

Apéndice F
Estudio Hidrológico-Hidráulico
(Se incluye en documento separado)

Apéndice G
Pruebas de Percolación
y Nivel Freático

ENVIRONMENTAL HYDROLOGY LAW CONSULTANTS

*Valparaiso Calle 3 J-5, Levittown, P.R. 00949
Tel.:(787) 550-8126*

*Mailing address: HC-1 Box 8223, Loiza PR 00772
e-mail gfulcar@yahoo.com*

4 de septiembre del 2007

Myrna Hau Rodriguez
PR-466 Road, Bajuras Ward
Isabela, PR 00605

**Asunto: Informe de Actividades de Pruebas de Percolación e Instalación de Piezómetros
Desarrollo Villas del Mar Hau
Isabela, Puerto Rico**

Estimada Sra. Hau:

Según le solicitara a Guillermo E. Fulcar de Environmental Hydrology Law Consultants (EHLC), en agosto y septiembre del 2007 se llevaron a cabo pruebas de percolación y de niveles de agua subterránea en el proyecto de referencia. Los resultados de las pruebas realizadas se resumen en este informe.

Entendemos que usted está realizando los estudios y evaluaciones pertinentes para desarrollar los terrenos del proyecto de referencia por lo cual se necesitaba obtener información relacionada con la capacidad de percolación de los suelos y los niveles de agua subterráneas del lugar. Para obtener esta información, personal de EHLC se movilizó al área del proyecto los días 25 y 26 de agosto y 1 y 2 de septiembre para realizar actividades de pruebas de percolación e instalación de piezómetros en los terrenos del proyecto.

Se realizaron tres pruebas de percolación y tres barrenos, en los cuales se instalaron piezómetros de observación. Además, se midieron niveles de agua subterránea en los piezómetros. Las pruebas de percolación y la instalación de los piezómetros se realizaron en áreas diferentes de la propiedad. El área del proyecto y la ubicación aproximada de estas pruebas se muestran en las Figuras 1 y 2,

respectivamente.

Las pruebas de percolación se realizaron de acuerdo con las guías establecidas en el Reglamento para el Control de Inyección Subterránea de la Junta de Calidad Ambiental de Puerto Rico. Los resultados fueron de 27.33, 8.33 y 7 minutos/pulgada para las pruebas PP-A, PP-B y PP-C, respectivamente. Esta diferencia en las tasas de percolación entre el punto A y los puntos B y C aparenta ser causada por la mayor cantidad de material de relleno que se encontró en el punto A en relación con los puntos B y C. Durante las actividades de barrenado se encontró que la proporción de arcilla y limo en relación con el material arenoso es mayor en el punto A que en los puntos B y C.

Las actividades de barrenado fueron realizadas con un martillo eléctrico y un “hand auger”. Se barrenó hasta profundidades de 3.35, 3.35 y 2.44 metros en las áreas de los piezómetros A, B y C, respectivamente. En el área de barrenado C, la alta consistencia del material existente a la profundidad aproximada de 2.44 metros evitó la penetración de la barrena a una mayor profundidad. Sin embargo, a la profundidad de 2.44 metros no se encontró evidencia de la presencia de agua subterránea. Los piezómetros A, B y C se instalaron a profundidades de 3.35, 1.83 y 2.44 metros, respectivamente. El material de los piezómetros instalados consiste de tubería de PVC con rejilla, de 1.5 pulgadas de diámetro.

Los niveles de agua en los piezómetros se midieron con un Indicador de Nivel de Agua. Lecturas del piezómetro A indican niveles de profundidad de agua de 2.652 metros y 2.682 metros desde la superficie del terreno para los días 25 de agosto y 1 de septiembre, respectivamente. Asimismo, en el piezómetro B se midieron niveles de agua de 1.25 metros bajo la superficie del terreno los días 25 de agosto y 1 de septiembre. Por otra parte, en el barrenado del piezómetro C no se encontró evidencia de agua subterránea a la profundidad de barrenado de 2.44 metros.

De acuerdo con el plano topográfico disponible para el área del proyecto, los niveles del terreno en los puntos de barrenados A y B son aproximadamente 3.5 y 2.2 metros, respectivamente. Para el punto de barrenado C no se proveyeron elevaciones del terreno. Por consiguiente, los resultados de las actividades de barrenado e instalación de piezómetro que se realizaron en los terrenos del proyecto de referencia y los

niveles aproximados del terreno existente indican que la elevación del nivel de agua subterránea no se espera que sea mayor de 1.0 metros sobre el nivel del mar. Sin embargo, la exactitud de esta elevación debe confirmarse localizando las coordenadas y elevaciones de los piezómetros.

Les reiteramos el aprecio por nuestra relación profesional y esperamos que las actividades que se realizaron y se describen en esta carta les sirvan para el propósito que fueron encomendadas. De tener cualquier duda o de necesitar información adicional, por favor comuníquese con nosotros.

**Atentamente,
Environmental Hydrology Law Consultants**

**Guillermo Fulcar
Principal**

**Jesus M. Suarez
Ingeniero de Proyecto**

FIGURAS



LEGENDA
 ■ P-P-A = PROBEA DE PERCOLACION
 ● P-A = PIEZOMETRO
 EAS = ELEVACION DE AGUA SUBTERRANEA

NOTAS:
 1. Este informe de correlacion y ubicacion está basado en:
 a) La informacion de campo.
 b) La informacion de la Comision de Acreditacion de Corriente de P.A.
 c) La informacion de la Comision de Acreditacion de Corriente de P.A.
 d) La informacion de la Comision de Acreditacion de Corriente de P.A.
 e) La informacion de la Comision de Acreditacion de Corriente de P.A.

Situación

Escala = 1 : 1250

Apéndice H
Estudio de Tránsito
(Se incluye en documento separado)

**Compañía de Turismo
San Juan, Puerto Rico**

**DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
PRELIMINAR (DIA-P)**

**Desarrollo Turístico-Residencial
Villas del Mar Hau Beach Resort
Barrio Bajuras de Isabela**

Apéndice H
Estudio de Tránsito

ENERO 2007

Pérez Berenguer y Asociados

Ingeniería, Agrimensura, Planificación

Apartado 6512, Marina Station, Mayagüez, Puerto Rico, 00681-6512

Urb. Colinas de Santa Cecilia, Calle F #40 (bajos), Cabo Rojo, Puerto Rico

Teléfono y Facsímil (787) 254-8321

Estudio de Tránsito Analizando el Impacto de la Expansión del Parador
"Villas del Mar Hau" en las Vías del Área, Carretera PR-466, Km. 8.9, barrio
Bajura, Isabela, Puerto Rico

Octubre 2007

Tabla de Contenido

Sección	Página
Introducción y Objetivo	1
Antecedentes	2
Alcance del estudio	7
Metodología utilizada	8
Datos recopilados	10
Análisis realizados	11
Hallazgos Obtenidos	15
Conclusiones	34
Recomendaciones	36
Certificación	37
Referencias	38
Apéndices	40
Apéndice 1. Figuras	40
Apéndice 2. Guías utilizadas en el análisis operacional	56
Apéndice 3. Datos de Flujo Vehicular Tomados Durante los Conteos	68
Apéndice 4. Matriz del Estudio	80
Apéndice 5. Cómputos para el análisis operacional	81
Apéndice 6. Determinación del Factor de Crecimiento del Tránsito Promedio Diario	121
Apéndice 7. Generación, Asignación y Proyección de Viajes	122
Apéndice 8. Curriculum Vitæ del consultor	135

Lista de Figuras

Figura	Página
1. Mapa de Carreteras del área analizada	40
2. Cuadrángulo del área analizada	41
3. Intersección de las carreteras PR-466 y PR-4466, vista desde el sur	42
4. Intersección de la carretera PR-466 y el camino que da acceso a Playa Montones y a Villas del Mar Hau, vista desde el oeste	43
5. Plan Maestro propuesto para Villas del Mar Hau	44
6. Esquema de la red vial analizada y de las intersecciones evaluadas	45
7. Flujo Vehicular y Factor de la Hora Pico actual, por movimiento y total, durante las horas críticas, en la red vial analizada	46
8. Patrón actual del flujo vehicular, por movimiento y total, en la intersección de las carreteras PR-466 y PR-4466, durante un día laborable típico	47
9. Patrón actual del flujo vehicular, por movimiento y total, en la intersección de la carretera PR-466 y el camino hacia Playa Montones y Villas del Mar Hau, durante un día laborable típico	48
10. Patrón actual del flujo vehicular, por movimiento y total, en la intersección de las carreteras PR-466 y PR-4466, durante un sábado crítico	49
11. Patrón actual del flujo vehicular, por movimiento y total, en la intersección de la carretera PR-466 y el camino hacia Playa Montones y Villas del Mar Hau, durante un sábado crítico	50
12. Patrón actual del flujo vehicular, por movimiento y total, en la intersección de las carreteras PR-466 y PR-4466, durante un domingo crítico	51

Lista de Figuras (Continuación)

Figura	Página
13. Patrón actual del flujo vehicular, por movimiento y total, en la intersección de la carretera PR-466 y el camino hacia Playa Montones y Villas del Mar Hau, durante un domingo crítico	52
14. Nivel de Servicio al que opera actualmente, durante las horas pico, la red vial analizada en este estudio	53
15. Flujo Vehicular y Factor de la Hora Pico, por movimiento y total, durante las horas críticas, en la red vial analizada, en el momento en el que se culmine y recién se ocupe la expansión a Villas del Mar Hau	54
16. Nivel de Servicio al que operará la red vial analizada en este estudio, durante las horas pico, por movimiento y total, en el momento en el que se concluya y recién se ocupe la expansión a Villas del Mar Hau	55
A7-1 Viajes que generarán los proyectos propuestos para el área analizada, durante las horas pico, distribuidos por la red vial evaluada en este estudio	133
A7-2 Viajes que actualmente utilizan la red vial analizada en este estudio, proyectados al año 2015	134

Lista de Tablas

Tabla	Página
1. Flujo Vehicular durante las horas pico en las intersecciones analizadas en este estudio	21
2. Factor de la Hora Pico que se registra en las intersecciones analizadas en este estudio	22
3. Nivel de Servicio al que operan actualmente las intersecciones analizadas en este estudio, durante las horas pico	24
4. Nivel de Servicio al que operarán las intersecciones analizadas en este estudio, durante las horas pico, en el año 2015	31
A7-1 Viajes que generará, durante las horas pico, la expansión de Villas del Mar Hau	125
A7-2 Proyectos propuestos para el área cercana a Villas del Mar Hau	126
A7-3 Viajes que generarán, durante las horas pico, los proyectos propuestos para el área cercana a Villas del Mar Hau	128
A7-4 Viajes que generarán, durante las horas pico, los proyectos propuestos para el área analizada, proyectados al momento en el que recién se ocupe la expansión de Villas del Mar Hau	131

Resumen ejecutivo

Este informe resume los resultados de un estudio de tránsito realizado en la carretera PR-466, entre la carretera PR-4466 y el camino de acceso a Playa Montones, barrio Bajura, Isabela, Puerto Rico. El estudio fue realizado por la firma Pérez Berenguer y Asociados por encomienda de la señora Myrna Hau. El objetivo del estudio es conocer el impacto en la operación de esta vía una vez se construya la expansión al parador Villas del Mar Hau, ubicado al lado norte del kilómetro 8.9 de la carretera PR-466, barrio Bajura, Isabela, Puerto Rico.

La geometría actual de la carretera PR-466 consta de un carril en cada dirección, con un ancho variable desde 3.10 hasta 3.35 metros cada uno, sin aceras, franjas de siembra ni paseos en la mayoría del trayecto. Frente al proyecto propuesto, esta carretera tiene paseos de 1.20 metros de ancho al lado norte y de 1.65 metros de ancho al lado sur. La carretera PR-4466 tiene un carril en cada dirección, de 3.35 metros de ancho cada uno, sin aceras, franjas de siembra ni paseos. El camino de acceso a Playa Montones tiene un carril en cada dirección, de 3.40 metros de ancho cada uno, sin aceras, franjas de siembra ni paseos, con un área de estacionamiento a lo largo de gran parte de su lado oeste. Las vías analizadas tienen pavimento flexible.

Luego del análisis operacional se obtuvo que la red vial analizada opera bien durante ambas horas pico de un día laborable

típico y en las de los fines de semana. Esto continuará siendo así aun cuando se ocupe la expansión del parador Villas del Mar Hau y otros proyectos propuestos para el área. No será necesario realizar cambios en la geometría ni en los controles del tránsito existentes. La única mejora que hay que realizar en la red vial analizada debe ser la construcción de la intersección del nuevo acceso a Villas del Mar Hau. Esta intersección será en forma de T, con tres accesos con un carril en cada dirección en cada uno, controlada por un rótulo de "Pare" en el acceso desde Villas del Mar Hau. La red vial analizada tendrá suficiente capacidad para manejar el tránsito que la utilizará a corto y mediano plazo.

Introducción y Objetivo

Este estudio de tránsito se condujo para conocer el impacto en las vías adyacentes de la expansión del parador Villas del Mar Hau. Esta expansión se construirá en la carretera PR-466, Km. 8.9, barrio Bajura, Isabela, Puerto Rico (figuras 1 y 2). Myrna Hau encomendó a Pérez Berenguer y Asociados la realización de este estudio. Se analizó la condición existente y futura de las intersecciones de la carretera PR-466 con la carretera PR-4466 (figura 3) y con el camino que da acceso a la Playa Montones y a Villas del Mar Hau (figura 4). También se analizó la futura intersección de la carretera PR-466 con el acceso al proyecto.

Se obtuvieron las horas pico en la red vial indicada y su flujo vehicular, durante estas horas, para un día laborable típico y para un fin de semana crítico. Con estos datos se analizó la red vial para conocer su operación actual. Se proyectó el flujo vehicular al año 2015, suponiendo que para ese año se hayan recién ocupado las instalaciones que se proponen en el Plan Maestro de Villas del Mar Hau, y se realizó un análisis operacional para tener una idea del efecto del proyecto en la red vial cercana. Con los resultados se formularon recomendaciones relacionadas a la red vial analizada para que opere adecuadamente a corto y mediano plazo. Este informe tiene el formato de un estudio de tránsito, según las *Guías para la Preparación de Estudios Operacionales de Accesos y de Tránsito para Puerto Rico (ELA, 2004)*.

Antecedentes

Este estudio se realizó debido a la necesidad de conocer el impacto de la expansión del parador Villas del Mar Hau en las vías adyacentes. Así se recomendaron medidas a tomar para que la red vial analizada se mantenga operando de forma adecuada a corto y mediano plazo. El proyecto estará ubicado al lado norte del kilómetro 8.9 de la carretera PR-466 y será de carácter residencial-turístico multifamiliar. Esta expansión consistirá de un hotel de cuarenta habitaciones con un "spa" de 6000 pies cuadrados, restaurante, tienda, salón de conferencias de 6000 pies cuadrados, jardines, casa club y área recreacional. Además del hotel, también se propone la construcción de veinte unidades de "condo-suites" y un condo-hotel que se compondrá de cinco edificios de diez apartamentos cada uno y dos edificios de seis unidades cada uno, piscinas privadas, terrazas, jardines y áreas de arena de playa. También se propone remodelar y mantener los edificios existentes, así como construir unas villas turísticas compuestas por once edificios de cuatro niveles con seis apartamentos en cada edificio. Se propone además la construcción de tres edificios de ocho niveles para apartamentos tipo "resort" con treinta unidades en cada edificio y dos condominios, de doce pisos, con 44 unidades de vivienda en cada uno. En la figura 5 se puede observar el Plan Maestro propuesto. Dada su magnitud, el proyecto producirá un incremento en el tránsito existente en el área. Por esto es

importante conocer como operarán en el futuro las vías que le ofrecerán acceso.

Se realizaron conteos vehiculares, en las intersecciones antes indicadas, para determinar las horas pico en un día laborable típico y cuantos vehículos utilizan las intersecciones durante esas horas así como durante todo el día. Debido al carácter principalmente turístico de la zona, también se realizaron conteos de flujo vehicular con el mismo fin durante dos fines de semana, uno de cuales es de los que más personas atrae a sectores como éste durante el año. Con los datos obtenidos en los conteos, una vez reducidos, se realizó el análisis operacional para la condición actual. Estos datos se proyectaron al momento en el que se espera que el proyecto, tal y como se propone en el Plan Maestro, esté finalizado y recién ocupado. Estos valores se sumaron a los que este proyecto generará así como otros propuestos para el área cercana y se efectuó el respectivo análisis operacional. De esta manera se tiene una idea de como operarán las facilidades viales indicadas a corto y mediano plazo.

La carretera PR-466 comienza en su intersección con la carretera PR-2, en el municipio de Aguadilla, y finaliza en su intersección con la carretera PR-113, en el centro del pueblo de Isabela. Esta vía permite la comunicación a los residentes y visitantes de la costa entre Aguadilla e Isabela con la carretera PR-2. Hasta hace pocos años el tramo de la carretera PR-466 frente

a Villas del Mar Hau tenía superficie de arena pero, luego de haberse realizado mejoras en la carretera se facilitó a los residentes y visitantes del área comunicarse con la zona urbana de Isabela. La carretera PR-466, en el área analizada, le da acceso a diferentes proyectos turísticos y residenciales multifamiliares que son, más bien, segundos hogares. Esta es una de las razones por las cuales esta vía se utiliza considerablemente durante los fines de semana, época en la que van al lugar a pernoctar muchos de los dueños de las residencias existentes. Además, para estos días acude la mayor cantidad de visitantes a las atracciones turísticas que existen en el sector. Los días en semana el flujo es menor, compuesto principalmente por conductores que utilizan esta carretera como ruta alterna para moverse entre Isabela y Aguadilla evitando la congestión existente en otras vías del área. La utilización descrita le da a la carretera una clasificación de coleccionera. En el área la carretera tiene una geometría formada por un carril en cada dirección, con un ancho que varía entre 3.10 y 3.35 metros de ancho. A excepción del tramo reconstruido, esta carretera no tiene paseos, franjas de siembra ni aceras. Frente al proyecto propuesto la carretera tiene un paseo de 1.20 metros de ancho al lado norte y de 1.65 metros de ancho al lado sur.

La carretera PR-4466 comienza en su intersección con la carretera PR-466 en el barrio Bajura de Isabela y termina en su intersección con la carretera PR-110 en el barrio Montaña de

Aguadilla. Sirve como acceso a la costa entre ambos municipios, formando parte de la vía alterna antes descrita. Al estar en una zona turística, con un entorno similar al de la carretera PR-466 en el área de la costa, la utilización de la carretera es considerable durante los fines de semana. La clasificación funcional de la carretera es la de colectora. La geometría de esta carretera se compone de un carril en cada dirección con un ancho de 3.35 metros, sin paseos, franjas de siembra ni aceras.

El camino de acceso a Playa Montones comienza en su intersección con la carretera PR-466 y termina al sur de la playa. Este camino también le brinda acceso al parador Villas del Mar Hau y a un proyecto residencial multifamiliar construido al oeste del mismo. Por estas razones la clasificación de la carretera es la de calle local. La geometría de esta vía se compone de un carril en cada dirección de 3.40 metros de ancho, con un área de estacionamiento al lado oeste, sin paseos, franja de siembra ni aceras. Las vías aquí analizadas tienen una superficie asfáltica.

Debido a la distancia existente entre las residencias del sector y los principales generadores de viajes de la región, a la cantidad considerable de segundos hogares existentes en el lugar y a la falta de aceras, apenas transitan peatones por el área. Además de esto, se le suma la falta de modos eficientes de transportación pública, lo que desalienta la realización de viajes a pie.

Esta página se dejó en blanco intencionalmente.

Alcance del estudio

Con este estudio se determinó el impacto del proyecto propuesto en la red vial indicada, la cual, por ser la ruta para entrar y salir del proyecto, se verá directamente impactada. Se obtuvieron las horas pico en un día laborable típico y durante los fines de semana, y el volumen y el Nivel de Servicio al que opera y operará esta red durante esas horas. También se calculó el tránsito promedio diario anual en el lugar. Se realizaron conteos por períodos de 24 horas consecutivas desde el jueves, 6 al jueves 13 de septiembre de 2007 para determinar el comportamiento del flujo vehicular durante un día laborable típico. Para considerar la información obtenida tanto el día del conteo así como el previo y el posterior tuvieron que ser laborables. También se realizaron conteos los sábados, 1^{ero} y 8 y los domingos, 2 y 9 de septiembre de 2007. Aquí se incluyó el fin de semana del Día del Trabajo, que es uno en los que más personas visitan el área durante el año. Así se obtuvo el comportamiento del flujo vehicular en el lugar para un fin de semana crítico. Se determinó si la red vial analizada es y será adecuada para manejar el volumen vehicular al que se verá sujeta o si habrá que modificarla. El volumen vehicular fue captado por equipos electrónicos de conteo de alta precisión ("Countcard" y "NC-97"), lo que permite obtener datos de buena calidad. Esto, junto con la constante supervisión del consultor encargado del estudio permitió tener resultados confiables.