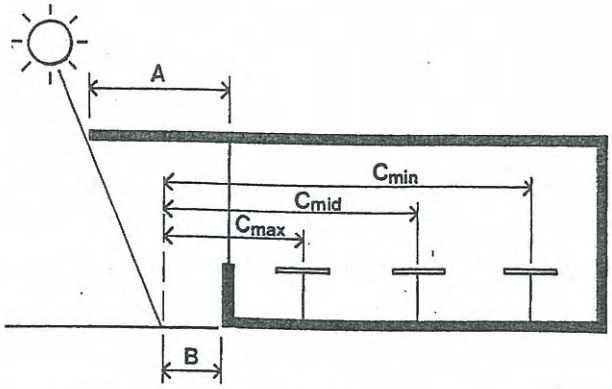
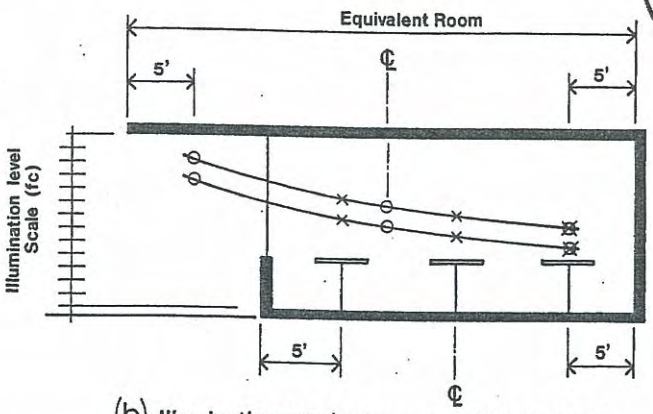


(a) Dimensions for calculating X_e



(b) Illumination graphed from equivalent room

Figure 3D-7: Daylighting Calculation Procedures for Overhangs

HOW TO CALCULATE SUN POSITION

There are many times during the design when the position of the sun is required. Some of these include:

- Calculating daylighting when overhangs are involved.
- Determining required dimensions of overhangs and other shading devices.
- Calculating solar radiation on a surface when the surface is not in the position given in reference tables.

For most applications, sun charts provide enough accuracy to determine the solar altitude (degrees above the horizon) and solar azimuth (degrees east or west of south) for given geographical locations, time of day, and time of year. When more accuracy is required, the following procedures and formulas can be used.

The position of the sun anywhere in the world as described by the solar altitude and solar azimuth depends on the latitude of the site under consideration, the declination of the sun (degrees north or south of the equator), and the solar hour angle.

Latitude, L, can be determined from a map or from values given for representative cities in Table 3C-3 or Table 3E-1.

Solar declination, D, can be calculated from the following formula.

FORMULA: $D = 23.45 \times \sin[0.9863013 \times (284 + N)]$

where:

D = solar declination in degrees (decimal format)
N = number of Julian day of the year
(e.g., February 15 = 46th day of the year)

Some representative solar declinations are given in Table 3D-10.

Table 3D-10
SOLAR DECLINATIONS

Dates		Declination
June 22		+23.45
15	June 29	+23.25
8	July 6	+22.75
1	13	+21.92
May 25	20	+20.83
18	27	+19.42
11	Aug 3	+17.67
4	10	+15.75
Apr 26	18	+13.33
19	25	+11.00
12	Sep 1	+8.50
5	8	+5.92
Mar 28	16	+2.83
21	23	0.00
14	Oct 1	−2.83
7	8	−5.58
Feb 28	15	−8.25
21	22	−10.83
14	29	−13.25
7	Nov 5	−15.50
Jan 31	12	−17.50
24	19	−19.33
17	26	−20.83
10	Dec 3	−22.00
3	10	−22.83
Dec 27	17	−23.33
	Dec 22	−23.45

Note: Declinations are given to the nearest 5 minutes in decimal format except for June 22 and December 22, which are exact.

The solar hour angle depends on local solar time, which is measured from solar noon—the time when the sun is highest in the sky at a given location and when the center of the sun passes the meridian of the location. This, of course, depends on the longitude of the site under consideration. Local solar time also varies with the time of the year; the length of solar days vary from actual uniform clock time.

The formula for finding the solar hour angle follows.

FORMULA: $H = 0.25 \times$ number of minutes from local solar noon

or

$H = 15 \times$ number of hours from local solar noon

To find the number of minutes or hours from solar noon, standard time must be converted to solar time. The equation for this follows.

FORMULA: Solar time $= T + 4\,(SM - L) + ET$

where:

T = standard time in hours and minutes
(if daylight savings time, subtract one hour)

SM = standard meridian of the time zone of the site
For most of the western hemisphere these are

Time Zones	Standard Meridian
Atlantic	60
Eastern	75
Central	90
Mountain	105
Pacific	120
Yukon	135
Alaska/Hawaii	150

L = longitude of site (See Table 3E-1.)

ET = equation of time, from Figure 3D-11. This accounts for the varying length of solar days during the year. It is either a positive or negative value.

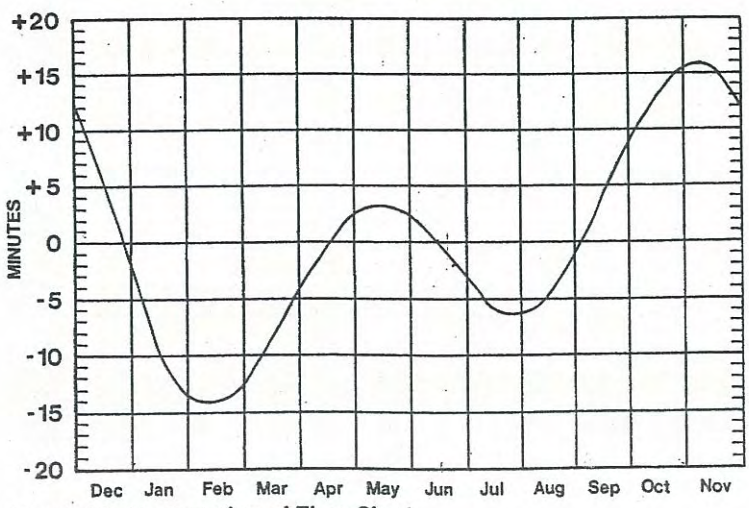


Figure 3D-11: Equation of Time Chart

Note that when the latitude of the site is east of the standard meridian, the value will be positive, resulting in the addition of time to standard time; if west of standard meridian, the value will be negative, and the effect will be to subtract time.

Example

Find the solar hour angle for a position in Flagstaff, Arizona, on October 1 at 4:30 P.M.

Longitude of Flagstaff, Airzona: 111° 40′, round off to 112°

Equation of time for October 1: +9 min.

Standard meridian for mountain time zone: 105°

Daylight savings time: not applicable since Arizona does not use daylight savings time

Solar time = 4:30 + 4(105 − 112) + (+9)

= 4:30 − :28 + :09

= 4:11 P.M. ~ SOLAR TIME

Minutes from solar noon = 4(60) + 11 = 251 min.

Hours from solar noon = 4 + 11/60 = 4.183 hr.

Solar hour angle, H = 0.25 × 251 = 62.75

or

H = 15 × 4.183 = 62.75

Calculating solar altitude and azimuth:

$$\sin S_{al} = [(\sin L)(\sin D)] + [(\cos L)(\cos D)(\cos H)]$$
$$\sin S_{az} = (\cos D)(\sin H)/\cos S_{al}$$

where:

S_{al} = solar altitude
S_{az} = solar azimuth
L = latitude of site
D = solar declination
H = solar hour angle

Example

Find the solar altitude and azimuth of the same site in Phoenix at the same time as in the previous example.

Latitude of Phoenix: 33.4° (from Table 3C-3)

Declination of October 1: −2.83 (from Table 3D-10)

$$\sin S_{al} = [(\sin 33.4)(\sin -2.83)] + [(\cos 33.4)(\cos -2.83)(\cos 62.74)]$$
$$= [-0.03] + [0.38]$$
$$S_{al} = \arcsin 0.35$$
$$= 20.5°$$

$$\sin S_{az} = (\cos -2.83)(\sin 62.75)/\cos 20.5$$
$$S_{az} = \arcsin 0.95$$
$$= 71.4°$$

Apéndice 5. Estudio de Tránsito

ESTUDIO DE IMPACTO DE TRÁNSITO

Proyecto Costa Marfil
Carretera PR-442, Barrio Espinal
Aguada, PR

Para:
Sr. Jaime Matías Medina, CPA
Sr. Oscar Soto
SEA BEACH ISLAND INC.
PO Box 5296
Aguadilla, PR 00605

Por:
EnSCo Group
Urb. San Fernando
Calle 2 B-3
Toa Alta, PR 00953

Mayo 2005

ENSCO GROUP
Engineers, Surveyors, Architects & Planners

16 de mayo de 2005

SEA BEACH ISLAND INC.
PO Box 5296
Aguadilla, PR 00605

A: Sr. Jaime Matías Medina, CPA

Atención: Sr. Oscar Soto

Re: Estudio Impacto de Transito,
Barrió Espinal, Municipio de Aguada, PR

Estimado Sr. Matías:

De esta forma le hacemos entrega del informa final del Estudio de Impacto de Transito. En el mismo encontrará el resumen de todas las tareas completadas y acoradas en la propuesta. El estudio se preparó para determinar el impacto del proyecto propuesto, Costa Marfil, en las vías **públicas existentes y su condición actual**.

Favor evaluar la misma y comunicarse con nosotros de necesitar aclarar cualquier renglón de la misma. Agradecidos de la oportunidad de servirle, quedamos a su disposición para ésta y cualquier otra encomienda. De tener cualquier duda sobre el estudio o cualquiera de sus secciones, no dude en comunicarse con nosotros al (787) 870-6411 o al (787)464-4397.

Cordialmente,

Agrim. José Rivera Cacho
Coordinador del proyecto, ENSCO

Ing. Cristina Hermida
División de Transportación, ENSCO

TABLA DE CONTENIDO

Introducción 3
Objetivos Principales 3
Justificación del Estudio 3
Tareas Completadas 5
Simulación 5
Descripción del Proyecto 5
Identificación de las Horas Pico y Día de Análisis 6
Condición de Tráfico Base en las Intersecciones 9
Generación de Tráfico: Proyecto Propuesto 10
Generación de Tráfico: Proyectos Aprobados en el Área 10
Análisis de Intersecciones: Escenario Actual
- PR-442 y PR 115 10
- PR 115 y PR 111 11
- PR-111 y PR-2 Acceso Sur 12
- PR-111 y PR-2 Acceso Norte 12

Análisis de las Intersecciones: Escenario Futuro
- PR-442 y PR 115 13
- PR 115 y PR 111 14
- PR-111 y PR-2 Acceso Sur 15
- PR-111 y PR-2 Acceso Norte 15

Resumen y Recomendaciones para Mejoras a los Accesos 16
Apéndice
- A: Cuadrángulo Topográfico del USGS 20
- B: Imagen Aérea del Proyecto 22
- C: Plano Intersección PR-442 y PR-115 24
- D: Plano Intersección PR-115 y PR-111 26
- E: Plano Intersección PR-111 y PR-2 28
- F: Simulación PR-442 y PR-115 Actual 30
- G: Simulación PR-115 y PR-111 Actual 36
- H: Simulación PR-111 y PR-2 Acceso Sur Actual 41
- I: Simulación PR-111 y PR-2 Acceso Norte Actual 45
- J: Simulación PR-442 y PR-115 Futuro 51
- K: Simulación PR-115 y PR-111 Futuro 56
- L: Simulación PR-111 y PR-2 Acceso Sur Futuro 61
- M: Simulación PR-111 y PR-2 Acceso Norte Futuro 66

INTRODUCCIÓN

Este documento contiene el Estudio de Impacto de Tráfico que responde a la necesidad de Sea Beach Island Inc. de hacer un estudio de tránsito en los alrededores del proyecto propuesto Costa de Marfil. **El estudio se preparó para determinar el impacto del proyecto propuesto en las vías públicas existentes y su condición actual.** El desarrollo propuesto estará localizado en la carretera PR-442, Barrio Espinal, en el municipio de Aguada, Puerto Rico.

El estudio incluye todo el área que se proyecta será afectada por el proyecto propuesto; Este incluye tres (3) intersecciones:

PR- 4439	y	PR- 115
PR- 115	y	PR- 111
PR-111	y	PR- 2

El estudio incluye: recoleeción de datos de tránsito en undía típico, estudios de tráfico, análisis y modelaciones de las intersecciones antes mencionadas, proyecciones de volúmenes futuros y volumenes generados por el proyecto y mejoras/recomendaciones para este.

OBJETIVOS PRINCIPALES

- Determinar el impacto que el volumen de tráfico generado por el proyecto propuesto tendrá en las vías de rodaje adyacentes.
- Estudiar y ananlazar la situación actual de tráfico en el area de estudio
- Identificar porsibles accesos problemáticos en el area
- Anticipar posibles problemas de trafico que se pueden generar con el desarrollo del proyecto.
- Determinar las mejoras a las señales de transito y/o a las vías de rodaje adyacentes necesarias para mitigar la posible congestión de tráfico.

JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO:

El estudio de tránsito surge por la necesidad de Sea Beach Island Inc., en determinar el impacto que su proyecto tendrá en las vías de rodaje adyacentes a este. El estudio será parte de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) que se esta desarrollando para dicho proyecto. A continuación una breve descripción de las tareas que se completaron en el estudio.

TAREAS COMPLETADAS:

A. Levantamiento de lo Existente ("As-Build"):

Para poder describir la situación actual se completo un levantamiento de las intersecciones ya mencionadas para dicho estudio, entendiendo que es necesario para el estudio de tráfico saber la localizacion de cada componente de dichas intersecciones. Los componentes

identificados incluyen semaforos, carriles, señales de transito, entre otros. Se preparará un plano esquemático de la intersección.

B. Estudio de Campo:

Para poder describir la situación actual se completo un estudio de tráfico actual. Se hicieron conteos manuales de vehículos en las tres (3) intersecciones adyacentes al proyecto, y se calcularon los volumenes existentes. Los conteos se llevaron acabo de 6:00 am a 6:00 pm durante un miércoles. Además, se hizo un estudio de las intersecciones, se determinaron los tiempos y fases del semáforo, y se determinaron los Niveles de Servicio de cada una de las intersecciones. Las intersecciones se analizarán utilizando las formulas del Highway Capacity Manual 2000 (HCM), el cual es la última version del manual de diseño.

C. Calculo de flujos generados:

Para determinar el impacto que dicho proyecto tendrá en las vías de rodaje adyacente, se calcularon los volumenes vehiculares que el proyecto propuesto generará. Los volúmenes generados se calcularan utilizando la metodología del manual del Instituto de Ingenieros de Transportación: Trip Generation Handbook, segunda edición . Estos flujos vehiculares se incorporaron a los flujos vehiculares proyectados para el año de inauguración del proyecto para hacer la modelación, y determinar asi el impacto presente del proyecto propuesto. La proyección de los volumenes se basó en los volumenes obtenidos en los conteos manuales en el campo, asumiendo un 2% de crecimiento para el año en que se espera inagurar el proyecto, 2007.

El análisis de capacidad se llevo acabo durante las horas picos, ya que estas son las horas donde le flujo vehicular es mayor y son mas sensitivas a los efectos de nuevos proyectos. El estudio determinó la capacidad de la red de tránsito existente, y se determinarón las mejoras nesesarias para que esta sea suficiente para los volúmenes generados por el proyecto propuesto.

D. Distribución de flujos en área de estudio:

Los flujos vehiculares calculados se distribuyeronn en la red actual para determinar el Nivel de Servicio actual de las facilidades existentes. Para esto, los flujos vehiculares de cada intersección se balancearonn para ajustar el número obtenido en el campo con el flujo vehicular que cada uno de los accesos de la intersección, y así optimizar para la situación más crítica. Este método es el recomendado por el HCM 2000.

E. Proyección de flujos futuros no generados por el proyecto:

Se completo una investigación y estudio sobre posibles proyectos futuros en el área. El estudio incorporará tanto proyectos para la mejora y expansión de las las vías de rodaje, como

proyectos de infraestructura en terrenos aledaños. En el momento que se completo el estudio, no se encontro ningún proyecto aprobado en el area, por lo tanto no se hizo la simulación

F. Distribución de Volúmenes Actual:

Se completo un análisis de los flujos picos actuales y proyectados. Los volumenes se modelaron utilizando el modelo ***aaSidra.*** Se determinaron los Niveles de Servicio de cada una de las intersecciones, la demora sufrida en cada una de ellas, la cola generada, entre otras. Se recomendaron mejoras a la red existente para satisfacer los Niveles de Servicio mínimos.

SIMULACIÓN:

Se completo la simulación de las intersecciones antes mencionadas para dos (2) ecenarios:

- Condiciones existentes: modelo del flujo vehicular actual y determinación del nivel de servicio para las horas picos
- Condición futura con proyecto propuesto: modelo de los flujos vehiculares futuros más los flujos que se anticipan que el proyecto propuesto generarán

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto consiste de una urbanización de residencias turísticas unifamiliares de 230 apartamentos y 9 villas.

IDENTIFICACIÓN DE HORAS PICO Y DÍA TÍPICO DE ANÁLISIS

Un estudio de tránsito envuelve el análisis de intersecciones que pueden ser afectadas por el proyecto propuesto. Para le proyecto costa de Marfil se identificaron tres (3) intersecciones: PR-115 y la PR-4439, PR-115 y la PR-111, y la PR-111 y la PR-2 . El estudio requiere que se recolecten datos en cada una de las intersecciones por un periodo de doce horas en un día típico. Un día típico se define como el día de la semana q describa las condiciones de tránsito comunes para el área. Las intersecciones se evaluaron un miércoles de 6:00 AM a 6:00 PM. La data se recolectó en intervalos de 15 minutos durante las 12 horas.

El análisis de las intersecciones se hace en la hora pico de trafico en el día. La hora pico es la hora del día en la cual la intersección maneja al mayor volumen de trafico. Ésta se calcula sumando cuatro (4) intervalos consecutivos de 15 minutos. Se utiliza esta hora ya q es la más crítica y es la hora en la cual la capacidad de la intersección puede ser sobrepasada. Se identificó una hora pico para cada una de las intersecciones. La hora pico en la intersección de la PR-115 y la PR-4439 es de 7:00 AM a 8:00 AM, la PR-115 y la PR-111 tiene la hora pico de 4:30 PM a 5;30 PM y la PR-111 y la PR-2 tiene la hora pico de 4:00 PM a 5:00 PM. Un resumen del conteo con la horas picos identificadas se pueden encontrar en el apéndice A.

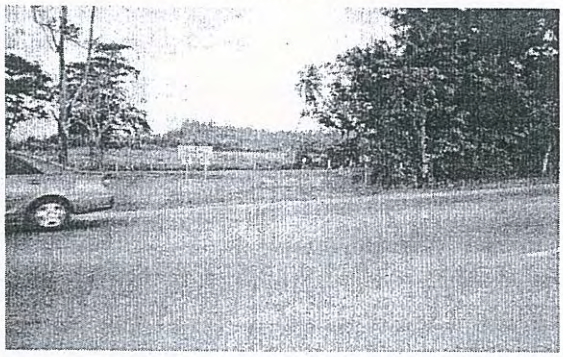
Basado en las horas picos identificadas en cada una de las intersecciones se identifico el *Peak Hour Factor* (PHF) en cada una de las intersecciones. El PHF es la razón del flujo máximo de la intersección al flujo de la hora pico. El PHF se calculo para cada una de las maniobras, y se promedio para determinar el de la intersección. Las intersecciones tienen un PHF promedio de 0.77. Durante el análisis se asumió un PHF de 0.90, como recomendado por

CONDICIÓN DE TRAFICO BASE

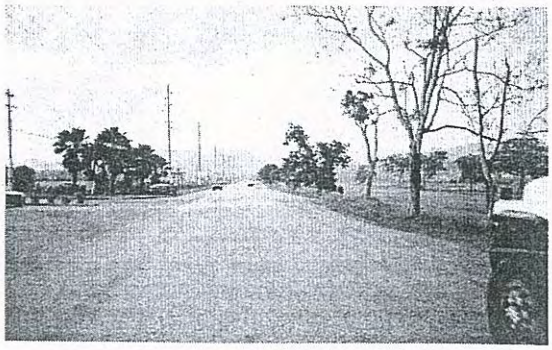
PR-442 y PR-115

El acceso al proyecto será por la carretera PR-442. La carretera PR-115 tiene un carril en dirección Este de 3.50 metros con un paseo de 3.10 metros y otro en dirección Oeste de 3.50 metros y un paseo de 2.95 metros de ancho. A una distancia aproximada de 2,200 metros del proyecto, la carretera PR-442 interseca con la carretera PR-115 la cual es la primer intersección de análisis. Esta tiene cuatro (4) accesos/egresos y esta controlada por un pare en la carretera PR-115. La PR-115 tiene un carril en dirección Norte de 3.78 metros de ancho con un paseo de 1.32 metros y otro en dirección Sur de 3.81 metros de ancho con un paseo de 1.32 metros. Al Sur de la intersección se encuentra la carretera PR-4439 la cual tiene un carril de 3.54 metros y funciona en ambas direcciones (Norte-Sur). En todos los accesos se permiten hacer las tren maniobras básicas; viraje a la derecha, directo y viraje a la izquierda. Esta intersección tiene un flujo diario promedio (ADT) aproximado de 17,600 vehículos/día, donde la mayoría del flujo vehicular se mueve en dirección Este-Oeste en la carretea PR-115. La hora pico de esta intersección es de 7:00am a 8:00 AM.

Vista Norte



Vista Sur



Vista Oeste

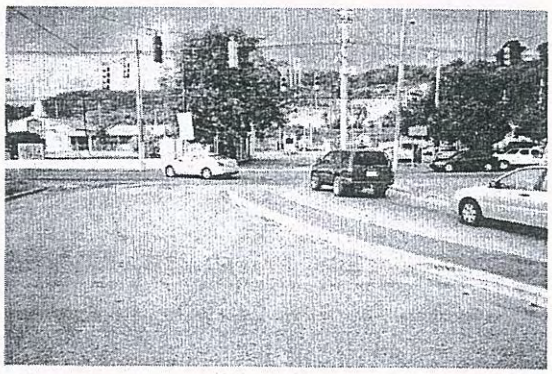
Vista Este

PR-115 y PR-111

A una distancia de 800 metros de la intersección, la carretera PR-115 interseca con la carretera PR-111, la cual es la segunda intersección de nuestro análisis La carretera PR-115 tiene un carril en dirección Este de 3.50 metros de ancho con un paseo de 2.89 metros y un carril en dirección Oeste de 3.50 metros de ancho y un paseo de 2.83 metros. Esta intersección tiene tres (3) accesos/egresos: dos en dirección Norte-Sur (PR-111), y una Oeste-Este (PR-115), y esta controlada por un semáforo. En dirección Norte, la carretera PR-111 tiene dos carriles de 2.90 metros de ancho con uno de ellos esta dedicado a viraje a la izquierda (solo). En dirección Sur, el acceso de la PR-111 tiene un carril de 3.90 metros de ancho con un paseo de 1.87 metros, y un carril exclusivo para virar a la derecha hacia la PR-115 (dirección Suroeste) de 18.00 metros de ancho. La intersección tiene un flujo diario promedio de 19,800 vehículos/día, donde la mayoría del flujo vehicular se mueve en dirección Norte-Sur por la carretera PR-111. Como antes mencionado, la hora pico de esta intersección es de 4;30 PM a 5:30 PM. El semáforo de esta intersección tiene un tiempo de ciclo de 62 segundos.

Vista Norte

Vista Sur



Vista Este

Vista Oeste

Diagrama de fase semáforo

(ver apéndice F para maniobras permitidas por fase)

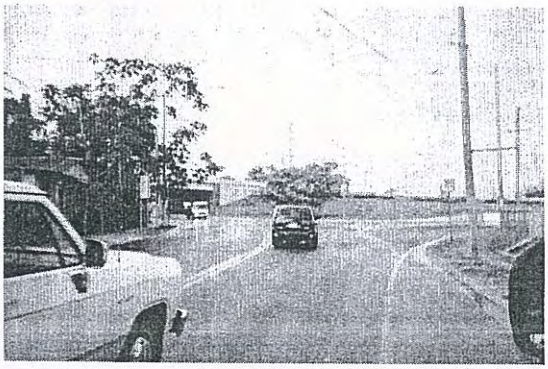
PR-2 y PR-111

A una distancia de 274.00 metros de la intersección anterior la carretera PR-111 interseca a desnivel la carretera PR-2. Los las rampas de accesos/egresos a la PR-2 son en forma de medio trébol, y están controladas por un ceda. La PR- 2 tiene 2 carriles en cada dirección de 3.65 metros de ancho.

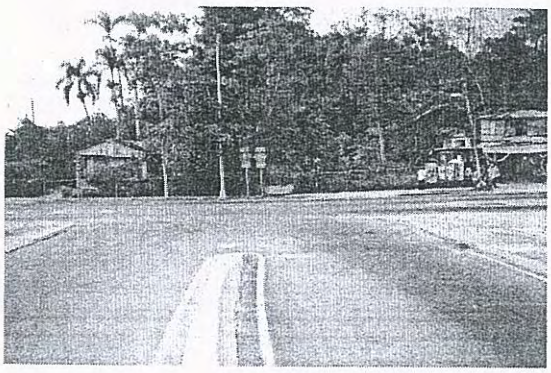
PR-2 y PR-111 acceso Sur

La rampa para la PR-2 en dirección Sur (Mayagüez) tiene un carril de 3.65 metros de ancho. La rampa hacia la PR-111 tiene un carril de 3.65 metros de ancho. La carretera PR-111 en dirección Norte tiene dos (2) carriles, uno de ellos exclusivo para viraje a la derecha, de 3.60 metros de ancho y un paseo de 2.43 metros de ancho. En dirección Sur, la PR-111 tiene un carril de 3.20 metros de ancho con un paseo de 2.43 metros de ancho.

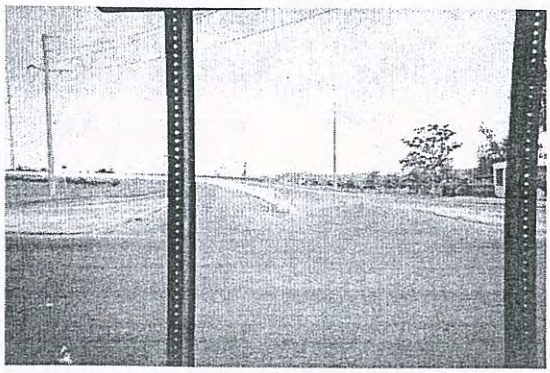
Vista Norte



Vista Sur



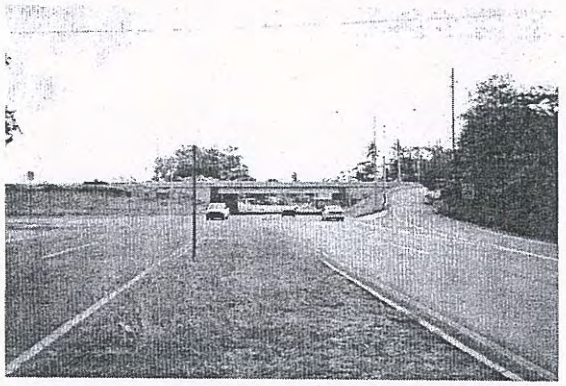
Vista Este



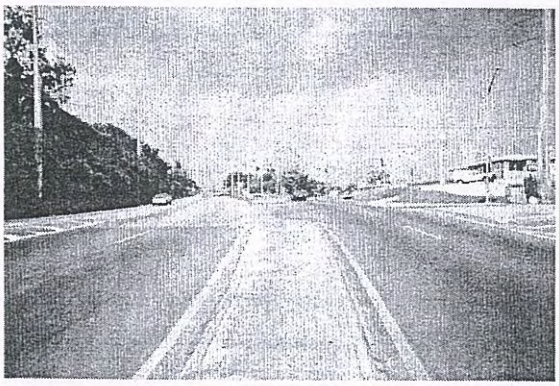
Vista Oeste

PR-2 y PR-111 acceso Sur

A una distancia de 181.00 metros del acceso anterior, la carretera PR-111 tiene un carril en dirección Sur de 3.60 metros de ancho con un paseo de 2.10 metros de ancho. La vía tiene un carril exclusivo dedicado a virajes a la derecha para que vehículos puedan accesar la PR-2 en dirección Norte. Este tiene un ancho de 3.60 metros y un paseo de 2.26 metros de ancho. La rampa hacia la PR-2tiene 3.65 metros de ancho, y la rampa de la PR-2 a la 111 tiene un carril de 4.00 metros de ancho con un caril exclusivo para virajes a la derecha de 3.65 metros de ancho. En dirección Sur, la vía tiene dos (2) carriles de 3.20 metros de ancho cada uno con un paso de 2.53 metros de ancho al lado izquierdo y 1.89 metros de ancho al lado derecho. El flujo vehicular se divide por una mediana de 1.40 metros. La rampa para acceso a la PR-2 en dirección Norte tiene 3.65 metros de ancho.



Vista Norte



Vista Sur

Vista Este

Vista Oeste

GENERACIÓN DE TRAFICO: PROYECTO PROPUESTO

El proyecto propuesto consiste 230 apartamentos y nueve (9) villas. Utilizando como referencia el libro del Instituto de Ingenieros de Transportación (ITE), el cual utiliza formulas empíricas para calcular los volúmenes generados. Este se basa en estudios de campo hechos

con proyectos de alcance similar y proyecta el volumen de vehículos generados basado en el número de unidades de vivienda del desarrollo.

Para analizar el efecto del momento más crítico de cada una de las intersecciones, el análisis de capacidad de las intersecciones se llevo acabo a la hora pico de cada una de las intersecciones. La hora pico de la intersección de la PR-442 y la PR-115 es por la mañana, y las intersecciones PR-2 y PR-111, y la PR-115 y PR-111 tienen la hora pico en la tarde. Según le referencia, se estima que se generen 104 de vehículos saliendo del proyecto y 24 vehículos entrando en las horas pico de la mañana (6:00 AM a 9:00 PM) y 108 vehículos entrando y 52 vehículos saliendo del proyecto en las horas picos de la tarde (4:00 PM a 6:00 PM).

GENERACIÓN DE TRÁFICO: PROYECTOS APROBADOS EN EL ÁREA

En estos momentos no se encontró ningún proyecto aprobado en el área de estudio, sin embargo hay varios proyectos tantos de vivienda como de recreación bajo consulta en la Junta de Planificación. Estos no se incluyeron en el estudio ya que están pendiente a aprobación. Estos volúmenes se le añadirán a los volúmenes proyectados en el año de apertura del proyecto, 2007, para el cual se espera que la red tenga un crecimiento de 2% del flujo actual.

ANÁLISIS DE LAS INTERSECCIONES: ESCENARIO ACTUAL

El escenario actual se caracteriza por los datos de flujos recolectados durante un periodo de 12 horas en un día típico, que en este caso fue un miércoles. Como se menciono anteriormente, estos se ajustaron por un 10% por encima del flujo recolectado en el campo (PHF=0.90). Se analizaron cada un a de las intersecciones durante su hora pico, y se simularon los volúmenes utilizando la geometría más similar a la observada en el campo utilizando el modelo aaSIDRA.

PR-442 y PR-115

La simulación de ésta intersección demuestra que esta actualmente opera por debajo de su capacidad ya que tiene una demanda de 2,056 vehículos/hora y posee una capacidad para 3,622 vehículos/hora. La intersección tiene una capacidad disponible para 1566 vehículos/hora. Sin embargo, la intersección opera a un Nivel de Servicio promedio F causado por una demora promedio de 95 segundos (ver apéndice E). Un Nivel de Servicio F describe una intersección que opera con una demanda mayor su capacidad, evento que ocurre cuando una de las maniobras tiene una demora significativa o sobrepasa su capacidad. La demora de la maniobra puede crear una cola de vehículos, la cual afecta la operación general de la intersección.

Los accesos Este y Oeste (PR-115) operan a un Nivel de Servicio B, lo cual sobrepasa los mínimos establecidos para las intersecciones. La demora promedio es aproximadamente 13 minutos, lo cual es aceptable. Estos accesos manejan la mayoría del volumen de la intersección (87%) y los conflictos son mínimos ya que tienen la prioridad de movimiento. La demora mayor la sufre los virajes a la derecha (maniobras 23 y 13) con aproximadamente 20 segundos de demora.

El acceso Norte (PR-442 en dirección Sur) sufre la demora mayor con un promedio aproximado de 640 segundos (11 minutos). Todas las maniobras de este acceso sobrepasan la capacidad disponible por un promedio de 110% (ver apéndice E), operando a un Nivel de servicio F. La peor maniobra del acceso es el viraje a la derecha (maniobra 43), la cual sobrepasa su capacidad por un 124% y tiene una demora promedio 640 segundos (11 minutos). Esto se debe al gran volumen de carros que transita por la carretera PR-115 en dirección Oeste, limitando el acceso de los vehículos a la carretera.

La simulación de la intersección demuestra que el acceso Sur (PR-4439) sufre una demora promedio de aproximadamente 98 segundos. El flujo vehicular promedio en este acceso es de 7 vehículos/hora, por lo tanto se despreciable.

PR-115 y PR-111

La simulación de la intersección demuestra que ésta tiene una capacidad de 5,697 vehículos/hora y una demanda actual de 2,697 vehículos/hora, por lo tanto esta operando por debajo de su capacidad disponible. La intersección tiene una capacidad disponible de 3000 vehículos/hora (53%). La intersección opera a un Nivel de Servicio promedio B lo cual es superior a los nivel mínimos aceptado de C. La intersección sufre una demora promedio aproximada de 20 segundos, lo cual es aceptable para una intersección.

Los accesos Norte (PR-111) y Oeste (PR-115) operan a un Nivel de Servicio B con una demora promedio aproximada de 18 segundos. Ninguna de las maniobras sobrepasan la capacidad (ver apéndice F). Estos accesos manejan la mayoría del volumen vehicular de la intersección. El acceso Norte tiene el mayor del volumen de la intersección (49%)

El acceso Sur (PR-111) opera a un Nivel de Servicio promedio C ya que una de sus maniobras experimenta una demora significativa. El viraje a la izquierda (maniobra 31) opera a un Nivel de Servicio D ya que sufre una demora promedio aproximada de 41 segundos. Esta maniobra se controla por la flecha verde, la cual tiene una duración de 8 segundos. La maniobra esta permitida cuando el semáforo esta verde para el acceso, el cual tiene una duración de 23 segundos. La demora ocurre por el volumen vehicular significativo en dirección Sur del acceso

Norte (PR-111) impide el acceso para los viajes a la izquierda. Ninguna de las maniobras sobrepasa la capacidad.

PR-111 y PR-2 acceso Sur

La simulación de ésta intersección demuestra que esta posee una capacidad de 6,532 vehículos/hora y actualmente maneja un volumen de 2,087 vehículos/hora por lo tanto opera por debajo de capacidad. La intersección tiene una capacidad disponible de 4,445 vehículos/hora (68%). Esta opera a un Nivel de Servicio B, el cual es superior al Nivel de Servicio mínimo para una intersección. Ésta sufre una demora promedio aproximada de 13 segundos, lo cual es aceptable
Los accesos Norte (PR-111) y Sur (PR-111) operan a un Nivel de Servicio A con una demora promedio aproximada de 2 segundos y 6 segundos respectivamente. El volumen vehicular esta distribuido casi equitativamente con 30% y 34% respectivamente. Ninguna de las maniobras sobrepasa la capacidad disponible, y todas operan a un Nivel de Servicio A. (ver apéndice G)

La demora crítica se encuentra en el acceso Oeste, el cual es la rampa para accesar la PR-2 en dirección Sur (hacia Mayagüez). La simulación demuestra que el viraje a la izquierda (maniobra 12) tiene un volumen de 118 vehículos/hora cuando tiene una capacidad para 117 vehículos/hora, sobrepasando la capacidad por un 0.8%. Esto ocurre porque esta es la maniobra con el mayor número de conflictos ya que tiene que cruzar los flujos de la PR-111 en ambas direcciones, lo que provoca una demora promedio aproximada es de 153 segundos. Es importante clarificar que el modelo aaSidra es una simplificación de la geometría existente en el campo, y no la geometría real. El modelo demuestra que esta maniobra opera a un Nivel de Servicio menor del observado en el campo, y una demora mayor a la observada. El viraje a la derecha (maniobra 13) tiene una demanda actual de 636 vehículos/hora y una capacidad de 1900 vehículos/hora, operando por debajo de su capacidad. Este acceso opera a un Nivel de Servicio con una demora promedio aproximada de 28 segundos, lo cual esta en los límites aceptados para una intersección no-semaforizada.

PR-111 y PR-2 acceso Norte

La simulación de esta intersección demuestra que esta tiene una capacidad para 9,324 vehículos/hora y tiene una demanda actual de 2,570 vehículos/hora, por lo tanto opera por debajo de su capacidad. La intersección tiene una capacidad disponible de 6,754 vehículos/hora (72%). Esta opera a un Nivel de Servicio A y tiene una demora promedio aproximada de 8 segundos, la cual es aceptable.

Los accesos Norte (PR-111) y Sur (PR-111) operan a un Nivel de Servicio A con una demora promedio 2 segundos y 3 segundos respectivamente. Estos accesos manejan la mayoría del volumen de la intersección (84%) con 49% (1,472 vehículos/hora) y 35% (1,023 vehículos/hora) respectivamente. Todas las maniobras operan a un Nivel de Servicio A y ninguna de ellas sobrepasa su capacidad (ver apéndice H).

El acceso Oeste (PR-2), que es la rampa de acceso y egreso a la PR-2 en dirección Norte, opera a un Nivel de Servicio E con una demora promedio aproximada de 41 segundos. El viraje a la izquierda (maniobra 12) tiene un volumen igual a su capacidad (73 vehículos/hora) y tiene una demora promedio aproximada de 198 segundos. Esta maniobra conflige con los flujos Norte y Sur de la PR-111, los cuales impiden el acceso a la carretera y limitan la capacidad del acceso. La PR-111 tiene la prioridad en los movimientos y el viraje a la izquierda esta controlado por un pare.

ANÁLISIS DE LAS INTERSECCIONES: ESCENARIO FUTURO

En este escenario se analizará el volumen generado por el proyecto propuesto más el volumen de trafico proyectado al año de apertura del proyecto. Como se menciono anteriormente, estos se ajustaron por un 10% por encima del flujo recolectado en el campo (PHF=0.90). Se analizaron cada un a de las intersecciones durante su hora pico, y se simularon los volúmenes utilizando la geometría más similar a la observada en el campo utilizando el modelo aaSIDRA. Se analizaron las intersecciones en su estado y geometría actual para determinar el impacto que tendrá el proyecto en las vías de rodaje.

PR-442 y PR-115

Se proyecta que la intersección tenga una demanda de 2,238 vehículos/hora y para una capacidad de 3,577 vehículos/hora y seguirá operando por debajo de la capacidad. La intersección tendrá una capacidad disponible de 1,339 vehículos/hora (37%). Esta seguirá operando a un Nivel de Servicio F y sufrirá una demora promedio aproximada de 201 segundos. La demora es de106 segundos más que la demora actual, lo cual representa un aumento de 112%.

Se proyecta que los accesos Este (PR-115) y Oeste (PR-115) operan a un Nivel de Servicio B, Nivel de Servicio al que operan actualmente, con una demora promedio aproximada de 14 segundo y 15 segundos respectivamente, los cuales están en los limites aceptables para una intersección. La demora aumento un 10% (1.3 segundos) en el acceso Este y un 18% (2.3 segundos) en el acceso Oeste. La PR-115 es la carretera con el mayor flujo vehicular, manejando el 33% (674 vehículos/hora) y 54% (1107 vehículos/hora) respectivamente.

Todas las maniobras tienen un Nivel de Servicio de C o superior, que es el estándar aceptado. Ninguna de las maniobras sobrepasa su capacidad. (ver apéndice I)

El acceso Norte la cual actualmente opera a un nivel de servicio F, el cual es el Nivel de Servicio que opera actualmente. El acceso sufre una demora promedio aproximada de 1085 segundos, lo cual representa un aumento de un 70% (445 segundos). El viraje a la izquierda (maniobra 12) sobrepasa su capacidad por un 185% y el viraje a la derecha (maniobra 13) sobrepasa su capacidad por un 224%, lo cual representa un aumento promedio de 95% (ver apéndice F). Como se menciono anteriormente, esto se debe al gran flujo vehicular que transitan por la PR-115 en dirección Este-Oeste, impidiendo el paso de los vehículos en la PR-442 y la PR-4439. Este acceso actualmente opera por encima de su capacidad, y un pequeño aumento en el flujo vehicular representa un aumento en demora significativo. El volumen vehicular de la intersección es demasiado para ser controlado por un pare.

El acceso de la PR-4439 también opera a Nivel de servicio F, el cual es el Nivel de Servicio al que opera actualmente. El acceso sufre una demora promedio aproximada de 127 segundos, lo cual representa un aumento de 30% (29 segundos). Como se menciono anteriormente, el flujo vehicular promedio en este acceso es de 7 vehículos/hora, por lo tanto se despreciable.

PR-115 y PR 111

Se proyecta q esta intersección tenga una demanda de 2,826 vehículos/hora, lo cual se va mantener por debajo de la capacidad de 5,372 vehículos/hora. La intersección tiene una capacidad disponible de 2,546 vehículos/hora (47%) Se proyecta que ésta operare a un Nivel de Servicio C, lo cual es aceptable para una intelección semaforizada. Actualmente la intersección opera a un Nivel de Servicio B. Se estima la intersección sufra una demora promedio aproximada de 30 segundos, lo cual representa un aumento de 33% (10 segundos). Ninguno de los accesos sobrepasan su capacidad.

El acceso Norte opera a un Nivel de Servicio C y sufre una demora promedio aproximada de 34 segundos, lo cual representa un aumento de 79% (15 segundos). La maniobra crítica en el acceso es el flujo que continua directo en dirección Sur (maniobra 41) la cual tiene un Nivel de Servicio E. La demanda de la maniobra excede la capacidad por un 1% (9 vehículos/hora) Esta tiene una demora promedio aproximada de 57 segundos, lo cual representa un aumento de 90% (27 segundos). Esta situación puede ocurrir cuando al luz verde del semáforo no dura lo suficiente, y se crea una cola de vehículos en el acceso, afectando la operación efectiva de la intersección. (ver apéndice J)