último, el Miembro Superior está constituido por toba aglomerada, toba soldada y material heterogéneo compuesto por tobas de distinta textura, que se encuentran entre suelos fosicementados por cenizas, a veces simplemente compactadas, y otras conglomeradas. Las grietas son frecuentes, y están rellenas por material residual. Estas tobas están formadas fundamentalmente, por material heterogéneo, detrítico, con fragmentos líticos, escorias residuales, cuarzo y vidrio volcánico, este Miembro Superior tiene un espesor de 25 a 35 m (Proyecto Acuasub, 1975).

En la región de Cañas, en el SE, las litologías de la parte superior de la Formación Bagaces son particularmente complejas. Al tope de la Formación Bagaces aparece un suelo fósil, arcilloso, rojizo, muy definido, de no más de 5 m de espesor. (Bolaños ,1984). De acuerdo con Civelli et al (2005) esas sobreyacen localmente a las lavas de Taboga (Grupo Aguacate), ubicadas más al SE de la hoja Tierras Morenas.

Formación Río Liberia

Originalmente llamada “toba blanca” por Dóndoli (1950), Formación Liberia por Dengo (1962b) y Río Liberia por Chiesa (1991). Chiesa et al. (1992), subdividen la Formación Liberia (sensu Dengo, 1962b), en Formación Río Liberia y en Formación Guayabo.

Se caracteriza por presentar intercalaciones de depósitos de caída, flujos y oleadas piroclásticas, que presentan una matriz tobácea poco a moderadamente compactada, con abundante vidrio volcánico triturado (shards), pómez y minerales primarios como cuarzo, plagioclasas, biotita y anfíbol.

Toba con anfíbol

Barahona et al. (2001) hacen referencia a una toba pumícea verdosa, rica en anfíbol, que se presenta en la sección inferior de la formación. Constituye una alternancia de capas de caída y flujos piroclásticos de tonalidades verdes y amarillentas; con un grado de compactación relativamente bajo, la cual alcanza su máximo espesor de 4 m, en la localidad de Curubandé y espesores mínimos de 0,5 m hacia el sur. Compuesta por un 15– 20% de pómez blancuzcas (15x10 cm de diámetro), 25% de fragmentos líticos en su mayoría de lavas andesíticas y cumulitos con tamaños que varían desde milimétricos hasta centimétricos, 10 -15% por cristales de plagioclasa, cuarzo y magnetita, con tamaños < 3 mm, 10% cristales de anfíboles dentro de una matriz tobácea generalmente blancuzca o rosada, la cual ocupa un 55 – 60%.

Toba con biotita

Sus características son muy similares a la anterior y lo que varía es el contenido de anfíboles y biotita. Se caracteriza por ser un depósito caótico que presenta una alternancia de capas de caída, con laminación paralela, muy friable, las cuales pueden ser observadas en un tajo carretera al cerro Torre y capas de flujos masivos moderadamente compactados; compuestos por vidrio pardo (60%), plagioclasa (5%), cuarzo corroído (5%), hornblenda verde (3%), biotita hidroxilizada (7%), vesículas (8%) y 12% de pómez con textura fibrosa.

Las capas de caída, flujos piroclásticos y oleadas piroclásticas se presentan separadas por contactos netos y no se observan paleosuelos o superficies erosionadas, lo cual evidencia un carácter intermitente del periodo eruptivo.

En el sur del área sobreyace discordante a la Ignimbrita Río Colorado, al noreste a la Unidad Curubandé, al suroeste y al norte sobreyace disconformemente a la Formación Alcántaro en contacto con un paleosuelo bien desarrollado. Al noroeste del área es sobreyacida por depósitos caóticos de debris flow (Subunidad Congo) y hacia el sureste, en la margen izquierda del río Negro, por la Unidad Guachipelín.

Alvarado et al. (1992) y Gillot et al. (1994), basados en dataciones K–Ar, le asignan una edad de $1,6 \pm 0,2$ Ma. Dengo (1962b) plantea que esta formación proviene de las faldas del Rincón de la Vieja evidenciado por la forma y distribución de los depósitos. Chiesa (1991), Funnaioli & Rossi (1991) y Kempter (1997) le asignan un origen relacionado con una caldera ubicada en el área de los domos de Cañas Dulces. En perforaciones realizadas por el Instituto Costarricense de Electricidad se ha encontrado una toba biotítica con espesores de más de 100 m, que se puede interpretar como un depósito intracaldérico y que indica que estos y otros flujos rellenaron la caldera.

Depósitos Cuaternarios

En el área los depósitos aluviales y coluviales se presentan dentro del cauce del río Liberia, se caracterizan por su poca extensión al ser corrientes erosivas.

Aspectos Geológicos Locales

La unidad geológica superior constituye materiales limosos de color café, resultado de la alteración de las rocas de la Formación Liberia. En la foto 1, se observan las condiciones del material. Por lo plano del AP no es posible apreciar afloramientos de buena calidad. Sin embargo es posible inferir por la geología de los alrededores de Liberia, que la unidad superior consiste de depósitos piroclásticos consolidados y de textura arenosa de a Formación Río Liberia, los cuales se encuentran meteorizados a suelos areno limosos de color café.



Foto 1. Condiciones del suelo en el AP, su textura es media a fina, de color café

Análisis estructural y evaluación

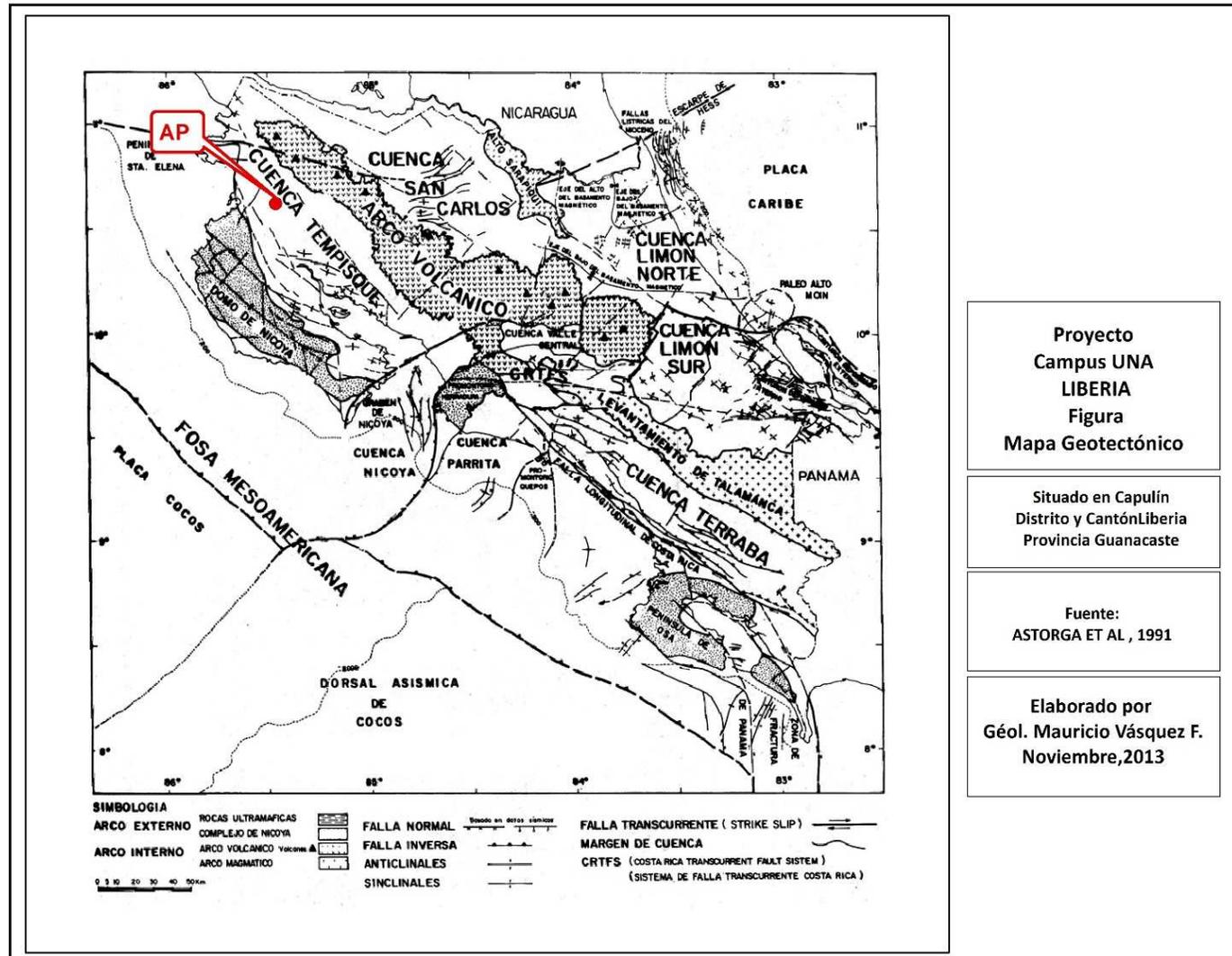
A nivel local en la finca del AP no se observaron fallas geológicas locales que limiten o afecten las unidades geológicas superficiales. Tampoco se observó ninguna tendencia estructural en las rocas, además dada las características de la topografía del sitio, no hay evidencia de estructuras.

La Formación Río Liberia presenta una forma tabular con un basamento discordante con la Formación Bagaces subyacente. Su espesor puede alcanzar los 30 hasta 50m. Por la génesis y edad de esta formación, no está afectada por estructuras geológicas como pliegues, fallas y en superficie no se aprecian los contactos inferiores. La principal estructura geológica cercana corresponde con el eje de basculamiento de Liberia, el cual está asociado a la tectónica de placas y el basculamiento de la Península de Nicoya por el empuje de la Placa Cocos.

Mapa geológico del AP

La figura 2 corresponde con el Mapa Geológico Local del AP y AID de acuerdo con las observaciones e interpretaciones de campo realizadas en la finca del proyecto.

FIGURA 1. MAPA GEOTECTÓNICO

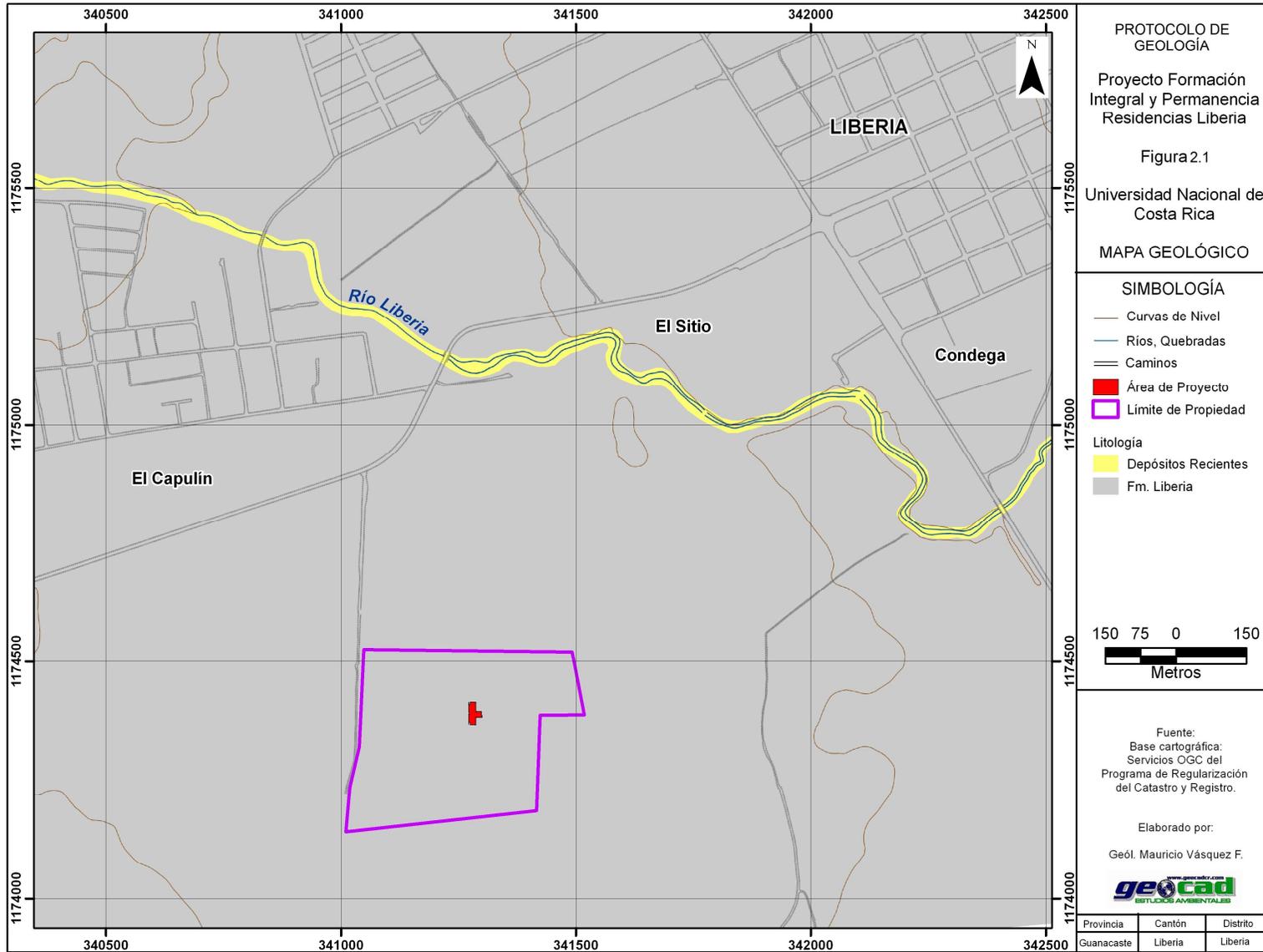


Proyecto
 Campus UNA
 LIBERIA
 Figura
 Mapa Geotectónico

Situado en Capulín
 Distrito y Cantón Liberia
 Provincia Guanacaste

Fuente:
 ASTORGA ET AL , 1991

Elaborado por
 Géol. Mauricio Vásquez F.
 Noviembre, 2013



2.1.6 Integración con los datos del estudio geotécnico

Se llevaron a cabo 5 perforaciones en el AP a cargo de la empresa Vieto (diciembre, 2013), con profundidades máximas de 6,0 a 8,4m. Se describe a continuación los resultados obtenidos:

Capa A: arena arcillosa de color café (SC), de densidad variable entre suelta y medianamente densa, con resistencia seca media. Aparece de 0 a 3,3m.

Capa B: arcilla limosa de media plasticidad de color blanca (CL), de consistencia variable entre rígida y muy rígida, resistencia seca media. Aparece entre 3,3 y 4,2m de profundidad.

Capa C: arena limosa de color café con tramos blancos (SM), de densidad variable entre suelta y densa, de resistencia seca variable entre baja y media. Aparece entre 4,2 y 8,4m de profundidad.

En todas las perforaciones se reportan niveles freáticos a profundidades entre 4,8 y 5,4m para el momento de ejecución de las perforaciones, al final de la época lluviosa. Este nivel puede estar asociado al acuífero Liberia que se encuentra somero en los alrededores del oeste de Liberia, debido a la influencia del río Liberia que podría catalogarse como un río influente.

2.1.7 Geomorfología del AP y alrededores

Descripción Geomorfológica local

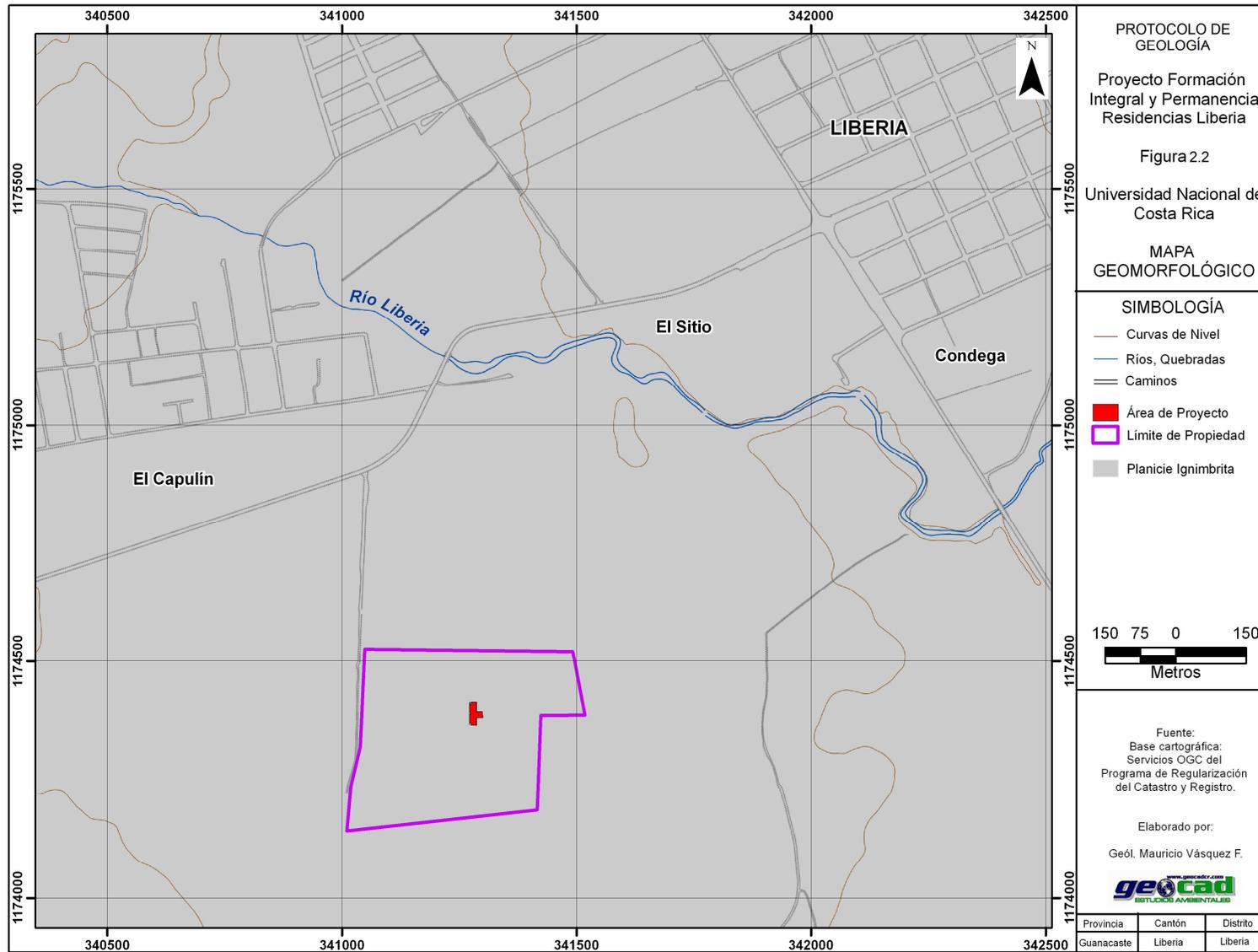
Geomorfológicamente se ha definido una unidad informal de tipo denudacional de baja a nula pendiente sobre las rocas ignimbríticas de Liberia (Mapa Geomorfológico). El sector de Liberia se encuentra sobre los depósitos ignimbríticos de caldera descritos anteriormente, los cuales originan topografías homogéneas sumamente horizontales con buzamientos inferiores a los 5° inclinados hacia el suroeste, con algunas ondulaciones menores. Los cauces en el sitio son de tipo erosivo de poca profundidad encajando entre la unidad ignimbrítica, con sistemas que pasan de radial a rectangular hacia la base del macizo del Miravalles.

Unidades de pendiente en el AP

La totalidad del AP se ubica dentro de una unidad de pendiente baja con menos del 5° de inclinación, la superficie en general es plana. Las características del AP son favorables para la construcción de obras como las que se proyectan, se estima que no se requieren de conformación de taludes y los movimientos de suelos para acondicionar la superficie en las áreas de construcción se estima que es bajo. La foto 2 es de la vista del AP y la unidad de pendiente. La figura 3 es un mapa geomorfológico del AP.



Foto 2. La topografía el AP es plana, hacia el lado sur, del sitio de proyecto se ubica un quebrada la cual no presenta niveles importantes de caudal, a pesar de ello se ha establecido un tipo muro en dicha sección.



2.1.8 Síntesis de Resultados y conclusiones geológicas

La zona de estudio se ubica dentro de la cuenta intraarco entre el antearco de Santa Elena-Nicoya al pie de la Cordillera Volcánica de Guanacaste. La geología presente en el AP y el AID corresponde principalmente con depósitos volcánicos de caída y de flujo asociados con el vulcanismo del Plio-Pleistoceno, asociado con los volcanes Tenorio, Miravalles y Rincón de la Vieja.

La unidad geológica superior constituye materiales limosos de color café, resultado de la alteración de las rocas de la Formación Liberia, que consiste de depósitos piroclásticos consolidados y de textura arenosa.

A nivel local en la finca del AP no se observaron fallas geológicas locales que limiten o afecten las unidades geológicas superficiales. La Formación Río Liberia presenta una forma tabular con un basamento discordante con la Formación Bagaces subyacente. Su espesor puede alcanzar los 30 hasta 50m. Los suelos se componen de un capa arena arcillosa de color café (SC), una capa inferior de arcilla limosa de media plasticidad de color blanca (CL) y finalmente una capa de arena limosa de color café con tramos blancos (SM) hasta los 8,4m de profundidad. En todas las perforaciones se reportan niveles freáticos a profundidades entre 4,8 y 5,4m del final de la época lluviosa.

El sector de Liberia se encuentra sobre los depósitos ignimbríticos de caldera de topografías homogéneas horizontales con buzamientos inferiores a los 5° inclinados hacia el suroeste. La totalidad del AP se ubica dentro de una unidad de pendiente baja con menos del 5° de inclinación, la superficie es plana.

Se concluye que desde el punto de la geología local el terreno presenta un aptitud favorable para el desarrollo de las obras que se proyectan. En la zona ya existen edificios como los que se proyectan y por ende queda demostrado que el terreno es apto para ello. Se recomienda seguir lo estipulado en el estudio de suelos, sobre todo en lo que respecta a las cimentaciones y el diseño de las estructuras de los edificios a partir de las condiciones geotécnicas de los suelos del sitio.

2.1.9 Discusión sobre limitantes de incertidumbre y alcance del estudio

El alcance del estudio de geología está dado por las observaciones de campo principalmente, así como por la información bibliográfica obtenida de la zona, de esta forma se cumple el principal objetivo que define la geoptitud favorable del proyecto. Los resultados son, por lo tanto, aplicados al proyecto, el cual se concluye que es viable desde el punto de vista de la geología del terreno.

2.1.10 Referencias Bibliográficas

- CIVELLI, G., LOCATI, U., BIGIOGGERO, B., CHIESA, S., ALVARADO, G & MORA, O. 2005: Geología de la Hoja Tierras Morenas. -Serie colección de mapas. Rev. Geol. Amér. Central. 33.
- COLEGIO FEDERADO DE INGENIEROS Y ARQUITECTOS, 2002: Código Sísmico de Costa Rica.3 ra ed. Editorial Tecnológica. Cartago.
- DENGO, G., 1962b: Tectonic igneous sequence in Costa Rica. En: ENGEL A. E. J., JAMES H. L. & LEONARD B. F (eds.): A Volumen to honor A. F. Budinton: A GSA Special Volume.- Geol. Soc. AMER, 133-161.
- DENYER, P., MONTERO, W. & ALVARADO, G.E., 2009: Atlas tectónico de Costa Rica. –2ed. –Editorial de la Universidad de Costa Rica, San José, C.R. –79 págs
- DENYER, P., & ALVARADO, G.E., 2007: Mapa geológico de Costa Rica. – Editado por la Librería Francesa. Escala 1:400.000.
- DENYER, P. & ARIAS, O. 1993: Geología del Norte de la Península de Nicoya, Costa Rica.-en Rev. Geológica de América Central, 16: 69-84, 1993.
- DÓNDOLI, C. 1950: Liberia y sus alrededores. -8 págs., Boletín Técnico Nº. 3, Ministerio Agricultura e Industrias.
- FERNÁNDEZ, M. & ROJAS W., 2000: Amenaza Sísmica y por Tsunamis. -En: Denyer, P. & Kussmaul, S. (comp): Geología de Costa Rica. Editorial Tecnológica de Costa Rica, Cartago. –págs 287-301.
- GILLOT, P., CHIESA, S & ALVARADO, G., 1994: Chronostratigraphy of upper Miocene-Quaternary volcanism in northern Costa Rica. -Rev. Geol. Amér. Central, 17: 45-53.
- MONTERO, W., 2000: Sismología y neotectónica. - En Denyer, P & Kussmaul, S., (1994) - (comp): Atlas Geológico Gran Área Metropolitana. Editorial Tecnológica. I ed. Cartago. 219-240.
- MORALES, L.D., 1985: Zonas sísmicas de Costa Rica. –Rev. Geol. Amér. Central. Octubre 3: 69-102.
- SALAZAR, L. G., 2000: Geomorfología. - En Denyer, P & Kussmaul, S- (comp): Geología de Costa Rica. Editorial Tecnológica. I ed. Cartago. 171-184.

2.2 PROTOCOLO PARA LA HIDROGEOLOGÍA AMBIENTAL DE LA FINCA

PROYECTO CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIO FORMACIÓN INTEGRAL Y PERMANENCIA RESIDENCIAS LIBERIA

Universidad Nacional



GUANACASTE, LIBERIA, LIBERIA

2014

2.2.2 DOCUMENTO DE RESPONSABILIDAD PROFESIONAL

El suscrito Mauricio Vásquez Fernández, Bachiller en Geología de la Universidad de Costa Rica y Master en Hidrogeología y Manejo de Recursos Hídricos de la Universidad de Costa Rica, incorporado al Colegio de Geólogos de Costa Rica, con el código 287 y consultor asociado a SETENA con el código 82-2004, manifiesta el conocimiento y aceptación de las condiciones y requisitos establecidos en el punto 9, "Responsabilidad profesional por la información aportada", del anexo 6 del "Manual de Instrumentos Técnicos para el Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental", Parte II, publicado en el Alcance N° 43 de la Gaceta N° 223 del 18 de noviembre del 2005 y por lo tanto es responsable de los contenidos y alcances del informe técnico de hidrogeología ambiental elaborado como parte del Documento de Evaluación Ambiental D1 para el **PROYECTO CONSTRUCCION DE EDIFICIO RESIDENCIAS LIBERIA**, sita en el Campus Regional de la Universidad Nacional en Liberia, Guanacaste.

FIRMADO ORIGINAL

Mauricio Vásquez Fernández

2.2.3. Contenido

2.2.2 RESPONSABILIDAD PROFESIONAL	1
2.2.3. CONTENIDO.....	2
2.2.4 RESUMEN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES	3
2.2.5 INTRODUCCIÓN	4
2.2.6 DATOS HIDROGEOLÓGICOS DEL ENTORNO	5
2.2.7 CONDICIONES HIDROGEOLÓGICAS LOCALES Y CARACTERIZACIÓN BÁSICA DEL ACUÍFERO SUBYACENTE	12
2.2.8 SÍNTESIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES TÉCNICAS.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2.2.9 DISCUSIÓN SOBRE LIMITANTES DEL INCERTIDUMBRE Y ALCANCE DEL ESTUDIO	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2.2.10 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

2.2.4 Resumen de Resultados y Conclusiones

En la ciudad de Liberia hay dos acuíferos, el superior es el Acuífero Liberia que se desarrolla en las rocas de la Formación Río Liberia y el inferior se conoce como Acuífero Bagaces y es más regional. El Acuífero Liberia de tipo inconfinado o libre. En las perforaciones en el AP se determinó que la ubicación del acuífero era de entre 4,8 y 5,4m. El acuífero inferior Bagaces está a más de 80 y hasta 100m de profundidad, es de tipo poroso y fracturado, se desarrolla en ignimbritas, capas de lavas y brechas lávicas y es de tipo confinado. Según el análisis realizado la vulnerabilidad intrínseca a la contaminación del acuífero Liberia esta se clasifica como baja.

2.2.5 Introducción

Datos generales sobre el proyecto

El proyecto Residencias Campus Liberia se ubica en la provincia de Guanacaste, en el cantón central de Liberia, en la finca de las instalaciones del Campus Regional de la Universidad Nacional con sede en Liberia. La entrada a la propiedad se ubica sobre la calle principal de acceso. El tamaño de las obras a realizar es de 1250 m² y el tamaño de la propiedad es de 15 ha. En la actualidad el AP tiene una cobertura de zacate, en sus alrededores se encuentran las instalaciones de la sede de Universidad Nacional.

Coordinación profesional realizada

Para realizar la caracterización Hidrogeología Básica fue necesaria una visita al sitio del proyecto y a las zonas aledañas con el fin de reconocer y describir las unidades geológicas superficiales, así como la topografía y las condiciones geomorfológicas. Además de la visita, se realizó una recolección de datos geológicos y de estudios hidrogeológicos realizados en la zona de Liberia, así como registros de pozos perforados que permitan definir las condiciones hidrogeológicas locales.

Objetivo del estudio

Evaluar las condiciones de geopotencialidad del terreno tomando en cuenta aspectos de hidrogeología ambiental, determinando su vulnerabilidad intrínseca a la contaminación.

2.2.6 Datos Hidrogeológicos del entorno

Las características hidrogeológicas del AP y AID se infieren a partir de la información de pozos perforados existentes y los estudios hidrogeológicos regionales y locales que se han llevado a cabo en la zona de Liberia centro, como por ejemplo la tesis de maestría de Collins (1999) quien definió de forma amplia las características de los acuíferos Bagaces y Liberia.

Pozos perforados

El Área de Aguas Subterráneas del SENARA posee una base de datos de pozos perforados, en la cual se procedió a revisar la información disponible en un radio de 2000 metros con respecto al AP; la principal información se muestra en el siguiente cuadro.

CUADRO 1
PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Liberia
POZOS SELECCIONADOS CON RESPECTO AL AP Y EL AID

No. pozo	X	Y	Propietario
ME-295	377610	289650	I.C.A.A
ME-35	377550	289750	ARROCERA LIBERIA
ME-197	377610	289560	I.C.A.A
ME-36	377600	289550	SNAA
ME-38	377500	289400	LICEO DE LIBERIA
ME-144	378050	290000	ASERRADERO BALDODANO
ME-264	377400	289400	INST.TEC.PROF.AGROP.DE LIBERIA
ME-156	378200	289750	HOTEL EL SITIO
ME-37	377300	289400	LICEO DE GUANACASTE
ME-107	378200	290000	MEJIA VALDELOMAR
ME-175	378200	290000	
ME-177	378200	290000	A.TAN TAM
ME-298	377500	289200	CAMARA DE GANADEROS DE GUANAC.
ME-150	377900	290300	JUAN DE DIOS MUÑOZ
ILG-359	378300	289750	EME S.A
ME-367	378300	289620	CORP.EL BRUJO DE LIBERIA
ME-51	378300	289900	TEXACO
ME-123	377150	289400	MAG
ILG-358	378350	289800	INVERSIONES C Y E S.A
ME-195	377700	290400	SOCIEDAD ESTRADA B.
ME-116	377100	289400	
ME-114	378300	290100	TAN-CHU
ME-196	377150	289265	I.N.A.FINCA DIDACTICA
ME-182	378450	289800	H. RODRIGUEZ CH
ME-124	378500	289700	HERIBERTO RODRIGUEZ
ME-188	377100	289200	U.C.R.
ME-288	378480	290140	INDUST.DEL GUANACASTE S.A.
ILG-52	378500	290100	MATERIALES BR. LIMITADA
ME-299	376900	289300	ASOSACION DE GANADEROS LIBERIA

ME-198	377900	290700	I.D.A
ME-194	378450	290400	BANCO DE COSTA RICA
ME-199	378500	290400	I.D.A.
ME-209	378150	288750	LOACIGA Y GUILLEN, S.A.
ILG-757	378150	288750	LOAICIGA Y GUILLEN S.A.
ME-34	378000	290800	MUNICIPALIDAD
ME-136	378300	290700	MUNICIPALIDAD
ME-47	378300	290700	ICE
ILG-245	376880	288950	U.C.R
ME-193	378850	289900	DO?A ELIA S.A.
ILG-218	378920	289850	DONA ELIA S.A.
ME-141	378800	289200	DR. MANUEL ROJAS CH.
ME-48	378800	290300	MUNICIPALIDAD
ME-251	378950	290075	KOON-WING S.A.
ME-335	376350	289500	AyA
ME-30	377150	291000	JORGE BALTODANO
ME-32	376600	288900	INSTITUTO GUANACASTE
ME-206	376300	289600	AyA
ME-52	378900	288900	COLEGIO SANTA ANA
ME-262	379175	289530	HUMBERTO ALVARADO PE?A
ME-33	377400	291200	G. LUAICIGA
ME-237	378800	290800	AYA
ME-274	379190	290250	KOON CHAN S.A.
ME-205	378920	288700	TOMATE SELECTO, S.A.
ME-149	379000	288800	DR. CASTILLO
ME-325	379262	289335	ROBOYDA S.A.
ME-319	376650	291000	MAGTIEL RODRIGUEZ RODRÍGUEZ
ME-172	379400	289700	TECNO S.A.
ME-31	376200	288900	MARIA CLARA DE QUESADA
ME-255	377250	291400	RUDY GUEVARA VEGA
ME-371	376325	290880	REPUESTOS USADOS GUANACASTE M W S.A
ME-29	376400	291000	MIGUEL A. ZU?IGA
ME-49	379100	290900	C. MURRAY
ME-39	377700	287800	MANUEL ROJAS CH.
ME-276	379425	290650	DAISY MEZA VENEGAS

Se recopila la información de los pozos cercanos al AP, estos se presentan en el cuadro 2.

CUADRO 2

PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Liberia Información de los pozos ubicados en los alrededores de la zona

POZO	Profundidad	Nivel Estático	Nivel Dinámico	Caudal	USO
ME295	112	15.42	46,3	7.5	ABAST. PUBLICO

ME35	68.58				INDUSTRIAL
ME197	112	15.42	46,3	11.04	ABAST. PUBLICO
ME36	121.3	16		0.95	ABAST. PUBLICO
ME144	73.15	15.24		0.5	DOMESTICO
ME37	37	3.66		0.5	DOMESTICO
ME367	60	10	13	2	TURISTICO
ME123				0.5	DOMESTICO
ME116	68.58	7		0.5	DOMESTICO
ME196	107	11		0.5	DOMESTICO
ME188	0			0.5	DOMESTICO
ME194	78	12		2	DOMESTICO
ME209	126	17		5	DOMESTICO
ME193	57	20		0.5	DOMESTICO
ME48				9.5	ABAST. PUBLICO
ME251	90	27	40	2	DOMESTICO
ME206	100	8.42	23,94	2.25	ABAST. PUBLICO
ME52	70	18.83		0.5	DOMESTICO
ME237	177	28		9.5	ABAST. PUBLICO
ME274	90	14		2.5	DOMESTICO
ME205	130	0		0	INDUSTRIAL

Del listado de los pozos anteriores se seleccionaron algunos pozos como ME-36, ME-37, ME-197, ME-295 y ME-123, los cuales tienen información hidrogeológica. La información está en el cuadro 2 y la descripción litológica de las rocas perforadas de los pozos en el cuadro 3.

CUADRO 3
PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Liberia
Descripción litológica de los pozos cercanos al AP

Id Pozo	Descripción litológica
ME-36	0 - 6 m: Toba blanca de Fm. Liberia, meteorizada 6 - 52 m: Toba blanca 52 - 70 m: Arena blanca cuarzosa fina con cristales fénicos, casi sin matriz, algunos elementos son redondeados. 70-88 m: Probable suelo arenoso fósil café oscuro pasando a toba suave rosada con elementos líticos y cuarzo subredondeado. 88-94.3 m: Toba gris, café claro con matriz gris, incluyendo fragmentos líticos negros. 94.3 – 112 m: Ignimbritas negra con fragmentos de toba más clara 112 – 122 m: Suelo fósil constituido por arcilla roja compacta y pura incluyendo fragmentos líticos de lava y toba.
ME-37	0 – 2.44 m: Arcilla 2.44 – 9.15 m: Arenas 9.15 – 27.45 m: Cascajo blanco (Toba)

	27.45 – 30.5 m: Arcilla Roja 30.5 – 36.91 m: Cascajo blanco (Toba)
ME-197	0 - 69 m: Toba gris claro con granos de cuarzo y mica. Fm Liberia (ignimbrita) 69 - 71 m: Arcilla color rosada, algo arenosa 71 - 77 m: Arcilla color rojo quemado, se asocia a paleosuelo 77 - 92 m: Toba gruesa, color café oscuro 92 - 95 m: Arcilla color rojizo 95 – 102 m: Toba color negro rojizo con piriboles, Fm. Bagaces (ignimbrita)
ME-295	0 - 69 m: Toba gris claro con granos de cuarzo. 69 - 71 m: Arcilla color rosada algo arenosa. 71 - 77 m: Arcilla color rojo quemándose. 77 - 92 m: Toba gruesa color café oscuro. 92 - 95 m: Arcilla color rojo. 95 - 102 m: Toba color negro rojizo con piriboles.
ME-123	0 – 1.82 m: Suelo Areno – Arcilloso , color café claro 1.82 – 68.29 m: Toba riolítica, cuarzosa de la Fm. Liberia, bastante arenosa. 68.29 – 73.78 m: Toba de la Fm. Bagaces, café rosácea, regularmente arcillificada, perm.baja. 73.78 – 88.10 m: Toba riolítica de la Fm. Liberia, cuarzosa y micácea. Existen fragmentos de toba de la Fm. Bagaces. 88.10 – 107.31 m: Ignimbrita gris oscuro de la Fm. Bagaces, existe regular cantidad de fragmentos de textura fina, permeabilidad de media a lata. 107.31 - 126.21 m: Toba de la Fm. Bagaces, café claro, arenosa, con fragmentos de ignimbritas café claro. Permeabilidad de media a buena.

Condiciones hidrogeológicas del AP

A partir de la información de los pozos y las condiciones geológicas del AP, se determina la hidrogeología del sitio. En la ciudad de Liberia se sabe de la existencia de dos acuíferos. El superior es el Acuífero Liberia que se desarrolla en las rocas de la Formación Río Liberia. El acuífero inferior se conoce como Acuífero Bagaces y es más regional.

La geoforma predominante en el sector del AP, está compuesta por una topografía plana a ondulada, estas planicies están constituidas por materiales de origen ígneo principalmente de ignimbritas. Estas secuencias conforman acuíferos porosos en rocas volcánicas, con un potencial acuífero de bajo a moderado, el cual se ve reflejado en los pozos; que tiene una capacidad de extracción desde los 0,5 a 11 litros por segundo.

Se realizaron cinco perforaciones con profundidades máximas de 8,4 m. Los resultados obtenidos indican que hay una capa superior compuesta de arenas limosas, como resultado de la alteración de las rocas volcánicas de la Formación Liberia. Esta unidad se extiende a más de 30 m de profundidad, donde se describen tobas lapiliticas de variable color desde blancas a gris, con alto contenido de cuarzo, biotita y pómez.

La zona saturada está conformada por materiales ignimbríticos, los cuales corresponden con la Formación Liberia, estos permiten el desarrollo del Acuífero Liberia, el cual es de tipo inconfinado o libre. La producción es baja, esto se evidencia según los reportes de los pozos que captan este acuífero, con valores desde los 0,5 a 5 litros por segundo. Generalmente el uso es para uso doméstico y agroindustrial, las profundidades alcanzan los 90 m, y generalmente el nivel freático se presenta desde los 3 a 18 m, la recarga es por medio de infiltración de lluvia, y en menor grado de forma lateral, la cual tiene una componente NE-SW (Collins, 1999).

Las capas de arcillas que cubre la Formación Liberia se caracterizan por su baja permeabilidad. Los valores de transmisividad del acuífero es de 4,6 m²/día, el espesor saturado va de 40 a 60 m de profundidad, y los valores de porosidad son de 45% (Collins, 1999). La dirección del flujo del agua subterránea se define hacia el NE- SW, sur-oeste, de acuerdo a las geoforma del terreno y las curvas de nivel. Se calcula que el gradiente hidráulico tiene un valor de 0,01 en promedio.

A escala local se define entonces que para el momento en que se realizaron las perforaciones en el AP, la ubicación del acuífero era de entre 4,8 y 5,4m. Se sabe por registros de otro pozos que este nivel puede llegar a casi 10m de profundidad.

El acuífero inferior se conoce como Acuífero Bagaces. Subyace al acuífero Liberia y está a más de 80 y hasta 100m de profundidad. Es de tipo poroso y fracturado, pues se desarrolla en ignimbritas y además capas de lavas y brechas lávicas. Es de tipo confinado, su recarga ocurre en las estribaciones de la Cordillera de Guanacaste. Esta separado del acuífero Liberia por una capa de paleosuelo arcilloso de color rojizo de baja permeabilidad que eventualmente permite la percolación.

Vulnerabilidad a la contaminación

Aplicación del método de vulnerabilidad G.O.D.

Para el análisis de la vulnerabilidad a la contaminación del acuífero conformado en las rocas del subsuelo del área de estudio y denominado Acuífero Liberia, se usará el Método "G.O.D". (por sus iniciales en inglés), el cual considera dos factores básicos:

- 1 El grado de inaccesibilidad hidráulica de la zona saturada
- 2 La capacidad de atenuación de los estratos suprayacentes a la zona saturada del acuífero. (Foster, et al, 2002).

El índice de vulnerabilidad G.O.D. caracteriza la vulnerabilidad a la contaminación de acuíferos en función de los parámetros:

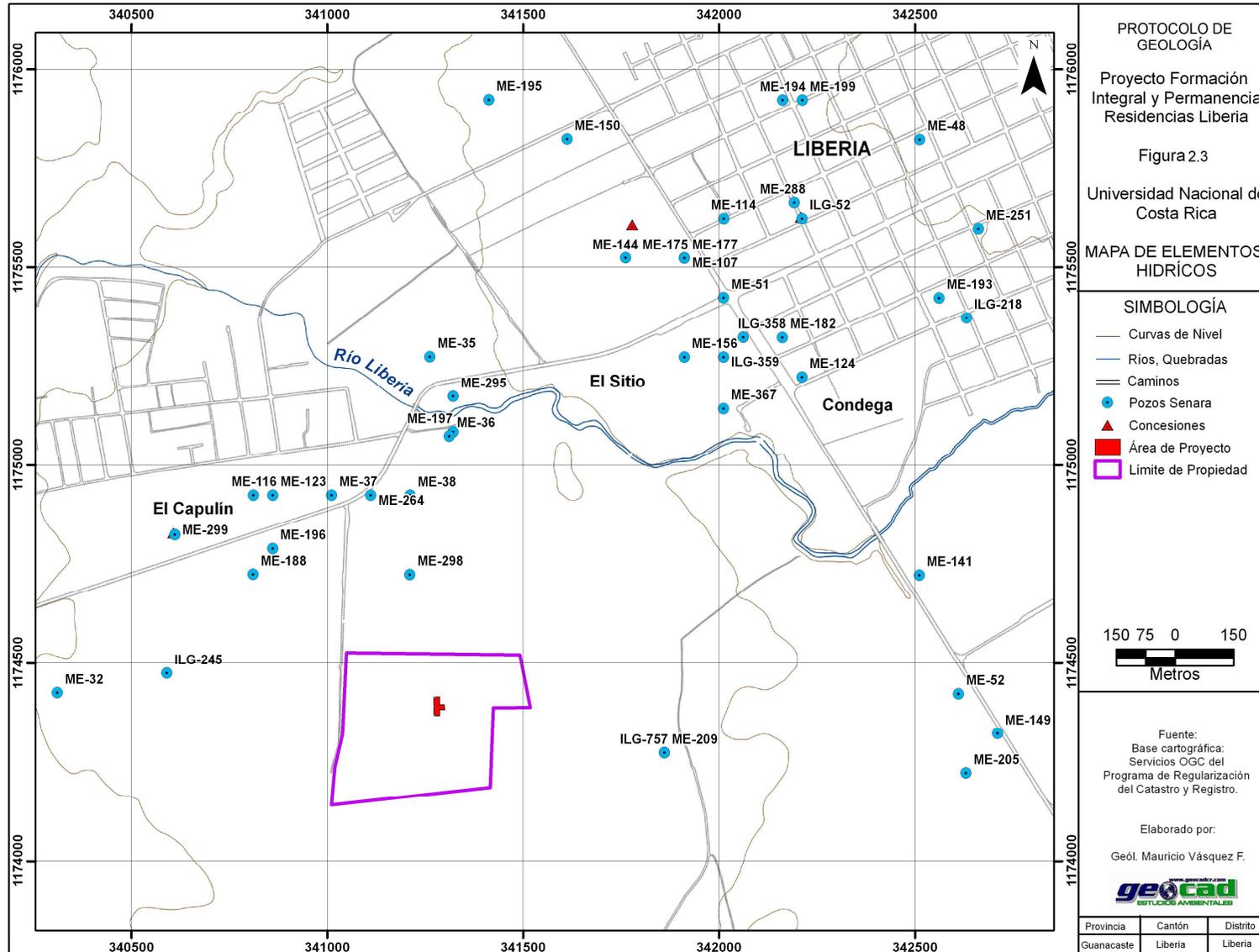
- 1 Grado de confinamiento hidráulico
- 2 Ocurrencia del sustrato suprayacente
- 3 Distancia al nivel freático

La ocurrencia del sustrato (O) se determinó con base en las litologías descritas en los pozos. Para el proyecto los valores asignados se encuentran en el siguiente cuadro 5.

CUADRO 5
APLICACIÓN DEL MÉTODO “G.O.D”. EN EL ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD INTRÍNSECA A LA
CONTAMINACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN EL ÁREA DEL PROYECTO

PARÁMETRO	CLASIFICACIÓN	VALOR
Grado de confinamiento hidráulico	Libre Cubierto	0.60
Ocurrencia del sustrato suprayacente	Tobas Volcánicas	0.60
Distancia al nivel del agua subterránea	5-20 m	0.80
Valor del índice de vulnerabilidad	G x O x D	0.28
Vulnerabilidad a la contaminación del acuífero	BAJA	

Según el análisis realizado la vulnerabilidad intrínseca a la contaminación del acuífero originado en el subsuelo del AP que está conformado en tobas de la Formación Río Liberia, se clasifica como baja, debido principalmente a la cobertura en la zona no saturada y la profundidad del agua subterránea.



2.2.7 Condiciones Hidrogeológicas Locales y caracterización básica del acuífero subyacente

A partir de la información de los pozos y las condiciones geológicas del AP, se determina la hidrogeología del sitio. En la ciudad de Liberia se sabe de la existencia de dos acuíferos. El superior es el Acuífero Liberia que se desarrolla en las rocas de la Formación Río Liberia. El acuífero inferior se conoce como Acuífero Bagaces y es más regional.

La geofoma predominante en el sector del AP, está compuesta por una topografía plana a ondulada, estas planicies están constituidas por materiales de origen ígneo principalmente de ignimbritas. Estas secuencias conforman acuíferos porosos en rocas volcánicas, con un potencial acuífero de bajo a moderado, el cual se ve reflejado en los pozos; que tiene una capacidad de extracción desde los 0,5 a 11 litros por segundo.

A escala local se define entonces que para el momento en que se realizaron las perforaciones en el AP, la ubicación del acuífero era de entre 4,8 y 5,4m. Se sabe por registros de otro pozos que este nivel puede llegar a casi 10m de profundidad.

El acuífero inferior se conoce como Acuífero Bagaces. Subyace al acuífero Liberia y está a más de 80 y hasta 100m de profundidad. Es de tipo poroso y fracturado, pues se desarrolla en ignimbritas y además capas de lavas y brechas lávicas. Es de tipo confinado, su recarga ocurre en las estribaciones de la Cordillera de Guanacaste. Esta separado del acuífero Liberia por una capa de paleosuelo arcilloso de color rojizo de baja permeabilidad que eventualmente permite la percolación.

2.2.8 Síntesis de resultados y conclusiones técnica

En la ciudad de Liberia hay dos acuíferos, el superior es el Acuífero Liberia que se desarrolla en las rocas de la Formación Río Liberia y el inferior se conoce como Acuífero Bagaces y es más regional. El Acuífero Liberia de tipo inconfinado o libre. En las perforaciones en el AP se determinó que la ubicación del acuífero era de entre 4,8 y 5,4m. El acuífero inferior Bagaces está a más de 80 y hasta 100m de profundidad, es de tipo poroso y fracturado, se desarrolla en ignimbritas, capas de lavas y brechas lávicas y es de tipo confinado. Según el análisis realizado la vulnerabilidad intrínseca a la contaminación del acuífero Liberia esta se clasifica como baja. se concluye que el proyecto es viable desde el punto de vista de la hidrogeología ambiental, en tanto las aguas residuales se traten mediante planta de tratamiento, con lo cual se disminuye la amenaza de contaminación de las aguas subterráneas y del acuífero Liberia.

2.2.9 Discusión sobre limitantes la incertidumbre y alcance del estudio

El principal alcance de este estudio es la conceptualización preliminar de un modelo hidrogeológico local del AP el cual ha sido basado en los datos de geología, hidrogeología regional y geomorfología local.

2.2.10 Referencias Bibliográficas

- CUSTODIO, E. & LLAMAS, M.R., 1983: Hidrología subterránea. Tomo I. -1157 págs. Ed. Omega, Barcelona.
- DENYER, P., & ALVARADO, G.E., 2007: Mapa geológico de Costa Rica. – Editado por la Librería Francesa. Escala 1:400.000.
- DRISCOL, F.G., 1986: "*Groundwater and Wells*". Johnson Screens. Minnessotta. 1089 p.
- FOSTER, S., 1987: Fundamental concepts in aquifer vulnerability pollution risk and protection strategy. Proceedings of International Conference: vulnerability of soil and groundwater to pollutants. Norrdwijk, Países Bajos.
- FOSTER, S. & HIRATA, R., 1988: Groundwater pollution risk assessment: a methodology using available data. WHO-PAHO/HPE-CEPIS Technical Manual. Lima, Perú.
- FOSTER, S., HIRATA, R., GÓMEZ, D., D'ELIA, M. & PARIS, M., 2002: Protección de la calidad del agua **MINAET; 2012: Archivo Nacional de Concesiones (versión digital).**
- SENARA., 1992: Mapa Hidrogeológico de la Península de Nicoya. San José. Escala 1:250.000.
- SENARA., 2014: Archivo Nacional de Pozos y Manantiales.

2.3 PROTOCOLO PARA LA CONDICIÓN DE AMENAZAS/ RIESGOS NATURALES DEL AP

PROYECTO CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIO FORMACIÓN INTEGRAL Y PERMANENCIA RESIDENCIAS LIBERIA

Universidad Nacional



GUANACASTE, LIBERIA, LIBERIA

2014

2.3.2 Documento de responsabilidad profesional

El suscrito Mauricio Vásquez Fernández, Bachiller en Geología de la Universidad de Costa Rica y Master en Hidrogeología y Manejo de Recursos Hídricos de la Universidad de Costa Rica, incorporado al Colegio de Geólogos de Costa Rica, con el código 287 y consultor asociado a SETENA con el código 82-2004, manifiesta el conocimiento y aceptación de las condiciones y requisitos establecidos en el punto 9, "Responsabilidad profesional por la información aportada", del anexo 6 del "Manual de Instrumentos Técnicos para el Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental", Parte II, publicado en el Alcance N° 43 de la Gaceta N° 223 del 18 de noviembre del 2005 y por lo tanto es responsable de los contenidos y alcances del informe técnico de condiciones de amenazas/riesgos naturales geológicos elaborado como parte del Documento de Evaluación Ambiental D1 para el **PROYECTO CONSTRUCCION DE EDIFICIO RESIDENCIAS LIBERIA** sita en el Campus Regional de la Universidad Nacional en Liberia, Guanacaste.

FIRMADO ORIGINAL

Mauricio Vásquez Fernández

2.3.3. Contenido

2.3.2 RESPONSABILIDAD PROFESIONAL	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2.3.3. CONTENIDO	3
2.3.4 RESUMEN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES.....	4
2.3.5 INTRODUCCIÓN	5
2.3.6 EVALUACIÓN DE LA AMENAZA/RIESGO POR FALLAMIENTO GEOLÓGICO, SISMISIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN	6
2.3.7 EVALUACIÓN DE LA AMENAZA/RIESGO ESTABILIDAD DE LADERA Y ACTIVIDAD VOLCÁNICA	8
2.3.8 SÍNTESIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES TÉCNICAS	11
2.3.9 DISCUSIÓN SOBRE LIMITANTES DEL INCERTIDUMBRE Y ALCANCE DEL ESTUDIO.....	11
2.3.10 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	12

2.3.4 Resumen de Resultados y Conclusiones

La sismicidad y el fallamiento en la cordillera volcánica de Guanacaste ha tenido en tiempos recientes e históricos una actividad relativamente baja en su sector noroeste (conjunto volcán Orosí, complejo Rincón de la Vieja), intermedia en su sector central (volcán Miravalles) y mayor en su sector sureste (volcán Tenorio y volcán Arenal). Históricamente hay registros de dos sismos destructivos que ocurrieron cerca de Liberia, los temblores del 1 de agosto de 1935 (M 5,5) y el del 6 de diciembre de 1941, de magnitud 6,0 ambos relacionados con fallas rumbo NNE a NS. La falla de mayor riesgo para el proyecto es la falla Liberia que se ubica a unos 4km al oeste de la ciudad de Liberia. El volcán Miravalles no ha mostrado actividad eruptiva en tiempos históricos, la única actividad volcánica es de tipo secundaria (solfataras, batideros de lodo y fuentes termales). Por tratarse de un volcán activo se considera el riesgo ante la amenaza volcánica como bajo. No hay evidencias de movimientos de masa. Los agentes erosivos, que pueden afectar eventualmente el AP, son de tipo externos como la lluvia, la cual generaría aumentos en los caudales cercanos al AP. El río Liberia presenta zonas de inundación las cuales no abarcan el AP. De acuerdo con las características mecánicas de las rocas en el subsuelo del AP y a la condición de in saturación de los suelos no se considera que exista riesgo de licuefacción. Se concluye que desde el punto de vista geológico el proyecto es viable en tanto se consideren las características mecánicas del subsuelo y la sismicidad de la zona, con lo cual los edificios deberán considerar los elementos antisísmicos de acuerdo con el Código Sísmico vigente.

2.3.5 Introducción

Datos generales sobre el proyecto

El proyecto Residencias Campus Liberia se ubica en la provincia de Guanacaste, en el cantón central de Liberia, en la finca de las instalaciones del Campus Regional de la Universidad Nacional con sede en Liberia. La entrada a la propiedad se ubica sobre la calle principal de acceso. El tamaño de las obras a realizar es de 1250 m² y el tamaño de la propiedad es de 15 ha. En la actualidad el AP tiene una cobertura de zacate, en sus alrededores se encuentran las instalaciones de la sede de Universidad Nacional.

Coordinación profesional realizada

Para realizar la caracterización de Amenazas Naturales fue necesaria una visita al sitio del proyecto y a las zonas aledañas con el fin de reconocer y describir las unidades geológicas superficiales, así como la topografía y las condiciones geomorfológicas. Además de la visita, se realizó una recolección de datos geológicos y de mapas de amenazas locales como los elaborados por la CNE para los alrededores de la ciudad de Liberia.

Objetivo del estudio

Establecer si el proyecto, actividad u obra a desarrollar, puede ser realizable bajo las condiciones estructurales, geomecánicas y geotécnicas y establecer las medidas necesarias para disminuir la eventual condición de vulnerabilidad que puede presentar el mismo, analizando además el entorno geotectónico en que se ubica.

2.3.6 Evaluación de la amenaza/riesgo por fallamiento geológico, sismicidad y potencial de licuefacción

Las unidades geológicas superficiales en el AP son básicamente suelos residuales y, presentan una topografía plana. No hay buzamientos y no tendencias estructurales en las unidades geológicas superficiales. Tampoco se observaron fallas geológicas locales o discontinuidades que limiten las unidades, aunque se sabe por la génesis de los materiales, que los contactos son abruptos y a veces transicionales entre unidades volcánicas, cuando existen paleosuelos intercalados se asumen tiempos de relativa quietud en la actividad volcánica y por ende significan discontinuidades entre unidades.

Amenazas sísmica

Montero (2000) menciona que la sismicidad y el fallamiento en la cordillera volcánica de Guanacaste ha tenido en tiempos recientes e históricos, una actividad relativamente baja en su sector noroeste (conjunto volcán Orosí, complejo Rincón de la Vieja), intermedia en su sector central (volcán Miravalles) y mayor en su sector sureste (volcán Tenorio y volcán Arenal).

Este mismo autor indica que gracias a que en los últimos años el ICE realiza proyectos geotérmicos en la zona del volcán Miravalles y en la caldera de Guayabo los estudios sobre sismicidad y fallamiento se ha visto enriquecido. Se tienen registros de microtemblores (temblores con magnitud < 3.0) dentro de la caldera de Guayabo y en el volcán Miravalles, además de algunos temblores de mayor magnitud localizados esporádicamente.

Históricamente, dos sismos destructivos ocurrieron cerca de esta zona, los cuales afectaron la ciudad de Bagaces y pueblos aledaños. Estos fueron los temblores del 1 de agosto de 1935 (M 5,5) y el del 6 de diciembre de 1941, de magnitud 6,0 ambos relacionados con fallas rumbo NNE a NS, como por ejemplo la falla Bagaces.

De acuerdo con el Código Sísmico de Costa Rica 2002 el proyecto se ubica en la zona sísmica III y los suelos son de tipo S2 a S3.

En el mapa de distribución de zonas sísmicas en Costa Rica (Fernández & Rojas, 2000) el AP se ubica en la zona 8 llamada Bagaces, donde el número anual de sismos de magnitud M mayor a 4,5 es de 0,3758 con un valor medio probable de máxima magnitud M que podría generar la fuente de 6,0 a una profundidad entre 0 y 20km.

Los sismos que más han afectado la zona se han producido en fallas corticales como las descritas anteriormente, esos ocurren a profundidades relativamente someras menores a 20 km y de ahí que su potencial de destrucción sea alto, sin embargo en este sector del país los sismos intraplaca juegan un papel muy importante en la formación de sismo.

La sismicidad de la zona de subducción a lo largo de la Península de Nicoya también repercute en la zona de Liberia, ejemplo de ello fueron las afectaciones sufridas por ciertas estructuras luego del terremoto de Samara de setiembre de 2012.

Fallas geológicas activas

Existen numerosas fallas neotectónicas en el sector norte del país que podrían afectar el proyecto por su relativa cercanía y están claramente identificadas en el Atlas Tectónico de Costa Rica (Denyer, Montero & Alvarado, 2009), hoja Liberia, escala 1:200 000. La falla de mayor riesgo para el proyecto es la falla Liberia que se ubica a unos 4km al oeste de la ciudad de Liberia, además de algunas otras debilidades corticales indicadas en el Atlas Tectónico. Según Alvarado et al (2009), determinan tres sistemas de fallamiento, con direcciones N-S, NE-SW, NW-SE.

Licuefacción, subsidencia y hundimientos

De acuerdo con las características mecánicas de las rocas en el subsuelo del AP y a la condición de in saturación de los suelos no se considera que exista riesgo de licuefacción siempre y cuando las obras se cimenten sobre la unidad consistente.

2.3.7 Evaluación de la amenaza/riesgo estabilidad de ladera y actividad volcánica

Movimientos de masa

En el sitio del AP, no hay evidencias de movimientos de masa, en los alrededores del proyecto, no hay pendientes ni colinas que puedan generar movimientos de masa.

Erosión

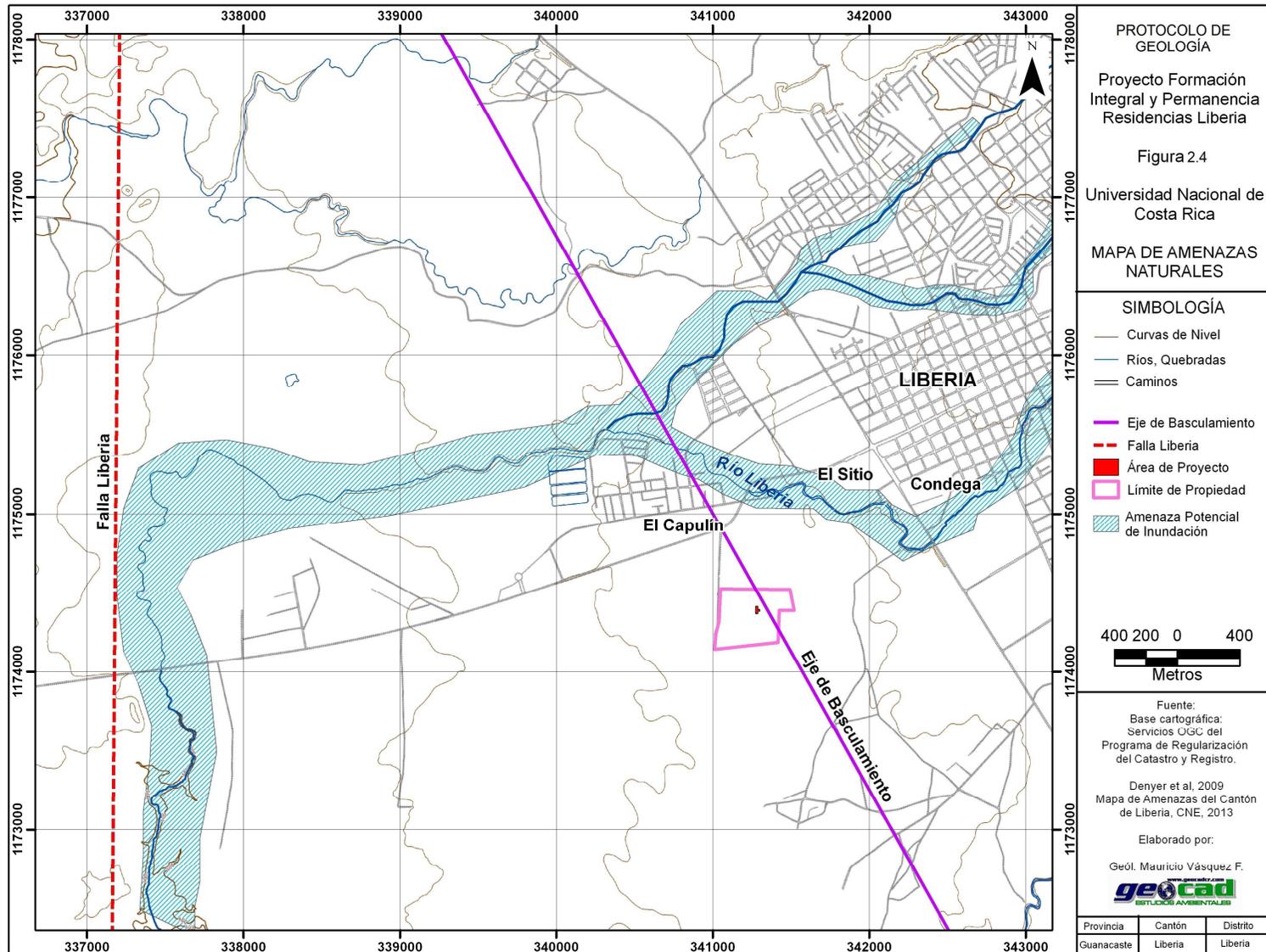
Los agentes erosivos, que pueden afectar eventualmente el AP, son de tipo externos, como la lluvia, la cual generaría aumentos en los caudales, cercanos al AP. La topografía del AP, es plana, para ello se descarta la afectación por erosión de laderas y escorrentías fuertes.

Amenaza volcánica

Alvarado (2008) menciona que el volcán Miravalles no ha mostrado actividad eruptiva en tiempos históricos y que la única actividad volcánica es de tipo secundaria (solfataras, batideros de lodo y fuentes termales), presente en el área denominada "Las Hornillas" y otros sectores menos conocidos. Por esto el riesgo ante la amenaza volcánica es bajo, sin embargo se trata de un volcán activo por lo cual es posible un evento eruptivo que llegue a afectar el proyecto. Lo mismo podría ocurrir desde el volcán Rincón de la Vieja a largo plazo, aunque no se tiene evidencias recientes de afectaciones a la ciudad de Liberia.

Inundación

Según el mapa de la CNE (2013), el río Liberia presenta zonas de inundación, las cuales no abarcan el área del proyecto.



2.3.8 Síntesis de resultados y conclusiones técnicas

La sismicidad y el fallamiento en la cordillera volcánica de Guanacaste ha tenido en tiempos recientes e históricos una actividad relativamente baja en su sector noroeste (conjunto volcán Orosí, complejo Rincón de la Vieja), intermedia en su sector central (volcán Miravalles) y mayor en su sector sureste (volcán Tenorio y volcán Arenal). Históricamente hay registros de dos sismos destructivos que ocurrieron cerca de Liberia, los temblores del 1 de agosto de 1935 (M 5,5) y el del 6 de diciembre de 1941, de magnitud 6,0 ambos relacionados con fallas rumbo NNE a NS. La falla de mayor riesgo para el proyecto es la falla Liberia que se ubica a unos 4km al oeste de la ciudad de Liberia. El volcán Miravalles no ha mostrado actividad eruptiva en tiempos históricos, la única actividad volcánica es de tipo secundaria (solfataras, batideros de lodo y fuentes termales). Por tratarse de un volcán activo se considera el riesgo ante la amenaza volcánica como bajo. No hay evidencias de movimientos de masa. Los agentes erosivos, que pueden afectar eventualmente el AP, son de tipo externos como la lluvia, la cual generaría aumentos en los caudales cercanos al AP. El río Liberia presenta zonas de inundación las cuales no abarcan el AP. De acuerdo con las características mecánicas de las rocas en el subsuelo del AP y a la condición de in saturación de los suelos no se considera que exista riesgo de licuefacción. Se concluye que desde el punto de vista geológico el proyecto es viable en tanto se consideren las características mecánicas del subsuelo y la sismicidad de la zona, con lo cual los edificios deberán considerar los elementos antisísmicos de acuerdo con el Código Sísmico vigente.

2.3.9 Discusión sobre limitantes de la incertidumbre y alcance del estudio

Los alcances de este apartado están dados por los estudios sismológicos recientes elaborados en el país, así como por las observaciones de campo que permiten definir la geopotencialidad favorable del terreno a la construcción. Los resultados son aplicables a la hora de diseñar los elementos antisísmicos de las obras con base en los datos de intensidad, magnitud y aceleraciones producidas por sismos anteriores.

Como conclusión general se define que el proyecto de construcción de los edificios nuevos del Campu es viable desde el punto de vista de las amenazas, los mismos deberán tomar en cuenta los diseños antisísmicos definidos por el Código Sísmicos de Costa Rica para ese tipo de obras en esta zona del país.

2.3.10 Referencias Bibliográficas

- COLEGIO FEDERADO DE INGENIEROS Y ARQUITECTOS, 2002: Código Sísmico de Costa Rica. 3 ra ed. Editorial Tecnológica. Cartago.
- DENGO, G., 1962b: Tectonic igneous sequence in Costa Rica. En: ENGEL A. E. J., JAMES H. L. & LEONARD B. F (eds.): A Volumen to honor A. F. Budinton: A GSA Special Volume.- Geol. Soc. AMER, 133-161.
- DENYER, P., MONTERO, W. & ALVARADO, G.E., 2009: Atlas tectónico de Costa Rica. –2ed. –Editorial de la Universidad de Costa Rica, San José, C.R. –79 págs
- FERNÁNDEZ, M. & ROJAS W., 2000: Amenaza Sísmica y por Tsunamis. -En: Denyer, P. & Kussmaul, S. (comp): Geología de Costa Rica. Editorial Tecnológica de Costa Rica, Cartago. –págs 287-301.
- GILLOT, P., CHIESA, S & ALVARADO, G., 1994: Chronostratigraphy of upper Miocene-Quaternary volcanism in northern Costa Rica. -Rev. Geol. Amér. Central, 17: 45-53.
- MONTERO, W., 2000: Sismología y neotectónica. - En Denyer, P & Kussmaul, S., (1994) - (comp): Atlas Geológico Gran Área Metropolitana. Editorial Tecnológica. I ed. Cartago. 219-240.
- MORALES, L.D., 1985: Zonas sísmicas de Costa Rica. –Rev. Geol. Amér. Central. Octubre 3: 69-102.

***CAPITULO III ESTUDIO ARQUEOLÓGICO RÁPIDO DEL
TERRENO DEL AP***

***PROYECTO CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIO FORMACIÓN
INTEGRAL Y PERMANENCIA RESIDENCIAS LIBERIA***

Universidad Nacional



GUANACASTE, LIBERIA, LIBERIA

2014

3.1. Ámbito de aplicación

El presente apartado sobre el patrimonio arqueológico tiene como finalidad valorar los efectos que tendrían la realización de los proyecto de remodelación y construcción de edificios, laboratorios, oficinas de la Universidad Nacional, sobre el patrimonio cultural arqueológico precolombino e Histórico. Para cumplir con estos objetivos se siguió una estrategia metodológica que incluyó una búsqueda de información y una prospección asistemática de área del proyecto. Los estudios arqueológicos realizados responden a la normativa vigente arqueológica establecida en la Ley 6703, en el decreto de Tramites Arqueológicos (*Decreto* 28174-MP-C-MINAE-MEIC) y el la Ley 7555; así como en la normativa del D1 (*Decreto* Ejecutivo 32712-MINAE-2005).

3.2. Responsables de la realización del estudio arqueológico

El equipo de arqueología estuvo dirigido por la máster en arqueóloga Tatiana Hidalgo Orozco, quien fue la responsable de realizar el estudio arqueológico. Dicha profesional está debidamente acreditada ante la Comisión Arqueológica Nacional desde 1995 y desde 1996 en el SETENA como consultora ambiental. Sin embargo, cuenta con más de 20 años de experiencia en el campo de la investigación arqueológica ya que trabajó en el Museo Nacional de Costa Rica desde 1991. El equipo contó con la participación de la estudiante de maestría Daniela Quesada y del asistente Cecilio Arbizu.

3.3. Procedimiento para la elaboración del estudio arqueológico rápido

Como punto de partida se consultó la Base de Datos Orígenes del Museo Nacional de Costa, que es el registro oficial de sitios precolombinos. De acuerdo con estas fuentes se determinó cuales de los terrenos a intervenir cuentan con declaratoria de interés arqueológico. También se consultó la Base de Datos de Bienes de Interés Cultural (BIC) del Ministerio de Cultura, para este caso en particular se determinó para fines del presente proyecto no se cuenta con declaratorias mediante la Ley 7555.

Una vez concluida la revisión de fuentes bibliográficas se llevó a cabo el trabajo de campo con la finalidad de prospectar todos los terrenos a impactar, verificar los sitios registrados y de entrevistar informantes. Se llevaron a una visita a los diferentes campus al punto específico donde se realizan las obras. Durante las visitas al Ap se hizo un esfuerzo por contrastar los datos recuperados durante la revisión de fuentes escritas y se llevó a cabo una prospección asistemática total. Se realizaron limpiezas de perfiles y cateos para verificar y descartar la presencia de evidencia arqueológica.

3.4. Coordinación con otros profesionales que realizan estudios técnicos en el AP

Las visitas de campo fueron ejecutadas de manera conjunta con el resto del equipo consultor que incluye geógrafos, topógrafo, ingeniero, geólogos, sociólogo y biólogos; salvo la visita a la Sede Regional Brunca que se realizo un día posterior a la visita de los demás profesionales por problemas de agenda.

3.5. Responsabilidad profesional por la información aportada

Para la valoración del factor arqueológico se siguieron todos los protocolos vigentes. La información suministrada es veraz. Con respecto a las recomendaciones giradas se debe tomar en consideración que se recomienda que un profesional en la disciplina sea contratado a fin de darle seguimiento a la etapa de supervisión de los movimientos de tierra. Con esta medida preventiva se busca minimizar el impacto que tendría el proyecto sobre los bienes patrimoniales y cumplir con la legislación en materia arqueológica que está vigente.

En aquellos casos donde durante el movimiento de tierras se detecte evidencia arqueológica que por razones ajenas escapó a las posibilidades de observación del presente estudio se deberá realizar una etapa de evaluación arqueológica. Los objetivos de esta etapa de la investigación son el conocimiento y caracterización del Ap en términos de: tamaño, temporalidad, funcionalidad, estado de conservación, presencia o ausencia de rasgos culturales o áreas de actividad, estratigrafía y estratificación y de la relación de la evidencia existente en el Ap, con otros sectores ya investigados y con el estado del conocimiento del área de estudio.

Por último, se recuerda a los propietarios y desarrolladores que el patrimonio arqueológico está protegido por la Ley 6703. De conformidad a la normativa legal vigente (Ley 6703), en caso de que se realice algún hallazgo de tipo arqueológico en la propiedad aunque el mismo haya pasado desapercibido anteriormente, por cualquier motivo se debe detener los trabajos que se estén realizando y dar aviso inmediato, al personal del Departamento de Antropología e Historia del Museo Nacional de Costa Rica, a los teléfonos 2291-3468 o al 2257-1433. Esta ley contempla la posibilidad de que el estado establezca sanciones para quienes infrinjan este cuerpo legal.

3.6. Formulario de Inspección

FORMULARIO DE INSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA RÁPIDA SECRETARÍA TÉCNICA NACIONAL AMBIENTAL INFORME DE INSPECCIÓN	
N° Expediente SETENA	Fecha de Inspección 30-10-13
A. Información del desarrollador (la persona física o jurídica, pública o privada) que realizará la actividad, obra o proyecto.	
1. Nombre del encargado de la actividad, obra o proyecto: Sandra León Coto	
2. Nombre del desarrollador (sea una empresa o persona física): Universidad Nacional	
3. Teléfono: 2283-8395	
B. Información sobre la actividad, obra o proyecto.	
4. Tipo de actividad, obra o proyecto Construcción de obras	
5. Nombre de la actividad, obra o proyecto Residencia Liberia	
B.1. Ubicación geográfica del área del proyecto:	
6. (Provincia, Cantón, Distrito) Guanacaste, Liberia, Liberia	
7. Coordenadas Lambert: 377 528 E, 288 805 N.	
8. Hoja (s) cartográfica (s): Hoja Monteverde 1:50.000	
B.2 Área del Proyecto (AP)	
9. Área total del proyecto (Ha. o m ²) : 15 ha	
10. Área de impacto directo (Ha. o m ²): 1250 m²	

11. N° de plano(s) catastrado(s): G-1062714- 2006
12. Se han realizado movimientos de tierra <input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No 100% del AP
13. Magnitud de los movimientos de tierra superficiales el Ap ha sido mecanizado
14. Topografía : <input checked="" type="checkbox"/> Plana < 15% <input type="checkbox"/> Ondulada 15 - 30% <input type="checkbox"/> Quebrada 30 - 50% <input type="checkbox"/> Muy quebrada > 50%
15. Cobertura vegetal actual : <input type="checkbox"/> Limpio <input type="checkbox"/> Pasto <input type="checkbox"/> Bosque primario <input checked="" type="checkbox"/> Charral <input type="checkbox"/> Tacotal <input type="checkbox"/> Bosque secundario <input type="checkbox"/> Cultivo <input type="checkbox"/> Otra jardín
16. Fuentes fluviales más cercanas. (ríos, quebradas) <input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No
17. Infraestructura actual existente en el AP: ninguna
18. Uso actual del AP: área del proyecto
19. Etapa/actividad en la que se encuentra la actividad, obra o proyecto a desarrollar tramite de permisos
20. Infraestructura a desarrollar en el AP Residencias Estudiantiles
C. Información sobre la inspección:
21. <input checked="" type="checkbox"/> Prim. Inspección <input type="checkbox"/> Revisita
22. Metodología <input checked="" type="checkbox"/> Asistemática <input type="checkbox"/> Sistemática <input checked="" type="checkbox"/> Recorrido Total <input type="checkbox"/> Recorrido Parcial <input type="checkbox"/> Cateos <input type="checkbox"/> Limpieza selectiva de la capa vegetal <input checked="" type="checkbox"/> Observación de cortes y perfiles <input type="checkbox"/> Transectos <input type="checkbox"/> Otro
23. Explique el patrón de recorrido del terreno: se camino por el proyecto
24. Observación de la superficie por densidad de cobertura vegetal <input type="checkbox"/> Total <input checked="" type="checkbox"/> Parcial <input type="checkbox"/> Nula
C1. Recursos Arqueológicos
25. Existen materiales o rasgos culturales <input type="checkbox"/> Sí <input checked="" type="checkbox"/> No
26. Tipo de material <input type="checkbox"/> Cerámica <input type="checkbox"/> Lítica <input type="checkbox"/> Otro <input checked="" type="checkbox"/> Ninguna
27. Tipo de rasgo <input type="checkbox"/> Tumba <input type="checkbox"/> Calzada <input type="checkbox"/> Montículo <input type="checkbox"/> Basamento <input type="checkbox"/> Conchero <input type="checkbox"/> Otro <input checked="" type="checkbox"/> No aplica
28. Se observa material cultural en terrenos colindantes <input type="checkbox"/> Sí <input checked="" type="checkbox"/> No
29. Explique el tipo de evidencia observada: ninguno
30. Densidad del material por m ² <input type="checkbox"/> Baja < 5 fragmentos <input type="checkbox"/> Media de 5 a 20 fragmentos <input type="checkbox"/> Alta > 20 fragmentos <input checked="" type="checkbox"/> No aplica
31. Se registró sitio arqueológico <input type="checkbox"/> Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <i>Adjuntar hoja de registro y plano de ubicación</i>
32. Nombre del Sitio (s) y Clave (s) no aplica
33. Extensión aproximada del sitio arqueológico en m ² no aplica

C2. Información Gráfica	
34. Mapa o croquis <input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	Fotografías <input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> Color <input type="checkbox"/> Diapositiva <input type="checkbox"/> Blanco y Negro
35. Observaciones: ninguna	
36. Nombre y cédula del inspector:	37. No. Consultor ambiental de SETENA:
Tatiana Hidalgo Orozco 1-771-391	CI-160-96
38. Nombre y cédula del desarrollador o representante: Universidad Nacional 4-000-042150	
39. Recomendación técnica	
Con base en los puntos antes señalados y específicamente en los puntos del 25 al 33 se concluye que:	
<input checked="" type="checkbox"/> No requiere más estudios arqueológicos	
<input type="checkbox"/> Revisar el AP	
<input type="checkbox"/> Evaluación Arqueológica	
<input type="checkbox"/> Supervisión de Movimientos de Tierra	
<input type="checkbox"/> Otra	
40. Otras recomendaciones:	
No se halló evidencia arqueológica no obstante, se les recuerda a los propietarios y a los desarrolladores la obligación que por ley esta establecida de conformidad a Ley 6703, en donde se indica que en caso de que se realice algún hallazgo de tipo arqueológico en la propiedad, por cualquier motivo se debe detener los trabajos que se estén realizando y dar aviso inmediato, al personal del Departamento de Antropología e Historia del Museo Nacional de Costa Rica, a los teléfonos 22913374 o al 22571433.	

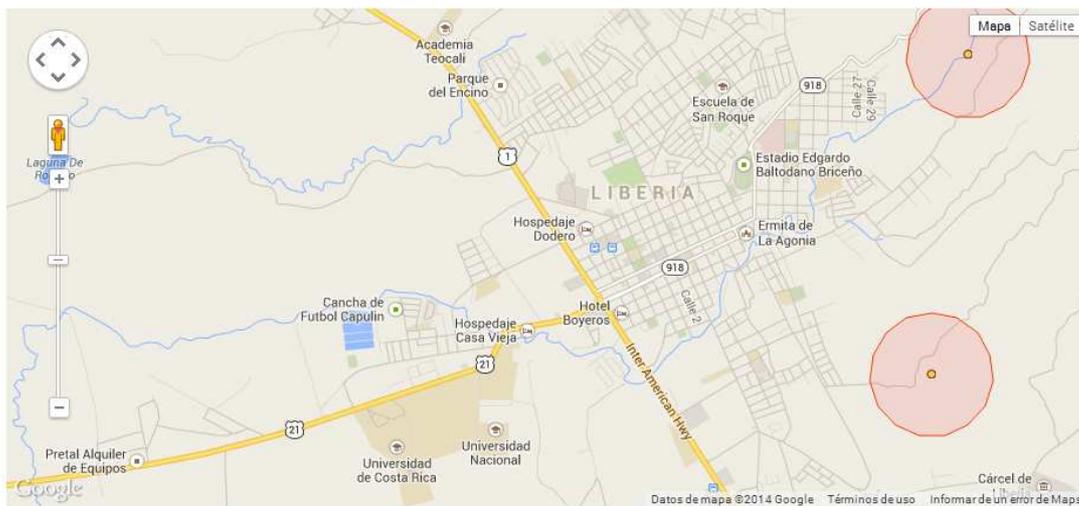


Figura 1: Sitios arqueológicos cercanos al Ap según Base de Datos Orígenes del Museo Nacional de Costa Rica.

CAPITULO IV ESTUDIO BIOLÓGICO RÁPIDO

PROYECTO CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIO FORMACIÓN INTEGRAL Y PERMANENCIA RESIDENCIAS LIBERIA

Universidad Nacional



GUANACASTE, LIBERIA, LIBERIA

2014

4.1. Introducción

El desarrollo de este proyecto consiste en la construcción de un edificio de residencias de dos plantas, el cual posee un área constructiva total de 1.250 m², en donde se ubicarán 12 habitaciones en el primer nivel y 13 habitaciones en el segundo.

Ambas obras se pretenden construir dentro del mismo campus de la Universidad Nacional, el cual se denominaría como el área del proyecto. Este posee una cobertura vegetal significativamente alterada, dado que ya existen edificaciones en el sitio. El área donde se asentarían estas obras corresponde a un área verde ocupada por árboles sembrados y plantas ornamentales, así como una cancha de fútbol en tierra.

El entorno inmediato, que se denomina como el área de influencia directa posee una cobertura vegetal de potreros arbolados y parches boscosos en regeneración y enmarañados. Lo cual refleja, a nivel de composición florística, la zona de vida que influye en este sitio, que se clasifica como Bosque Húmedo Premontano con transición a Basal.

La topografía en la cual se asienta el área del proyecto es plana, debido a la preparación del terreno que se requirió para construir las edificaciones existentes de la Universidad, asimismo, el terreno no se encuentra afectado por cuerpos de agua ni ecosistemas frágiles, desde el punto de vista ecológico.

En las siguientes Fotografías se puede observar el área del proyecto donde se pretende llevar a cabo el desarrollo de estas obras:



Fotografías 4.1 y 4.2. Contexto del área del proyecto. Edificio de residencias. Liberia, Guanacaste. Fotografía tomada en el mes de octubre de 2013.

4.2. Ambiente Terrestre o Estatus de Protección del Área del Proyecto

El área del proyecto donde se pretende la ampliación de la Universidad Nacional se localiza dentro de la administración del Área de Conservación Guanacaste (ACG), que es la entidad, por parte del Sistema Nacional de Áreas de Conservación, encargada de la regulación y protección de los recursos naturales y bienestar socio-ambiental de la zona. Por tal motivo, cualquier comunicación, o bien, gestión relacionada a la corta de árboles, entre otros, debe de ser realizada, ya sea ante esta instancia o bien, ante la Municipalidad de Liberia.

El área del proyecto no se encuentra afectada por ninguna área silvestre protegida ni zonas de protección, de acuerdo a lo establecido en el artículo 33 de la Ley Forestal.

4.2.2. Describir el bioclima para cada zona de en el AP y el AID.

4.2.3. Relacionar el AP y AID del proyecto con respecto a la provincia de humedad, región latitudinal y pisos altitudinales a que pertenecen.

Se describe a continuación la zona de vida y grupo climático dentro de la cual se incluyen el área del proyecto y área de influencia directa. Estas descripciones se estiman de acuerdo a los patrones de lluvia, altitud y posición geográfica que posee el área de estudio.

Clasificación por zona de vida

Tal y como se puede observar en la siguiente imagen y de acuerdo al Mapa Ecológico de Costa Rica (Zonas de Vida) (Bolaños *et al.* 2005), el área del proyecto se encuentra influenciado por la zona de vida Bosque Húmedo Premontano (bh-P) transición a Basal.

Esta zona, al ser de transición, posee una diversidad biológica interesante, especialmente, en su flora nativa. La flora autóctona se puede observar en los parches de bosque secundario y en regeneración que se encuentran en las colindancias inmediatas al campus de la Universidad. En estos parches se puede observar una estratificación difusa, enmarañada y densa, lo cual podría ser producto del propio proceso de regeneración natural. Existe una abundancia de palmas y plantas leñosas, que también podrían mostrar una posible transición hacia el Bosque Tropical Seco, considerando especies como el cornizuelo (*Acacia sp.*).

En lo que corresponde al área del proyecto, tal y como se mencionó anteriormente, el área verde se encuentra alterada, por cuanto no se puede observar una representación cercana de la zona de vida presente en el sitio.



Figura 4.1. Zona de vida que influye sobre el área del proyecto y su área de influencia directa. Universidad Nacional – Campus Liberia. Liberia, Guanacaste. Noviembre de 2013.

4.2.4. Asociaciones Naturales Presentes.

La descripción detallada de los ecosistemas existentes dentro del área de influencia directa, así como del área del proyecto se realiza de acuerdo a valoraciones generadas durante la inspección de campo realiza al área de estudio.

4.2.5. Identificar cada asociación natural (ecosistema) presente en el AP y AID.

4.2.6. Indicar la respectiva potencialidad para la conservación y dar su extensión en hectáreas.

Ecosistema existente dentro del área del proyecto

Tal y como se mencionó anteriormente, la zona de vida que domina en este sitio corresponde al Bosque Húmedo Premontano (bh-P) con transición a Basal, que es a su vez, la que define el ecosistema presente. La representación de dicho ecosistema se puede observar en los parches boscosos secundarios y en regeneración cercanos presentes en las colindancias del campus, en donde se logra observar la vegetación enmarañada y densa. Sin embargo, dentro del campus las condiciones ecológicas son distintas.

A continuación se describen las unidades paisajísticas presentes en el área del proyecto y entorno inmediato:

Áreas verdes ornamentales:

Corresponde a un área verde la cual posee árboles sembrados de forma dispersa, y cuyas edades pueden rondar el año. Estos árboles se verán afectados por el desarrollo de este proyecto, sin embargo, no se consideran actualmente de fragilidad ecológica. El área verde también se encuentra ocupada por una cancha en tierra que se utiliza para la práctica del fútbol.



Fotografías 4.3 y 4.4. Áreas verdes ornamentales. Edificio de residencias. Liberia, Guanacaste. Fotografía tomada en el mes de octubre de 2013.



Fotografías 4.5 y 4.6. Áreas verdes ornamentales. Edificio de residencias. Liberia, Guanacaste. Fotografía tomada en el mes de octubre de 2013.

Área gris:

Se le denomina de esta forma al conjunto de edificaciones que se encuentran dentro del campus, dedicadas a las áreas, académica y administrativa. Las obras que se pretenden llevar a cabo se consideran una continuación de estas obras, por cuanto, considerando las condiciones ecológicas del área del proyecto, no se estima que se generen impactos significativos adicionales en el área biológica y ecológica.



Fotografías 4.7 y 4.8. Área gris existente. Edificio de residencias. Liberia, Guanacaste. Fotografía tomada en el mes de octubre de 2013.

Ecosistema existente dentro del AID

Tal y como se mencionó anteriormente, el área de influencia directa corresponde al entorno inmediato del campus de la Universidad Nacional, debido a la baja magnitud de impacto que posee esta obra, y por tratarse de una obra que no afecta la naturaleza de la actividad. Asimismo, por el uso que tendrán dichas obras, no se considera que se generen impactos ambientales adicionales a los que ya genera la institución.

El área de influencia directa corresponde a un paisaje ecológico compuesto por áreas de potreros arbolados y parches boscosos secundarios o en regeneración, los cuales se encuentran rodeados de charrales y tacotales.

Para el caso de la colindancia directa con el campus, la vegetación es enmarañada y muy densa. Sobresalen árboles de Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), árboles de capulín (*Muntingia calabura*), guácimos colorados (*Luehea seemannii*), genízaros (*Samanea saman*), entre otros. No se observan ecosistemas de alta fragilidad ecológica en las colindancias del campus.



Fotografías 4.9 y 4.10. Área de influencia directa (colindancias). Edificio de residencias. Liberia, Guanacaste. Fotografía tomada en el mes de octubre de 2013.



Fotografías 4.11 y 4.12. Área de influencia directa (colindancias). Edificio de residencias. Liberia, Guanacaste. Fotografía tomada en el mes de octubre de 2013.

4.2.7. Cobertura Vegetal Actual por Asociación Natural.

Como se mencionó anteriormente, se presentan dos mosaicos ecológicos para el AP, los cuales son áreas verdes ornamentales, y área gris, un mosaico ecológico para el AID, el cual es potreros arbolados.

4.2.8. Describir la cobertura actual en el AP y AID, asociar la información obtenida con respecto a la fauna presente.

- Áreas verdes ornamentales: Representada dentro del campus universitario por un área verde la cual posee árboles sembrados de forma dispersa, y cuyas edades pueden rondar el año.

- **Área gris:** Se le denomina de esta forma al conjunto de edificaciones que se encuentran dentro del campus, dedicadas a las áreas, académica y administrativa. No presentan cobertura vegetal.
- **Potreros arbolados:** Representada por árboles de Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), árboles de capulín (*Muntingia calabura*), guácimos colorados (*Luehea seemannii*), genízaros (*Samanea saman*), entre otros. No se observan ecosistemas de alta fragilidad ecológica en las colindancias del campus.

4.2.9. Calcular el Número Árboles (DAP mayor o igual A 15 cm) por hectárea en el AP.

Es incierto el número de árboles con un diámetro a la altura del pecho (DAP) mayor o igual a 15 cm, por lo que ni siquiera se estima porque sería incorrecto especular con esta información.

4.2.10. Especies Indicadoras por Ecosistema Natural

Como se mencionó anteriormente, el área del proyecto no posee una cobertura vegetal natural, dado que la misma corresponde a un área verde ornamental que posee el campus. Sin embargo, se presenta a continuación un listado de flora y fauna de las especies asociadas a la zona donde se ubica, tanto, el área del proyecto como área de influencia directa. Los listados se basan en información obtenida mediante observación de campo, así como referencia de labores realizadas por el autor cerca del área del estudio.

Cuadro 4.1.

**PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Liberia
Listado de la flora observada en el AP y AID. Universidad Nacional
Campus Liberia. Liberia, Guanacaste. Noviembre de 2013.**

Nombre científico	Familia	Nombre común	AP	AID
<i>Acacia collinsii</i>	Mimosaceae	Cornizuelo	X	X
<i>Ardisia revoluta</i>	Myrsinaceae	Tucuico	X	X
<i>Bursera simarouba</i>	Burseraceae	Indio desnudo; Jiñocuabe	X	X
<i>Byrsonima crassifolia</i>	Malpighiaceae	Nance	X	X
<i>Cecropia peltata</i>	Cecropiaceae	Guarumo	X	X
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Mimosaceae	Guanacaste	X	X
<i>Ficus sp.</i>	Moraceae	Higuerón	X	X
<i>Gliricidia sepium</i>	Papilionaceae	Madero negro	X	X
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Sterculiaceae	Guácimo	X	X
<i>Luehea seemannii</i>	Tiliaceae	Guácimo colorado	X	X
<i>Miconia argentea</i>	Melastomataceae	Santa María	X	X
<i>Muntingia calabura</i>	Muntingiaceae	Capulín	X	X
<i>Pennisetum sp.</i>	Poaceae	Zacate	X	X
<i>Randia aculeata</i>	Rubiaceae	Horquetilla	X	X

Cuadro 4.2.

**PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Liberia
Listado de la flora observada en el AP y AID. Universidad Nacional
Campus Liberia. Liberia, Guanacaste. Noviembre de 2013.**

Nombre científico	Familia	Nombre común	AP	AID
AVIFAUNA				
<i>Buteo platypterus</i>	Accipitridae	Gavilán; Gavilán pollero; Gavilán aludo	X	X
<i>Calocitta formosa</i>	Corvidae	Urraca; Urraca copetona	X	X
<i>Caracara cheriway</i>	Falconidae	Caracara; quebrantahuesos	X	X
<i>Cathartes aura</i>	Cathartidae	Zopilote; Zoncho; Zopilote cabecirojo	X	X
<i>Columbina inca</i>	Columbidae	San Juan; Tortolita colilarga	X	X
<i>Coragyps atratus</i>	Cathartidae	Zopilote; Zopilote negro; Gallinazo	X	X
<i>Leptotila verreauxi</i>	Columbidae	Yuré; Coliblanca	X	X
<i>Nyctidromus albicollis</i>	Caprimulgidae	Cuyo; Pucuyo	X	X
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Icteridae	Zanate	X	X
<i>Thraupis episcopus</i>	Thraupidae	Viudita	X	X
<i>Turdus grayi</i>	Turdidae	Yigüirro	X	X
<i>Melanerpes hoffmannii</i>	Picidae	Carpintero	X	X
MASTOFAUNA				
<i>Sciurus variegatoides</i>	Sciuridae	Ardilla común	X	X
HERPETOFAUNA				
<i>Ctenosaura similis</i>	Iguanidae	Garrobo	X	X

4.2.11. Especies endémicas, con poblaciones reducidas o en vías de extinción

Como se mencionó anteriormente, el área del proyecto no posee una cobertura vegetal natural, dado que la misma corresponde a un área verde ornamental que posee el campus. Sin embargo, se presenta a continuación un listado de flora y fauna de las especies asociadas a la zona donde se ubica, tanto, el área del proyecto como área de influencia directa, que cuentan con características de endemismo, poblaciones reducidas o en vías de extinción. Los listados se basan en información obtenida mediante observación de campo, así como referencia de labores realizadas por el autor cerca del área del estudio.

Cuadro 4.3.

**PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Liberia
Listado de la flora observada en el AP y AID, con características de endemismo,
poblaciones reducidas o en vías de extinción. Universidad Nacional
Campus Liberia. Liberia, Guanacaste. Noviembre de 2013.**

Nombre científico	Familia	Nombre común	AP	AID	CITES	Estado UICN
<i>Acacia collinsii</i>	Mimosaceae	Cornizuelo	X	X	No está en apéndices	LC
<i>Ardisia revoluta</i>	Myrsinaceae	Tucuico	X	X	No está en apéndices	LC

Nombre científico	Familia	Nombre común	AP	AID	CITES	Estado UICN
<i>Bursera simarouba</i>	Burseraceae	Indio desnudo; Jiñocuabe	X	X	No está en apéndices	LC
<i>Byrsonima crassifolia</i>	Malpighiaceae	Nance	X	X	No está en apéndices	LC
<i>Cecropia peltata</i>	Cecropiaceae	Guarumo	X	X	No está en apéndices	LC
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Mimosaceae	Guanacaste	X	X	No está en apéndices	LC
<i>Ficus sp.</i>	Moraceae	Higuerón	X	X	No está en apéndices	LC
<i>Gliricidia sepium</i>	Papilionaceae	Madero negro	X	X	No está en apéndices	LC
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Sterculiaceae	Guácimo	X	X	No está en apéndices	LC
<i>Luehea seemmannii</i>	Tiliaceae	Guácimo colorado	X	X	No está en apéndices	LC
<i>Miconia argentea</i>	Melastomataceae	Santa María	X	X	No está en apéndices	LC
<i>Muntingia calabura</i>	Muntingiaceae	Capulín	X	X	No está en apéndices	LC
<i>Pennisetum sp.</i>	Poaceae	Zacate	X	X	No está en apéndices	LC
<i>Randia aculeata</i>	Rubiaceae	Horquetilla	X	X	No está en apéndices	LC

Cuadro 4.4.

PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Liberia
Listado de la flora observada en el AP y AID, con características de endemismo, poblaciones reducidas o en vías de extinción. Universidad Nacional
Campus Liberia. Liberia, Guanacaste. Noviembre de 2013.

Nombre científico	Familia	Nombre común	AP	AID	CITES	Estado UICN
AVIFAUNA						
<i>Buteo platypterus</i>	Accipitridae	Gavilán; pollero; aludo	X	X	Apéndice II	LC
<i>Calocitta formosa</i>	Corvidae	Urraca; copetona	X	X	No está en apéndices	LC
<i>Caracara cheriway</i>	Falconidae	Caracara; quebrantahuesos	X	X	No está en apéndices	LC
<i>Cathartes aura</i>	Cathartidae	Zopilote; Zoncho; Zopilote cabecirojo	X	X	No está en apéndices	LC
<i>Columbina inca</i>	Columbidae	San Juan; Tortolita colilarga	X	X	No está en apéndices	LC
<i>Coragyps atratus</i>	Cathartidae	Zopilote; Zopilote	X	X	No está en apéndices	LC

		negro; Gallinazo			apéndices	
<i>Leptotila verreauxi</i>	Columbidae	Yuré; Coliblanca	X	X	No está en apéndices	LC
<i>Nyctidromus albicollis</i>	Caprimulgidae	Cuyeó; Pucuyo	X	X	No está en apéndices	LC
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Icteridae	Zanate	X	X	No está en apéndices	LC
<i>Thraupis episcopus</i>	Thraupidae	Viudita	X	X	No está en apéndices	LC
<i>Turdus grayi</i>	Turdidae	Yigüirro	X	X	No está en apéndices	LC
<i>Melanerpes hoffmannii</i>	Picidae	Carpintero	X	X	No está en apéndices	LC
MASTOFAUNA						
<i>Sciurus variegatoides</i>	Sciuridae	Ardilla común	X	X	No está en apéndices	LC
HERPETOFAUNA						
<i>Ctenosaura similis</i>	Iguanidae	Garrobo	X	X	No está en apéndices	LC

4.2.12. FRAGILIDAD DE ECOSISTEMAS

El campus de la Universidad Nacional, por su razón y naturaleza de ser, ha modificado significativamente el paisaje ecológico del área del proyecto, transformando la cobertura vegetal de potrero arbolado en un espacio meramente antrópico, en donde se incluye, tanto la obra gris como las áreas verdes para ornamento. Esto ha repercutido directamente sobre la calidad ambiental del sitio.

Existe una modificación en el uso del suelo. El paisaje como tal ya presentó anteriormente perturbación al reducirse la cobertura boscosa para darle paso a las áreas de potrero. Esto llevó a la generación de una variación en factores ambientales físicos, tales como la radiación solar, la intensidad lumínica, la velocidad del viento, la humedad ambiental y la temperatura, factores que de igual forma han variado dentro del campus de la Universidad.

Junto con la variación en estos factores físicos, se generan cambios ambientales en aspectos tales como la oferta de atributos ecológicos (alimento y espacios de refugio), así como la generación de impactos ambientales relacionados a la concentración de personas por ser un centro de estudios.

Todo lo anterior hace que la calidad ambiental del sitio se afecte. Sin embargo, ante ello, algunas especies de fauna poseen adaptaciones y patrones de comportamiento que les permite adaptarse y sobrevivir, especies que son las que se muestran en el listado de fauna. No significa con ello, que las mismas se consideren especies indicadoras de la calidad ambiental, pero sí hay una tendencia a que estas especies se encuentren en zonas abiertas, en potreros, espacios urbanos o bordes de bosque.

Las obras que pretende llevar a cabo la Universidad para ampliar su campus, no se consideran impactantes en sí, y se estima que las mismas se ajusten a las condiciones, tanto del área del proyecto como del entorno inmediato. Asimismo, se considera que se mantenga la calidad ambiental actual del sitio, una vez construidas estas obras.

Considerando las condiciones actuales del área del proyecto, así como de su entorno inmediato, constituido por el campus universitario y las áreas de potrero respectivamente, se estima, para el desarrollo del edificio de residencias, que la capacidad que posee el terreno para volver a sus condiciones originales, una vez finalizada la obra constructiva es alta, por cuanto la fragilidad ambiental para este proyecto es baja.

Como se ha indicado anteriormente, no existen, tanto en el área del proyecto como en su entorno inmediato, ecosistema con fragilidad ecológica que se vayan a ver afectados por el desarrollo de este proyecto.

4.3. Ambiente Marítimo o Estatus de Protección del AP

Este subcapítulo no aplica para este proyecto

4.4. Ambiente Acuático (Aguas Continentales)

Este subcapítulo no aplica para este proyecto

***CAPITULO V. PRONOSTICO DEL PLAN DE GESTIÓN
AMBIENTAL PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL***

***PROYECTO CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIO FORMACIÓN
INTEGRAL Y PERMANENCIA RESIDENCIAS LIBERIA***

Universidad Nacional



GUANACASTE, LIBERIA, LIBERIA

2014

5.2 Contenido

5.3 AUTORES	3
5.4 DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE SOCIOECONÓMICO	3
5.5 USO ACTUAL DE LA TIERRA EN SITIOS ALEDAÑOS.....	3
5.6 Tenencia de la tierra en sitios aledaños	4
5.7. Características de la población	6
5.7.1 Demográficas	6
5.7.2 Características culturales y sociales de la población.....	6
5.7.3 Económicas	9
5.7.4. Servicios de Emergencia disponibles.....	10
5.7.5. Servicios básicos disponibles.....	11
5.7.6. Infraestructura comunal.....	13
5.8 Organización del Proyecto y Ejecutor de Medidas.....	14
5.9 Cuadro pronóstico – Plan de Gestión Ambiental	14
5.10. Monitoreo - Regencia	20
5.8. Cronograma de ejecución.....	20
5.12. Costos de la Gestión Ambiental	21
5.13. Plan de contingencia.....	22
5.14. Síntesis de los compromisos ambientales del proyecto	22
5.15. Referencias Bibliograficas.....	26

5.3 AUTORES

Equipo profesional responsable del plan de gestión ambiental

Profesional	Especialidad	Nº Registro SETENA
Hidalgo Orozco Tatiana	Arqueología	CI 160-1996
Araya Oviedo Alejandro	Biología.	CI 016-2005
Piedra González Mario	Sociología	CI 021-1996
Harley Bolaños Mario	Geografía y SIG	CI 027-2006
Jiménez García Fabio Allín	Ingeniería en Construcción	CI 221-1997
Vásquez Fernández, Mauricio	Geología.	CI 082-2004
Rojas Molina Monserrat	Geografía y Coordinación Técnica.	CI 002-2006
Rigoberto Villalobos González	Coordinación Administrativa.	CI 167-1997

5.4 Descripción del Ambiente Socioeconómico

A continuación se presenta el detalle de los aspectos analizados en el apartado Socioeconómico.

5.5 Uso actual de la tierra en sitios aledaños

El recorrido por el Área del Proyecto (AP), así como por sus sitios aledaños, permitió identificar como usos predominantes de la tierra los siguientes:

- Académico. El AP se localiza dentro de la “Sede Regional Chorotega” (“Campus Liberia”) en el cual se ofrecen las carreras de “Licenciatura en Administración”, “Bachillerato en Comercio y Negocios Internacionales”, “Bachillerato en la Enseñanza del Inglés”, “Bachillerato en la Gestión del Turismo Sostenible”, “Licenciatura en Ingeniería en Sistemas de Información”, “Bachillerato en Inglés”, “Arte y Comunicación Visual con énfasis en Diseño Gráfico” y “Licenciatura en Pedagogía para Primer y Segundo Ciclo de la Educación General Básica”. Además, en las cercanías del “Campus” se localizan las instalaciones de la “Escuela Laboratorio John F. Kennedy”, del “Instituto de Guanacaste”, del “Colegio Técnico Profesional de Liberia” y de la “Universidad Técnica Nacional”.
- Habitacional. En el sector de análisis se ubican una serie de viviendas, particularmente en el costado Norte y Oeste del “Campus Liberia”.
- Comercial. En los alrededores del “Campus Liberia” se ubican varios establecimientos comerciales que ofrecen distintos bienes y servicios.
- Institucional. En las inmediaciones del “Campus Liberia” se localiza la oficina de la Dirección Regional Chorotega del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).
- Agropecuario. Dentro del sector de análisis se localiza el “Centro de Exposiciones Capulín”, en el cual se llevan a cabo actividades ganaderas y/o recreativas.

Con las siguientes fotografías se evidencian las características del uso de la tierra en los sitios cercanos al AP:



Fotografía 5.1. Ejemplo del uso habitacional en las cercanías del “Campus Liberia” (MAPG-Noviembre, 2013)



Fotografía 5.2. Oficina de la Dirección Regional Chorotega del MAG en las inmediaciones del “Campus Liberia” (MAPG-Noviembre, 2013)



Fotografía 5.3. Instalaciones de la “Escuela Laboratorio” de Liberia, ubicada cerca del “Campus Liberia” (MAPG-Noviembre, 2013)



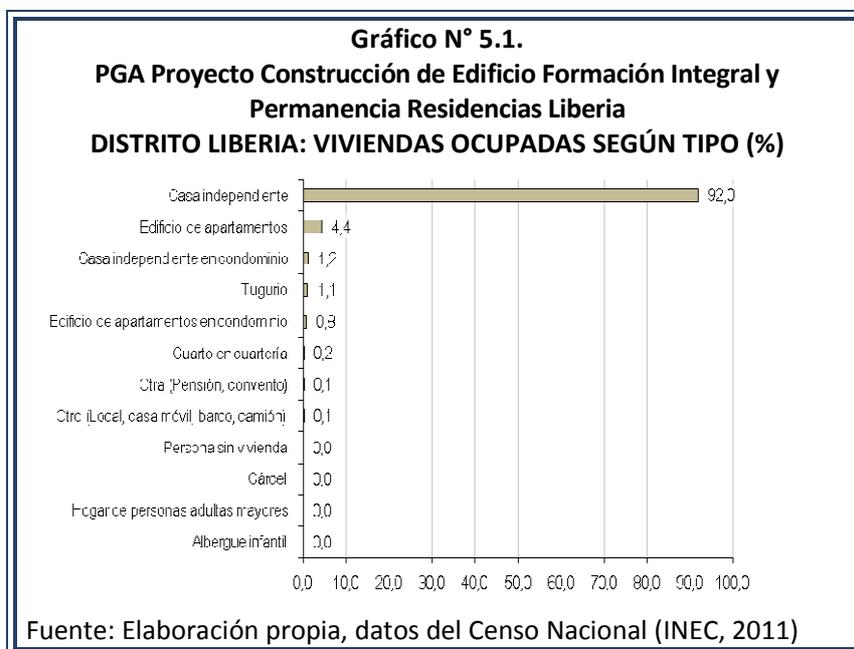
Fotografía 5.4. Instalaciones del campo ferial de la ciudad de Liberia, conocido como “Capulín”, cerca del “Campus” (MAPG-Noviembre, 2013)

En lo que se refiere a la influencia del Proyecto en el tema de usos de la tierra, el principal cambio se daría en el mismo AP, ya que éste dejaría de ser un espacio sin uso específico para dar lugar a una edificación y/o infraestructura en la que se llevarían a cabo actividades humanas (residencias estudiantiles y práctica deportiva), lo que sería congruente con la actividad principal que se da en los sitios aledaños al AP, dada por las instalaciones del “Campus Liberia” de la UNA.

5.6 Tenencia de la tierra en sitios aledaños

Como parte de la descripción de la tenencia de la tierra en el entorno del AP se debe indicar que las estadísticas que se presentan estarán referidas al indicador de tenencia de las viviendas ocupadas, ya que es el único dato actualizado que existe en el país respecto a los regímenes de tenencia. Así, en lo que se refiere al tipo de viviendas existentes en el distrito Liberia, se tiene que las “casas independientes” son las que predominan (92.0%), seguido por los “edificios de

apartamentos” (4.4%). Más detalles sobre el tipo de viviendas presentes en la totalidad del distrito se aprecian en el siguiente gráfico:



En lo concerniente a la tenencia de las viviendas ocupadas, según los datos del X Censo Nacional de Población y del VI Censo Nacional de Vivienda 2011, en el distrito Liberia el 70.3% de las personas son propietarias de las viviendas y/o terrenos en que habitan. Otros datos que se pueden aportar respecto al tema de la tenencia de las viviendas ocupadas en la totalidad del distrito se reseñan en el cuadro N° 5.1:

Cuadro N° 5.1.
PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia
Residencias Liberia
DISTRITO LIBERIA: RÉGIMEN DE TENENCIA DE LAS VIVIENDAS
OCUPADAS (absolutos y porcentajes)

Propia totalmente pagada	7.957	56,4
Propia pagando a plazos	1.959	13,9
Alquilada	2.990	21,2
Prestada por motivo de trabajo	268	1,9
Prestada por otro motivo (no paga)	581	4,1
Está en precario	175	1,2

Otro	175	1,2
TOTAL	14.105	100,0
Fuente: Elaboración propia, datos del Censo Nacional (INEC, 2011)		

En lo que se refiere a otro tipo de espacios, tales como establecimientos comerciales, los regímenes de tenencia son variados, prevaleciendo los inmuebles que están bajo el formato de “arrendamiento” o “alquiler”.

5.7. Características de la población

5.7.1 Demográficas

La población que se localiza en los sitios aledaños al AP forma parte del distrito “Liberia”, mismo que para el año 2007 registró un Índice de Desarrollo Social (IDS) del 55.1, lo que ubicó a ese distrito en la posición 227 entre los 469 distritos con que contaba el país en ese año (MIDEPLAN, 2007).

El IDS es “un índice que comprende cuatro dimensiones: económica, participación social, salud y educación y compuesto por once indicadores relativos al consumo promedio residencial de electricidad, viviendas con acceso a internet, mortalidad de niños menores de 5 años, bajo peso en niños y niñas, nacimientos de hijos de madres solteras menores de 19 años, cobertura de agua potable, infraestructura educativa, programas educativos especiales, escuelas unidocentes, reprobación escolar y participación electoral. Su rango de variación oscila entre 100 puntos como mejor situación y 0 puntos como peor situación” (MIDEPLAN, 2007).

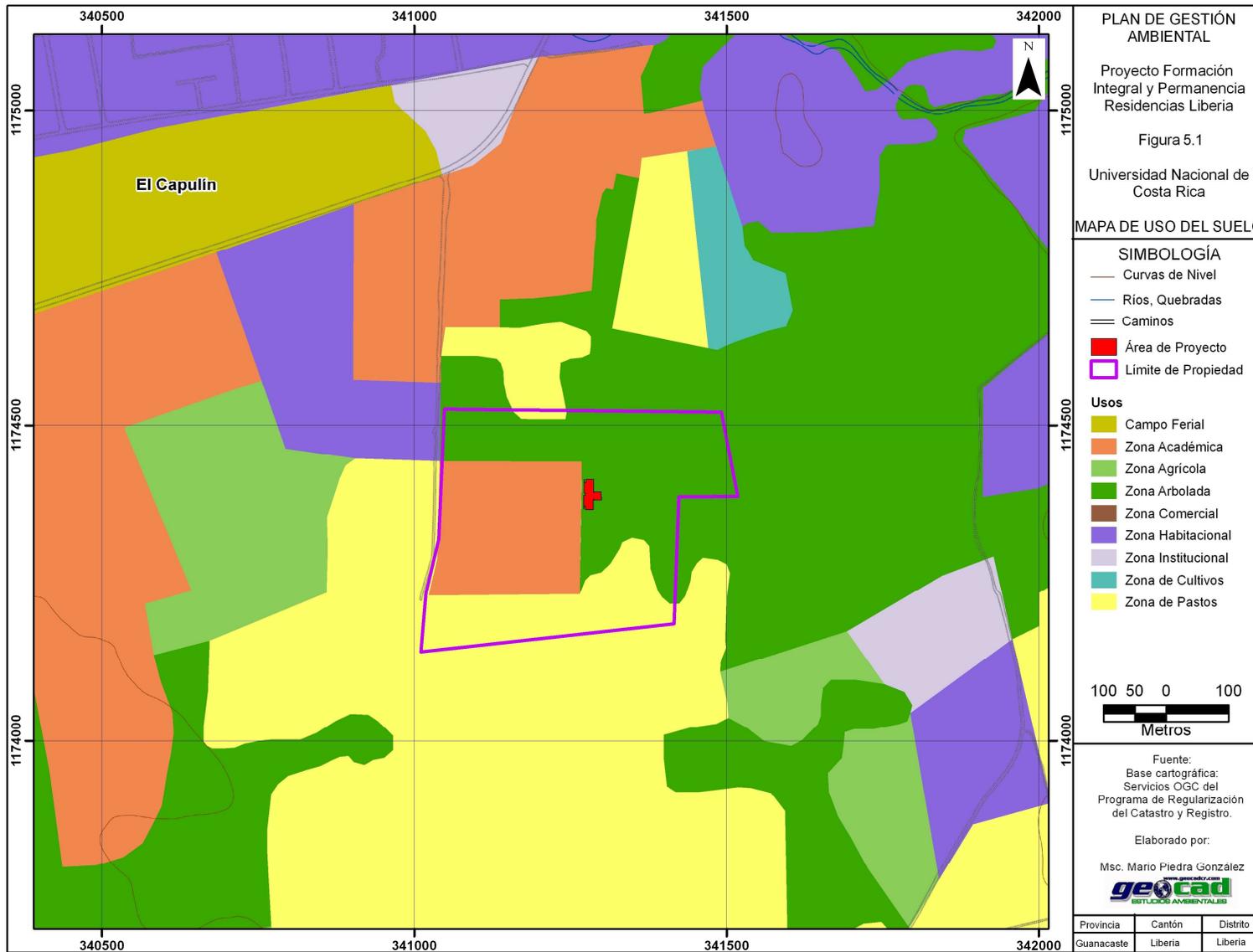
5.7.2 Características culturales y sociales de la población

En lo que se refiere a características culturales y sociales de los sitios aledaños al AP, se debe comentar que el distrito “Liberia” posee un 90.7% de su territorio en zona urbana y un 9.3% corresponde a zona rural. En la totalidad del distrito habitan 53382 personas y posee una densidad de población de aproximadamente de 95 personas por kilómetro cuadrado (INEC, 2013).

La población del distrito representa el 84.8% de toda la población del cantón de Liberia y la distribución por sexo establece que en el distrito habitan 96 hombres por cada 100 mujeres. En lo que se refiere a grupos de edad, en el distrito el 36.9% de la población es menor de 20 años; un 57.6% de las personas se ubica en la edad productiva (20 a 64 años de edad) y un 5.5% son personas adultas mayores (INEC, 2013).

Al analizar lo relacionado con los lugares de nacimiento de la población que habita actualmente en el distrito, se tiene que un 65.4% de las personas nacieron en el cantón de Liberia, un 24.6% de las personas nació en otro cantón y un 10.0% de las personas son extranjeras (INEC, 2013).

Otras estadísticas culturales y sociales del distrito “Liberia” se resumen en el siguiente cuadro estadístico:



Cuadro N° 5.2.	
PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Liberia	
Distrito Liberia: Indicadores Culturales y Sociales (%)	
Indicador	%
✓ Población sin acceso a servicios de CCSS	19.0
✓ Población con algún tipo de discapacidad	8.1
✓ Población que no sabe leer o escribir	6.0
✓ Población con 1 o más años de rezago escolar	17.7
✓ Población con estudios superiores	18.8
✓ Población con título de educación formal	83.6
✓ Viviendas ocupadas independientes	92.0
✓ Viviendas ocupadas con 5 o más habitantes	25.3
✓ Viviendas ocupadas con más de un hogar	2.1
Fuente: Datos del Censo Nacional 2011 (INEC, 2013)	

En lo que se refiere a la influencia del Proyecto en el tema de las características culturales y sociales, se puede comentar que la actividad propuesta para el AP (edificación de un edificio de residencias estudiantiles y área deportiva) podría tener repercusiones en la zona ya ofrecerá a personas de áreas alejadas la posibilidad de vivir en dicho espacio ("Campus Liberia"), mejorando con ello el rendimiento estudiantil e incrementando el porcentaje de población con estudios superiores. Igualmente, podría de motivar una mayor actividad física en la población que hace uso de las instalaciones del "Campus" o habita en la zona cercana al AP.

La población del distrito representa el 42.6% de toda la población del cantón de Sarapiquí y la distribución por sexo establece que en el distrito habitan 102 hombres por cada 100 mujeres. En lo que se refiere a grupos de edad, en el distrito el 40.3% de la población es menor de 20 años; un 54.0% de las personas se ubica en la edad productiva (20 a 64 años de edad) y un 5.7% son personas adultas mayores (INEC, 2013).

Al analizar lo relacionado con los lugares de nacimiento de la población que habita actualmente en el distrito, se tiene que un 43.0% de las personas nacieron en el cantón de Sarapiquí, un 48.3% de las personas nació en otro cantón y un 8.7% de las personas son extranjeras (INEC, 2013).

Otras estadísticas culturales y sociales del distrito "Liberia" se resumen en el siguiente cuadro estadístico:

Cuadro Nº 5.3.	
PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia	
Residencias Liberia	
Distrito Liberia: Indicadores Culturales y Sociales (%)	
Indicador	%
✓ Población sin acceso a servicios de CCSS	17.2
✓ Población con algún tipo de discapacidad	10.6
✓ Población que no sabe leer o escribir	8.7
✓ Población con 1 o más años de rezago escolar	24.6
✓ Población con estudios superiores	6.7
✓ Población con título de educación formal	73.3
✓ Viviendas ocupadas independientes	97.9
✓ Viviendas ocupadas con 5 o más habitantes	20.1
✓ Viviendas ocupadas con más de un hogar	1.3
Fuente: Datos del Censo Nacional 2011 (INEC, 2013)	

En lo que se refiere a la influencia del Proyecto en el tema de las características culturales y sociales, se puede comentar que la actividad propuesta para el AP (edificación de un edificio de residencias estudiantiles) podría tener repercusiones en la zona ya ofrecerá a personas de áreas alejadas la posibilidad de vivir en dicho espacio ("Recinto Liberia"), mejorando con ello el rendimiento estudiantil e incrementando el porcentaje de población con estudios superiores.

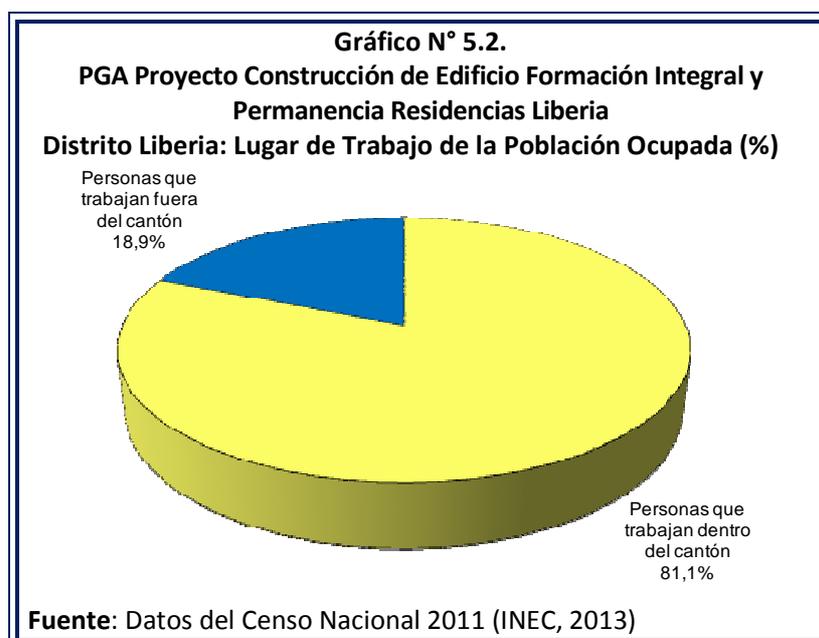
5.7.3 Económicas

En lo que se refiere a características económicas, un primer elemento que se debe señalar es que el 49.0% de la población con edad de 12 años o más que habita en el distrito "Liberia" forma parte de la Población Económicamente Activa (PEA), mientras que el 50.0% restante integra la Población Económicamente Inactiva (PEI) del distrito (INEC, 2013).

En lo que a desempleo abierto concierne, el distrito "Liberia" registró en el año 2011 un 5.1% de población desocupada, al tiempo que un 20.3% de las personas que trabajan lo hacen en actividades propias y un 73.8% son asalariados (INEC, 2013).

Al analizar los sectores de la economía en los que están ocupadas las personas del distrito que trabajan, se tiene que un 6.3% lo hace en el sector primario, un 16.5% en el sector secundario y un 77.2% de las personas se ocupa en actividades del sector terciario, referido a la prestación de bienes y servicios (INEC, 2013).

Por otra parte, una de las principales características económicas del distrito “Liberia” así como de la totalidad del cantón, está relacionada con las opciones de empleo que ofrece a sus habitantes, quienes encuentran en dicho territorio las oportunidades necesarias para llevar a cabo sus actividades laborales, tal y como se visualiza en el siguiente gráfico:



La influencia del Proyecto en las características económicas de los sitios aledaños al AP así como en otros sectores del distrito “Liberia” sería muy limitada y se concentrarían eventualmente durante la etapa de construcción del edificio de residencias estudiantiles, ya que en esa etapa se requerirá mano de obra para los distintos componentes de las infraestructuras a desarrollar.

Sin embargo, considerando que la edificación del Proyecto posiblemente se le asigne a un contratista y que la población de la zona se dedica a otro tipo de actividades económicas, no se prevé que la construcción y operación de la actividad propuesta para el AP sea un factor que modifique las características económicas del sector de análisis.

5.7.4. Servicios de Emergencia disponibles

Dentro del AP, por tratarse de un terreno sin edificaciones, no existen servicios de emergencia. En lo que se refiere a los sitios aledaños, el recorrido permitió identificar varios dispositivos para la atención incendios (hidrantes), ubicados tanto en las instalaciones del “Campus Liberia” como en las afueras de éste.



Fotografía 5.5, 5.6, 5.7. Dispositivos para la atención de incendios que existen dentro del “Campus” y sitios aledaños (MAPG-Noviembre, 2013)

Otras instancias que podrían atender situaciones de emergencia en el AP se concentran en varios puntos del distrito “Liberia”, como es el caso del Cuerpo de Bomberos, Comité de la Cruz Roja Costarricense y Fuerza Pública.

En lo que se refiere a la influencia del Proyecto en el tema de servicios de emergencia, se debe comentar que la construcción y operación de la infraestructura habitacional (residencias estudiantiles) vendría a reforzar la cobertura de la zona por dispositivos para la atención de incendios, así como la necesidad de establecer protocolos de coordinación con los entes locales encargados de atender emergencias para dar respuesta a cualquier eventualidad que se presente el sector de análisis.

5.7.5. Servicios básicos disponibles

Dentro del AP no existen servicios básicos ya que se trata de un terreno cubierto por vegetación variada y sin infraestructuras o edificaciones que requieran de dichos servicios. Por su parte, en los sitios aledaños al AP la situación referente a servicios básicos se indica en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 5.4. PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Liberia Servicios Básicos Identificados en Sitios Aledaños al AP		
Servicios básicos	Sí	No
✓ Abastecimiento de agua por acueducto	X	
✓ Educación primaria	X	
✓ Educación secundaria	X	
✓ Energía eléctrica	X	
✓ Establecimientos comerciales (abastecedores, pulperías, etc.)	X	
✓ Recolección de desechos sólidos	X	
✓ Salud-EBAIS (CCSS)		X
✓ Salud-Cínica (CCSS)		X
✓ Salud-Hospital (CCSS)		X
✓ Salud-Consultorios privados		X
✓ Seguridad pública		X
✓ Sistema de alcantarillado pluvial	X	
✓ Sistema de alcantarillado sanitario / planta de tratamiento aguas negras	X	
✓ Sistema de tanque séptico	X	
✓ Telefonía fija (residencial)	X	
✓ Telefonía móvil (celular)	X	
✓ Telefonía pública	X	
✓ Transporte público (autobús)	X	
✓ Transporte público (taxis)	X	
Fuente: Elaboración propia recorrido por sitios aledaños al AP (MAPG-Noviembre, 2013)		

Con las siguientes fotografías se evidencian algunos de los servicios básicos identificados en los sitios aledaños al AP:



Fotografía 5.8 y 5.9. Sistema de recolección de desechos y servicio de alimentación (soda) dentro del “Campus Liberia” (MAPG-Noviembre, 2013)



Fotografía 5.10. Instalaciones del “Colegio Técnico Profesional de Liberia”, en las cercanías del “Campus Liberia” (MAPG-Noviembre, 2013)



Fotografía 5.11. Planta de tratamiento de aguas negras existente en el “Campus Liberia” (MAPG-Noviembre, 2013)

En lo que se refiere a la influencia del Proyecto en el tema de servicios básicos, se debe comentar que la construcción y operación del edificio de residencias estudiantiles, podrían representar una mayor demanda en algunos servicios básicos, particularmente los referidos al abastecimiento de agua, recolección de desechos sólidos y disposición de aguas negras, ya que las obras a construir se fundamentan en distintas actividades humanas por lo que se deberá coordinar con las instituciones proveedoras de esos servicios para que éstas incluyan dentro de sus planes operativos.

5.7.6. Infraestructura comunal

Dentro del AP no existen infraestructuras comunales ya que se trata de un terreno cubierto por vegetación variada. Por su parte, en los sitios aledaños al AP, particularmente en las afueras del “Campus Liberia”, las infraestructuras comunales identificadas fueron: i) parada de autobús, ii) canchas multiusos.



Fotografía 5.12. Cancha multiusos dentro de las instalaciones del “Colegio Técnico Profesional”, cerca del “Campus” (MAPG-Noviembre, 2013)



Fotografía 5.13. Parada de autobús sobre la Ruta N° 21, en las cercanías del “Campus Liberia” (MAPG-Noviembre, 2013)

En lo que se refiere a la influencia del Proyecto en el tema de infraestructuras comunales, se debe comentar que la construcción y operación del edificio de residencias estudiantiles no afectarán las obras comunales en la zona, ya que la infraestructura a desarrollar no implica el cambio de uso de ninguno de esos espacios.

5.8 Organización del Proyecto y Ejecutor de Medidas

La responsabilidad total de cumplir con todos puntos estipulados a lo largo del Plan de Gestión Ambiental corresponde a la Universidad Nacional, que es el ente que desarrolla. Esta contratará los profesionales necesarios, los cuales a su vez asumirán la responsabilidad que les corresponda, según las medidas señaladas anteriormente.

En la fase de construcción (de acuerdo a la propuesta que se hace para trabajar por etapas) el responsable de la implementación de las medidas será el Profesional encargado de la ejecución del proyecto, o Profesional Responsable, el que en asocio con el Regente Ambiental velara por que se sigan los lineamientos que se han señalado en el presente Plan de Gestión Ambiental.

En la fase de operación (duración indefinida) la responsabilidad recaerá sobre las autoridades universitarias, quien en conjunto con el Regente Ambiental y tomando como base lo indicado, velara por que el desarrollo de la operación del mismo se mantenga dentro de los parámetros establecidos.

5.9 Cuadro pronóstico – Plan de Gestión Ambiental

En el **Cuadro N° 5.5** se realiza un resumen de los siguientes aspectos considerados en el Plan de Gestión Ambiental a implementar según los impactos identificados para las fases contempladas del proyecto:

- a) Acción Impactante
- b) Factor ambiental afectado
- c) Impacto ambiental
- d) Cita de Regulación Ambiental relacionada con el tema
- e) Medidas ambientales establecidas (prevención, mitigación, compensación)

- f) Tiempo de aplicación
- g) Costo de la medida
- h) Responsable de ejecutarlas
- i) Indicador de desempeño
- j) Síntesis del compromiso ambiental

Cuadro N° 5.5
PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral
y Permanencia Residencias Liberia
Evaluación de Impactos y Plan de Gestión Ambiental (PGA)

ACCION IMPACTANTE	FACTOR AMBIENTAL AFECTADO	POSIBLES IMPACTOS AMBIENTALES	CITA DE REGULACIÓN AMBIENTAL	MEDIDAS AMBIENTALES ESTABLECIDAS	TIEMPO DE APLICACION	COSTO DE LA MEDIDA	RESPONSABLE	INDICADOR DE DESEMPEÑO	SINTESIS DEL COMPROMISO AMBIENTAL Y MEDIDAS COMPENSATORIAS
Eliminación de parte de la cobertura de vegetación existente.	Vegetación Fauna	Eliminación de parte de la cobertura vegetal existente, con el fin de construir infraestructura. Afectación de la fauna que reside en el área de proyecto	Ley de Aguas. Art. 1, 6, 7, 8, 10, 69, 75, 145, 146. Ley de Conservación de la Vida Silvestre. Art. 14, 18, 82, 83, 132. Ley de Biodiversidad.	Eliminar únicamente aquella vegetación que sea estrictamente necesaria, y que no este en peligro. Construir en el sitio con menor cobertura	Durante los cuatro primeros meses de la fase de construcción	El costo esta incluido dentro del desarrollo del proyecto	Desarrollador, Profesional Responsable y Regente Ambiental	No se eliminaran arboles de especies protegidas. Llevar un conteo de especies que sea necesario reubicar.	- Como parte del proyecto se pretende reemplazar las especies arbóreas que se eliminan en las áreas cercanas en donde se eliminaron.
Movimiento de tierras	Suelo Agua	Se disgregan partículas de suelo, las cuales pueden ser transportadas por las aguas de escorrentía, Se producen sedimentos consecuencia del movimiento y son depositados en los cursos pluviales cercanos.	Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos. Art. 20, 22, 23, 33, 44, 52. Reglamento a la Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelo. Art. 1, 2, 58, 67, 68, 72, 73, 74, 75, 82, 88.	El proyecto tomara en cuenta los lineamientos vigentes en el Código Sísmico y se diseñara un adecuado manejo de los taludes en los terrenos de mayor pendiente del AP. Se utilizara un sistema constructivo acorde a las características que presentan los suelos existentes en el área de proyecto con el fin de remover la menor cantidad de suelo posible. Establecimiento de barreras retenedoras y trampas de sedimentos. Se adoptara el protocolo o la guía ambiental para la construcción de obras de infraestructura.	Durante la fase de construcción. 6 meses	El costo esta incluido dentro del desarrollo del proyecto	Desarrollador, Profesional Responsable y Regente Ambiental	El efluente a la salida de las trampas de sedimentación no podrá contener sedimentos en una cantidad superior a 100 ppm.	- El movimiento de tierra se debe de realizar en forma directa, puntual y rápida. No efectuar movimientos de tierras innecesarios. - Las medidas de mitigación se inician con un buen manejo del sitio, con apertura acorde a proyección de obra, la acumulación temporal y ordenada de la excavación proyectada, en sitio acondicionado con barreras antierosivas en sus límites tales como sacos doble forro, malla anti-erosiva. - El material que se remueva debe ser utilizado en forma rápida para relleno en el sitio dentro del proyecto designado para tal fin, o en su caso ser depositado en otro sitio. - Para la apertura del AP a 0+00 m se utilizaran barreras mecánicas sostenedoras (silt fence) alrededor de cada una de las áreas definidas como el sitio para cimentar la infraestructura. Esto con el fin de que los materiales que se destapan no sean erosionados dado el caso que se presente un evento climático con lluvias durante ese momento. Estas mallas se colocan acorde al movimiento del equipo excavador y las mismas son reutilizables. - Aplicar riego si se realiza en época seca para evitar la producción de polvo. - Se deben controlar las aguas pluviales en el proyecto para disminuir la erosión en las terrazas y caminos.

ACCION IMPACTANTE	FACTOR AMBIENTAL AFECTADO	POSIBLES IMPACTOS AMBIENTALES	CITA DE REGULACIÓN AMBIENTAL	MEDIDAS AMBIENTALES ESTABLECIDAS	TIEMPO DE APLICACION	COSTO DE LA MEDIDA	RESPONSABLE	INDICADOR DE DESEMPEÑO	SINTESIS DEL COMPROMISO AMBIENTAL Y MEDIDAS COMPENSATORIAS
Generación de polvo, gases, ruido y derrames	Aire Agua Superficiales Aguas Subterráneas	El proceso de remoción del suelo provocara que se presente contaminación por el polvo especialmente en la época menos lluviosa El uso de la maquinaria liviana aumentara los niveles de ruido. Contaminación del aire por el aumento en la emanación de gases provenientes de la maquinaria que trabaja en el proyecto.	Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido. Art. 20, 21, 22, 23, 24, 25, 28. Reglamento para la Regulación del Sistema de Almacenamiento y Comercialización de Hidrocarburos. Art. 54.6, 54.9.3, 58.1.31, 58.3.	Si se presenta contaminación por la emisión de polvo, utilizar riego para disminuir su impacto. Utilizar maquinaria con generación de bajos niveles de ruido. Velar por que la maquinaria se encuentre en buen estado de conservación y por ende con buen funcionamiento. Si se da la utilización de maquinaria que emane gases de diferente tipo, es necesario que se determine la idoneidad de la misma, y su grado de funcionamiento Inspeccionar que la maquinaria a utilizar no presente derrames de combustibles o lubricantes.	Todo el tiempo que dure el proyecto, o sea durante las fases de construcción y operación	El costo esta incluido dentro del desarrollo del proyecto c 75.000 por equipo o maquinaria para revisión o cambio	Desarrollador, Profesional Responsable y Regente Ambiental	La maquinaria debe poseer RITEVE aprobada. Se deben presentar copia de las facturas de los sitios en donde se efectuan las acciones de mantenimiento.	- La maquinaria a utilizar deberá de estar en excelentes condiciones mediante un adecuado mantenimiento de la misma, especialmente los escapes, filtros y muflas esto con el fin de evitar contaminación excesiva por ruido. - Si el movimiento de tierra se efectuara en la estación lluviosa es factible que no se genere polvo en exceso, si fuese lo contrario se utilizara riego para disminuir la pluma de polvo. Escoger un sistema constructivo que demande lo menos posible la utilización de forma intensiva de maquinaria pesada, y utilice mejor maquinaria liviana, y más amigable con el ambiente.
Levantamiento de infraestructura	Paisaje Fauna Suelo	Cambios en el paisaje existente. Impermeabilización de parte del suelo por la construcción de infraestructura. Aumento en la generación de aguas pluviales Afectación a la fauna, al establecer barreras para su paso por el AP.	Ley de Construcciones Art. 4, 27, 44, 56, 58, 71. Reglamento de Construcciones. Capítulos II, IV, V, VIII, IX, XI, X, XIV, XX, XXI, XXII, XXIII, XXIV, XXV, XXVI, XXVII, XVIII, XXIX, XXX, XXXII, XXXIII, XXXIV, XXXV.	Levantar infraestructura, en el sitio que se ha destinado, tomando en cuenta las características de la zona. Aunque se dará impermeabilización, esta será mínima dado que la infraestructura ocupa un espacio de alrededor del 50% del total de la propiedad. Las aguas pluviales serán canalizadas a los colectores cercanos de manera que no afecten directamente al suelo. El hecho de que la infraestructura a construir abarque solo una parte del área permitirá que la fauna pueda trasladarse, utilizando el resto de la propiedad. Así mismo puede utilizar la franja arbórea que se mantendrá.	Durante la fase de construcción. 6 meses	El costo esta incluido dentro del proyecto	Desarrollador, Profesional Responsable y Regente Ambiental	Verificación de altura de edificios. Verificar calculos sobre evacuación de pluviales.	- Adecuación de la infraestructura en el contexto mediante la arborización de las zonas aledañas. - Respeto del diseño constructivo, el cual tomara en cuenta todas las características implícitas que presenta el área en donde se desarrolla el proyecto. - Hacer conciencia en los desarrolladores que el proyecto será exitoso en la medida que el mismo se desarrolle en forma armónica con el medio ambiente. - Efectuar un control adecuado de las aguas pluviales.
Tratamiento de aguas servidas	Agua Superficiales Aguas Subterráneas Suelo	Contaminación de las aguas subterráneas y superficiales por derrames de aguas servidas no tratadas. Contaminación del suelo por derrames de aguas servidas no tratadas	Reglamento de Vertidos y Reúso de Aguas Residuales. Capítulos I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII.	Hacer la correspondiente conexión a la planta de tratamiento de aguas servidas acorde a las necesidades que presentan los edificios. Darle un mantenimiento adecuado a la planta de tratamiento con el fin de que la misma funcione en forma idónea.	Todo el tiempo que dure el proyecto, o sea durante las fases de construcción y operación	El costo esta incluido dentro del desarrollo del proyecto	Desarrollador, Profesional Responsable y Regente Ambiental	Habrà una planta de tratamiento la misma se inspeccionarà cada dos meses para valorar su funcionamiento. Se revisara la calidad del efluente por medio de pruebas quimicas.	- Conectar los edificios a construir a la de planta de tratamiento y darle el adecuad mantenimientos. - No se permitirá el uso de tanques sépticos. - Velar por que las letrinas móviles sean evacuadas dentro de un periodo de tiempo idóneo

				Velar por que las instalaciones mecánicas se mantengan y funcionen de forma satisfactoria. En la fase de construcción se deberá utilizar letrinas móviles para los trabajadores.					- Verificar por lo menos bimestralmente que los efluentes de la planta presentan un grado de purificación acorde a las normas establecidas por el MSP
Evacuación de aguas pluviales	Agua Suelo	Una mala evacuación de las aguas podría generar problemas de arrastre de sedimentos en el área del proyecto	Ley de Construcciones Art. 4, 27, 44, 56, 58, 71. Reglamento de Construcciones. Capítulos II, IV, V, VIII, IX, XI, X, XIV, XX, XXI, XXII, XXIII, XXIV, XXV, XXVI, XXVII, XXVIII, XXIX, XXX, XXXII, XXXIII, XXXIV, XXXV. Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos. Art. 20, 22, 23, 33, 44, 52. Reglamento a la Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelo. Art. 1, 2, 58, 67, 68, 72, 73, 74, 75, 82, 88.	Establecer un sistema de evacuación de pluviales, que separe las aguas provenientes de la infraestructura y la redirija hacia los colectores del proyecto. Utilizar disipadores de energía a la salida de las aguas pluviales para no provocar problemas de erosión Establecer sistemas de contención artificiales y naturales de sedimentos, por si el sistema de evacuación no funciona adecuadamente	Todo el tiempo que dure el proyecto, o sea durante las fases de construcción y operación	El costo esta incluido dentro del desarrollo del proyecto	Desarrollador, Profesional Responsable y Regente Ambiental	Verificar calculos sobre evacuación de pluviales.	- Implementación de un sistema de evacuación de pluviales como el propuesto. Para la salida de las aguas pluviales, es de esperar que algunas aguas viajen el cordon de caño existente, y en el caso que requiera, se debe de tener un adecuado sistema disipador de energía, para evitar la erosión excesiva en la zona del cauce donde desfogan. - Es de suma importancia hacer un control de la escorrentía natural, una vez construidos los accesos, pues las aguas pluviales pueden afectar sitios en donde se abra camino. - Evitar a toda costa el discurrimento de aguas pluviales sin encauzar. - Colocar medidas mitigadoras de arrastre de sedimentos. Establecer medidas para aprovechar lo máximo posible las aguas de lluvia para ser utilizadas en diferentes formas dentro del proyecto.
Generación de desechos sólidos y líquidos	Suelo Aguas Fauna Paisaje	Contaminación del medio por generación y mal manejo de los desechos producidos por el proyecto.	Reglamento de Vertidos y Reúso de Aguas Residuales. Capítulos I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII.	Establecer un sistema de recolección y tratamiento de desechos sólidos durante la construcción y operación del proyecto. Colocar recipientes de plástico debidamente identificados para la recolección de los diferentes desechos por parte de funcionarios y estudiantes. Implementar un sitio en el cual se pueda dar la acumulación de los desechos para su posterior clasificación y tratamiento. Llevar a cabo una campaña permanente de concientización en los trabajadores	Todo el tiempo que dure el proyecto, o sea durante las fases de construcción y operación	El costo esta incluido dentro del desarrollo del proyecto	Desarrollador, Profesional Responsable y Regente Ambiental	La basura que se acumula en el AP se sacará los días lunes y miércoles por la mañana. De previo se clasificara para efectos de reciclaje. Habrá una planta de tratamiento la misma se inspeccionar cada dos meses para valorar su funcionamiento. Se revisara la calidad del efluente por medio de pruebas quimicas	- Instalación de basureros, como centros de acopio, puesta en práctica de un sistema efectivo de recolección y tratamiento. - Conexión de los edificios hacia la planta de tratamiento de aguas servidas. - Colocación de letrinas móviles durante la fase de construcción. - Se efectuara una campaña de educación a funcionarios y estudiantes. -Establecer las acciones que se requieran con el municipio o con el ente encargado de la recolección de los desechos para dar a estos el tratamiento necesario.

				del proyecto en la fase constructiva y a los habitantes en la fase de operación de la necesidad de emprender acciones concretas en lo que a reciclaje de desechos se refiere. Establecer técnicas constructivas y utilizar materiales que generen poco o ningún desperdicio.					- Minimizar el volumen de desechos que se generen en el proyecto
Alteración en el paisaje	Suelo Aguas Fauna Paisaje	Cambio en el paisaje que presenta el área en donde se desarrolla el proyecto.	Ley de Construcciones Art. 4, 27, 44, 56, 58, 71. Reglamento de Construcciones. Capítulos II, IV, V, VIII, IX, XI, X, XIV, XX, XXI, XXII, XXIII, XXIV, XXV, XXVI, XXVII, XVIII, XXIX, XXX, XXXII, XXXIII, XXXIV, XXXV. Ley de Aguas. Art. 1, 6, 7, 8, 10, 69, 75, 145, 146. Ley de Conservación de la Vida Silvestre. Art. 14, 18, 82, 83, 132. Ley de Biodiversidad	Eliminar únicamente la vegetación que sea estrictamente necesaria. Revegetar áreas con el fin de volver a dar al sitio una conformación lo más semejante posible a la actual.	Después de la fase de construcción	El costo esta incluido dentro del desarrollo del proyecto	Desarrollador, Profesional Responsable y Regente Ambiental	Verificación de altura de edificios. Verificar calculos sobre evacuación de pluviales. No se eliminaran arboles de especies protegidas. Llevar un conteo de especies que sea necesario reubicar.	- Adecuación de la infraestructura en el contexto mediante la arborización de las zonas aledañas. - Respeto del diseño constructivo, el cual tomara en cuenta todas las características implícitas que presenta el área en donde se desarrolla el proyecto.
Levantamiento de la infraestructura	Población	Afectación por puesta en marcha del proyecto	Código de Trabajo. Art. En términos generales todos. Ley sobre Riesgos del Trabajo. Art. Del 193 al 273.	Priorizar la contratación de trabajadores de la zona Incremento de las relaciones económicas entre los usuarios de los edificios y la comunidad No eliminación de especies vegetales Disminución de desechos y basura Uso adecuado de recursos	Todo el tiempo que dure el proyecto	El costo esta incluido dentro del desarrollo del proyecto	Desarrollador y Regente Ambiental	Se hará el Plan de Salud Ocupacional por un ente experto en el tema. El número de incidentes no será mayor al 5%. Se hará el Plan de Seguridad Laboral por un ente experto. El número de incidentes no será mayor al 5%. La basura que se acumula en el AP se sacará los días lunes y miércoles por la mañana. De previo se clasificara para efectos de reciclaje	-Potenciar la contratación de mano de obra local tanto en la etapa de construcción, como en la etapa de operación. - No eliminar especies de vegetación existentes no serán eliminadas y en caso de que se requiera, se tramitará el respectivo permiso ante la entidad correspondiente. - Los desechos generados por los nuevos edificios se incorporarán al programa de reciclaje de la UNA y serán transportados por el servicio de recolección de basura. - Se trabajará para crear concientización entre los estudiantes y funcionarios para implementar un uso más efectivo de los recursos, de manera que los servicios básicos se utilicen de manera racional.

5.10. Monitoreo - Regencia

Se considera que el monitoreo o regencia se debe llevar a cabo por al menos un profesional, que se haga cargo de los aspectos ambientales, de forma que efectue acciones, con el fin de aplicar en forma oportuna y puntual las medidas que se requieran para la buena marcha del proyecto. Se recomienda una visita semanal en la etapa constructiva y una visita quincenal cuando este en operación, en los primeros seis meses y posteriormente una visita mensual por al menos 6 meses. Cuando sea necesario se harán pruebas de los diferentes componentes del medio para determinar que los mismos no están siendo afectados por el desarrollo del proyecto. Estas pruebas podrán ser estudios de aguas, de operación y funcionamiento de la planta de tratamiento, de emisión e intensidad de sonidos, de producción de desechos, o lo que se requiera.

En cuanto a la periodicidad de las mismas, no se estima de previo, ya que se considera que están en interrelación directa con el desarrollo del proyecto, y en la medida que este se ejecute, así se podrán efectuar. Se debe tener claro que este tipo de pruebas, se llevan a cabo con el fin de disponer una base de sustento para mejor resolver, y tomar las decisiones correctas en caso de detectar alguna anomalía.

Objetivos

- a) Constatar que la empresa que desarrollara la actividad cumpla con los lineamientos que se propusieron inicialmente.
- b) Que los impactos ambientales que se contemplaron se mantengan dentro de lo preestablecido, y si se incrementan, señalar las medidas para mitigarlos
- c) En el caso de presentarse algún tipo de que no se haya contemplado en el marco del estudio, señalar las medidas a ser tomadas por la empresa constructora y los desarrolladores del proyecto

Acciones a tomar

Las acciones que se tomen están directamente relacionadas con las situaciones que se den, sin embargo se pueden identificar las que se presentan en el cuadro de PPGA.

5.8. Cronograma de ejecución

A continuación se presenta un Cronograma del tiempo en que se presentan las medidas de mitigación que se pretende implementar a partir de la puesta en inicio del proyecto. Se propone un plazo mayor al que se desarrollará el proyecto, como una salvaguarda que el mismo se prolongue por alguna circunstancia especial, y abarcando el inicio de la fase de operación.

Cuadro Nº 5.6.
PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Liberia
Medidas de Mitigación. Cronograma de Implementación

Actividad	Meses					
	1	2	3	4	5	6
Eliminación únicamente de vegetación seleccionada	X					
Movimiento de tierras ordenado	X	X				
Utilización de un sistema constructivo amigable con el medio	X	X	X	X	X	
Utilización de maquinaria de tipo pesado y liviano	X	X	X	X	X	
Mantenimiento equipo en buen estado	X	X	X	X	X	
Manejo de aguas residuales mediante planta de tratamiento	X	X	X	X	X	X
Disposición de aguas pluviales de forma adecuada	X	X	X	X	X	X
Recuperación zonas verdes y revegetación de áreas de interés					X	X
Manejo de desechos mediante dispositivos de recolección y adecuada disposición.	X	X	X	X	X	X
Puesta en práctica de una campaña para concienciar sobre el manejo de desechos.	X	X	X	X	X	X
Riesgo ante amenazas naturales	X	X	X	X	X	X

5.12. Costos de la Gestión Ambiental

Las acciones incluidas dentro del Plan de Gestión Ambiental forman parte del desarrollo del mismo proyecto: áreas verdes, siembra de coberturas, recuperación del paisaje, diseño de sitio, y de obra civil, conformación y control de escorrentía, etc. no conllevará gastos económicos extras, se incluyen dentro del costo del proyecto, siendo esencialmente el único costo el salario del Regente Ambiental, el cual se señala a continuación:

Precisando gastos generales para seis meses

Regente Ambiental \$700,00 por visita al Área del Proyecto

Se recomienda al menos una visita mensual en la etapa de construcción.

$\$700,00 \times 6 = \$4\ 200,00$ por seis meses

Cabe destacar de igual manera, que la regencia ambiental deberá de extenderse durante todo el proceso constructivo de las residencias.

5.13. Plan de contingencia

Dadas las condiciones y características del proyecto, y el como se ejecutara, y después de efectuar un análisis del mismo, no se considera que existan fuentes de riesgo ambiental, o en otras palabras no se determina la existencia de sitios potenciales de significativa contaminación o degradación del ambiente. Únicamente se puede señalar que solo la planta de tratamiento, podría dar eventualmente algún tipo de problema, sin embargo, lo anterior es muy poco probable dado que para la construcción de la misma se seguirán las normas establecidas.

Cabe recordar, que a lo largo del estudio se ha señalado que la implementación del proyecto, guarda una armonía muy grande con las condiciones ambientales en donde se desarrolla, y que la conservación del medio es fundamental para el proyecto en sí.

Durante la fase de construcción se tomaran las medidas necesarias para evitar al máximo la ocurrencia de accidentes, el sitio de trabajo deberá contar con su respectivo señalamiento y un plan de salud ocupacional a los trabajadores se les exigirá el uso de equipo de protección personal, tal como chalecos reflectivos, cascos, arnés, tapones u orejeras para los oídos, anteojos protectores, guantes, zapatos con puntera de acero, etc.

En caso de ser necesario, se deberá de coordinar reuniones con el Regente Ambiental y el Responsable Ambiental del contratista para que se aclaren dudas en relación a los compromisos ambientales adquiridos durante el proceso de obtención de la viabilidad ambiental, de manera que se trate de evitar problemas desde la parte ambiental provocados por los obreros.

Así mismo el profesional en salud ocupacional deberá de desarrollar obras tales como un Plan contra incendios, señalización de zonas de paso peatonal, señalización vial en las vías que brindan acceso al AP, áreas de peligro y Planes de evacuación en caso de sismos, accidentes laborales, sismos, etc.

También se implantará un plan de contingencia en caso de eventos de gran envergadura en coordinación con las instituciones competentes tales como la Comisión Nacional de Emergencia, Ministerio de Salud, entre otras.

Así mismo, como se ha detallado anteriormente, se deberá de informar de zonas de peligro y zonas de accesos restringidos para evitar cualquier accidente, mediante rotulación adecuada para cada situación. Se deberán de elaborar rótulos legibles con dimensiones que faciliten su lectura.

La UNA deberá de suministrar los protocolos de conducta, seguridad ocupacional y otros que considere necesario, para que el contratista informe a los trabajadores del proyecto para que las obras se desarrollen sin mayores inconvenientes.

5.14. Síntesis de los compromisos ambientales del proyecto

En un aparte precedente se presentaron en forma global los compromisos ambientales, que se están asumiendo para cada uno de los factores ambientales impactados, por lo que a continuación se retoman nuevamente.

En el Medio Físico

Suelos

El movimiento de tierras se efectuara de forma puntual y directa, de modo tal que se efectuó únicamente en aquellos sitios que así lo requieran. El mantenimiento de la maquinaria pesada y liviana que se utilizara, debe hacerse en un sitio en el cual se tomen las medidas necesarias y se acondicione para ello con el fin de mitigar un posible derrame de lubricantes o combustibles que se encuentre fuera del área de proyecto.

En cuanto al drenaje de suelos se aplicara únicamente en aquellos sitios que así lo requieran, o sea es muy puntual y temporal, dado que los mismos se utilizaran para efectos constructivos.

En cuanto a la erosión se aplicaran medidas de contención de tipo Silf fense, trampas de sedimentos artificiales, barreras retenedoras de tipo natural, etc., sin embargo, el movimiento que se efectuó será de tipo directo, puntual, y rápido, el material excavado se dispondrá y se maneja de forma tal que no se dé el movimiento de partículas de suelo.

Aguas Superficiales

En caso de que se dé un derrame de hidrocarburos, potencialmente el producto del mismo podría dirigirse hacia el curso fluvial colindante con el área de proyecto, por medio de uno de los pequeños cursos de agua que se generan en la propiedad producto de la escorrentía, sin embargo, se espera que lo anterior no suceda ya que se tomaran las medidas para evitarlo, y que se han señalado precedentemente, tal como utilización de un sitio especial para ello.

Situación similar a lo anterior sucede con las partículas en suspensión y la posible contaminación por derrame de aguas residuales, no obstante se tomaran las medidas pertinentes, las cuales consisten en confinar la fuente contaminante, en un sitio del cual no se pueda propagar.

Aguas Subterráneas

Para proteger las aguas subterráneas se deberá instalar letrinas provisionales durante el proceso constructivo, por otra parte no se debe permitir el derrame de líquidos de desecho contaminante. Una vez concluido el proyecto, el sistema de tratamiento por medio de planta, se ha probado brinda un tratamiento completo de las mismas, por lo que es poco improbable se presenten problemas de contaminación, no obstante se tomaran las medidas que se consideren pertinentes para evitar cualquier tipo de contingencia. Para ello se pondrá en práctica un proceso de confinamiento de los vertidos mediante barreras de contención

Atmósfera

Se mantendrá un control estricto sobre la maquinaria y equipos que se utilicen en la construcción, a fin de evitar contaminación por gases y combustibles dentro del área del proyecto, velando por que los filtros se mantengan en buenas condiciones.

Así mismo, solo se permitirá la reparación de los equipos o su mantenimiento fuera del proyecto, en un sitio especialmente para ello. Lo anterior se aplicara también con el fin de que los equipos no produzcan más ruido que el normal.

En cuanto a la emanación de partículas de polvo u otros elementos se tratara que en esta fase se produzcan lo menos posible especialmente aquellos producto de la utilización de materiales tales como fibrocemento, madera, plicen u otros, se tomaran medidas con el fin de confinar el polvo que se presente y después disponerlo de forma adecuada.

Biológicos

Ambiente Terrestre

Vegetación

Se delimitará en campo perfectamente y de manera que sea vistoso, cada una de las áreas a abrir, a efecto de que si se llegase a eliminar vegetación, se elimine justamente la necesaria.

En las áreas verdes se revegetará con especies arbóreas propias de la localidad; para ello podrán utilizarse las identificadas en el presente estudio, o cualquier otra a la que se tenga acceso, siempre y cuando sea de crecimiento natural en la Zona de Vida que corresponde al área.

Durante las labores de construcción se vigilará las actividades de los trabajadores a efecto de que ninguna de estas consista en la extracción de especímenes vegetales o el maltrato innecesario a algún árbol.

Fauna

Mientras se esté en etapa de Construcción, las labores iniciarán a las siete de la mañana y terminará a las cinco de la tarde, para evitar la menor cantidad de molestias, especialmente ruido y olores extraños a las poblaciones de aves cuyas actividades inician muy temprano o a los mamíferos crepusculares.

También se vigilará la actividad de los trabajadores, para prevenir que alguno de estos genere incomodidades a la fauna local, persiguiéndola por mera diversión o quizás causándole daños físicos innecesarios. Se advertirá antes del inicio de las obras a los trabajadores, que no es permitido eliminar ningún tipo de especie, y si se da el caso de encontrar una determinada especie se retira del área de proyecto siguiendo los protocolos que existen para ello, y bajo la coordinación con el personal del Área de Conservación correspondiente.

Los trabajadores deberán disponer un área de comedor en el que deben contar con recipientes para disponer la basura producida, de manera que esta no tendrá que estar dispersa por el área, y de esta forma incidir en el cambio alimenticio de las pocas especies que habitan el área del proyecto.

Ambiente acuático

La afectación del aspecto biológico en su parte acuática se puede dar esencialmente por la generación de partículas que incidan en la turbidez que pueda presentar el curso fluvial colindante. Ya se ha mencionado que se utilizaran una serie de medidas para evitar la llegada de las partículas al río.

Ambiente Socioeconómico

Como medida de mitigación de los impactos negativos, o bien, de potenciar los impactos positivos, se recomiendan las siguientes medidas:

Que se definan mecanismos de control que garanticen el cumplimiento de todas las medidas, normas, regulaciones y legislación existentes, para de esa forma garantizar una buena ejecución del proyecto.

En la medida de lo posible la mano de obra que se utilice en la construcción y operación, se buscare que sea originaria de la zona, lo cual implica capacitar adecuadamente a las personas en materia ambiental, e inculcarles la necesidad de guardar las precauciones necesarias para evitar la ocurrencia de posibles accidentes de carácter laboral.

Un proyecto de esta naturaleza fomentara que la economía de la región se dinamice dado que se incrementa el intercambio de bienes y servicios, mediante la actividad comercial, dado que el proyecto y sus usuarios se convertirán en demandantes potenciales de los mismos.

Que el desarrollador del proyecto se ponga en contacto con la Municipalidad de Liberia, y las organizaciones sociales de la zona, así como los grupos organizados dentro del ámbito universitario, para darles a conocer las características del proyecto y aclarar dudas al respecto, así como para elaborar un plan de acción en caso de suceder alguna emergencia.

Desechos

Como medida de mitigación de los impactos que provoquen los desechos sólidos generados por el proyecto, se dispondrá de sitios para el depósito de los mismos. En lo que se refiere a desechos producidos por los trabajadores producto de su alimentación serán recogidos y evacuados hasta un punto en que sean almacenados, para posteriormente sacarlos del área de proyecto, hasta un punto en el cual sean recolectados por el municipio de la zona. Se efectuaran acciones tendientes a separar los desechos de acuerdo a su origen con el fin de reciclarlos

En cuanto a las aguas residuales es necesario señalar que serán tratadas mediante una planta diseñada especialmente para tal fin, con un amplio margen de seguridad en cuanto a su funcionamiento, por lo que es poco probable, que se pueda generar un derrame significativo que pueda poner en peligro el área, por otra parte la planta tendrá un plan de mantenimiento permanente.

Por otra parte, se deberá disponer de todos los desechos vegetales en sitios escogidos de previo dentro del área de proyecto en las etapas de construcción y operación, para un proceso de descomposición natural.

Paisaje

Es un hecho de que se tendrá un cambio en el paisaje debido al levantamiento de la infraestructura que se edificara, pero se respetara en todo lo que esté al alcance de provocar cambios mínimos en cuanto a vegetación eliminada, para lo cual se tomara en cuenta el levantamiento forestal que se realizado en el área de proyecto.

Por otra parte el diseño de las edificaciones se hará de forma tal que guarde una correlación con las características del área, teniendo las mismas un acabado rustico, que no rompa visualmente con lo existente.

5.15. Referencias Bibliograficas.

Alvarado, G.E., 1993: **Vulcanology and petrology of Irazú volcano, Costa Rica**. -261 págs. Univ. de Kiel, Alemania [Tesis Doctorado].

Alvarado, G.E., Pérez, W. & Sigarán C., 2000: **Vigilancia y peligro volcánico**. -En: Denyer, P. & Kussmaul, S. (comp): Geología de Costa Rica. Editorial Tecnológica de Costa Rica, Cartago. -págs 251-272.

Aparicio, F. 1992. **“Fundamentos de Hidrología de Superficie”**; Editorial Limusa; México D.F

Arredondo, S., 1994: **Aguas subterráneas y fuentes termales** - en Denyer, P. & Kussmaul, S. (compiladores), 1994: Atlas Geológico de la Gran Área Metropolitana, Costa Rica - Edit. Tecnológica de Costa Rica: 197-210.

BGS - SENARA, 1985: **Mapa Hidrogeológico del Valle Central de Costa Rica, escala 1:50000**.

Bolaños, R y Watson, V. (1999). **Mapa ecológico de Costa Rica: según el sistema de clasificación de zonas de vida del mundo de L.R. Holdridge**; Centro Científico Tropical; Escala 1:200.000. Edición 2006. San José, Costa Rica.

Carrillo, E., G. Wong, y A.D. Cuarón. 2000. **Monitoring mammals populations in costarican protected areas under different hunting restrictions**. Conservation Biology 14(6): 1580-1591.

Chow, Ven Te. 1994. **Hidrología Aplicada**. Colombia: Editorial McGraw-Hill.

Chow, Ven Te. 1994. **Hidráulica de Canales Abiertos**. Colombia: Editorial McGraw-Hill Interamericana S.A.

David, L. and Jr. Ross. 2001. **Costa Rican bird song: an identification guide**. A Zona Tropical Production. San José, Costa Rica.

Denyer, P. & Arias, O., 1991: **Estratigrafía de la Región Central de Costa Rica** - Rev. Geól. América Central (12): 1-59pp.

Denyer, P., Montero, W. & Alvarado, G.E., 2003: **Atlas tectónico de Costa Rica**. -1 ed. -Editorial de la Universidad de Costa Rica, San José, C.R. -79 págs.

Dunne, T; Leopold, L. 1978. **“Water in Environmental Planning”**; W.H. Freeman and Company, Estados Unidos.

Fernández, M. & Rojas W., 2000: **Amenaza Sísmica y por Tsunamis**. -En: DENYER, P. & Kussmaul, S. (comp): Geología de Costa Rica. Editorial Tecnológica de Costa Rica, Cartago. -págs 287-301.

Holdridge, L.R. (1967). **Life Zone Ecology**. CCT. San José.

Holdrige, L. y L. Poveda. 1975. **Arboles de Costa Rica**. Centro Científico Tropical, San José, Costa Rica 545 p.

INBio, (2013). **Especies Florísticas endémicos, amenazadas, poblaciones reducidas y en peligro de extinción de Costa Rica**. Sistema de consulta al sistema Atta. <http://atta.inbio.ac.cr>.

INBio. (2013). Página Web en Internet: <http://www.inbio.ac.cr/>

INEC, (2013). *Sistema de consulta en línea del X Censo Nacional de Población y del VI Censo Nacional de Vivienda, 2011* (<http://www.inec.go.cr>)

Jiménez García, Fabio A. 2005. **“Modelo de Diseño de Sistemas de Alcantarillado Pluvial Urbanos, con una Aplicación en MS Excel”**. Tesis de licenciatura, Ingeniería en Construcción, ITCR, Noviembre 2005.

Jiménez, Q. 1999. **Arboles maderables en peligro de extinción en Costa Rica**. Instituto Nacional de Biodiversidad. Heredia, Costa Rica.

Koller L. 1977. **Hidrología para Ingenieros**. Colombia: Editorial McGraw-Hill Interamericana S.A.

Lamprecht, H. 1990. **Silvicultura en los Trópicos: los ecosistemas forestales y sus especies arbóreas**,

Martín V, Juan P. 2003. **Ingeniería de Ríos**. España: Ediciones UPC, S.L.

MIDEPLAN-COMEX. (2007). *Decreto Ejecutivo N° 34160 "Define Índice de Desarrollo Social denominado IDS"*. San José: Imprenta Nacional - La Gaceta N° 250 del 28 de Diciembre del 2007.

MINAE (1998). **Lista de Fauna con Poblaciones Reducidas** DECRETO N° 26435-MINAE, publicado en la gaceta el 3 de diciembre de 1997.

MINAE-MN-INBio. 1998. **Estado de la Diversidad Biológica: Actualización**. www.minae.go.cr/estrategia/Estudio_Pais/estudio.

Montero, W., 2001: **Neotectónica de la región central de Costa Rica: frontera oeste de la Microplaca de Panamá**. -Rev. Geol. de Amér. Central, 24: 29-56.

Murillo, Rafael. 1994. **“Estudio de Intensidades de lluvia en la cuenca del río Virilla”**. Tesis para optar por el grado de licenciatura en ingeniería civil, Universidad de Costa Rica. 1994.

Novak. P, A.I.B. Moffat, C. Nalluri. 1996. **Estructuras Hidráulicas**. Colombia: Editorial McGraw-Hill.

Paniagua, S., 1993: **Mapa de amenaza volcánica de la Gran Área Metropolitana, escala 1:200 000**. En: Denyer, P. & Kussmaul, S. (Comp): Atlas geológico del Gran Área Metropolitana. Editorial tecnológica de Costa Rica, Cartago.

Peraldo, G. & Montero, W., 1999: **Sismología histórica de América Central**. -347 págs. IPGH, México.

Ralph, C., G. Geupel, P. Pyle, T. Martin, D. DeSante y B. Mila. 1996. **Manual de método de campo para el monitoreo de aves terrestres**. General Technical Report, Albany, California: Pacific Southwest Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture. U.S.A. 63p.

Robert L. Mott. 1996. **Mecánica de Fluidos Aplicada**. México: Editorial PEARSON.

Rodríguez Piña, Ernesto. 1989. **“Revisión de Métodos de Diseño Hidrológico e Hidráulico de Alcantarillas para Carreteras”**. Tesis de licenciatura, Ingeniería Civil, UCR, Agosto 1989.

Rojas Morales, Nazareth 2011. **“Curvas de Intensidad Duración Frecuencia de algunas estaciones meteorológicas automáticas”**; Instituto Meteorológico Nacional, Costa Rica.

Sánchez-Vindas, P y L. Poveda. 1999. **Árboles y Palmas del Atlántico de Costa Rica, Claves dendrológicas**. Editorial Guayacán. San José Costa Rica. 140 p.

Stiles , G y A. Skutch. 2007. **Guía de Aves de Costa Rica**. INBio. Heredia, Costa Rica. 686 p.

UICN. 2012. The UICN **Red List of Threatened Species, Costa Rica**. <http://www.iucnredlist.org/search> .

UNA (2013). *Memorias descriptivas de los proyectos de desarrollo de infraestructura propuestas por la Universidad Nacional para los campus “Omar Dengo”, “Benjamín Núñez”, “Liberia”, “Nicoya”, “Sarapiquí”, “Pérez Zeledón”, “Coto” y el “Centro de Recreo”*.

UNA (2013). *Sistema de consulta en línea de la oferta académica de la Universidad Nacional en las distintas sedes regionales (<http://www.una.ac.cr/index.php/m-carreras>)*.

UNA (2013). *Universidad Nacional 1973-2013: 40 años de educación superior por el bien común (http://www.una.ac.cr/campus/ediciones/2013/suplementos/aniversario_40.pdf)*.

Vahrson y Alfaro. 1995. **Intensidad, Duración y Frecuencia de Lluvias Para Diferentes Zonas del País**. San José.

Vahrson W.-G., Arauz I, Chacón R., Hernández G, Mora S.1990. **“Amenaza de Inundaciones en Costa Rica; América Central, Comentarios al Mapa 1:500.000”**. Informe a la Comisión de Emergencia Nacional (CNE) y al Centro de Prevención de Desastres Naturales en América Central (CEPREDENAC)

Villón Bejar, Máximo. **“Hidrología”**. Editorial Instituto Tecnológico.

Páginas de internet consultadas:

<http://www.cites.org/esp/app/appendices.shtml>

<http://www.iucnredlist.org/>

***CAPITULO VI MARCO JURIDICO QUE REGULA LA
GESTIÓN AMBIENTAL DE LAS ACTIVIDADES, OBRAS O
PROYECTOS EN COSTA RICA***

***PROYECTO CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIO FORMACIÓN
INTEGRAL Y PERMANENCIA RESIDENCIAS LIBERIA***

Universidad Nacional



GUANACASTE, LIBERIA, LIBERIA

2014

Cuadro 6.1
Resumen del Marco Jurídico que afecta al Proyecto

Instrumento Jurídico	Numero y promulgación	Publicación	Orden (calificación de la regulación)	Artículos aludidos	Restricciones, sanciones, o beneficios	Explicación de influencia en el proyecto
Ley de Aguas	Nº. 276 de 27 de agosto de 1942	Publicada en la Gaceta Nº 190 de 28 de agosto de 1942	B	1, 6, 7, 8, 10, 69, 75, 145, 146,	Señala las pautas para el aprovechamiento de aguas superficiales y subterráneas, y la necesidad de obtener concesión para su aprovechamiento. También se refiere al aprovechamiento de las aguas públicas para efectos de navegación. Así como las medidas para la conservación de árboles para evitar la disminución de las aguas.	Da la pauta para el aprovechamiento de las aguas, y las restricciones que las mismas soportan.
Reglamento de Perforación y Explotación de Aguas Subterráneas	30387-MINAE-MAG	La Gaceta Nº 104 del 31 de mayo del 2002	C	7, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18	Indica los pasos, requisitos y las sanciones que se necesitan, así como las pautas técnicas para efectuar la perforación en forma adecuada.	Da los lineamientos para perforar pozos para la extracción de agua
Ley de Construcciones	Decreto Ley Nº 833 del 2 de noviembre de 1949	Año 1949, sem 2, tom 2, pag. 637	B	4, 27, 44, 56, 58, 71,	Fija en términos muy generales lo referente a la construcción de obras, por lo que implica al proyecto como tal. Y dicta algunas restricciones en cuanto a alturas, evacuación de aguas residuales, etc.	Señala los lineamientos generales para desarrollar proyectos constructivos.

Instrumento Jurídico	Numero y promulgación	Publicación	Orden (calificación de la regulación)	Artículos aludidos	Restricciones, sanciones, o beneficios	Explicación de influencia en el proyecto
Reglamento de Construcciones		Publicada en la Gaceta Nº 56, Alcance Nº 17 del 22 de marzo de 1983	B	Capítulos II, IV, V, VIII, IX, XI, X, XIV, XX, XXI, XXII, XXIII, XXIV, XXV, XXVI, XXVII, XVIII, XXIX, XXX, XXXII, XXXIII, XXXIV, XXXV.	Norma absolutamente todo lo referente a la construcción de obras, cubriendo desde aspectos meramente constructivos hasta obligatoriedad por parte del desarrollador para con los trabajadores	Es complementario a las disposiciones contenidas en la Ley de Construcciones con la adición de otros reglamentos publicados
Ley General de Caminos Públicos	Nº 5060	Publicada en la Gaceta Nº 158 del 5 de septiembre de 1972	B	7, 13, 20, 21, 30, 31, 32	Dado que el proyecto se construye en una zona con relativo poco acceso, estos artículos señalan las obligaciones que se deben tener en caso de que se considere oportuno construir algún camino en el área de proyecto	La ley señala cuales y como están compuestos los diferentes caminos de acceso existentes, así como las obligaciones que tienen los propietarios de las tierras por donde pasen
Reglamento de Vertidos y Reuso de Aguas Residuales	Decreto Ejecutivo Nº 26042-S-MINAE del 14 de abril de 1997	Publicado en la Gaceta Nº 117 del 19 de junio de 1997	C	Capítulos I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII.	Señala como se debe realizar el control sobre los vertidos, los límites máximos de contaminación y la periodicidad del muestro	Al utilizar el proyecto planta de tratamiento debe de adoptar la normativa de forma integral sobre vertidos y reuso de aguas residuales.

Instrumento Jurídico	Numero y promulgación	Publicación	Orden (calificación de la regulación)	Artículos aludidos	Restricciones, sanciones, o beneficios	Explicación de influencia en el proyecto
Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos	Nº 7779 del 30 de abril de 1998	Publicado en la Gaceta Nº 97 del 21 de mayo de 1998	B	20, 22, 23, 33, 44, 52	Obligatoriedad de proteger y efectuar practicas adecuadas para la conservación de los suelos, especialmente en cuanto escorrentía y contaminación se refiere, y las consecuencias de presentarse situaciones anormales	Da la pauta para la protección, conservación y mejoramiento de los suelos
Reglamento a la Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos	Decreto ejecutivo Nº 29375 MAG-MINAE-S-HACIENDA-MOPT del 8 de agosto del 2000	Publicado en la Gaceta Nº 57 del 21 de marzo del 2001	C	1, 2, 58, 67, 68, 72, 73, 74, 75, 82, 88.	Establece las prohibición de efectuar quemas, así como evitar la contaminación de los suelos, también indica el manejo de aguas que se debe hacer para evitar la erosión que se pueda producir por movimientos de tierra	Señala la necesidad de conservar y mejorar los suelos, evitar la erosión y degradación que se dé por diversas causas naturales o artificiales, de forma que se lleve a cabo un manejo integrado y sostenible de los suelos en armonía con los demás recursos y riquezas naturales en todo el territorio nacional
Ley de Conservación de la Vida Silvestre	Nº 7317 del 30 de octubre de 1992	Publicada en la Gaceta Nº 235 del 7 de diciembre de 1992	B	14, 18, 82, 83, 132	Indica sobre la protección que hay que tener con la vida silvestre, y las restricciones sobre actividades como caza y pesca y comercio. También indica las restricciones existentes sobre los refugios de vida silvestre	Establece las regulaciones sobre la vida silvestre tanto continental, insular y marítima.

Instrumento Jurídico	Numero y promulgación	Publicación	Orden (calificación de la regulación)	Artículos aludidos	Restricciones, sanciones, o beneficios	Explicación de influencia en el proyecto
Reglamento a Ley de Conservación de la Vida Silvestre	Decreto ejecutivo N° 26435-MINAE del 01 de octubre de 1997	Publicado en la Gaceta N° 233 del 3 de diciembre de 1997	C	Del 80 al 104	Define todo, lo relacionado con el uso que se puede efectuar en un Refugio de vida Silvestre	Establece la reglamentación necesaria para operacionalizar la puesta en práctica la ley
Ley Forestal	N° 7575 del 13 de febrero de 1996	Publicada en Alcance a la Gaceta N° 72 del 16 de abril de 1996	B	2, 19, 33, 34,	Señala las actividades autorizadas y las áreas de protección. La prohibición para talar en áreas protegidas	Indica las restricciones que presentan las áreas forestales.
Reglamento a la Ley Forestal	Decreto Ejecutivo N° 25721-MINAE del 17 de octubre de 1996	Publicado en la gaceta N° 16 del 23 de enero de 1997	C	Ninguno en específico	Atañe al proyecto en la medida que da los lineamientos para hacer uso del bosque con fines forestales y comerciales , que para el caso de análisis no se llevara a cabo	Establece la reglamentación necesaria para operacionalizar la puesta en práctica la ley
Ley de Biodiversidad	N° 7788 del 30 de abril de 1998	Publicado en la Gaceta N° 101 del 27 de mayo de 1998	B	49, 50, 51, 53, 54, 55, 56, 58, 60, 61, 92, 93, 94, 95, 96, 97.	Indica las restricciones para con las especies animales y vegetales. Así mismo señala lo relacionado con las áreas silvestres protegidas, y la necesidad de realizar Estudios de Impacto Ambiental	Señala las pautas para la conservación y uso de ecosistemas y especies. La existencia de áreas de conservación. La necesidad de realizar evaluación ambiental

Instrumento Jurídico	Numero y promulgación	Publicación	Orden (calificación de la regulación)	Artículos aludidos	Restricciones, sanciones, o beneficios	Explicación de influencia en el proyecto
Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido	Decreto ejecutivo Nº 28718-S del 15 de junio del 2000	Publicado en la Gaceta Nº 155 del 14 de agosto del 2000	C	20, 21, 22, 23, 24, 25, 28.	Señala los parámetros establecidos para la emisión máxima de ruido según las actividades a desarrollar	Da la pauta para la protección de la salud de las personas y del ambiente, de la emisión contaminante de ruido proveniente de fuentes artificiales.
Reglamento para la Regulación del Sistema de Almacenamiento y Comercialización de Hidrocarburos	Nº 30131-MINAE-S	La Gaceta Nº 43 01 de marzo de 1992	C	54.6, 54.9.3, 58.1.31, 58.3º	Regula la forma de almacenar y dispensar los combustibles.	Da la pauta en cuanto a los lineamientos a seguir en relación a el almacenamiento de productos especialmente combustibles para la lanchas.
Código de Trabajo	Nº 2 del 23 de agosto de 1943	Publicado en la Gaceta Nº 192 del 29 de agosto de 1943	B	En términos generales todos	Señala las obligaciones, y deberes que se deben tener para con los trabajadores que laboren en el proyecto	Influencia el proyecto en las medida que regula la relación trabajador – patrono en las etapas de construcción y operación
Ley sobre Riesgos del Trabajo	Nº 6727 del 24 de marzo de 1982	Publicada en la Gaceta Nº 57 del 24 de marzo de 1982	B	Del 193 al 273	Determina la cobertura que tiene el trabajador en caso de accidente de tipo laboral, así como la remuneración porcentual según los diversas lesiones que se puedan presentar	Señala esencialmente la obligatoriedad del desarrollador del proyecto, que es el patrono, de asegurar a sus trabajadores contra riesgos del trabajo por medio del INS

Instrumento Jurídico	Numero y promulgación	Publicación	Orden (calificación de la regulación)	Artículos aludidos	Restricciones, sanciones, o beneficios	Explicación de influencia en el proyecto
Ley Orgánica del Ambiente	Ley Nº 7554 del 4 de octubre de 1996	Publicada en la Gaceta Nº 215 del 13 de noviembre de 1995	B	17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 32, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 59, 62, 64, 65, 69	Indica la necesidad de evaluación ambiental, y la potestad del poder ejecutivo por medio del MINAE para establecer Áreas Silvestres Protegidas, y para proteger los recursos marinos, costeros y humedales. Obligatoriedad de proteger el aire, el suelo, y las aguas de la contaminación.	Señala o da la pauta para hacer un uso adecuado del medio ambiente, sean marinos costeros o humedales. Necesidad de proteger los elementos del medio de la contaminación producto de su uso
Reglamento General sobre los Procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Decreto Ejecutivo Nº 31849-MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC del 24 de mayo del 2004	Publicado en la Gaceta Nº 125 del 28 de junio del 2004	C	Capítulos, II (sección VII, artic. 27, 28, 29)), III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XI, XII.	Señala cuales son las evaluaciones a seguir según el tipo de proyecto, y los pasos a seguir para una correcta puesta en práctica desde una perspectiva ambiental. Así mismo señala las consecuencias de ejecutar proyectos sin haber efectuado la tramitación que solicita la SETENA.	Define los requisitos y procedimientos generales por lo que se determina la viabilidad ambiental a las actividades, obras o proyectos nuevos.

CAPITULO VII DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE FISICO

PROYECTO CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIO FORMACIÓN INTEGRAL Y PERMANENCIA RESIDENCIAS LIBERIA

Universidad Nacional



GUANACASTE, LIBERIA, LIBERIA

2014

7. DESCRIPCION DEL AREA DEL PROYECTO

7.1. Geología o aspectos geológicos regionales

La zona de estudio se ubica dentro de la cuenta intraarco entre el antearco de Santa Elena-Nicoya que se extiende por la península de Nicoya en dirección noroeste – sureste y el arco interno o Cordillera Volcánica de Guanacaste al noreste. Esta península se compone en su mayoría por rocas volcánicas de fondo oceánico del Complejo Ofiolítico de Nicoya y otras rocas sedimentarias del Cretácico y Terciario Inferior, que han ascendido por procesos tectónicos a lo largo del tiempo geológico. La geología presente en el AP y el AID corresponde principalmente con depósitos volcánicos de caída y de flujo asociados con el vulcanismo de la región norte del país durante el Plio-Pleistoceno, vulcanismo asociado con los volcanes Tenorio, Miravalles y Rincón de la Vieja.

La figura 6 es un mapa geotectónico de Costa Rica donde se aprecia la ubicación del AP.

La geología de la hoja Monteverde escala 1:50 000 ha sido poco estudiada y no se cuenta con mapas a detalle de la zona, por lo que se trabaja con los mapas elaborados por Denyer & Alvarado (2007), Arias & Denyer (1992), Civelli et al. (2005) e Instituto Geográfico Nacional (1980). La figura 2 (Mapa Geológico) muestra las áreas del análisis de este estudio, se puede observar en dicho mapa que en la zona de Liberia aflora las unidades de ignimbritas asociadas a la Formación Bagaces y Liberia.

Formación Bagaces

Esta formación fue denominada por Dóndoli (1950) como: “Toba Gris”. Posteriormente Denyer (1962a) la definió con el nombre de Formación Bagaces. A la misma se le asigna edad Pleistoceno Temprano (Proyecto Acuasub, 1975). De acuerdo con Gillot et al (1994) esta posee un rango temporal de 8 m.a hasta 1.6 m.a por medio de dataciones K-Ar.

Su definición más básica la describe como tobas de composición dacítica, principalmente del tipo ignimbríta y por sedimentos lacustres asociados. Además para Gillot et al (1994) esta formación corresponde con un 100+/-40 km³ DRE de magma dacítico. Donde se puede estimar una potencia total del rango entre 300 a 400 m (Proyecto Acuasub, 1975). Esta formación de acuerdo con Bohnenberger (1968) cubre una superficie de 250 km², que forma cerros relictos bajos, constituidos por una capa subhorizontal de materiales piroclásticos. De forma breve se puede subdividir en 3 miembros: Inferior, Intermedio y Superior.

El Miembro Inferior se describe como productos de procesos lacustres y fluviolacustres. En la escarpada del Río Tempisque y hacia el norte y noreste este miembro se compone de arenas y arcillas cenicientas, las cuales alternan con lapilli, y presentan algunos horizontes de grava y algunos fósiles litorales. Estos sedimentos, en general, contienen mucha ceniza y algo de arcilla, y aunque se encuentran bien compactados, no son duros y el espesor se estima de 100 a 160 m (Proyecto Acuasub, 1975).

El Miembro Intermedio está constituido por ignimbritas, lavas y tobas aglutinadas. Existen tobas columnares, bien expuestas, que afloran al suroeste de la Hacienda El Real Cerca de las Haciendas Palenque y Pelón de la Bajura, aflora una ignimbríta densa y fracturada, que conforma la base de este miembro. Sobre la ignimbríta hay algunas tobas arenosas, y un manto de lava que se interpreta como un manto continuo en una extensa área por el análisis de perforaciones y

afloramientos. La lava es un basalto olivínico porfirítico y frecuentemente vesicular. Se presenta desde fracturada y con grietas, hasta laminadas. Cuenta con un espesor total de 40 a 50 m (Proyecto Acuasub, 1975).

Por último, el Miembro Superior está constituido por toba aglomerada, toba soldada y material heterogéneo compuesto por tobas de distinta textura, que se encuentran entre suelos fosicementados por cenizas, a veces simplemente compactadas, y otras conglomeradas. Las grietas son frecuentes, y están rellenas por material residual. Estas tobas están formadas fundamentalmente, por material heterogéneo, detrítico, con fragmentos líticos, escorias residuales, cuarzo y vidrio volcánico, este Miembro Superior tiene un espesor de 25 a 35 m (Proyecto Acuasub, 1975).

En la región de Cañas, en el SE, las litologías de la parte superior de la Formación Bagaces son particularmente complejas. Al tope de la Formación Bagaces aparece un suelo fósil, arcilloso, rojizo, muy definido, de no más de 5 m de espesor. (Bolaños ,1984). De acuerdo con Civelli et al (2005) esas sobreyacen localmente a las lavas de Taboga (Grupo Aguacate), ubicadas más al SE de la hoja Tierras Morenas.

Formación Río Liberia

Originalmente llamada “toba blanca” por Dóndoli (1950), Formación Liberia por Dengo (1962b) y Río Liberia por Chiesa (1991). Chiesa et al. (1992), subdividen la Formación Liberia (sensu Dengo, 1962b), en Formación Río Liberia y en Formación Guayabo.

Se caracteriza por presentar intercalaciones de depósitos de caída, flujos y oleadas piroclásticas, que presentan una matriz tobácea poco a moderadamente compactada, con abundante vidrio volcánico triturado (shards), pómez y minerales primarios como cuarzo, plagioclasas, biotita y anfíbol.

Toba con anfíbol

Barahona et al. (2001) hacen referencia a una toba pumícea verdosa, rica en anfíbol, que se presenta en la sección inferior de la formación. Constituye una alternancia de capas de caída y flujos piroclásticos de tonalidades verdes y amarillentos; con un grado de compactación relativamente bajo, la cual alcanza su máximo espesor de 4 m, en la localidad de Curubandé y espesores mínimos de 0,5 m hacia el sur. Compuesta por un 15– 20% de pómez blancuzcas (15x10 cm de diámetro), 25% de fragmentos líticos en su mayoría de lavas andesíticas y cumulitos con tamaños que varían desde milimétricos hasta centimétricos, 10 -15% por cristales de plagioclasa, cuarzo y magnetita, con tamaños < 3 mm, 10% cristales de anfíboles dentro de una matriz tobácea generalmente blancuzca o rosada, la cual ocupa un 55 – 60%.

Toba con biotita

Sus características son muy similares a la anterior y lo que varía es el contenido de anfíboles y biotita. Se caracteriza por ser un depósito caótico que presenta una alternancia de capas de caída, con laminación paralela, muy friable, las cuales pueden ser observadas en un tajo carretera al cerro Torre y capas de flujos masivos moderadamente compactados; compuestos por vidrio pardo (60%), plagioclasa (5%), cuarzo corroído (5%), hornblenda verde (3%), biotita hidroxilizada (7%), vesículas (8%) y 12% de pómez con textura fibrosa.

Las capas de caída, flujos piroclásticos y oleadas piroclásticas se presentan separadas por contactos netos y no se observan paleosuelos o superficies erosionadas, lo cual evidencia un carácter intermitente del periodo eruptivo.

En el sur del área sobreyace discordante a la Ignimbrita Río Colorado, al noreste a la Unidad Curubandé, al suroeste y al norte sobreyace disconformemente a la Formación Alcántaro en contacto con un paleosuelo bien desarrollado. Al noroeste del área es sobreyacida por depósitos caóticos de debris flow (Subunidad Congo) y hacia el sureste, en la margen izquierda del río Negro, por la Unidad Guachipelín.

Alvarado et al. (1992) y Gillot et al. (1994), basados en dataciones K–Ar, le asignan una edad de 1,6 ±0,2 Ma. Dengo (1962b) plantea que esta formación proviene de las faldas del Rincón de la Vieja evidenciado por la forma y distribución de los depósitos. Chiesa (1991), Funnaioli & Rossi (1991) y Kempter (1997) le asignan un origen relacionado con una caldera ubicada en el área de los domos de Cañas Dulces. En perforaciones realizadas por el Instituto Costarricense de Electricidad se ha encontrado una toba biotítica con espesores de más de 100 m, que se puede interpretar como un depósito intracaldérico y que indica que estos y otros flujos rellenaron la caldera.

Depósitos Cuaternarios

En el área los depósitos aluviales y coluviales se presentan dentro del cauce del río Liberia, se caracterizan por su poca extensión al ser corrientes erosivas.

7.1.1 Aspectos Geológicos Locales

La unidad geológica superior constituye materiales limosos de color café, resultado de la alteración de las rocas de la Formación Liberia. En la Fotografía 1, se observan las condiciones del material. Por lo plano del AP no es posible apreciar afloramientos de buena calidad. Sin embargo es posible inferir por la geología de los alrededores de Liberia, que la unidad superior consiste de depósitos piroclásticos consolidados y de textura arenosa de a Formación Río Liberia, los cuales se encuentran meteorizados a suelos areno limosos de color café.



Fotografía 7.1. Condiciones del suelo en el AP, su textura es media a fina, de color café

7.1.2 Análisis estructural y evaluación

A nivel local en la finca del AP no se observaron fallas geológicas locales que limiten o afecten las unidades geológicas superficiales. Tampoco se observó ninguna tendencia estructural en las rocas, además dada las características de la topografía del sitio, no hay evidencia de estructuras.

La Formación Río Liberia presenta una forma tabular con un basamento discordante con la Formación Bagaces subyacente. Su espesor puede alcanzar los 30 hasta 50m. Por la génesis y edad de esta formación, no está afectada por estructuras geológicas como pliegues, fallas y en superficie no se aprecian los contactos inferiores. La principal estructura geológica cercana corresponde con el eje de basculamiento de Liberia, el cual está asociado a la tectónica de placas y el basculamiento de la Península de Nicoya por el empuje de la Placa Cocos.

7.1.3 Mapa geológico del AP

La **Figura 7.1**, corresponde con el Mapa Geológico Local del AP y AID de acuerdo con las observaciones e interpretaciones de campo realizadas en la finca del proyecto.

7.1.4 Caracterización geotécnica

Se llevaron a cabo 5 perforaciones en el AP a cargo de la empresa Vieto (diciembre, 2013), con profundidades máximas de 6,0 a 8,4m. Se describe a continuación los resultados obtenidos:

Capa A: arena arcillosa de color café (SC), de densidad variable entre suelta y medianamente densa, con resistencia seca media. Aparece de 0 a 3,3m.

Capa B: arcilla limosa de media plasticidad de color blanca (CL), de consistencia variable entre rígida y muy rígida, resistencia seca media. Aparece entre 3,3 y 4,2m de profundidad.

Capa C: arena limosa de color café con tramos blancos (SM), de densidad variable entre suelta y densa, de resistencia seca variable entre baja y media. Aparece entre 4,2 y 8,4m de profundidad.

En todas las perforaciones se reportan niveles freáticos a profundidades entre 4,8 y 5,4m para el momento de ejecución de las perforaciones, al final de la época lluviosa. Este nivel puede estar asociado al acuífero Liberia que se encuentra somero en los alrededores del oeste de Liberia, debido a la influencia del río Liberia que podría catalogarse como un río influente.

7.2. Descripción Geomorfológica

7.2.1 Descripción Geomorfológica Local

Geomorfológicamente se ha definido una unidad informal de tipo denudacional de baja a nula pendiente sobre las rocas ignimbríticas de Liberia (Mapa Geomorfológico). El sector de Liberia se encuentra sobre los depósitos ignimbríticos de caldera descritos anteriormente, los cuales originan topografías homogéneas sumamente horizontales con buzamientos inferiores a los 5° inclinados hacia el suroeste, con algunas ondulaciones menores.

Los cauces en el sitio son de tipo erosivo de poca profundidad encajando entre la unidad ignimbrítica, con sistemas que pasan de radial a rectangular hacia la base del macizo del Miravalles.

Unidades de pendiente en el AP

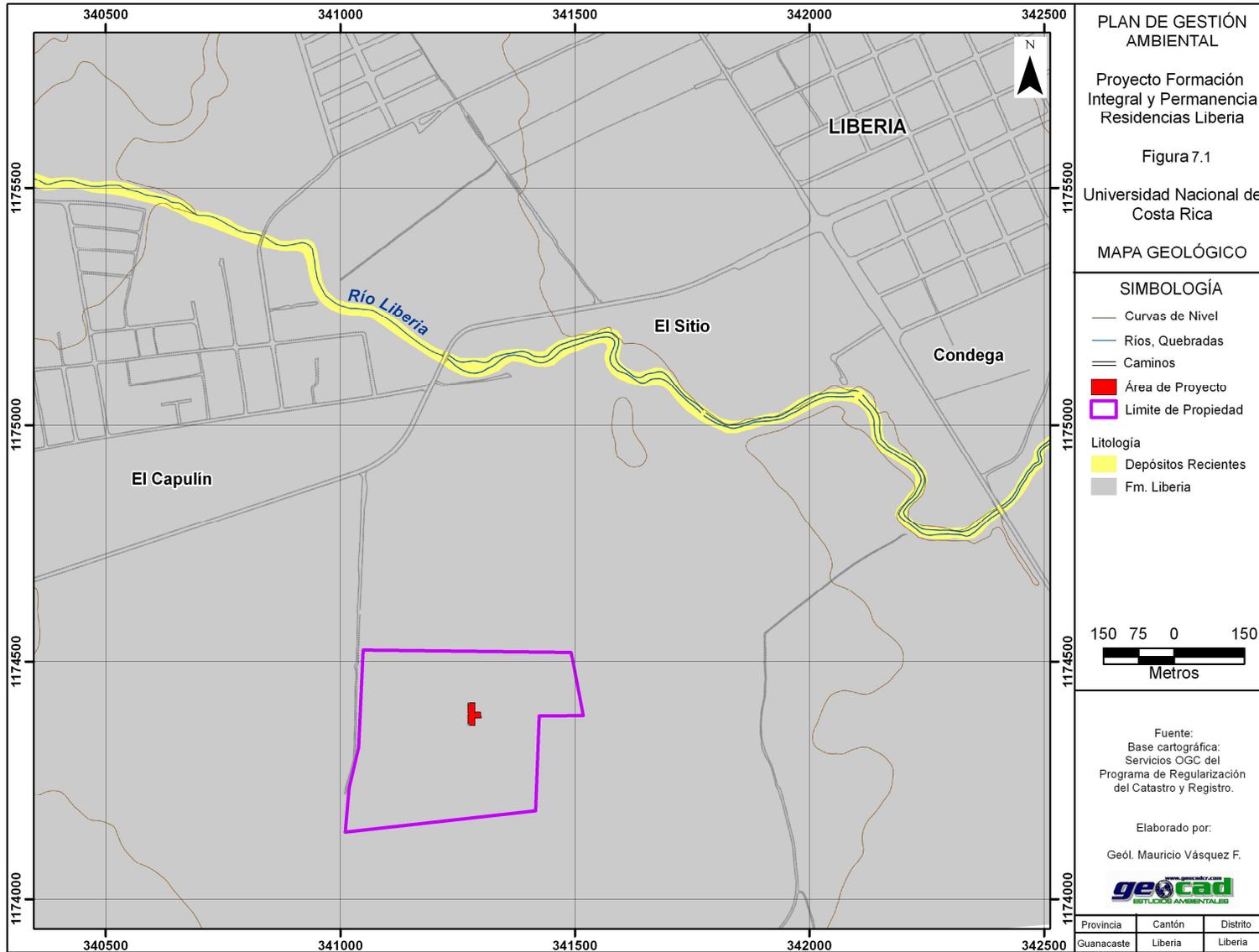
La totalidad del AP se ubica dentro de una unidad de pendiente baja con menos del 5° de inclinación, la superficie en general es plana. Las características del AP son favorables para la construcción de obras como las que se proyectan, se estima que no se requieren de conformación de taludes y los movimientos de suelos para acondicionar la superficie en las áreas de construcción se estima que es bajo. La Fotografía 2 son vistas del AP y la unidad de pendiente.

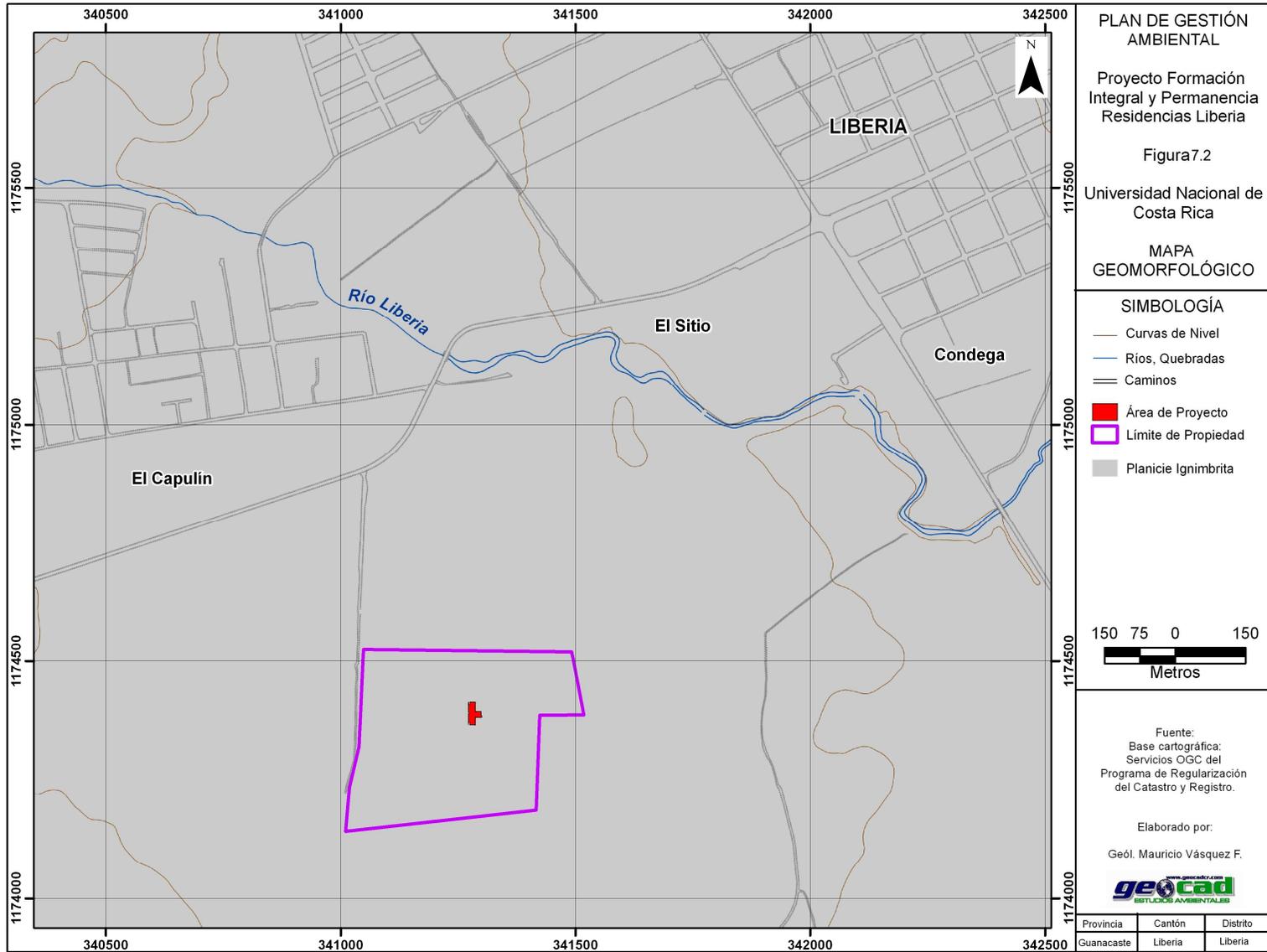


Fotografía 7.2. La topografía el AP es plana, hacia el lado sur, del sitio de proyecto se ubica un quebrada la cual no presenta niveles importantes de caudal, a pesar de ello se ha establecido un tipo muro en dicha sección.

7.3 Suelos

Este apartado fue en su totalidad desarrollado por la empresa perforadora Vieto ingenieros consultores para la Universidad Nacional, por lo que se anexa al presente estudio el informe correspondiente.





.4. Clima

A continuación se hará un análisis de las principales variables climáticas y de las cuales se dispone de información, esta corresponde a la Estación Liberia (Aeropuerto Daniel Oduber Quirós) (74020), situada en las cercanías de la zona en donde se desarrolla el proyecto.

Precipitación

La distribución de la lluvia sigue el comportamiento típico que se manifiesta en la zona del Pacífico, impuesto por el desplazamiento de la Zona de Convergencia Intertropical y la configuración de los ejes estructurales del país. Como todo régimen de tipo ecuatorial, la región presenta dos máximas y dos mínimas de precipitación, las que se consideran están regidas por el paso aparente del sol por el cenit a los 10 grados de latitud norte.

Según los datos analizados, los cuales proceden de los registros de más de 20 años, de la estación Liberia, se logro caracterizar el comportamiento de la precipitación. Se puede observar que la primera máxima ocurre en el mes de junio con un promedio histórico de 276,8 mm y la segunda en el mes de setiembre con un promedio de 330,9 mm, como se puede observar la primera máxima es de menor intensidad.

ESTACION METEOROLOGICA LIBERIA (AEROPUERTO DANIEL ODUBER QUIROS)
LATITUD:10° 36 N, LONGITUD: 85° 32 W, ELEVACION 85 MSNM
REGISTRO PLUVIOMETRICO EN MM
PROMEDIOS MENSUALES Y ANUAL. PERIODO: 1975-2007

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
1,1	1	7,7	41,7	200,9	276,8	146,1	221,9	330,9	270,1	85,7	12,1	1596,2

Las dos máximas son ocasionadas por la llegada de los vientos ecuatoriales del oeste o suroeste, así como al debilitamiento en el flujo de los alisios del noreste. Las lluvias durante las dos máximas se caracterizan por ser muy fuertes o de gran intensidad, pero de relativa corta duración, a causa del fuerte calentamiento al encontrarse el sol sobre el cenit. Este fenómeno provoca fuertes lluvias convectivas que actúan sobre la humedad que introducen los vientos del suroeste o ecuatoriales el oeste

En cuanto a las mínimas la región presenta una larga estación seca, con una precipitación menor de 10 mm en promedio. Este fenómeno es producto de la acción del alisio del noreste, el cual después de provocar las máximas lluvias en la vertiente Caribe, ascienden por las laderas del sistema montañoso y al llegar la línea de crestas provocan subsidencia. Seguidamente este viento desciende seco hacia las llanuras del Pacífico por el efecto Foehn, causando una larga estación seca.

Por su parte la mínima que se presenta en el mes de julio (146,1 mm) y denominada también como veranillo de San Juan es producto del desplazamiento del ZCI la cual se mueve hacia el sur. Esta segunda mínima se considera en realidad como un receso dentro del periodo de lluvias, que tiene una duración aproximada de 15 días.

Temperatura.

Costa Rica posee una posición geográfica (10° Norte en promedio), que hace que cada día el sol se eleve muy alto en el horizonte, describiendo una trayectoria que pasa muy cercana al cenit,

durante todos los meses del año. Como consecuencia, los rayos solares llegan con gran perpendicularidad y hacen que la radiación solar anual recibida sea muy alta.

Esta radiación recibida durante el año por la superficie del territorio costarricense, hace que las temperaturas sean en general superior a los 18° C, con excepción de las partes altas del relieve, en donde se registran temperaturas menores.

ESTACION METEOROLOGICA LIBERIA (AEROPUERTO DANIEL ODUBER QUIROS)

LATITUD:10° 36 N, LONGITUD: 85° 32 W, ELEVACION 85 MSNM

REGISTRO TEMPERATURAS MAXIMAS, MEDIAS Y MINIMAS EN °C

PROMEDIOS MENSUALES Y ANUAL. PERIODO: 1976-2007

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
MAXIMA	33,4	34,4	35,4	36	34,1	32,1	32,1	31,9	31,3	31,1	31,7	32,6	33
MINIMA	20,7	21	21,6	22,7	23,3	23	22,8	22,5	22,3	22	21,4	20,9	22
MEDIA	27	27,7	28,5	29	28,7	27,6	27,4	27,2	26,8	26,5	26,5	26,7	27,5

Se analizó lo correspondiente a las temperaturas máximas, mínimas y promedio. Se puede observar que el comportamiento de la temperatura es relativamente constante presentándose dos variaciones de importancia, a las cuales se hará referencia más adelante cuando se analice lo correspondiente a las temperaturas máximas y mínimas.

Con relación a la temperatura máxima tenemos que en los meses de marzo y abril, son los que presentan mayores valores (35.4 y 36.0 °C respectivamente), temperatura que ocurre por lo general hacia el medio día; y que coinciden con la disminución de la precipitación en esos meses. Es conveniente señalar que las temperaturas máximas es por lo general mayor de los 31 °C.

La temperatura mínima por su parte presenta los menores registros durante dos períodos, el primero en los meses de setiembre a noviembre (22.4°C), provocados por la presencia de campos nubosos, típicos de la época de mayor precipitación mientras que el segundo en diciembre, enero y febrero presentando para esos meses registros de 20.9, 20.7 y 21.0°C, provocados por la llegada de las masas de viento provenientes de los sistemas montañosos, las cuales por lo general son vientos secos relativamente fríos y que soplan con mucha intensidad especialmente durante las últimas horas de la tarde y la noche

En cuanto a la temperatura promedio, el mayor valor se da en el mes de abril (29.2 °C), coincidiendo con el mes de mayor temperatura máxima, por su parte los meses con menor temperatura promedio son octubre y noviembre (26.5 °C) coincidiendo con los meses de menor temperatura mínima señalados para el primer período.

Brillo Solar

La insolación es el número máximo de horas de sol que es posible, el cual está determinado por el movimiento de traslación del sol en relación con la tierra. El número de horas de sol que se registran en un punto cualquiera depende de la latitud, de la época del año, del espesor de la capa de nubes, de la transparencia de la atmósfera, del contenido de humedad y la latitud del lugar.

ESTACION METEOROLOGICA LIBERIA (AEROPUERTO DANIEL ODUBER QUIROS)

LATITUD:10° 36 N, LONGITUD: 85° 32 W, ELEVACION 85 MSNM

REGISTRO BRILLO SOLAR EN HORAS Y DECIMAS DE HORA

PROMEDIOS MENSUALES Y ANUAL. PERIODO: 1975-2007

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
9,4	9,9	9,6	8,9	6,6	5,5	5,9	5,7	5,2	5,6	6,7	8,3	7,2

En el caso específico de análisis tenemos que es durante el período que comprende la estación seca, en los que se registran los mayores valores de brillo solar, siendo febrero y marzo los meses con mayores valores (9.9 y 9.6 horas diarias en promedio), durante esta época la presencia de nubes en la zona es mínima, por lo que los rayos solares inciden directamente sobre la superficie, lo anterior está asociado con el movimiento aparente del sol, el cual se encuentra durante esta parte del año en desplazamiento hacia el Ecuador y en esos meses esta irradiando perpendicularmente sobre nuestro país.

Durante la estación lluviosa el número de horas de brillo solar disminuye, producto de la presencia de campos de nubosidad más permanentes, los cuales provocan la reflexión de la radiación hacia la atmósfera, de ahí que los meses con menores valores, sean los comprendidos de junio a octubre y el valor promedio de los mismos sea de alrededor de 5.5 horas.

Humedad

La humedad relativa se entiende como el porcentaje de vapor de agua por unidad de volumen. Para la zona en estudio el promedio de humedad relativa mensual es de 74%. Sin embargo en los meses de mayor precipitación (setiembre y octubre) el valor es de 86%, mientras que en los meses que corresponden a la estación seca enero, febrero, marzo y abril los valores oscilan entre 60 y 64%, lo cual es proporcional a la cantidad de lluvia precipitada.

ESTACION METEOROLOGICA LIBERIA (AEROPUERTO DANIEL ODUBER QUIROS)

LATITUD:10° 36 N, LONGITUD: 85° 32 W, ELEVACION 85 MSNM

REGISTRO HUMEDAD EN %

PROMEDIOS MENSUALES Y ANUAL. PERIODO: 1975-2007

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
64	62	60	62	73	83	79	82	86	86	81	71	74

El que la humedad relativa se mantenga siempre por encima del 60%, hace que este clima se considere como un clima húmedo seco tropical (AW), con estación contrastada y más de 70 días secos.

La ausencia de lluvias a pesar de la humedad del ambiente se debe al aumento de la capacidad del aire para retener humedad, producto de las altas temperaturas, lo que impide alcanzar el punto de rocío durante los meses secos.

Viento

El viento es uno de los parámetros meteorológicos que incide más en la modificación del clima de un lugar, ya que transporta las masas de aire de un lugar a otro, lo que provoca cambios positivos o negativos en las condiciones climáticas.

ESTACION METEOROLOGICA LIBERIA (AEROPUERTO DANIEL ODUBER QUIROS)

LATITUD:10° 36 N, LONGITUD: 85° 32 W, ELEVACION 85 MSNM

REGISTRO VIENTO EN KM/H

PROMEDIOS MENSUALES Y ANUAL. PERIODO: 1975-2007.

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
18,4	20,3	19	15,7	10,1	7,4	10,1	9,2	6,6	6,3	8,2	14,3	12,2

La dirección del viento se da en función de la dirección predominante de donde viene la masa de aire. Según los datos disponibles se tiene que la dirección predominante del viento en las cercanías al área de estudio presenta un componente a saber, o sea la dirección predominante es del este durante todo el año, sin embargo durante la estación seca o sea de diciembre a abril se presentan velocidades por encima de los 14 km./h, mientras que el resto del año se presentan velocidades de 10 km/h o menos.

Estos vientos predominantes del noreste son los alisios que provienen de esa misma dirección los cuales descienden secos después de provocar precipitación en el Caribe, estos vientos por efecto de la subsidencia y por la sequedad que presentan bajan a mayor velocidad, de ahí que sean en este período que se presenten las mayores magnitudes en lo que a velocidad se refiere.

Caracterización del clima

Finalmente y tomando como base el criterio expuesto por Herrera, así como las condiciones meteorológicas presentes en la zona podemos señalar que estas equivalen a un clima subhúmedo seco, muy caliente, con un período o períodos de gran exceso de agua, las principales características son:

Descripción: Clima subhúmedo seco, muy caliente, con un exceso moderado de agua

Precipitación en mm:	1300-1700
Evapotranspiración potencial en mm	>1710
Temperatura promedio anual en °C	>27
Índice de aridez (%): muy grande	>20
Índice de humedad (%): moderado	16.7 – 33.3
Índice hídrico (subhúmedo seco)	-33.3 - 0
Época de exceso de agua: Junio, Julio, Agosto, Setiembre y Octubre	
Estación seca (con déficit de agua): Diciembre, Enero, Febrero, Marzo y Abril	

7.5 Hidrología

7.5.1 Aguas Superficiales

Debido a la localización del proyecto no se puede ubicar el AP dentro de una de las cuencas principales del país.

Dada la topografía de la zona donde se desarrollará este proyecto, no se puede definir claramente a que microcuenca pertenece el área de proyecto. Se puede afirmar que sería una microcuenca sin nombre afluente del Río Liberia, cerca de la ciudad de Liberia, no obstante no queda claro si las aguas se dirigen hacia el Norte o hacia el Sur de la propiedad. La extensión de esta microcuenca no

puede ser estimada debido a que la topografía existente no es suficientemente clara y precisa como para poder determinar la dirección de la aguas.

Considerando las condiciones del terreno a nivel local, se puede estimar que ésta es una microcuenca pequeña y que forma parte de un sistema fluvial mucho más complejo. Dentro de este concepto se puede anotar que esta microcuenca es afluente del Río Liberia; esta, a su vez, es afluente del Río Tempisque.

No es posible calcular cuánto porcentaje representa el área de proyecto sobre el área de la microcuenca directamente afectada, además no se reportan problemas de inundación en la zona del desarrollo. Debido a lo anterior se considera que no es necesario incluir un análisis mayor de la microcuenca sin nombre afectada por las futuras obras.

7.5.1.1 Cotas de Inundación

Con base en el conocimiento de las poblaciones locales, fundamentado en los mapas de riesgo de inundación de la Comisión Nacional de Emergencias y sobre todo por lo observado durante la visita al sitio, se puede afirmar que el riesgo de inundación en la zona donde se desarrollará el proyecto es inexistente o cuando mucho muy bajo.

Caudales:

Metodología aplicada

La metodología utilizada en este trabajo puede ser descrita en tres etapas principales. La primera etapa consistió en recabar la mayor cantidad de información sobre el régimen de precipitaciones de la zona en cuestión, esto con el fin de determinar, más adelante, el caudal producido por el proyecto y por las diferentes cuencas receptoras, para un determinado periodo de retorno. La segunda etapa fue recopilar la información topográfica, que junto con la información obtenida de los mapas del Instituto Geográfico Nacional y la imagen de satélite de Google Earth proporcionó lo necesario para poder determinar factores como: tiempo de concentración, área tributaria del cuenco receptor, coeficientes de rugosidad del cauce, coeficiente de escorrentía del proyecto y de las zonas aguas arriba, entre otros. Por último se calculó el porcentaje de aumento de escorrentía que el proyecto Residencias Liberia, UNA produce.

Aspectos hidrológicos básicos

Zona de vida

Dada la ubicación del proyecto, la zona de vida en la que se encuentra el AP se clasifica como Bosque Húmedo Premontano (bh-P) en transición basal Tropical. Según la descripción presente en el Mapa Ecológico de Costa Rica el Bosque Húmedo Premontano presente en la zona de Liberia tiene la particularidad de ser un bioclima muy atractivo para el asentamiento humano y probablemente es la zona de vida más apreciada del país debido a su clima.

El bh-P en transición basal Tropical tiene un rango de precipitación entre 1500 y 1950 mm anuales. La biotemperatura media anual oscila entre 24º y 24.5º C, mientras que la temperatura varía entre 24º y 27.8º C como promedio anual. El periodo efectivamente seco es muy variable, entando en el rango de 3.5 a más de 5 meses.

Metodología de cálculo hidrológico

Los datos relacionados a la hidrología de un proyecto están directamente relacionados con la metodología de cálculo que se utilizará en el análisis de la información.

Para la modelación hidráulica e hidrológica del cuerpo receptor, se utilizó el método racional, este se describe de la siguiente manera:

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

Donde:

Q= caudal, en m³/s

C= coeficiente de escorrentía, adimensional

I= intensidad de lluvia, en mm/hr

A= área tributaria, en hectáreas

Para la utilización de este método se supone que la duración del evento hidrológico de diseño es igual al tiempo de concentración de la cuenca en estudio, por lo tanto solo debería usarse en cuencas donde los tiempos de concentración sean razonablemente concordantes con las duraciones de las tormentas características de la zona, por lo tanto y como se demostrará posteriormente este método puede ser utilizado para este trabajo sin ningún inconveniente.

Para la descripción de la hidrología presente en zona del proyecto se utilizó la información y la ecuación de la estación Liberia 74-51, presentada en el estudio "Curvas de Intensidad Duración Frecuencia de algunas estaciones meteorológicas automáticas", elaborada por Nazareth Rojas Morales del Departamento de Climatología e Investigaciones Aplicadas del Instituto Meteorológico Nacional (IMN) y publicada en 2012.

El tiempo de concentración se define como "El tiempo de flujo de una gota de agua desde el punto más alejado de la cuenca hasta el punto en donde se desea estimar el caudal" (Koller, 1977). Por definición, el tiempo de concentración es igual a la suma de los tiempos que el agua tarda en atravesar las diferentes secciones antes de llegar al punto de salida.

Para este efecto, el tiempo de concentración para cuencas naturales se emplea la fórmula de Kirpich (Koller, 1977), dado por:

$$t_c = 0.0078L^{0.77} S^{-0.385}$$

Donde:

tc= tiempo de concentración, en minutos

L= longitud del canal principal de drenaje, en pies

S= pendiente promedio de la cuenca, valor adimensional.

Memoria de cálculo hidrológica
Tiempo de concentración

Cuadro N° 7.1.

PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Liberia
Tiempo de concentración estimado en el área

Área tributaria	Tiempo de concentración (min)
Proyecto	10

El tiempo de concentración está ligado estrechamente a la magnitud de la intensidad de la lluvia utilizada para el análisis de capacidad. Por lo tanto y como se muestra a continuación, un mismo tiempo de concentración puede generar diferentes intensidades de lluvia para diferentes periodos de retorno.

Periodos de retorno e intensidades de lluvia

Para el cálculo de las intensidades de lluvia se utilizaron periodos de retorno de 2, 5, 10, 25 y 50 años, el tiempo de concentración calculado anteriormente y la información del Instituto Meteorológico de Costa Rica (ecuación descriptiva de la Curva IDF para la estación Liberia 74-51).

1
Ecuación IDF para la estación Liberia 74-51:

$$I = 239.88 * \frac{T^{0.192}}{D^{0.248}}$$

Donde:

- I = Intensidad (mm/hr)
- T = Periodo de retorno (años)
- D = Duración (minutos)

Cuadro N° 7.2.

PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Liberia
Máximas intensidades de lluvia para diferentes periodos de retorno
sobre el área de estudio

Periodos de retorno (años)	Intensidad de lluvia (mm/hr)
2	134.50
5	156.17
10	174.84
25	203.01
50	227.29

Coefficiente de escorrentía

Este dato determina la cantidad de precipitación que se convertirá en escorrentía directa, debido a factores como: tipo de precipitación, radiación solar, temperatura ambiente, topografía, geología local, evaporación e intercepción.

En los siguientes Cuadros se muestran diferentes coeficientes de escorrentía dependiendo del periodo de retorno, tipo de cobertura y la topografía de la zona

Cuadro N° 7.3.

**PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Liberia
Coeficientes de escorrentía para diferentes coberturas y tipos de suelo.**

COBERTURA VEGETAL	TIPO DE SUELO	PENDIENTE DEL TERRENO				
		PRONUNCIADA	ALTA	MEDIA	SUAVE	DESPRECIABLE
		> 50%	> 20%	> 5%	> 1%	< 1%
Sin vegetación	Impermeable	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
	Semipermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Permeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
Cultivos	Impermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Semipermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Permeable	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45
	Semipermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Permeable	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15
Hierba, grama	Impermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Semipermeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
	Permeable	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10
Bosques, densa vegetación	Impermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Semipermeable	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25
	Permeable	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05

Coeficientes de escorrentía método racional. Tomada de *Manual de hidrología, hidráulica y drenaje*, Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú, 2008.

Cuadro N° 7.4.

**PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Liberia
Coeficientes de escorrentía para varias áreas.**

Tipo de área	C
Comercial	
Área central	0,70-0,95
Área de barrio	0,50-0,70
Residencial (urbana)	
Área familiar individual	0,30-0,50
Multifamiliar separada	0,40-0,60
Multifamiliar unida	0,60-0,75
Residencial (suburbana)	0,25-0,40
Áreas de apartamentos	0,50-0,70

Industrial	
Liviana	0,50-0,80
Pesada	0,60-0,90
Parques, cementerios	0,10-0,25
Lugares de juego	0,20-0,35
Patios de ferrocarriles	0,20-0,40
Áreas no mejoradas	0,10-0,30

Coeficientes de escorrentía para varias áreas. Tomada de *Ingeniería ambiental. Abastecimiento de agua y alcantarillado, Sexta edición. 1999.*

Cuadro N° 7.5.

PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Liberia
Coeficientes de escorrentía para varias superficies.

Tipo de Superficie	C
Techos a prueba de agua	0,70-0,90
Calles con cemento asfáltico	0,85-0,90
Calles con cemento Pórtland	0,80-0,95
Aceras y parqueaderos pavimentados	0,75-0,85
Aceras y parqueaderos con grava	0,15-0,30
Suelos arenosos, prados	
2% de pendiente	0,05-0,10
2-7% de pendiente	0,10-0,15
> 7% de pendiente	0,15-0,20
Prados, suelos pesados	
2% de pendiente	0,13-0,17
2-7% de pendiente	0,18-0,22
> 7% de pendiente	0,25-0,35

Coeficientes de escorrentía para varias superficies. Tomada de *Ingeniería ambiental. Abastecimiento de agua y alcantarillado, Sexta edición. 1999.*

Con base en los cuadros 7.3, 7.4 y 7.5 se determinó que el coeficiente de escorrentía C de la propiedad estaría basado en dos tipos de cobertura:

Bosques, densa vegetación: compuestas en la cobertura boscosa natural, con un suelo de característica semipermeables se le asignó un coeficiente máximo según cuadro 7.3 de C=0.30.

Pastos y vegetación ligera: en este caso se estima que la pendiente promedio de la zona con este tipo de cobertura está entre 1% y 5%, además se consideró un suelo con características semipermeables, por lo tanto se le asignó un coeficiente máximo según cuadro 1.3 de C = 0.40.

Cuadro N° 7.6.

**PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Liberia
Áreas de aporte y coeficientes de escorrentía en la propiedad con condiciones actuales.**

Cuenca	Área (ha)	C	A x C
Bosques, densa vegetación	10.5000	0.30	3.15
Pastos y vegetación ligera	4.5000	0.40	1.80
Total ponderado	15.000	0.3300	

El coeficiente de escorrentía seleccionado resulta de dividir la suma de A*C (Área por Coeficiente de escorrentía) entre el área total del proyecto.

El coeficiente de escorrentía C en la propiedad para condiciones futuras se definió a partir del cuadro 5 como: “Techos a prueba de agua” (Techos), “Bosques, densa vegetación” y “Pastos y vegetación ligera” (área de la propiedad sin modificar). De acuerdo a lo planteado en la introducción y considerando el efecto del proyecto residencias Liberia, UNA en la propiedad, se obtiene los siguientes datos:

Cuadro N° 7.7.

**PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Liberia
Áreas de aporte y coeficientes de escorrentía en la propiedad con condiciones a futuro.**

Área de proyecto	Área (ha)	C	A x C
Techos a prueba de agua a futuro	0.2250	0.80	0.1800
Bosques, densa vegetación	10.2750	0.30	3.0825
Pastos y vegetación ligera	4.5000	0.40	1.8000
Total ponderado	15.000	0.3375	

El coeficiente de escorrentía seleccionado resulta de dividir la suma de A*C (Área por Coeficiente de escorrentía) entre el área total del proyecto.

Caudales analizados:

Utilizando los datos presentados anteriormente y utilizando la fórmula del método racional, se obtienen los siguientes datos.

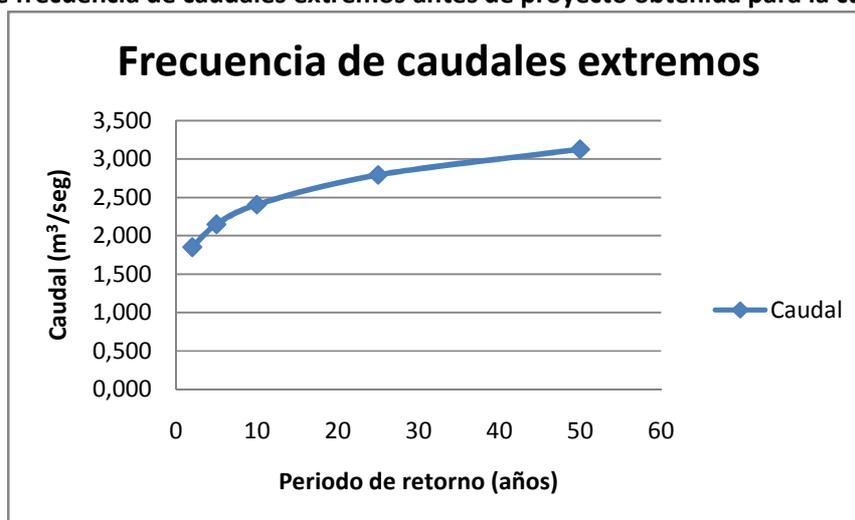
Cuadro N° 7.8.

PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Liberia
Caudales estimados en la propiedad antes de proyecto y para diferentes periodos de retorno.

Periodo de retorno (años)	C Actual	I (mm/hr)	A (ha)	Caudal (m ³ /s)
2	0.3300	134.50	15.0000	1.849
5	0.3300	156.17	15.0000	2.147
10	0.3300	174.84	15.0000	2.404
25	0.3300	203.01	15.0000	2.791
50	0.3300	227.29	15.0000	3.125

Lo anterior se puede expresar a manera de gráfico de la siguiente forma:

Gráfico N° 7.2.
PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Liberia
Curva de frecuencia de caudales extremos antes de proyecto obtenida para la cuenca estudiada.



Resultados hidrológicos obtenidos

Caudal neto aportado

Dadas las características del proyecto Residencias Liberia, UNA, el aumento en el coeficiente de escorrentía en las zonas donde no se construirá nada será nulo; sin embargo el área de cambio en las condiciones de impermeabilización será aproximadamente de 1.50% del área total de la propiedad. Otro punto importante a tomar en cuenta es que para el cálculo de la diferencia de caudal producido por el proyecto se tomará como tipo de cobertura actual la cobertura compuesta en su mayoría por pastos y vegetación ligera con pendiente del entre 1% y 5% y suelo semipermeable.

De esta manera se mantendrá el coeficiente de escorrentía promedio calculado anteriormente para las condiciones actuales, se tomará el área de intervención del proyecto (0.2250 Ha) y utilizando las intensidades máximas para el área de la propiedad se calculará los caudales producidos actualmente por la propiedad; para las condiciones futuras solo se variará el coeficiente de escorrentía máximo para las condiciones de impermeabilización futuras.

El principal objetivo de este estudio es determinar las consecuencias hidrológicas e hidráulicas de construir el proyecto Residencias Liberia, UNA; después del análisis hecho a estas futuras construcciones se determinó que su influencia en el comportamiento general del cuenco receptor seleccionado de agua pluvial del proyecto es despreciable. Los datos de escorrentía directa del área de proyecto se calcularon por medio de la fórmula del método racional y se presentan en los siguientes cuadros:

Cuadro N°7 .9.

**PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Liberia
Caudales estimados en la propiedad a intervenir antes de proyecto y para diferentes periodos de
retorno.**

Periodo de retorno (años)	C Cuadro 7 Actual	I (mm/hr)	A (ha)	Caudal (m ³ /s)
2	0.3300	134.50	15.0000	1.849
5	0.3300	156.17	15.0000	2.147
10	0.3300	174.84	15.0000	2.404
25	0.3300	203.01	15.0000	2.791
50	0.3300	227.29	15.0000	3.125

Cuadro N° 7.10.

**PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Liberia
Caudales estimados en la propiedad por intervenir después de proyecto y para diferentes
periodos de retorno.**

Periodo de retorno (años)	C	I (mm/hr)	A (ha)	Caudal (m ³ /s)
2	0.3375	134.50	15.0000	1.891
5	0.3375	156.17	15.0000	2.196
10	0.3375	174.84	15.0000	2.459
25	0.3375	203.01	15.0000	2.855
50	0.3375	227.29	15.0000	3.196

Cuadro N° 7.11.

**PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Liberia
Caudales extra generados por el proyecto SUB SEDE LIBERIA, UNA, en la propiedad.**

Tipo de desarrollo	Periodo de retorno (años)				
	2	5	10	25	50
Sin desarrollar (C=0.3300)[m ³ /s]	1.849	2.147	2.404	2.791	3.125
Desarrollado (C=0.3375) [m ³ /s]	1.891	2.196	2.459	2.855	3.196
Diferencia de caudal [m³/s]	0.042	0.049	0.055	0.063	0.071
Diferencia porcentual %	2.27%	2.27%	2.27%	2.27%	2.27%

La diferencia de caudal mostrada en el Cuadro anterior debe ser sumada a los caudales calculados en el apartado correspondiente. Además se puede observar que el aumento en la escorrentía en el área de la propiedad es de 2.27%.

Evaluación de resultados y conclusiones hidrológicas:

Evaluación de resultados

Como se puede comprobar, el impacto del proyecto Residencias Estudiantiles, UNA sobre la propiedad es regular y ronda el 2.27% del caudal que actualmente aporta la propiedad. Por este motivo, en este informe no se presenta una modelación hidráulica del cauce receptor.

Por experiencia, cuando se presentan aumentos tan bajos en el caudal transitado e incluyendo topografía de la propiedad, los efectos de las aguas pluviales aportadas por los proyectos no van más allá de unos pocos centímetros. Eso hace irrelevante la modelación hidráulica del cauce.

Debido a los resultados presentados en el capítulo anterior, la evaluación de resultados se reduce al análisis del caudal producido y al porcentaje de aumento de la esorrentía del proyecto.

Si se observa los datos de los cuadros 7.9. 7.10 y 7.11 se observa que el conjunto total de las construcciones planteadas produce un aumento general en la esorrentía del área de proyecto de menos del 2.27% sobre el caudal actual, para un evento extremo.

Recomendaciones

Debido a que la zona del proyecto es muy plana y no existen cauces receptores cercanos, se recomienda la construcción lagunas de retención para mitigar y manejar las descargas pluviales a la infraestructura existente.

7.5.2 Aguas Subterráneas

Las características hidrogeológicas del AP y AID se infieren a partir de la información de pozos perforados existentes y los estudios hidrogeológicos regionales que se han llevado a cabo en la zona, como por ejemplo los de Collins (1999).

Pozos perforados

El Área de Aguas Subterráneas del SENARA posee una base de datos de pozos perforados, en la cual se procedió a revisar la información disponible en un radio de 2000 metros con respecto al AP; la principal información se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro Nº 7.12
PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Liberia
Pozos Seleccionados con Respecto al AP y el AID

No. pozo	X	Y	Propietario
ME-295	377610	289650	I.C.A.A
ME-35	377550	289750	ARROCERA LIBERIA
ME-197	377610	289560	I.C.A.A
ME-36	377600	289550	SNAA
ME-38	377500	289400	LICEO DE LIBERIA
ME-144	378050	290000	ASERRADERO BALTODANO
ME-264	377400	289400	INST.TEC.PROF.AGROP.DE LIBERIA
ME-156	378200	289750	HOTEL EL SITIO
ME-37	377300	289400	LICEO DE GUANACASTE
ME-107	378200	290000	MEJIA VALDELOMAR
ME-175	378200	290000	
ME-177	378200	290000	A.TAN TAM
ME-298	377500	289200	CAMARA DE GANADEROS DE GUANAC.
ME-150	377900	290300	JUAN DE DIOS MUÑOZ
ILG-359	378300	289750	EME S.A
ME-367	378300	289620	CORP.EL BRUJO DE LIBERIA
ME-51	378300	289900	TEXACO
ME-123	377150	289400	MAG
ILG-358	378350	289800	INVERSIONES C Y E S.A
ME-195	377700	290400	SOCIEDAD ESTRADA B.
ME-116	377100	289400	
ME-114	378300	290100	TAN-CHU
ME-196	377150	289265	I.N.A.FINCA DIDACTICA
ME-182	378450	289800	H. RODRIGUEZ CH
ME-124	378500	289700	HERIBERTO RODRIGUEZ
ME-188	377100	289200	U.C.R.
ME-288	378480	290140	INDUST.DEL GUANACASTE S.A.
ILG-52	378500	290100	MATERIALES BR. LIMITADA

ME-299	376900	289300	ASOSACION DE GANADEROS LIBERIA
ME-198	377900	290700	I.D.A
ME-194	378450	290400	BANCO DE COSTA RICA
ME-199	378500	290400	I.D.A.
ME-209	378150	288750	LOACIGA Y GUILLEN, S.A.
ILG-757	378150	288750	LOAICIGA Y GUILLEN S.A.
ME-34	378000	290800	MUNICIPALIDAD
ME-136	378300	290700	MUNICIPALIDAD
ME-47	378300	290700	ICE
ILG-245	376880	288950	U.C.R
ME-193	378850	289900	DOÑA ELIA S.A.
ILG-218	378920	289850	DONA ELIA S.A.
ME-141	378800	289200	DR. MANUEL ROJAS CH.
ME-48	378800	290300	MUNICIPALIDAD
ME-251	378950	290075	KOON-WING S.A.
ME-335	376350	289500	AyA
ME-30	377150	291000	JORGE BALTODANO
ME-32	376600	288900	INSTITUTO GUANACASTE
ME-206	376300	289600	AyA
ME-52	378900	288900	COLEGIO SANTA ANA
ME-262	379175	289530	HUMBERTO ALVARADO PEÑA
ME-33	377400	291200	G. LUAICIGA
ME-237	378800	290800	AYA
ME-274	379190	290250	KOON CHAN S.A.
ME-205	378920	288700	TOMATE SELECTO, S.A.
ME-149	379000	288800	DR. CASTILLO
ME-325	379262	289335	ROBOYDA S.A.
ME-319	376650	291000	MAGTIEL RODRIGUEZ RODRÍGUEZ
ME-172	379400	289700	TECNO S.A.
ME-31	376200	288900	MARIA CLARA DE QUESADA
ME-255	377250	291400	RUDY GUEVARA VEGA
ME-371	376325	290880	REPUESTOS USADOS GUANACASTE M W S.A
ME-29	376400	291000	MIGUEL A. ZUÑIGA
ME-49	379100	290900	C. MURRAY
ME-39	377700	287800	MANUEL ROJAS CH.
ME-276	379425	290650	DAISY MEZA VENEGAS

Se recopila la información de los pozos cercanos al AP, estos se presentan en el cuadro 7.13.

Cuadro Nº 7.13
PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Liberia
Información de los pozos ubicados en los alrededores de la zona

POZO	Profundidad	Nivel Estático	Nivel Dinámico	Caudal	USO
ME295	112	15.42	46,3	7.5	ABAST. PUBLICO
ME35	68.58				INDUSTRIAL
ME197	112	15.42	46,3	11.04	ABAST. PUBLICO
ME36	121.3	16		0.95	ABAST. PUBLICO
ME144	73.15	15.24		0.5	DOMESTICO
ME37	37	3.66		0.5	DOMESTICO
ME367	60	10	13	2	TURISTICO
ME123				0.5	DOMESTICO
ME116	68.58	7		0.5	DOMESTICO
ME196	107	11		0.5	DOMESTICO
ME188	0			0.5	DOMESTICO
ME194	78	12		2	DOMESTICO
ME209	126	17		5	DOMESTICO
ME193	57	20		0.5	DOMESTICO
ME48				9.5	ABAST. PUBLICO
ME251	90	27	40	2	DOMESTICO
ME206	100	8.42	23,94	2.25	ABAST. PUBLICO
ME52	70	18.83		0.5	DOMESTICO
ME237	177	28		9.5	ABAST. PUBLICO
ME274	90	14		2.5	DOMESTICO
ME205	130	0		0	INDUSTRIAL

Del listado de los pozos anteriores se seleccionaron los pozos ME-36, ME-37, ME-197, ME-295 y ME-123, los cuales tienen información hidrogeológica. La información está en el cuadro 7.2 y la descripción litológica de las rocas perforadas de los pozos en el cuadro 7.14.

Cuadro Nº 7.14
PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Liberia
Descripción litológica de los pozos cercanos al AP

Id Pozo	Descripción litológica
ME-36	<p>0 - 6 m: Toba blanca de Fm. Liberia, meteorizada</p> <p>6 - 52 m: Toba blanca</p> <p>52 - 70 m: Arena blanca cuarzosa fina con cristales fénicos, casi sin matriz, algunos elementos son redondeados.</p> <p>70-88 m: Probable suelo arenoso fósil café oscuro pasando a toba suave rosada con elementos líticos y cuarzo subredondeado.</p> <p>88-94.3 m: Toba gris, café claro con matriz gris, incluyendo fragmentos líticos negros.</p> <p>94.3 – 112 m: Ignimbritas negra con fragmentos de toba más clara</p> <p>112 – 122 m: Suelo fósil constituido por arcilla roja compacta y pura incluyendo fragmentos líticos de lava y toba.</p>
ME-37	<p>0 – 2.44 m: Arcilla</p> <p>2.44 – 9.15 m: Arenas</p> <p>9.15 – 27.45 m: Cascajo blanco (Toba)</p> <p>27.45 – 30.5 m: Arcilla Roja</p> <p>30.5 – 36.91 m: Cascajo blanco (Toba)</p>
ME-197	<p>0 - 69 m: Toba gris claro con granos de cuarzo y mica. Fm Liberia (ignimbrita)</p> <p>69 - 71 m: Arcilla color rosada, algo arenosa</p> <p>71 - 77 m: Arcilla color rojo quemado, se asocia a paleosuelo</p> <p>77 - 92 m: Toba gruesa, color café oscuro</p> <p>92 - 95 m: Arcilla color rojizo</p> <p>95 – 102 m: Toba color negro rojizo con piriboles, Fm. Bagaces (ignimbrita)</p>
ME-295	<p>0 - 69 m: Toba gris claro con granos de cuarzo.</p> <p>69 - 71 m: Arcilla color rosada algo arenosa.</p> <p>71 - 77 m: Arcilla color rojo quemándose.</p> <p>77 - 92 m: Toba gruesa color café oscuro.</p> <p>92 - 95 m: Arcilla color rojo.</p> <p>95 - 102 m: Toba color negro rojizo con piriboles.</p>
ME-123	<p>0 – 1.82 m: Suelo Areno – Arcilloso , color café claro</p> <p>1.82 – 68.29 m: Toba riolítica, cuarzosa de la Fm. Liberia, bastante arenosa.</p> <p>68.29 – 73.78 m: Toba de la Fm. Bagaces, café rosácea, regularmente arcillificada, perm.baja.</p> <p>73.78 – 88.10 m: Toba riolítica de la Fm. Liberia, cuarzosa y micácea. Existen fragmentos de toba de la Fm. Bagaces.</p> <p>88.10 – 107.31 m: Ignimbrita gris oscuro de la Fm. Bagaces, existe regular cantidad de fragmentos de textura fina, permeabilidad de media a lata.</p> <p>107.31 - 126.21 m: Toba de la Fm. Bagaces, café claro, arenosa, con fragmentos de ignimbritas café claro. Permeabilidad de media a buena.</p>

Condiciones hidrogeológicas del AP

A partir de la información de los pozos y las condiciones geológicas del AP, se determina la hidrogeología del sitio. En la ciudad de Liberia se sabe de la existencia de dos acuíferos. El superior es el Acuífero Liberia que se desarrolla en las rocas de la Formación Río Liberia. El acuífero inferior se conoce como Acuífero Bagaces y es más regional.

La geoforma predominante en el sector del AP, está compuesta por una topografía plana a ondulada, estas planicies están constituidas por materiales de origen ígneo principalmente de ignimbritas. Estas secuencias conforman acuíferos porosos en rocas volcánicas, con un potencial acuífero de bajo a moderado, el cual se ve reflejado en los pozos; que tiene una capacidad de extracción desde los 0,5 a 11 litros por segundo.

Se realizaron cinco perforaciones con profundidades máximas de 8,4 m. Los resultados obtenidos nos indican que hay una capa superior compuesta de arenas limosas, como resultado de la alteración de las rocas volcánicas de la Formación Liberia. Esta unidad se extiende a más de 30 m de profundidad, donde se describen tobas lapiliticas de variable color desde blancas a gris, con alto contenido de cuarzo, biotita y pómez.

La zona saturada está conformada por materiales ignimbríticos, los cuales corresponden con la Formación Liberia, estos permiten el desarrollo del Acuífero Liberia, el cual es de tipo confinado o libre. La producción es baja, esto se evidencia según los reportes de los pozos que captan este acuífero, con valores desde los 0,5 a 5 litros por segundo. Generalmente el uso es para uso doméstico y agroindustrial, las profundidades alcanzan los 90 m, y generalmente el nivel freático se presenta desde los 3 a 18 m, la recarga es por medio de infiltración de lluvia, y en menor grado de forma lateral, la cual tiene una componente NE-SW (Collins, 1999).

Las capas de arcillas que cubre la Formación Liberia se caracterizan por su baja permeabilidad. Los valores de transmisividad del acuífero es de $4,6 \text{ m}^2/\text{día}$, el espesor saturado va de 40 a 60 m de profundidad, y los valores de porosidad son de 45% (Collins, 1999). La dirección del flujo del agua subterránea se define hacia el NE- SW, sur-oeste, de acuerdo a las geoforma del terreno y las curvas de nivel. Se calcula que el gradiente hidráulico tiene un valor de 0,01 en promedio.

A escala local se define entonces que para el momento en que se realizaron las perforaciones en el AP, la ubicación del acuífero era de entre 4,8 y 5,4m. Se sabe por registros de otros pozos que este nivel puede llegar a casi 10m de profundidad.

El acuífero inferior se conoce como Acuífero Bagaces. Subyace al acuífero Liberia y está a más de 80 y hasta 100m de profundidad. Es de tipo poroso y fracturado, pues se desarrolla en ignimbritas y además capas de lavas y brechas lávicas. Es de tipo confinado, su recarga ocurre en las estribaciones de la Cordillera de Guanacaste. Esta separado del acuífero Liberia por una capa de paleosuelo arcilloso de color rojizo de baja permeabilidad que eventualmente permite la percolación.

1.5.2.1 Vulnerabilidad a la contaminación

Análisis del riesgo de contaminación de las aguas subterráneas

Aplicación del método de vulnerabilidad G.O.D.

Para el análisis de la vulnerabilidad a la contaminación del acuífero conformado en las rocas del subsuelo del área de estudio y denominado Acuífero Liberia, se usará el Método "G.O.D". (por sus iniciales en inglés), el cual considera dos factores básicos:

- 3 El grado de inaccesibilidad hidráulica de la zona saturada
- 4 La capacidad de atenuación de los estratos suprayacentes a la zona saturada del acuífero. (Foster, et al, 2002).

El índice de vulnerabilidad G.O.D. caracteriza la vulnerabilidad a la contaminación de acuíferos en función de los parámetros:

- 4 Grado de confinamiento hidráulico
- 5 Ocurrencia del sustrato suprayacente
- 6 Distancia al nivel freático

Cuadro Nº 7.15

**PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Liberia
Aplicación del Método "G.O.D". En el Análisis de la Vulnerabilidad Intrínseca a la Contaminación
del Agua Subterránea en el Área Del Proyecto**

PARÁMETRO	CLASIFICACIÓN	VALOR
Grado de confinamiento hidráulico	Libre Cubierto	0.60
Ocurrencia del sustrato suprayacente	Tobas Volcánicas	0.60
Distancia al nivel del agua subterránea	5-20 m	0.80
Valor del índice de vulnerabilidad	G x O x D	0.28
Vulnerabilidad a la contaminación del acuífero	BAJA	

Según el análisis realizado la vulnerabilidad intrínseca a la contaminación del acuífero originado en el subsuelo del AP que está conformado en tobas de la Formación Río Liberia, se clasifica como baja, debido principalmente a la cobertura en la zona no saturada y la profundidad del agua subterránea.

7.6 Calidad del Aire

Actualmente las condiciones de la calidad el aire del AP, se encuentran en una significancia importante de pureza. Esto dado que las condiciones del AP y AID se encuentran desarrolladas en una zona rural, en donde no se ha identificado, una afluencia importante de vehículos por las principales vías de acceso, ni tampoco fueron identificadas industrias generadoras con un aporte importante de emisiones al aire en el AID.

Se ha indentificado en el AP una importante cantidad de árboles distribuidos a todo lo largo del campus universitario, de modo que en su momento dichas especies ayudan a mitigar el problema

tanto de contaminación por emisiones como del ruido si es que se presenta dentro del campus, actuando como una pantalla de amortiguamiento.

La legislación ambiental costarricense determina por medio del Decreto Nº 10541-TSS Reglamento para el control de ruido y vibraciones del 14 de setiembre de 1979, las regulaciones en cuanto a ruido para lugares de trabajo, es por esta situación que la implementación del mismo será de carácter obligatorio en el desarrollo tanto de la construcción como de implementarlo durante la operación de los edificios.

Es importante destacar algunos puntos que se consideran en dicho reglamento, en donde se ha indicado que “En los locales de trabajo cuya intensidad superior a 85 dB (A) no se permitirá una exposición mayor a los trabajadores de 8 horas en el día y de 6 horas en la noche”, siendo estos lineamientos así parte de la seguridad laboral de los trabajadores.

De la misma forma “No se permitirá dentro del lugar de trabajo intensidades superiores a 90 dB (A) para ruidos intermitentes o de impacto, ni mayor de 85 dB (A) respecto a ruidos continuos, si los trabajadores no están provistos del equipo de personal adecuado que atenúe su intensidad hasta los 85 db (A)”, por esta razón se deberá de proveer el equipo necesario a los trabajadores que se vean expuestos a situaciones de este tipo.

En relación a los niveles de polvo en el AP y AID, no se identificaron focos generadores del mismo, por lo que se deberán de mantener dichas condiciones una vez se inicien la construcción del edificio a desarrollar para que no se afecte ni el campus ni a los vecinos colindantes.

7.7. Amenazas naturales

Las unidades geológicas superficiales en el AP son básicamente suelos residuales y, presentan una topografía ondulada. No hay buzamientos ni tendencias estructurales en las unidades geológicas superficiales. Tampoco se observaron fallas geológicas locales o discontinuidades que limiten las unidades, aunque se sabe por la génesis de los materiales, que los contactos son abruptos y a veces transicionales entre unidades volcánicas, cuando existen paleosuelos intercalados se asumen tiempos de relativa quietud en la actividad volcánica y por ende significan discontinuidades entre unidades.

7.7.1. Amenazas sísmica

Montero (2000) menciona que la sismicidad y el fallamiento en la cordillera volcánica de Guanacaste ha tenido en tiempos recientes e históricos, una actividad relativamente baja en su sector noroeste (conjunto volcán Orosí, complejo Rincón de la Vieja), intermedia en su sector central (volcán Miravalles) y mayor en su sector sureste (volcán Tenorio y volcán Arenal).

Este mismo autor indica que gracias a que en los últimos años el ICE realiza proyectos geotérmicos en la zona del volcán Miravalles y en la caldera de Guayabo los estudios sobre sismicidad y fallamiento se ha visto enriquecido. Se tienen registros de microtemblores (temblores con magnitud < 3.0) dentro de la caldera de Guayabo y en el volcán Miravalles, además de algunos temblores de mayor magnitud localizados esporádicamente.

Históricamente, dos sismos destructivos ocurrieron cerca de esta zona, los cuales afectaron la ciudad de Bagaces y pueblos aledaños. Estos fueron los temblores del 1 de agosto de 1935 (M 5,5) y el del 6 de diciembre de 1941, de magnitud 6,0 ambos relacionados con fallas rumbo NNE a NS, como por ejemplo la falla Bagaces.

De acuerdo con el Código Sísmico de Costa Rica 2002 el proyecto se ubica en la zona sísmica III y los suelos son de tipo S2 a S3.

En el mapa de distribución de zonas sísmicas en Costa Rica (Fernández & Rojas, 2000) el AP se ubica en la zona 8 llamada Bagaces, donde el número anual de sismos de magnitud M mayor a 4,5 es de 0,3758 con un valor medio probable de máxima magnitud M que podría generar la fuente de 6,0 a una profundidad entre 0 y 20km.

Los sismos que más han afectado la zona se han producido en fallas corticales como las descritas anteriormente, esos ocurren a profundidades relativamente someras menores a 20 km y de ahí que su potencial de destrucción sea alto, sin embargo en este sector del país los sismos intraplaca juegan un papel muy importante en la formación de sismo.

7.7.2 Fallas geológicas activas

La falla Longitudinal de tiene una longitud que va de 167 a 184 km, es del tipo de rumbo dextral Existen numerosas fallas neotectónicas en el sector norte del país que podrían afectar el proyecto por su relativa cercanía y están claramente identificadas en el Atlas Tectónico de Costa Rica (Denyer, Montero & Alvarado, 2009), hoja Liberia, escala 1:200 000. La falla de mayor riesgo para el proyecto es la falla Liberia que se ubica a unos 4km al oeste de la ciudad de Liberia, además de algunas otras debilidades corticales indicadas en el Atlas Tectónico. Según Alvarado et al (2009), determinan tres sistemas de fallamiento, con direcciones N-S, NE-SW, NW-SE.

7.7.3 Amenaza volcánica

Alvarado (2008) menciona que el volcán Miravalles no ha mostrado actividad eruptiva en tiempos históricos y que la única actividad volcánica es de tipo secundaria (solfataras, batideros de lodo y fuentes termales), presente en el área denominada “Las Hornillas” y otros sectores menos conocidos. Por esto el riesgo ante la amenaza volcánica es bajo, sin embargo se trata de un volcán activo por lo cual es posible un evento eruptivo que llegue a afectar el proyecto. Lo mismo podría ocurrir desde el volcán Rincón de la Vieja a largo plazo, aunque no se tiene evidencias recientes de afectaciones a la ciudad de Liberia.

7.7.3.2 Movimientos de masa

En el sitio del AP, no hay evidencias de movimientos de masa, tiene una topografía plana y no hay pendientes ni colinas que puedan generar movimientos de masa.

7.7.3.2 Erosión

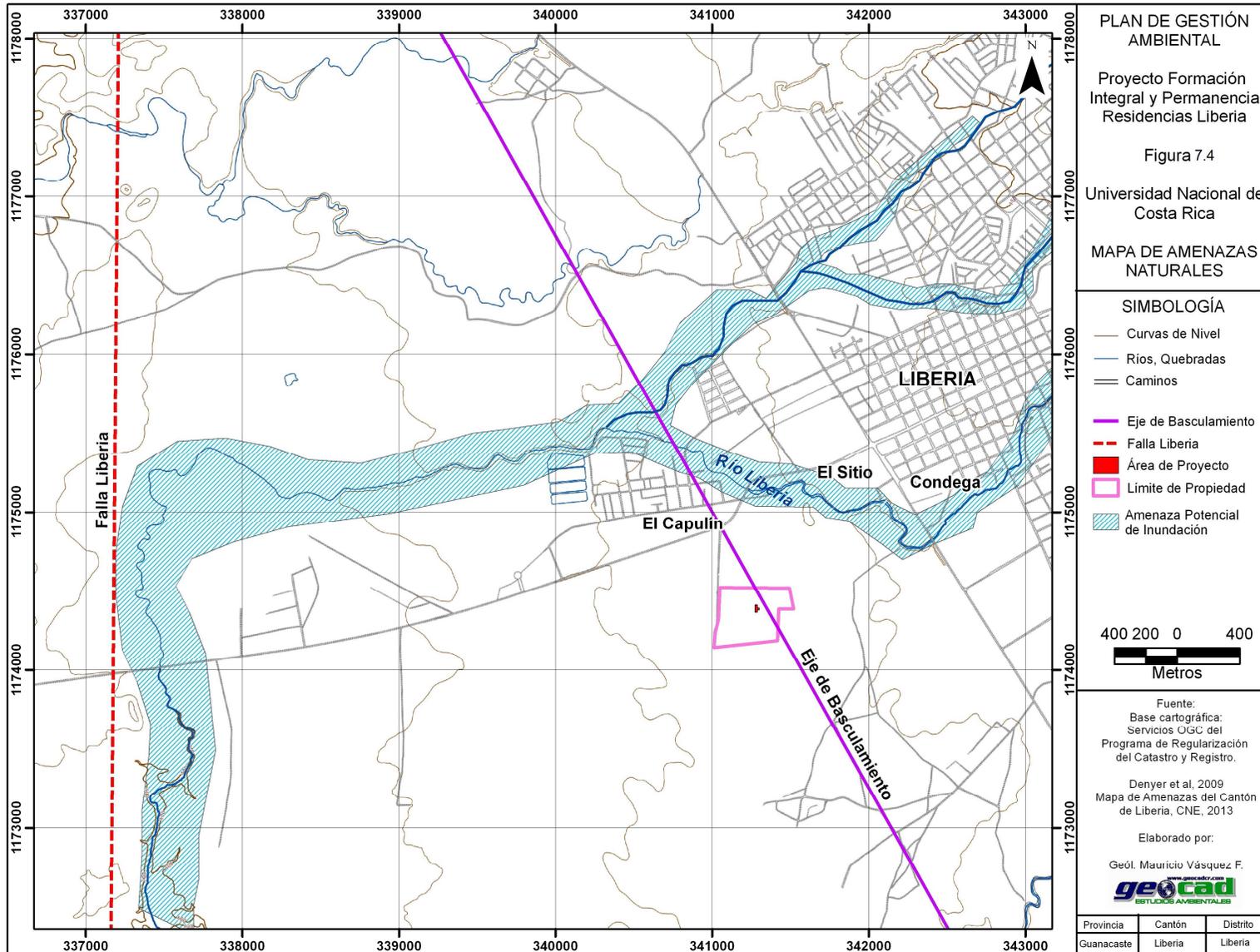
Los agentes erosivos, que pueden afectar eventualmente el AP, son de tipo externos, como la lluvia, la cual generaría aumentos en los caudales, cercanos al AP. La topografía del AP, es plana, para ello se descarta la afectación por erosión de laderas y escorrentías fuertes.

7.7.3.4 Inundación

Según el mapa de la CNE (2013), el río Liberia, presenta zonas de inundación, las cuales no abarcan el área del proyecto.

7.7.3.5 Licuefacción, subsidencia y hundimientos

De acuerdo con las características mecánicas de las rocas en el subsuelo del AP y a la condición de in saturación de los suelos no se considera que exista riesgo de licuefacción siempre y cuando las obras se cimenten sobre la unidad consistente.



***CAPITULO VIII DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE
BIOLÓGICO***

***PROYECTO CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIO FORMACIÓN
INTEGRAL Y PERMANENCIA RESIDENCIAS LIBERIA***

Universidad Nacional



GUANACASTE, LIBERIA, LIBERIA

2014

8.1 Introducción

El desarrollo de este proyecto consiste en la construcción de un edificio de residencias de dos plantas, el cual posee un área constructiva total de 1.250 m², en donde se ubicarán 12 habitaciones en el primer nivel y 13 habitaciones en el segundo.

Ambas obras se pretenden construir dentro del mismo campus de la Universidad Nacional, el cual se denominaría como el área del proyecto. Este posee una cobertura vegetal significativamente alterada, dado que ya existen edificaciones en el sitio. El área donde se asentarían estas obras corresponde a un área verde ocupada por árboles sembrados y plantas ornamentales, así como una cancha de fútbol en tierra.

El entorno inmediato, que se denomina como el área de influencia directa posee una cobertura vegetal de potreros arbolados y parches boscosos en regeneración y enmarañados. Lo cual refleja, a nivel de composición florística, la zona de vida que influye en este sitio, que se clasifica como Bosque Húmedo Premontano con transición a Basal.

La topografía en la cual se asienta el área del proyecto es plana, debido a la preparación del terreno que se requirió para construir las edificaciones existentes de la Universidad, asimismo, el terreno no se encuentra afectado por cuerpos de agua ni ecosistemas frágiles, desde el punto de vista ecológico.

En las siguientes Fotografías se puede observar el área del proyecto donde se pretende llevar a cabo el desarrollo de estas obras:



Fotografías 8.1 y 8.2. Contexto del área del proyecto. Edificio de residencias. Liberia, Guanacaste. Fotografía tomada en el mes de octubre de 2013.

8.1.1. Ambiente terrestre o estatus de protección del área del proyecto

El área del proyecto donde se pretende la ampliación de la Universidad Nacional se localiza dentro de la administración del Área de Conservación Guanacaste (ACG), que es la entidad, por parte del Sistema Nacional de Áreas de Conservación, encargada de la regulación y protección de los recursos naturales y bienestar socio-ambiental de la zona. Por tal motivo, cualquier comunicación, o bien, gestión relacionada a la corta de árboles, entre otros, debe de ser realizada, ya sea ante esta instancia o bien, ante la Municipalidad de Liberia.

El área del proyecto no se encuentra afectada por ninguna área silvestre protegida ni zonas de protección, de acuerdo a lo establecido en el artículo 33 de la Ley Forestal.

8.1.1.2. Zona de vida

Se describe a continuación la zona de vida y grupo climático dentro de la cual se incluyen el área del proyecto y área de influencia directa. Estas descripciones se estiman de acuerdo a los patrones de lluvia, altitud y posición geográfica que posee el área de estudio.

Clasificación por zona de vida

Tal y como se puede observar en la siguiente imagen y de acuerdo al Mapa Ecológico de Costa Rica (Zonas de Vida) (Bolaños *et al.* 2005), el área del proyecto se encuentra influenciado por la zona de vida Bosque Húmedo Premontano (bh-P) transición a Basal.

Esta zona, al ser de transición, posee una diversidad biológica interesante, especialmente, en su flora nativa. La flora autóctona se puede observar en los parches de bosque secundario y en regeneración que se encuentran en las colindancias inmediatas al campus de la Universidad. En estos parches se puede observar una estratificación difusa, enmarañada y densa, lo cual podría ser producto del propio proceso de regeneración natural. Existe una abundancia de palmas y plantas leñosas, que también podrían mostrar una posible transición hacia el Bosque Tropical Seco, considerando especies como el cornizuelo (*Acacia sp.*).

En lo que corresponde al área del proyecto, tal y como se mencionó anteriormente, el área verde se encuentra alterada, por cuanto no se puede observar una representación cercana de la zona de vida presente en el sitio.



Imagen 8.1. Zona de vida que influye sobre el área del proyecto y su área de influencia directa. Universidad Nacional – Campus Liberia. Liberia, Guanacaste. Noviembre de 2013.

8.1.1.3. Asociaciones naturales presentes

La descripción detallada de los ecosistemas existentes dentro del área de influencia directa, así como del área del proyecto se realiza de acuerdo a valoraciones generadas durante la inspección de campo realiza al área de estudio.

Ecosistema existente dentro del área del proyecto

Tal y como se mencionó anteriormente, la zona de vida que domina en este sitio corresponde al Bosque Húmedo Premontano (bh-P) con transición a Basal, que es a su vez, la que define el ecosistema presente. La representación de dicho ecosistema se puede observar en los parches boscosos secundarios y en regeneración cercanos presentes en las colindancias del campus, en donde se logra observar la vegetación enmarañada y densa. Sin embargo, dentro del campus las condiciones ecológicas son distintas.

A continuación se describen las unidades paisajísticas presentes en el área del proyecto y entorno inmediato:

Áreas verdes ornamentales:

Corresponde a un área verde la cual posee árboles sembrados de forma dispersa, y cuyas edades pueden rondar el año. Estos árboles se verán afectados por el desarrollo de este proyecto, sin embargo, no se consideran actualmente de fragilidad ecológica. El área verde también se encuentra ocupada por una cancha en tierra que se utiliza para la práctica del fútbol.



Fotografías 8.2 y 8.3. Áreas verdes ornamentales. Edificio de residencias. Liberia, Guanacaste. Fotografía tomada en el mes de octubre de 2013.



Fotografías 8.5 y 8.6. Áreas verdes ornamentales. Edificio de residencias. Liberia, Guanacaste. Fotografía tomada en el mes de octubre de 2013.

Área gris:

Se le denomina de esta forma al conjunto de edificaciones que se encuentran dentro del campus, dedicadas a las áreas, académica y administrativa. Las obras que se pretenden llevar a cabo se consideran una continuación de estas obras, por cuanto, considerando las condiciones ecológicas del área del proyecto, no se estima que se generen impactos significativos adicionales en el área biológica y ecológica.



Fotografías 8.7 y 8.8. Área gris existente. Edificio de residencias. Liberia, Guanacaste. Fotografía tomada en el mes de octubre de 2013.

Ecosistema existente dentro del AID

Tal y como se mencionó anteriormente, el área de influencia directa corresponde al entorno inmediato del campus de la Universidad Nacional, debido a la baja magnitud de impacto que posee esta obra, y por tratarse de una obra que no afecta la naturaleza de la actividad. Asimismo, por el uso que tendrán dichas obras, no se considera que se generen impactos ambientales adicionales a los que ya genera la institución.

El área de influencia directa corresponde a un paisaje ecológico compuesto por áreas de potreros arbolados y parches boscosos secundarios o en regeneración, los cuales se encuentran rodeados de charrales y tacotales.

Para el caso de la colindancia directa con el campus, la vegetación es enmarañada y muy densa. Sobresalen árboles de Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), árboles de capulín (*Muntingia calabura*), guácimos colorados (*Luehea seemannii*), genízaros (*Samanea saman*), entre otros. No se observan ecosistemas de alta fragilidad ecológica en las colindancias del campus.



Fotografías 8.9 y 8.10. Área de influencia directa (colindancias). Edificio de residencias. Liberia, Guanacaste. Fotografía tomada en el mes de octubre de 2013.



Fotografías 8.11 y 8.12. Área de influencia directa (colindancias). Edificio de residencias. Liberia, Guanacaste. Fotografía tomada en el mes de octubre de 2013.

8.1.1.4. Cobertura vegetal actual por asociación natural

Como se mencionó anteriormente, se presentan dos mosaicos ecológicos para el AP, los cuales son áreas verdes ornamentales, y área gris, un mosaico ecológico para el AID, el cual es potreros arbolados.

- Áreas verdes ornamentales: Representada dentro del campus universitario por un área verde la cual posee árboles sembrados de forma dispersa, y cuyas edades pueden rondar el año.
- Área gris: Se le denomina de esta forma al conjunto de edificaciones que se encuentran dentro del campus, dedicadas a las áreas, académica y administrativa. No presentan cobertura vegetal.

- Potreros arbolados: Representada por árboles de Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), árboles de capulín (*Muntingia calabura*), guácimos colorados (*Luehea seemannii*), genízaros (*Samanea saman*), entre otros. No se observan ecosistemas de alta fragilidad ecológica en las colindancias del campus.

8.1.1.5. Especies indicadoras por ecosistema natural

Como se mencionó anteriormente, el área del proyecto no posee una cobertura vegetal natural, dado que la misma corresponde a un área verde ornamental que posee el campus. Sin embargo, se presenta a continuación un listado de flora y fauna de las especies asociadas a la zona donde se ubica, tanto, el área del proyecto como área de influencia directa. Los listados se basan en información obtenida mediante observación de campo, así como referencia de labores realizadas por el autor cerca del área del estudio.

Cuadro 1.
Listado de la flora observada en el AP y AID. Universidad Nacional.
PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Liberia
Campus Liberia. Liberia, Guanacaste. Noviembre de 2013.

Nombre científico	Familia	Nombre común		
			AP	AID
<i>Acacia collinsii</i>	Mimosaceae	Cornizuelo	X	X
<i>Ardisia revoluta</i>	Myrsinaceae	Tucuico	X	X
<i>Bursera simarouba</i>	Burseraceae	Indio desnudo; Jiñocuabe	X	X
<i>Byrsonima crassifolia</i>	Malpighiaceae	Nance	X	X
<i>Cecropia peltata</i>	Cecropiaceae	Guarumo	X	X
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Mimosaceae	Guanacaste	X	X
<i>Ficus sp.</i>	Moraceae	Higuerón	X	X
<i>Gliricidia sepium</i>	Papilionaceae	Madero negro	X	X
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Sterculiaceae	Guácimo	X	X
<i>Luehea seemannii</i>	Tiliaceae	Guácimo colorado	X	X
<i>Miconia argentea</i>	Melastomataceae	Santa María	X	X
<i>Muntingia calabura</i>	Muntingiaceae	Capulín	X	X
<i>Pennisetum sp.</i>	Poaceae	Zacate	X	X
<i>Randia aculeata</i>	Rubiaceae	Horquetilla	X	X

Cuadro 2.
PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Liberia
Listado de la flora observada en el AP y AID. Universidad Nacional.
Campus Liberia. Liberia, Guanacaste. Noviembre de 2013.

Nombre científico	Familia	Nombre común	AP	AID
AVIFAUNA				
<i>Buteo platypterus</i>	Accipitridae	Gavilán; Gavilán pollero; Gavilán aludo	X	X
<i>Calocitta formosa</i>	Corvidae	Urraca; Urraca copetona	X	X
<i>Caracara cheriway</i>	Falconidae	Caracara; quebrantahuesos	X	X

<i>Cathartes aura</i>	Cathartidae	Zopilote; Zoncho; Zopilote cabecirojo	X	X
<i>Columbina inca</i>	Columbidae	San Juan; Tortolita colilarga	X	X
<i>Coragyps atratus</i>	Cathartidae	Zopilote; Zopilote negro; Gallinazo	X	X
<i>Leptotila verreauxi</i>	Columbidae	Yuré; Coliblanca	X	X
<i>Nyctidromus albicollis</i>	Caprimulgidae	Cuyo; Pucuyo	X	X
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Icteridae	Zanate	X	X
<i>Thraupis episcopus</i>	Thraupidae	Viudita	X	X
<i>Turdus grayi</i>	Turdidae	Yigüirro	X	X
<i>Melanerpes hoffmannii</i>	Picidae	Carpintero	X	X
MASTOFAUNA				
<i>Sciurus variegatoides</i>	Sciuridae	Ardilla común	X	X
HERPETOFAUNA				
<i>Ctenosaura similis</i>	Iguanidae	Garrobo	X	X

8.1.1.6. Especies endémicas, con poblaciones reducidas o en vías de extinción

Como se mencionó anteriormente, el área del proyecto no posee una cobertura vegetal natural, dado que la misma corresponde a un área verde ornamental que posee el campus. Sin embargo, se presenta a continuación un listado de flora y fauna de las especies asociadas a la zona donde se ubica, tanto, el área del proyecto como área de influencia directa, que cuentan con características de endemismo, poblaciones reducidas o en vías de extinción. Los listados se basan en información obtenida mediante observación de campo, así como referencia de labores realizadas por el autor cerca del área del estudio.

Cuadro 3.

**PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Liberia
Listado de la flora observada en el AP y AID, con características de endemismo, poblaciones reducidas o en vías de extinción. Universidad Nacional.
Campus Liberia. Liberia, Guanacaste. Noviembre de 2013.**

Nombre científico	Familia	Nombre común	AP	AID	CITES	Estado UICN
<i>Acacia collinsii</i>	Mimosaceae	Cornizuelo	X	X	No está en los apéndices	LC
<i>Ardisia revoluta</i>	Myrsinaceae	Tucuico	X	X	No está en los apéndices	LC
<i>Bursera simarouba</i>	Burseraceae	Indio desnudo; Jiñocuabe	X	X	No está en los apéndices	LC
<i>Byrsonima crassifolia</i>	Malpighiaceae	Nance	X	X	No está en los apéndices	LC
<i>Cecropia peltata</i>	Cecropiaceae	Guarumo	X	X	No está en los apéndices	LC

Nombre científico	Familia	Nombre común	AP	AID	CITES	Estado UICN
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Mimosaceae	Guanacaste	X	X	No está en los apéndices	LC
<i>Ficus sp.</i>	Moraceae	Higuerón	X	X	No está en los apéndices	LC
<i>Gliricidia sepium</i>	Papilionaceae	Madero negro	X	X	No está en los apéndices	LC
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Sterculiaceae	Guácimo	X	X	No está en los apéndices	LC
<i>Luehea seemmannii</i>	Tiliaceae	Guácimo colorado	X	X	No está en los apéndices	LC
<i>Miconia argentea</i>	Melastomataceae	Santa María	X	X	No está en los apéndices	LC
<i>Muntingia calabura</i>	Muntingiaceae	Capulín	X	X	No está en los apéndices	LC
<i>Pennisetum sp.</i>	Poaceae	Zacate	X	X	No está en los apéndices	LC
<i>Randia aculeata</i>	Rubiaceae	Horquetilla	X	X	No está en los apéndices	LC

Cuadro 4.

PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Liberia
Listado de la flora observada en el AP y AID, con características de endemismo, poblaciones
reducidas o en vías de extinción. Universidad Nacional.
Campus Liberia. Liberia, Guanacaste. Noviembre de 2013.

Nombre científico	Familia	Nombre común	AP	AID	CITES	Estado UICN	
AVIFAUNA							
<i>Buteo platypterus</i>	Accipitridae	Gavilán; pollero; aludo	Gavilán	X	X	Apéndice II	LC
<i>Calocitta formosa</i>	Corvidae	Urraca; copetona	Urraca	X	X	No está en los apéndices	LC
<i>Caracara cheriway</i>	Falconidae	Caracara; quebrantahuesos		X	X	No está en los	LC

					apéndices	
<i>Cathartes aura</i>	Cathartidae	Zopilote; Zoncho; Zopilote cabecirojo	X	X	No está en los apéndices	LC
<i>Columbina inca</i>	Columbidae	San Juan; Tortolita colilarga	X	X	No está en los apéndices	LC
<i>Coragyps atratus</i>	Cathartidae	Zopilote; Zopilote negro; Gallinazo	X	X	No está en los apéndices	LC
<i>Leptotila verreauxi</i>	Columbidae	Yuré; Coliblanca	X	X	No está en los apéndices	LC
<i>Nyctidromus albicollis</i>	Caprimulgidae	Cuyeó; Pucuyo	X	X	No está en los apéndices	LC
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Icteridae	Zanate	X	X	No está en los apéndices	LC
<i>Thraupis episcopus</i>	Thraupidae	Viudita	X	X	No está en los apéndices	LC
<i>Turdus grayi</i>	Turdidae	Yigüirro	X	X	No está en los apéndices	LC
<i>Melanerpes hoffmannii</i>	Picidae	Carpintero	X	X	No está en los apéndices	LC
MASTOFAUNA						
<i>Sciurus variegatoides</i>	Sciuridae	Ardilla común	X	X	No está en los apéndices	LC
HERPETOFAUNA						
<i>Ctenosaura similis</i>	Iguanidae	Garrobo	X	X	No está en los apéndices	LC

8.1.1.7. Fragilidad de ecosistemas

El campus de la Universidad Nacional, por su razón y naturaleza de ser, ha modificado significativamente el paisaje ecológico del área del proyecto, transformando la cobertura vegetal de potrero arbolado en un espacio meramente antrópico, en donde se incluye, tanto la obra gris como las áreas verdes para ornamento. Esto ha repercutido directamente sobre la calidad ambiental del sitio.

Existe una modificación en el uso del suelo. El paisaje como tal ya presentó anteriormente perturbación al reducirse la cobertura boscosa para darle paso a las áreas de potrero. Esto llevó a la

generación de una variación en factores ambientales físicos, tales como la radiación solar, la intensidad lumínica, la velocidad del viento, la humedad ambiental y la temperatura, factores que de igual forma han variado dentro del campus de la Universidad.

Junto con la variación en estos factores físicos, se generan cambios ambientales en aspectos tales como la oferta de atributos ecológicos (alimento y espacios de refugio), así como la generación de impactos ambientales relacionados a la concentración de personas por ser un centro de estudios.

Todo lo anterior hace que la calidad ambiental del sitio se afecte. Sin embargo, ante ello, algunas especies de fauna poseen adaptaciones y patrones de comportamiento que les permite adaptarse y sobrevivir, especies que son las que se muestran en el listado de fauna. No significa con ello, que las mismas se consideren especies indicadoras de la calidad ambiental, pero sí hay una tendencia a que estas especies se encuentren en zonas abiertas, en potreros, espacios urbanos o bordes de bosque.

Las obras que pretende llevar a cabo la Universidad para ampliar su campus, no se consideran impactantes en sí, y se estima que las mismas se ajusten a las condiciones, tanto del área del proyecto como del entorno inmediato. Asimismo, se considera que se mantenga la calidad ambiental actual del sitio, una vez construidas estas obras.

Considerando las condiciones actuales del área del proyecto, así como de su entorno inmediato, constituido por el campus universitario y las áreas de potrero respectivamente, se estima, para el desarrollo del edificio de residencias, que la capacidad que posee el terreno para volver a sus condiciones originales, una vez finalizada la obra constructiva es alta, por cuanto la fragilidad ambiental para este proyecto es baja.

Como se ha indicado anteriormente, no existen, tanto en el área del proyecto como en su entorno inmediato, ecosistema con fragilidad ecológica que se vayan a ver afectados por el desarrollo de este proyecto.

8.1.2.ambiente marítimo o estatus de protección del AP

Este subcapítulo no aplica para este proyecto

8.1.3.Ambiente acuático (aguas continentales)

Este subcapítulo no aplica para este proyecto

***CAPITULO IX DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE
SOCIOECONÓMICO***

***PROYECTO CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIO FORMACIÓN
INTEGRAL Y PERMANENCIA RESIDENCIAS LIBERIA***

Universidad Nacional



GUANACASTE, LIBERIA, LIBERIA

2014

CAPITULO III DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE SOCIOECONÓMICO

9.1 Uso actual de la tierra en sitios aledaños

El recorrido por el Área del Proyecto (AP), así como por sus sitios aledaños, permitió identificar como usos predominantes de la tierra los siguientes:

- Académico. El AP se localiza dentro de la “Sede Regional Chorotega” (“Campus Liberia”) en el cual se ofrecen las carreras de “Licenciatura en Administración”, “Bachillerato en Comercio y Negocios Internacionales”, “Bachillerato en la Enseñanza del Inglés”, “Bachillerato en la Gestión del Turismo Sostenible”, “Licenciatura en Ingeniería en Sistemas de Información”, “Bachillerato en Inglés”, “Arte y Comunicación Visual con énfasis en Diseño Gráfico” y “Licenciatura en Pedagogía para Primer y Segundo Ciclo de la Educación General Básica”. Además, en las cercanías del “Campus” se localizan las instalaciones de la “Escuela Laboratorio John F. Kennedy”, del “Instituto de Guanacaste”, del “Colegio Técnico Profesional de Liberia” y de la “Universidad Técnica Nacional”.
- Habitacional. En el sector de análisis se ubican una serie de viviendas, particularmente en el costado Norte y Oeste del “Campus Liberia”.
- Comercial. En los alrededores del “Campus Liberia” se ubican varios establecimientos comerciales que ofrecen distintos bienes y servicios.
- Institucional. En las inmediaciones del “Campus Liberia” se localiza la oficina de la Dirección Regional Chorotega del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).
- Agropecuario. Dentro del sector de análisis se localiza el “Centro de Exposiciones Capulín”, en el cual se llevan a cabo actividades ganaderas y/o recreativas.

Con las siguientes fotografías se evidencian las características del uso de la tierra en los sitios cercanos al AP:



Fotografía 9.1. Ejemplo del uso habitacional en las cercanías del “Campus Liberia” (MAPG-Noviembre, 2013)



Fotografía 9.2. Oficina de la Dirección Regional Chorotega del MAG en las inmediaciones del “Campus Liberia” (MAPG-Noviembre, 2013)



Fotografía 9.3. Instalaciones de la “Escuela Laboratorio” de Liberia, ubicada cerca del “Campus Liberia” (MAPG-Noviembre, 2013)



Fotografía 9.4. Instalaciones del campo ferial de la ciudad de Liberia, conocido como “Capulín”, cerca del “Campus” (MAPG-Noviembre, 2013)

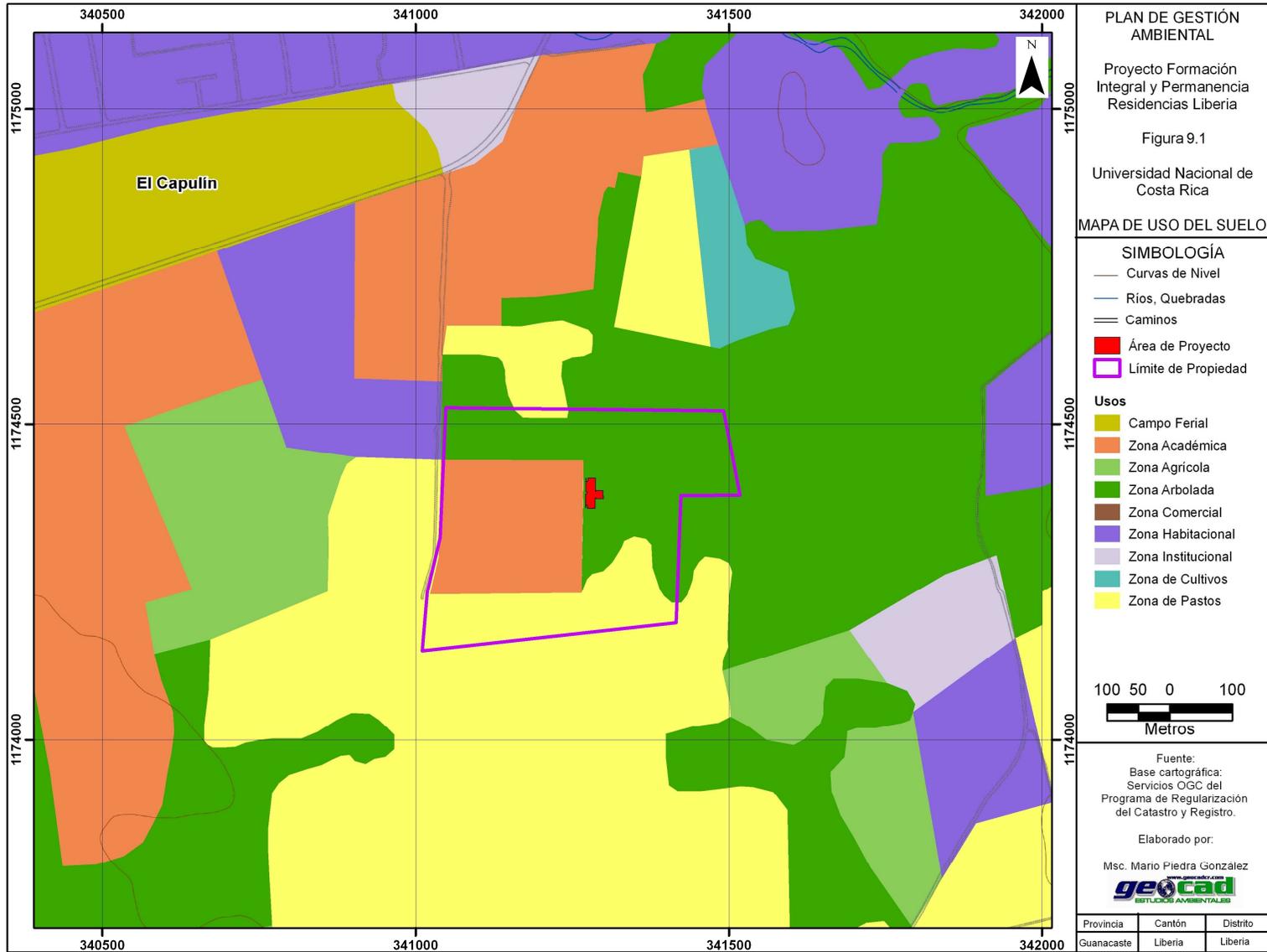
En lo que se refiere a la influencia del Proyecto en el tema de usos de la tierra, el principal cambio se daría en el mismo AP, ya que éste dejaría de ser un espacio sin uso específico para dar lugar a una edificación y/o infraestructura en la que se llevarían a cabo actividades humanas (residencias estudiantiles y práctica deportiva), lo que sería congruente con la actividad principal que se da en los sitios aledaños al AP, dada por las instalaciones del “Campus Liberia” de la UNA.

9.2. Características culturales y sociales de la población

La población que se localiza en los sitios aledaños al AP forma parte del distrito “Liberia”, mismo que para el año 2007 registró un Índice de Desarrollo Social (IDS) del 55.1, lo que ubicó a ese distrito en la posición 227 entre los 469 distritos con que contaba el país en ese año (MIDEPLAN, 2007).

El IDS es “un índice que comprende cuatro dimensiones: económica, participación social, salud y educación y compuesto por once indicadores relativos al consumo promedio residencial de electricidad, viviendas con acceso a internet, mortalidad de niños menores de 5 años, bajo peso en niños y niñas, nacimientos de hijos de madres solteras menores de 19 años, cobertura de agua potable, infraestructura educativa, programas educativos especiales, escuelas unidocentes, reprobación escolar y participación electoral. Su rango de variación oscila entre 100 puntos como mejor situación y 0 puntos como peor situación” (MIDEPLAN, 2007).

En lo que se refiere a características culturales y sociales de los sitios aledaños al AP, se debe comentar que el distrito “Liberia” posee un 90.7% de su territorio en zona urbana y un 9.3% es zona rural. La población que habita en todo el distrito es de 53382 personas y posee una densidad de población de aproximadamente de 95 personas por kilómetro cuadrado (INEC, 2013).



La población del distrito representa el 84.8% de toda la población del cantón de Liberia y la distribución por sexo establece que en el distrito habitan 96 hombres por cada 100 mujeres. En lo que se refiere a grupos de edad, en el distrito el 36.9% de la población es menor de 20 años; un 57.6% de las personas se ubica en la edad productiva (20 a 64 años de edad) y un 5.5% son personas adultas mayores (INEC, 2013).

Al analizar lo relacionado con los lugares de nacimiento de la población que habita actualmente en el distrito, se tiene que un 65.4% de las personas nacieron en el cantón de Liberia, un 24.6% de las personas nació en otro cantón y un 10.0% de las personas son extranjeras (INEC, 2013).

Otras estadísticas culturales y sociales del distrito “Liberia” se resumen en el siguiente cuadro estadístico:

Cuadro N° 9.1	
PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia	
Residencias Liberia	
Distrito Liberia: Indicadores Culturales y Sociales (%)	
Indicador	%
✓ Población sin acceso a servicios de CCSS	19.0
✓ Población con algún tipo de discapacidad	8.1
✓ Población que no sabe leer o escribir	6.0
✓ Población con 1 o más años de rezago escolar	17.7
✓ Población con estudios superiores	18.8
✓ Población con título de educación formal	83.6
✓ Viviendas ocupadas independientes	92.0
✓ Viviendas ocupadas con 5 o más habitantes	25.3
✓ Viviendas ocupadas con más de un hogar	2.1
Fuente: Datos del Censo Nacional 2011 (INEC, 2013)	

En lo que se refiere a la influencia del Proyecto en el tema de las características culturales y sociales, se puede comentar que la actividad propuesta para el AP (edificación de un edificio de residencias estudiantiles y área deportiva) podría tener repercusiones en la zona ya ofrecerá a personas de áreas alejadas la posibilidad de vivir en dicho espacio (“Campus Liberia”), mejorando con ello el rendimiento estudiantil e incrementando el porcentaje de población con estudios superiores. Igualmente, podría de motivar una mayor actividad física en la población que hace uso de las instalaciones del “Campus” o habita en la zona cercana al AP.

La población del distrito representa el 42.6% de toda la población del cantón de Sarapiquí y la distribución por sexo establece que en el distrito habitan 102 hombres por cada 100 mujeres. En lo que se refiere a grupos de edad, en el distrito el 40.3% de la población es menor de 20 años; un

54.0% de las personas se ubica en la edad productiva (20 a 64 años de edad) y un 5.7% son personas adultas mayores (INEC, 2013).

Al analizar lo relacionado con los lugares de nacimiento de la población que habita actualmente en el distrito, se tiene que un 43.0% de las personas nacieron en el cantón de Sarapiquí, un 48.3% de las personas nació en otro cantón y un 8.7% de las personas son extranjeras (INEC, 2013).

Otras estadísticas culturales y sociales del distrito “Liberia” se resumen en el siguiente cuadro estadístico:

Cuadro Nº 9.2. PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia Residencias Liberia Distrito Liberia: Indicadores Culturales y Sociales (%)	
Indicador	%
✓ Población sin acceso a servicios de CCSS	17.2
✓ Población con algún tipo de discapacidad	10.6
✓ Población que no sabe leer o escribir	8.7
✓ Población con 1 o más años de rezago escolar	24.6
✓ Población con estudios superiores	6.7
✓ Población con título de educación formal	73.3
✓ Viviendas ocupadas independientes	97.9
✓ Viviendas ocupadas con 5 o más habitantes	20.1
✓ Viviendas ocupadas con más de un hogar	1.3
Fuente: Datos del Censo Nacional 2011 (INEC, 2013)	

En lo que se refiere a la influencia del Proyecto en el tema de las características culturales y sociales, se puede comentar que la actividad propuesta para el AP (edificación de un edificio de residencias estudiantiles) podría tener repercusiones en la zona ya ofrecerá a personas de áreas alejadas la posibilidad de vivir en dicho espacio (“Recinto Liberia”), mejorando con ello el rendimiento estudiantil e incrementando el porcentaje de población con estudios superiores.

9.2.1 Económicas

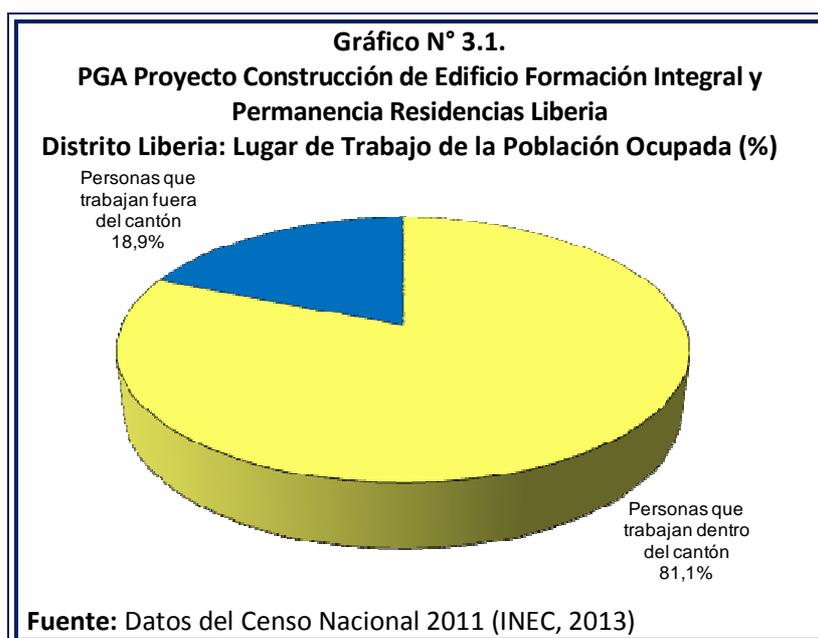
En lo que se refiere a características económicas, un primer elemento que se debe señalar es que el 49.0% de la población con edad de 12 años o más que habita en el distrito “Liberia” forma parte

de la Población Económicamente Activa (PEA), mientras que el 50.0% restante integra la Población Económicamente Inactiva (PEI) del distrito (INEC, 2013).

En lo que a desempleo abierto concierne, el distrito “Liberia” registró en el año 2011 un 5.1% de población desocupada, al tiempo que un 20.3% de las personas que trabajan lo hacen en actividades propias y un 73.8% son asalariados (INEC, 2013).

Al analizar los sectores de la economía en los que están ocupadas las personas del distrito que trabajan, se tiene que un 6.3% lo hace en el sector primario, un 16.5% en el sector secundario y un 77.2% de las personas se ocupa en actividades del sector terciario, referido a la prestación de bienes y servicios (INEC, 2013).

Por otra parte, una de las principales características económicas del distrito “Liberia” así como de la totalidad del cantón, está relacionada con las opciones de empleo que ofrece a sus habitantes, quienes encuentran en dicho territorio las oportunidades necesarias para llevar a cabo sus actividades laborales, tal y como se visualiza en el siguiente gráfico:



La influencia del Proyecto en las características económicas de los sitios aledaños al AP así como en otros sectores del distrito “Liberia” sería muy limitada y se concentrarían eventualmente durante la etapa de construcción del edificio de residencias estudiantiles, ya que en esa etapa se requerirá mano de obra para los distintos componentes de las infraestructuras a desarrollar.

Sin embargo, considerando que la edificación del Proyecto posiblemente se le asigne a un contratista y que la población de la zona se dedica a otro tipo de actividades económicas, no se prevé que la construcción y operación de la actividad propuesta para el AP sea un factor que modifique las características económicas del sector de análisis.

9.3. Seguridad vial y conflictos actuales de circulación vehicular

Dentro del AP no se da la circulación de vehículos ya que se trata de un terreno sin acceso para automotores. En los sitios aledaños al terreno donde se construiría el edificio de residencias estudiantiles y espacios deportivos, se identificaron las siguientes características:

- Existe una calle principal que da acceso al “Campus Liberia”, aunque no existe una vía que permita el acceso vehicular hasta el AP,
- El tránsito de vehículos por la vía que pasa frente al “Campus Liberia” es intermitente y se trata de automotores particulares de personas que estudian, trabajan en el sitio,
- En un tramo de dicha vía, específicamente al frente del “Campus Liberia”, se identificó un espacio de acera para las personas que llegan al centro de enseñanza, pero en el resto de la vía comunica al “Campus” con la carretera principal (Ruta N° 21) no existen dispositivos de seguridad vial (aceras, demarcación, ciclovía, etc.),

Con las siguientes fotografías se evidencian las características de seguridad vial y de circulación de vehículos en el sector de análisis:

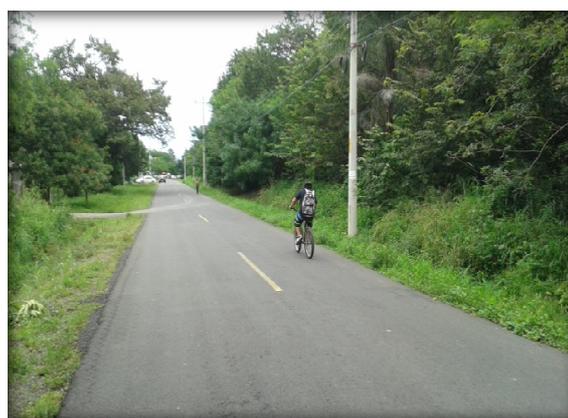


Foto 9.5 y 9.6. Vista general de la calle que da acceso al “Campus Liberia”. Se aprecia la no existencia de aceras (MAPG-Noviembre, 2013)

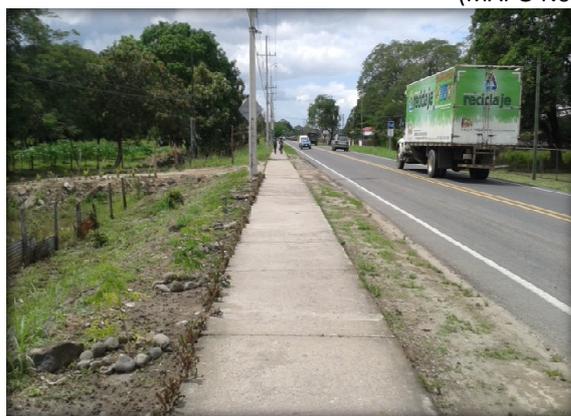


Foto 9.7 y 9.8. Vista general de un tramo de la Ruta N° 21 en la que se observan aceras y demarcación vial (MAPG-Noviembre, 2013)

En lo que se refiere a la influencia del Proyecto en el tema seguridad vial y conflictos de circulación vehicular, se puede comentar que el principal impacto se dará durante las labores de construcción

del edificio de residencias estudiantiles, ya que dicha actividad implicará un incremento en el tránsito de vehículos pesados (vagonetas, camiones de carga, etc.) los cuales serán los encargados de transportar los materiales necesarios para construir la obra.

Ante ello, se deberán tomar las medidas preventivas que adviertan la presencia en la zona de ese tipo de vehículos, particularmente en la intersección que se da entre la calle que da acceso al “Campus Liberia” con la Ruta N° 21 (Liberia – Santa Cruz).

9.4. Servicios de Emergencia disponibles

Dentro del AP, por tratarse de un terreno sin edificaciones, no existen servicios de emergencia. En lo que se refiere a los sitios aledaños, el recorrido permitió identificar varios dispositivos para la atención incendios (hidrantes), ubicados tanto en las instalaciones del “Campus Liberia” como en las afueras de éste.



Fotografía 9.9 , 9.10. Dispositivos para la atención de incendios que existen dentro del “Campus” y sitios aledaños (MAPG-Noviembre, 2013)

Otras instancias que podrían atender situaciones de emergencia en el AP se concentran en varios puntos del distrito “Liberia”, como es el caso del Cuerpo de Bomberos, Comité de la Cruz Roja Costarricense y Fuerza Pública.

En lo que se refiere a la influencia del Proyecto en el tema de servicios de emergencia, se debe comentar que la construcción y operación de la infraestructura habitacional (residencias estudiantiles) vendría a reforzar la cobertura de la zona por dispositivos para la atención de incendios, así como la necesidad de establecer protocolos de coordinación con los entes locales encargados de atender emergencias para dar respuesta a cualquier eventualidad que se presente el sector de análisis.

9.5. Servicios básicos disponibles

Dentro del AP no existen servicios básicos ya que se trata de un terreno cubierto por vegetación variada y sin infraestructuras o edificaciones que requieran de dichos servicios. Por su parte, en los sitios aledaños al AP la situación referente a servicios básicos se indica en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 9.3.		
PGA Proyecto Construcción de Edificio Formación Integral y Permanencia		
Residencias Liberia		
Servicios Básicos Identificados en Sitios Aledaños al AP		
Servicios básicos	Sí	No
✓ Abastecimiento de agua por acueducto	X	
✓ Educación primaria	X	
✓ Educación secundaria	X	
✓ Energía eléctrica	X	
✓ Establecimientos comerciales (abastecedores, pulperías, etc.)	X	
✓ Recolección de desechos sólidos	X	
✓ Salud-EBAIS (CCSS)		X
✓ Salud-Cínica (CCSS)		X
✓ Salud-Hospital (CCSS)		X
✓ Salud-Consultorios privados		X
✓ Seguridad pública		X
✓ Sistema de alcantarillado pluvial	X	
✓ Sistema de alcantarillado sanitario / planta de tratamiento aguas negras	X	
✓ Sistema de tanque séptico	X	
✓ Telefonía fija (residencial)	X	
✓ Telefonía móvil (celular)	X	
✓ Telefonía pública	X	
✓ Transporte público (autobús)	X	
✓ Transporte público (taxis)	X	
Fuente: Elaboración propia recorrido por sitios aledaños al AP (MAPG-Noviembre, 2013)		

Con las siguientes fotografías se evidencian algunos de los servicios básicos identificados en los sitios aledaños al AP:



Fotografía 9.11 y 9.12. Sistema de recolección de desechos y servicio de alimentación (soda) dentro del “Campus Liberia” (MAPG-Noviembre, 2013)



Fotografía 9.13. Instalaciones del “Colegio Técnico Profesional de Liberia”, en las cercanías del “Campus Liberia” (MAPG-Noviembre, 2013)



Fotografía 9.14. Planta de tratamiento de aguas negras existente en el “Campus Liberia” (MAPG-Noviembre, 2013)

En lo que se refiere a la influencia del Proyecto en el tema de servicios básicos, se debe comentar que la construcción y operación del edificio de residencias estudiantiles, podrían representar una mayor demanda en algunos servicios básicos, particularmente los referidos al abastecimiento de agua, recolección de desechos sólidos y disposición de aguas negras, ya que las obras a construir se fundamentan en distintas actividades humanas por lo que se deberá coordinar con las instituciones proveedoras de esos servicios para que éstas incluyan dentro de sus planes operativos.

9.6. Infraestructura comunal

Dentro del AP no existen infraestructuras comunales ya que se trata de un terreno cubierto por vegetación variada. Por su parte, en los sitios aledaños al AP, particularmente en las afueras del “Campus Liberia”, las infraestructuras comunales identificadas fueron: i) parada de autobús, ii) canchas multiusos.



Fotografía 9.15. Cancha multiusos dentro de las instalaciones del “Colegio Técnico Profesional”, cerca del “Campus” (MAPG-Noviembre, 2013)



Fotografía 9.16. Parada de autobús sobre la Ruta N° 21, en las cercanías del “Campus Liberia” (MAPG-Noviembre, 2013)

En lo que se refiere a la influencia del Proyecto en el tema de infraestructuras comunales, se debe comentar que la construcción y operación del edificio de residencias estudiantiles no afectarán las obras comunales en la zona, ya que la infraestructura a desarrollar no implica el cambio de uso de ninguno de esos espacios.

9.7. Sitios históricos, culturales

Según la revisión efectuada en la base de datos del Departamento de Patrimonio del Ministerio de Cultura y Juventud (MCJ), en los sitios aledaños al AP no existen sitios de carácter histórico o cultural que se puedan ver afectados por el Proyecto.

9.8. Paisaje

Considerando que el AP se ubica en un terreno cuyos elementos son visibles desde varios puntos, se prevé que la instalación del Proyecto en la zona será un elemento que genere un impacto visual, particularmente por el cambio de uso de la tierra (de zona verde a obra gris), por lo que se dará una alteración del paisaje de lugar.



Fotografía 9.17. Condiciones del AP al momento de realizar la visita de campo. Se observa la presencia de un área verde con árboles, así como la no existencia de infraestructuras o edificaciones, aspecto que con el

Proyecto implicará un cambio en el paisaje del lugar ya que se construirá un edificio de 2 niveles (MAPG-
Noviembre, 2013)