



**Programa de Desarrollo Profesional UPR/PUPR/ATI**  
Centro de Transferencia de Tecnología en Transportación  
Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez  
Mayagüez, Puerto Rico

Informe de Progreso  
Grupo 2

***Estudio de Viabilidad Para Implantación de Sistemas  
Inteligentes de Transportación en la Autoridad  
Metropolitana de Autobuses***

Sometido por:

Coral A. Torres Cruz, Estudiante Sub-Graduada  
[co\\_523@hotmail.com](mailto:co_523@hotmail.com)  
Departamento de Ingeniería Civil y Agrimensura  
Universidad de Puerto Rico - Mayagüez

Consejeros

Didier Valdés, PhD  
[dvaldes@uprm.edu](mailto:dvaldes@uprm.edu)

Jaime Gutiérrez, PhD  
[j\\_gutierrez@yahoo.com](mailto:j_gutierrez@yahoo.com)

Sometido a:

Benjamín Colucci, PhD, PE, PTOE  
[bcolucci@uprm.edu](mailto:bcolucci@uprm.edu)  
Director del Programa

Diciembre 2005

## ***Tabla de Contenido***

Introducción.....	2
Entrevista al Gerente de Proyectos en AMA, Sr. Wilfredo Ramos.....	3
Objetivos.....	11
Metodología.....	13
Análisis de data obtenida en vista de campo a ruta M2	
Viaje en hora pico de la tarde.....	15
Viaje en hora pico de la mañana.....	19
Datos obtenidos en parada Hato Rey durante el periodo de 7:20 am – 1:20 pm.....	23
Datos obtenidos en parada Hato Rey durante el periodo de 2:15 pm – 5:06 pm.....	24
Resultados de frecuencias e intervalo de la ruta Metrobus II para el periodo de 2:15 pm – 5:06 pm.....	25
Resultados de frecuencias e intervalo de la ruta Metrobus II para el periodo de 7:20 am – 1:20 pm.....	26
Cronograma.....	28
Referencias .....	29
Agradecimientos.....	29

## ***Introducción***

La Autoridad Metropolitana de Autobuses es un sistema de transporte colectivo por medio de autobuses en el área metropolitana de San Juan, Puerto Rico. La AMA opera una flota de 277 autobuses en el servicios regular y 35 autobuses los cuales proveen servicio para personas con limitaciones físicas y/o mentales cubriendo siete (7) de los trece (13) municipios del Área Metropolitana de San Juan. Los municipios a los que esta agencia brinda su servicio son: San Juan, Guaynabo, Bayamón, Trujillo Alto, Cataño, Carolina y Río Piedras. La AMA opera un total de 30 rutas con un promedio de 188 autobuses durante horas de mayor tránsito. Adicional a esto, la AMA opera un servicio para la Autoridad de Carreteras y Transportación llamado Metrobus II con un total de 17 autobuses en la ruta durante horas de mayor tránsito. La ruta Metrobus II es una de las rutas más abarcadoras en AMA. La misma brinda servicio a 4 municipios, Río Piedras, San Juan, Guaynabo y Bayamón. La ruta es la siguiente: Parada 18 - Estación Sagrado Corazón - Estación Hato Rey - Estación Roosevelt - Ave. Roosevelt - San Patricio -PR-2 – Bayamón.

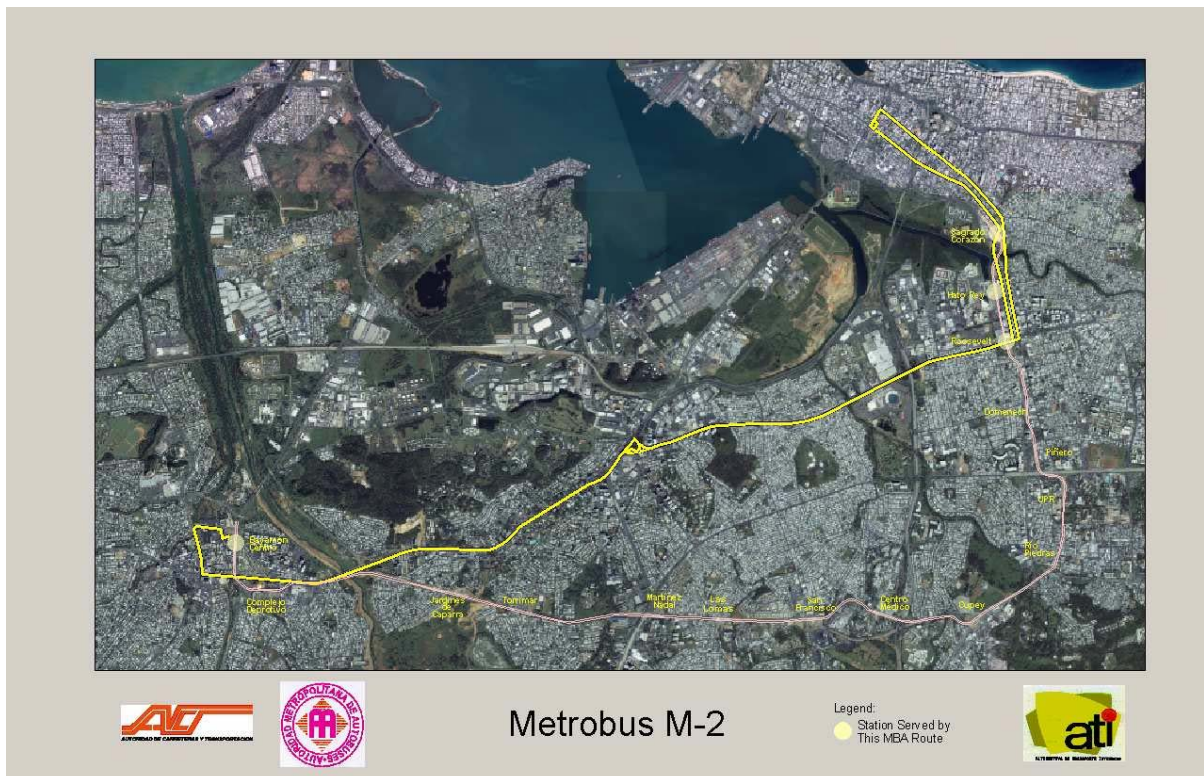


Fig. #1, Fotografía Ruta Metrobus II cortesía AMA.

Para propósitos de este estudio se escogió esta ruta por su amplia cobertura, por ser una ruta tan extensa como la alineación del tren ( alrededor de 20 millas) y por que todas las unidades utilizadas para esta ruta también tienen el sistema GPS-AVL de AMA. Rutas tan extensas como esta son una mejor muestra para el tipo de estudio que se realizara (niveles de servicio) ya que al ser tan extensas pueden encontrar más contratiempos y/o obstáculos que hagan que su frecuencia y capacidad sea afectada.

Para poder analizar esta ruta se obtuvieron datos de tiempos entre terminales, tiempo de recorrido total y número de pasajeros en las guaguas. Los datos fueron obtenidos a través de un estudio de campo específicamente el día 17 de noviembre de 2005 en los periodos de la hora pico de la mañana, el mediodía y la tarde. Además de estos datos se utilizarán datos de la base de datos del GPS-AVL para un día típico. Los mismos serán recolectados para finales del mes de noviembre, principios de diciembre por la compañía encargada de este sistema (Skytek). Con estos datos se realizaran cálculos de frecuencias y perfiles de carga. Luego basándonos en los estándares de el manual Transit Capacity and Quality of Service Manual 2nd Edition obtendremos niveles de servicio para la ruta estudiada.

El Transit Capacity and Quality of Service Manual 2nd Edition establece unos niveles de servicio basado en las siguientes medidas: disponibilidad, monitoreo de servicio, tiempo de viaje, protección y seguridad, mantenimiento, economía y capacidad. En nuestro caso se trabajara solo con medidas de disponibilidad, tiempo de viaje, capacidad, monitoreo de servicio, seguridad y mantenimiento. En la tabla que se muestra a continuación se muestran los datos necesarios para poder obtener algunas de las medidas a analizar. De los resultados obtenidos en cuanto a niveles de servicios se obtendrán las áreas de mayor déficit en la ruta estudiada.

Service Measures			
	Transit Stop	Route Segment	System
<b>Availability</b>	Frequency	Hours of Service	Service Coverage
<b>Comfort &amp; Convenience</b>	Passenger Load	Reliability	Transit-Auto Travel Time

Fig. #2, Tabla del TCQSM 2nd Edition.

El propósito de este estudio es ver que áreas necesitan ser atendidas ya que sus niveles de servicio no son los más óptimos y proveer soluciones que mejoren estos niveles de servicio. Toda solución presentada en este estudio será del tipo ITS. La tendencia mundial a resolver problemas en el área de transportación se hace por medio de ITS o Intelligent Transport Systems (Sistemas Inteligentes de Transportación). ITS son una serie de tecnologías que se usan en la rama de la ingeniería de transportación que promueven la seguridad y movilidad en la transportación además de que aumenta la productividad debido al uso de estas tecnologías. Actualmente la agencia AMA cuenta con una arquitectura de ITS como uno de sus planes futuros. Esta arquitectura esta compuesta de una diversidad de tecnologías que ayudaran a mantener los estándares de sus niveles de servicios y sus objetivos como agencia. Como parte de este estudio se realizo una entrevista al Gerente de Proyectos en AMA, el Sr. Wilfredo Ramos el cual nos explico detalladamente todo lo relacionado al sistema GPS-AVL y otros sistemas ITS que AMA tiene o piensa implantar. A continuación se muestra un resumen de la información obtenida en la entrevista.

## *Entrevista al Gerente de Proyectos en AMA, Sr. Wilfredo Ramos*

Actualmente AMA cuenta con un sistema GPS-AVL. Este consiste del uso de GPS en vehículos, una red de comunicación entre el vehículo y el despachador y un software para codificar la información al despachador de manera que sea fácil acceder y de entender. Este sistema esta instalado en todas las unidades de AMA incluyendo las unidades de Metrobus II, el Programa Llame y Viaje, Ruta Regular y Unidades de Apoyo. En total son unas 387 unidades que tienen el sistema instalado. Este sistema permite saber la localización a tiempo real de todas estas unidades. Esto se logra por medio de la codificación de la información obtenida del GPS-AVL con los softwares Sky Call y SkyMaster AVL Locator v6.2 SE. Este software permite ver las unidades en un mapa electrónico a tiempo real. En este mapa también se puede observar la localización del vehículo con respecto a latitudes y longitudes, dirección con respecto a ángulos, velocidades en millas por hora, el pueblo y la calle en donde se encuentra e información sobre el cumplimiento de itinerarios de las unidades. Esto se puede observar en la figura # 3.

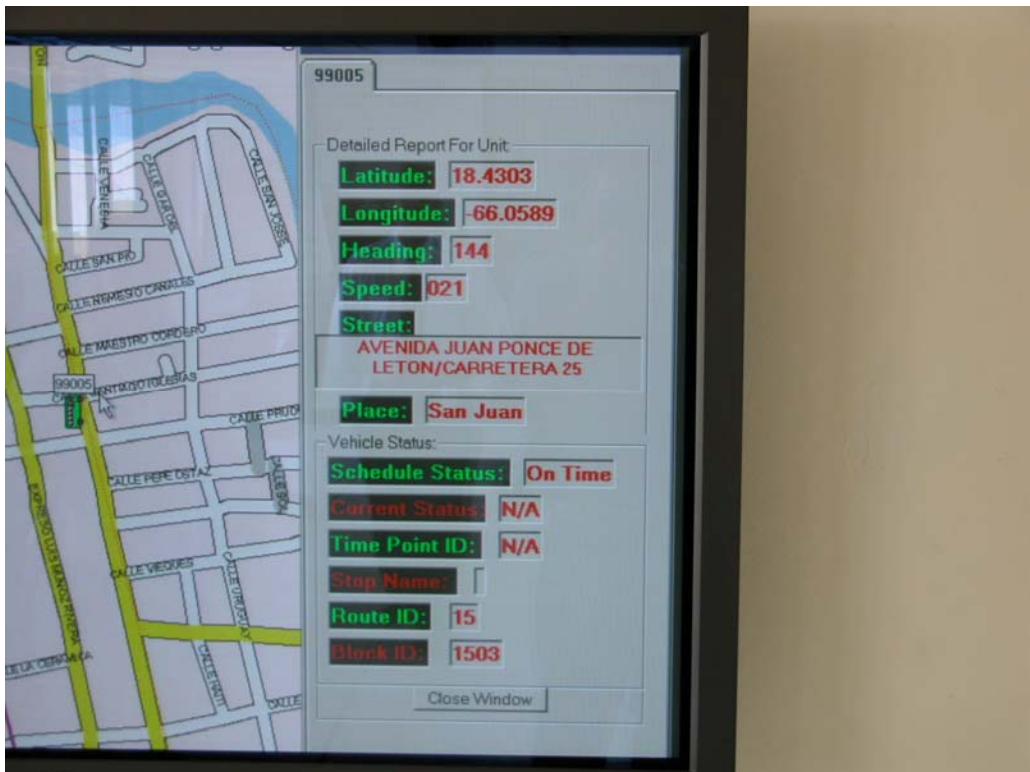


Fig. #3, Fotografía mapa electrónico en centro de comunicaciones de AMA.





Fig #4, Fotografía mapa electrónico en centro de comunicaciones de AMA.

Como se puede observar en la figura #4 las unidades pueden aparecer en uno de tres colores: verde, gris o anaranjado. El color verde indica que la unidad esta a tiempo, el gris indica que tiene un retraso y el anaranjado indica que esta adelantado. Toda la información que se observa en este mapa electrónico es guardada en una base de datos temporera. Esta base de datos se actualiza cada 30 segundos para cada una de las 387 unidades con el sistema. Al ser tanta la información que esta base de datos guarda la misma borra toda la información obtenida durante el día en horas de la madrugada para de esta manera comenzar a guardar la información del próximo día. Todo lo antes mencionado es la primera fase de este proyecto. La segunda fase es lo que se conoce como AMA Interface. Esto consiste en poner monitores dentro de todos los terminales para que el personal que trabaje en los mismos pueda informar a los usuarios sobre la localización de las guaguas y tiempo aproximado de llegada al terminal. Esto ayuda a eliminar la incertidumbre del usuario sobre cuanto tiempo debe esperar a la guagua en el terminal. Como fase futura a esta se pondrán monitores en las afueras de los terminales para que la información este aun más accesible al usuario.

Adicional al sistema de GPS-AVL otras infraestructuras de ITS en AMA los son el Dicta Phone, Botón de Pánico, Software Trapeze, APC y el Fare Collection by Fare Category. El Dicta Phone es una infraestructura de comunicación con cada una de las unidades. Las unidades tienen un radio de comunicación que les permite comunicarse con el centro de comunicaciones en AMA y a la misma vez recibir mensajes del centro. Se puede establecer comunicación directa con el usuario para mensajes sobre servicios y también se puede establecer comunicación en privado con los chóferes. El sistema se puede activar para establecer comunicación por unidad o con todas las unidades a la misma vez. Todos los mensajes de este sistema son grabados y se guardan en una base de datos por el periodo de un mes. Luego del periodo de un mes se realizan backups de las comunicaciones.

El Botón de Pánico es un botón que los chóferes oprimen solo en caso de una emergencia real como un asalto, actitud violenta de algún usuario, etc. Cuando el botón se oprime la señal llega solo al centro de comunicaciones y de aquí se procede a encender unos micrófonos dentro de la unidad para escuchar que es lo que esta ocurriendo y determinar el tipo de emergencia que es. Esto se hace con el propósito de que ningún usuario se entere de que se esta notificando al centro de control de que hay una emergencia. Luego de determinar cual es el tipo de emergencia el centro de comunicaciones procede a comunicarse con las autoridades pertinentes.

El APC o Automatic Passenger Counting (Contador Automatico de Pasajeros) es un sistema de conteo de pasajeros por medio de sensores en las puertas del vehículo, un GPS y una microcomputadora en la unidad. Cuando las personas entran y salen del vehículo el sensor las detecta y envía la información por medio del sistema GPS al centro de comunicaciones. Es importante recalcar que en el caso de AMA la información de APC es manejada con un sistema de comunicaciones y una base de datos aparte del GPS-AVL.



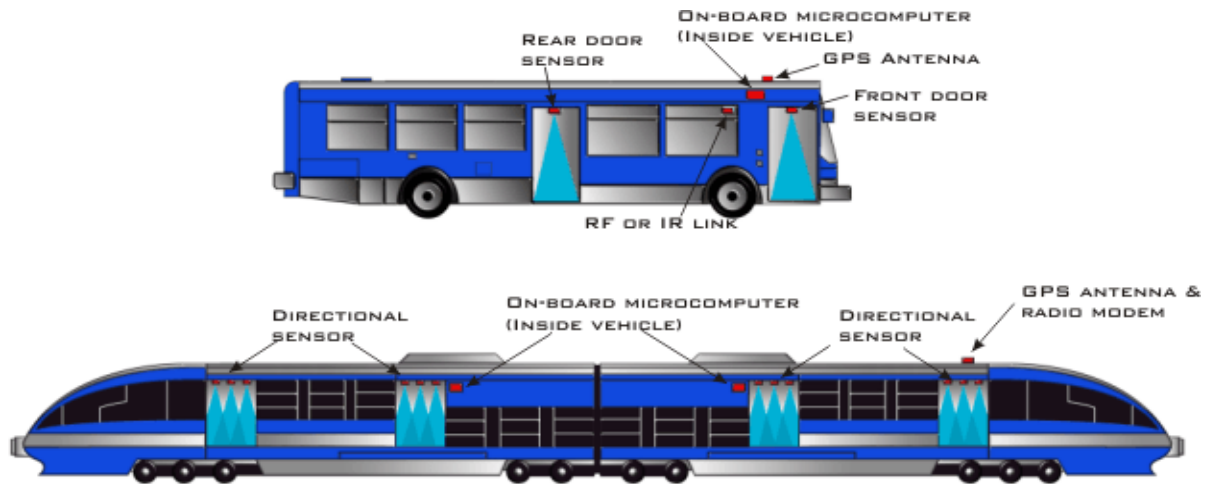


Fig #5, Ilustración del sistema APC en autobuses y trenes cortesía de INFODEV.

Actualmente solo 25 unidades tienen este sistema. Esto se debe a que para propósitos federales solo se requieren muestras de conteo de pasajeros. Los primeros informes de este sistema se realizaron para mediados de noviembre de 2005. Este sistema aún está siendo perfeccionado para obtener datos más confiables.

El Fare Collection by Fare Category es un sistema de conteo de pasajeros que funciona por medio de la cantidad de dinero recogida en cada unidad. Si el usuario paga el viaje con dinero, el chofer oprimirá un botón dependiendo del tipo de usuario. Esto se hace ya que hay tarifas especiales para estudiantes, niños, personas de tercera edad y empleados. Si el usuario utiliza la tarjeta del Tren Urbano se registra automáticamente el tipo de usuario que es.

El software Trapeze, es un software especializado en el área de la transportación. El mismo se utiliza para manejos de eventos con las unidades, manejo de la información personal de los empleados y para el manejo de información sobre incidentes. Este software permite tener una base de datos con la información de todos los empleados de la agencia, nombre del chofer que está guiando una unidad en específico, información sobre incidentes con las unidades, etc.

Adicional a estas aplicaciones de ITS, AMA tiene una serie de planes futuros para complementar las aplicaciones ITS existentes e implementar nuevas aplicaciones. Entre estas se encuentra la instalación de cámaras de seguridad dentro de los autobuses. También entre los planes futuros se encuentra el Proyecto de Parada por Voz. Este utilizara el sistema de GPS-AVL para anunciar cual será la próxima parada por medio de un mensaje de voz. Este sistema es algo similar al anuncio que se hace en el Tren Urbano al aproximarse a una estación. Este sistema será instalado en 80 unidades. Esto se hace con el propósito de cumplir con ADA para que las personas no videntes sepan a que parada se están aproximando. El anuncio se hará tanto dentro de la unidad como fuera de la unidad. Otro plan futuro es la negociación con la compañía Evertek, la cual es la encargada del sistema GPS-AVL, sobre opciones de módulos adicionales a Trapeze para crear una base de datos con respecto a itinerarios. Esto permitirá mantener un mejor control de los itinerarios de las unidades. Otro plan futuro es la publicación de los datos de la base de datos del GPS-AVL en la pagina de Internet de AMA. Estos base de datos muestra información sobre si el autobús esta a tiempo o no, la localización del vehículo, etc. Esta información también será ofrecida al usuario por vía telefónica. Por último mediante el software Trapeze se planea monitorear las unidades con respecto a millaje para el mantenimiento preventivo de las mismas.

Toda la información antes mencionada y el análisis de frecuencias y análisis de carga de los datos obtenidos en el estudio de campo de la ruta Metrobus II serán utilizados para crear un reporte acerca de las áreas de mayor déficit en esta ruta y buscar otras aplicaciones de ITS que puedan complementar las ya existentes o nuevas aplicaciones que se consideren necesarias para las áreas a atender.

## *Objetivos*

Los objetivos que ya fueron cumplidos son:

- ✚ Estudiar más detalladamente el funcionamiento del sistema GPS-AVL para saber con exactitud el uso que se le esta dando al mismo.
- ✚ Estudiar el desempeño de los autobuses de AMA con respecto a parámetros de su nivel de servicio antes y después de implantado el GPS-AVL utilizando la metodología de TCRP 100 (TRB,2003).
- ✚ Obtener datos de tiempos de espera en paradas, tiempos de terminal a terminal, tiempo de recorrido y numero de pasajeros.
- ✚ Estudiar el desempeño de los autobuses de AMA con respecto a parámetros de su nivel de servicio.
- ✚ Identificar aplicaciones de ITS existente en la AMA y el funcionamiento de las mismas.
- ✚ Investigar que países han implantado ITS en sus sistemas de autobuses.

Los objetivos que están próximos a cumplirse son:

- ✚ Realizar un reporte del estatus actual de la AMA con respecto a sus niveles de servicio, frecuencias y aplicaciones ITS existentes. Este se usara para comparar la situación actual de la AMA con la de otros países que han implantado ITS a sus sistemas de autobuses y de esta manera obtener alternativas que se ajusten más a las necesidades existentes.

- ✚ Estudiar el desempeño de los autobuses de AMA con respecto a parámetros de su nivel de servicio antes y después de implantado el GPS-AVL utilizando la metodología de TCRP 100 (TRB,2003).
  
- ✚ Obtener datos adicionales de tiempos de espera y número de pasajeros de la base de datos del GPS-AVL.
  
- ✚ Investigar que países han implantado ITS en sus sistemas de autobuses.
  
- ✚ Identificar tecnología de ITS que podría ser implantada en AMA.
  
- ✚ Realizar un plan de implantación de la tecnología ITS que se entienda debe ser implantada en AMA.

## *Metodología*


La metodología que se realizara para cumplir con los objetivos que aun faltan por cumplir es la siguiente:

### Recopilación de datos e información:

- Se obtendrán datos de frecuencias y otros parámetros de calidad de servicio actuales por 2 métodos. Uno será a través de la base de datos del sistema GPS-AVL . El segundo método sería por medio de cálculos con datos obtenidos en el campo. En este caso se estudiaría la frecuencia de la Metrobus II. Actualmente se tienen datos de campo de esta ruta pero se planea recorrer la ruta nuevamente para adquirir más información.
- Se analizaran todos los datos obtenidos para realizara un reporte de estos datos para definir el estado actual de la AMA en términos de su capacidad y calidad del servicio utilizando la metodología de TCRP 100 (TRB, 2003) y toda tecnología de ITS con la cual la AMA cuenta.

### Estudio de otros sistemas:

- Revisión de literatura sobre países que han implantado ITS a sus sistemas de autobuses.
- Se comparara el informe realizado de la AMA con situaciones de otros países para de esta manera conseguir alternativas de tecnologías ITS que se ajusten más a la situación actual de la AMA.

 Generación de alternativas:

- Se realizara un plan de implantación con todos los datos obtenidos y conclusiones a las que se llegaron. Se explicara el uso detallado de cada tecnología encontrada en el área que corresponda a ser implantada (autobuses, centro de comunicaciones, etc.)
- A base del paso anterior se analizara si con la tecnología que se propondrá implantar se pueden crear nuevas tecnologías. Por ejemplo crear un software que provea información al usuario sobre frecuencias, niveles de servicio, etc. Este paso se realizara dependiendo de las tecnologías que se encuentren pertinentes a implantar.

## *Análisis de data obtenida en vista de campo a ruta M2*

A continuación se muestran los datos obtenidos durante la visita de campo a la ruta de Metrobus II el día 17 de noviembre de 2005. Por medio de estos se realizaron cálculos con respecto a frecuencias y perfiles de carga.

### *Viaje en hora pico de la tarde*

Pasajeros en la guagua =		36
Recorrido Completo - Hato Rey @ Parada 18 @ Bayamón		
Hora comienzo		2:29pm
Hora final		4:22pm
De Hato Rey @ Parada 18		
Hora comienzo		2:29pm
Hora final		2:41pm
Tiempo en el terminal		18 min
De Parada 18 @ Bayamón		
Hora comienzo		2:59pm
Hora final		4:22pm
Tiempo de viaje = 113 min		

Fig #6, Datos de tiempo recorrido de ruta Metrobus II



Parada	Pasajeros que suben	Pasajeros que bajan	Acumulados suben	Acumulados Bajan	Ocupancia
1	36	0	36	0	36
2	1	1	37	1	36
3	0	10	37	11	26
4	1	2	38	13	25
5	0	3	38	16	22
6	2	1	40	17	23
7	0	9	40	26	14
8	0	3	40	29	11
9	1	0	41	29	12
Terminal Parada 18	0	12	41	41	0
Terminal Parada 18	12	0	53	41	12
11	9	0	62	41	21
12	6	0	68	41	27
13	6	0	74	41	33
14	12	0	86	41	45
15	7	0	93	41	52
16	2	1	95	42	53
17	7	0	102	42	60
18	1	0	103	42	61
19	9	5	112	47	65
20	3	7	115	54	61
21	1	0	116	54	62
22	3	0	119	54	65
23	0	2	119	56	63
23	14	0	133	56	77
24	0	0	133	56	77
25	3	0	136	56	80
26	0	4	136	60	76

Fig #7, Datos y resultados de pasajeros en ruta Metrobus II

Parada	Pasajeros que suben	Pasajeros que bajan	Acumulados suben	Acumulados Bajan	Ocupancia
27	15	20	151	80	71
28	0	1	151	81	70
29	1	9	152	90	62
30	0	3	152	93	59
31	7	2	159	95	64
32	0	1	159	96	63
33	1	6	160	102	58
34	3	0	163	102	61
35	1	0	164	102	62
36	7	7	171	109	62
37	4	4	175	113	62
38	1	1	176	114	62
39	4	2	180	116	64
40	0	2	180	118	62
41	1	1	181	119	62
42	0	2	181	121	60
43	0	3	181	124	57
44	0	3	181	127	54
45	0	2	181	129	52
46	0	3	181	132	49
47	0	1	181	133	48
48	0	3	181	136	45
49	0	9	181	145	36
50	1	12	182	157	25
51	0	2	182	159	23
52	5	6	187	165	22
53	0	7	187	172	15
Terminal Bayamón	0	15	187	187	0

Fig #8, Datos y resultados de pasajeros en ruta Metrobus II

### Perfil de Carga hora pico de la tarde

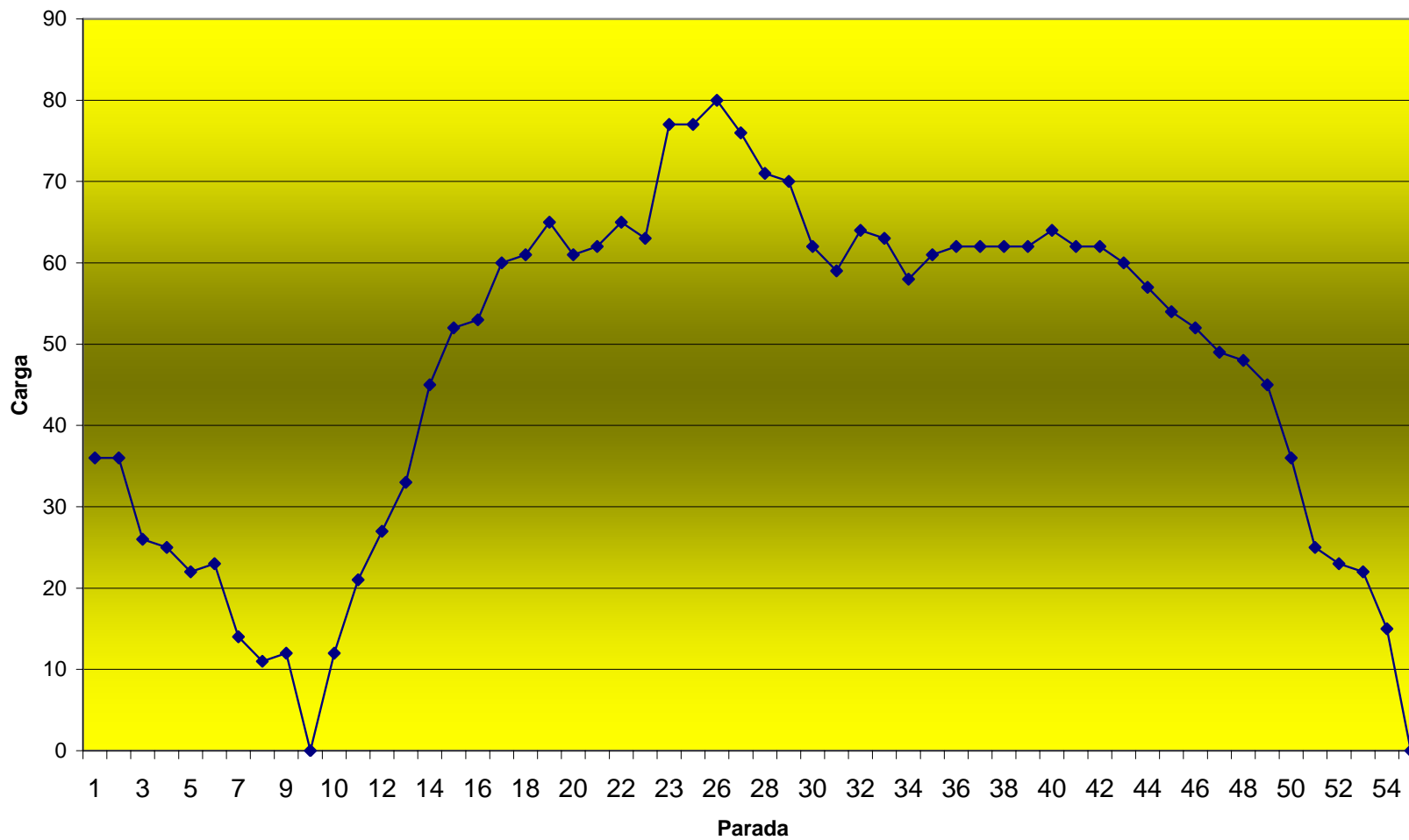


Fig. #9, Perfil de Carga

## *Viaje en hora pico de la mañana*

Pasajeros en la guagua =		26
Recorrido Completo – Hato Rey @ Parada 18 @ Bayamón @ Hato Rey		
Hora comienzo		7:24am
Hora final		9:41am
De Hato Rey @ Parada 18		
Hora comienzo		7:24am
Hora final		7:36am
De Parada 18 @ Bayamón		
Hora comienzo		7:38am
Hora final		8:35am
De Bayamón @ Hato Rey		
Hora comienzo		8:47am
Hora final		9:41am
Tiempo en terminal Parada 18		2 min
Tiempo en terminal Bayamón		12 min
De Parada 18 @ Bayamón		
Hora comienzo		2:59pm
Hora final		4:22pm
Tiempo de viaje = 137 min		

Fig # 10, Datos de tiempo recorrido de ruta Metrobus II

Parada	Pasajeros que suben	Pasajeros que bajan	Acumulados suben	Acumulados Bajan	Ocupancia
1	26	0	26	0	26
2	1	1	27	1	26
3	1	8	28	9	19
4	0	1	28	10	18
5	0	1	28	11	17
6	0	2	28	13	15
7	0	3	28	16	12
Terminal Parada 18	0	12	28	28	0
Terminal Parada 18	6	0	34	28	6
9	4	0	38	28	10
10	4	0	42	28	14
11	4	1	46	29	17
12	8	0	54	29	25
13	7	4	61	33	28
14	3	1	64	34	30
15	4	0	68	34	34
16	4	3	72	37	35
17	3	3	75	40	35
18	0	1	75	41	34
19	2	1	77	42	35
20	0	6	77	48	29
21	1	2	78	50	28
22	5	2	83	52	31
23	1	0	84	52	32
24	1	0	85	52	33
25	1	5	86	57	29
26	0	4	86	61	25
27	1	1	87	62	25
28	2	2	89	64	25
29	0	1	89	65	24
30	0	2	89	67	22
31	1	3	90	70	20
32	3	7	93	77	16
33	0	5	93	82	11
34	0	1	93	83	10

Fig #11, Datos y resultados de pasajeros en ruta Metrobus II

Parada	Pasajeros que suben	Pasajeros que bajan	Acumulados suben	Acumulados Bajan	Ocupancia
35	0	2	93	85	8
36	1	1	94	86	8
37	1	0	95	86	9
38	1	1	96	87	9
39	0	1	96	88	8
40	0	1	96	89	7
41	0	2	96	91	5
42	0	1	96	92	4
43	0	1	96	93	3
Terminal Bayamón	0	3	96	96	0
Terminal Bayamón	21	0	117	96	21
45	7	0	124	96	28
46	16	0	140	96	44
47	14	1	154	97	57
48	9	4	163	101	62
49	1	3	164	104	60
50	6	1	170	105	65
51	4	8	174	113	61
52	0	2	174	115	59
53	5	5	179	120	59
54	6	3	185	123	62
55	2	0	187	123	64
56	4	1	191	124	67
57	0	1	191	125	66
58	3	12	194	137	57
59	3	5	197	142	55
60	2	3	199	145	54
61	4	1	203	146	57
62	1	2	204	148	56
63	1	1	205	149	56
64	3	1	208	150	58
65	2	2	210	152	58
66	2	5	212	157	55
67	0	6	212	163	49
68	6	2	218	165	53
69	0	5	218	170	48
70	0	5	218	175	43

Fig # 12, Datos y resultados de pasajeros en ruta Metrobus II

### Perfil de Carga en la hora pico de la mañana

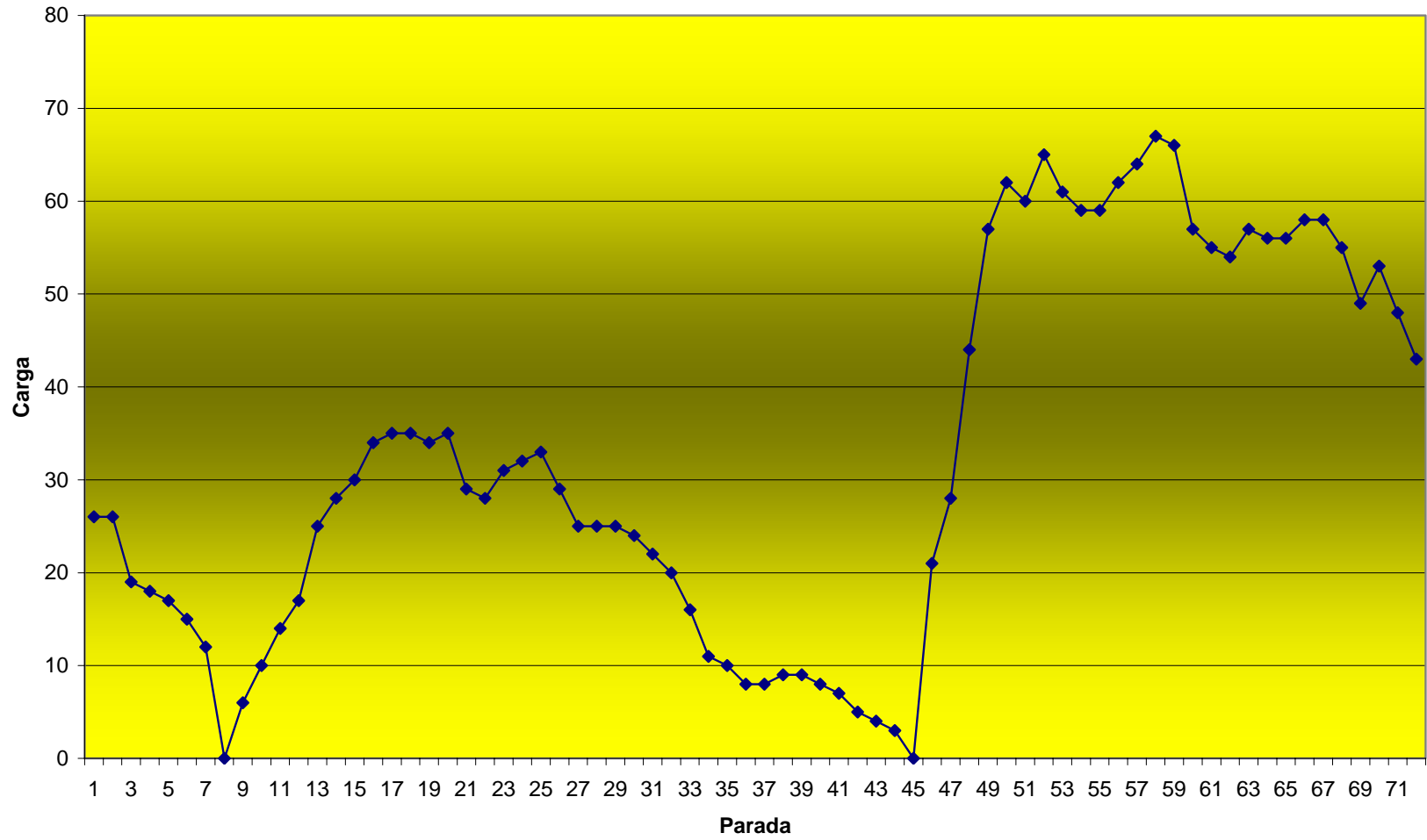


Fig #13, Perfil de carga



***Datos obtenidos en parada Hato Rey durante el periodo  
de 7:20 am – 1:20 pm***

Guagua	abren puertas	cierran puertas	Num pax	Pax suben	Pax bajan	Obs
MII		7:24	25	0		
MII	8:14:16	8:14:31	20	1		
MII	8:16:13	8:16:13	8	0		No se detuvo
MII	8:30:18	8:30:33	16	2		
MII	8:45:30	8:45:45	18	1		
MII		8:51:56	10	0		No se detuvo
MII	8:56:30	8:56:40	10	0	1	
MII	8:56:30	8:56:40	6	0		No se detuvo
MII		9:39:57	13	0		No se detuvo
MII	9:40:13	9:40:35	23	0	6	
MII	9:56:17	9:56:38	10	0	0	
MII	9:58:22	9:58:36	8	1	0	
MII	10:12:59	10:13:13		0	0	
MI	10:20:55	10:21:26	35	5	3	
MII	10:28:42	10:28:59	22	1	2	
MII	11:07:30	11:08:29	30	5	1	
MII	11:10:45	11:11:01	5	2	0	
MII	11:26:47	11:27:06	6	2	0	
MII	11:29:28		12	0		No se detuvo
MII	11:51:03	11:51:32	20	0	3	
MII	12:03:03	12:03:21	14	1		
MII	12:03:36	12:03:54	20	0	2	
MII	12:21:08	12:21:20	18	1	0	
MII	12:28:51	12:33:12	14	1	0	
MII	12:37:41		25	0		No se detuvo
MII	1:20:00	1:20:13	40	5	0	

Fig # 14, Datos tiempo de espera en parada

***Datos obtenidos en parada Hato Rey durante el periodo de 2:15 pm – 5:06 pm***

Guagua	abren puertas	cierran puertas	Num pax	Pax suben	Pax bajan	Observaciones
MII	2:28:25	2:28:40	40			
MII	2:47:58	2:48:10	10		1	
MII		2:50:00	12			No se detuvo
MII	2:50:16	2:50:22	2		1	
MII	3:23:28	3:23:58	12	5		
MII	3:23:30	3:24:22	55	7		
MII	3:47:22	3:47:33	25			
MII	3:57:30	3:57:35	20		2	
MII	3:57:42		4			No se detuvo
MII	4:24:59	4:25:16	40	1		

Fig # 15, Datos tiempo de espera en parada

***Resultados de frecuencias e intervalo de la ruta Metrobus II para el periodo de 2:15 pm – 5:06 pm***

Intervalo (min)	Frecuencia (Veh.hr)
19.3	3.10880829
1.833333333	32.72727273
0.266666667	225
33.1	1.812688822
-0.466666667	-128.5714286
23	2.608695652
9.95	6.030150754
0.116666667	514.2857143
27.28333333	2.199144777

Fig #16, Resultados frecuencia e intervalo para Metrobus II

Hora comienzo	Hora final	Periodo de estudio (hr)	Numero de autobuses en este periodo	Frecuencia (veh/hr)
2:28:25	4:25:16	1.9475	9	4.621309371

Fig #17, Resultados frecuencia para Metrobus II

***Resultados de frecuencias e intervalo de la ruta Metrobus II para el periodo de 7:20 am – 1:20 pm***

Intervalo	Frecuencia
50.26666667	1.193633952
1.7	35.29411765
14.08333333	4.26035503
14.95	4.013377926
6.183333333	9.703504043
4.566666667	13.13868613
-0.166666667	-360
43.28333333	1.386214863
0.266666667	225
15.7	3.821656051
1.733333333	34.61538462
14.38333333	4.171494786
7.7	7.792207792
7.266666667	8.256880734
38.51666667	1.5577672
2.266666667	26.47058824
15.76666667	3.805496829
2.366666667	25.35211268
21.58333333	2.77992278
11.51666667	5.20984081
0.25	240
17.23333333	3.481624758
7.516666667	7.982261641
4.483333333	13.38289963
42.31666667	1.417881056

Fig #18, Resultados frecuencia e intervalo para Metrobus II

Hora comienzo	Hora final	Periodo de estudio (hr)	Número de autobuses en este periodo	Frecuencia (veh/hr)
7:24	13:20:13	5.936944444	26	4.379357133

Fig #19, Resultados frecuencia para Metrobus II

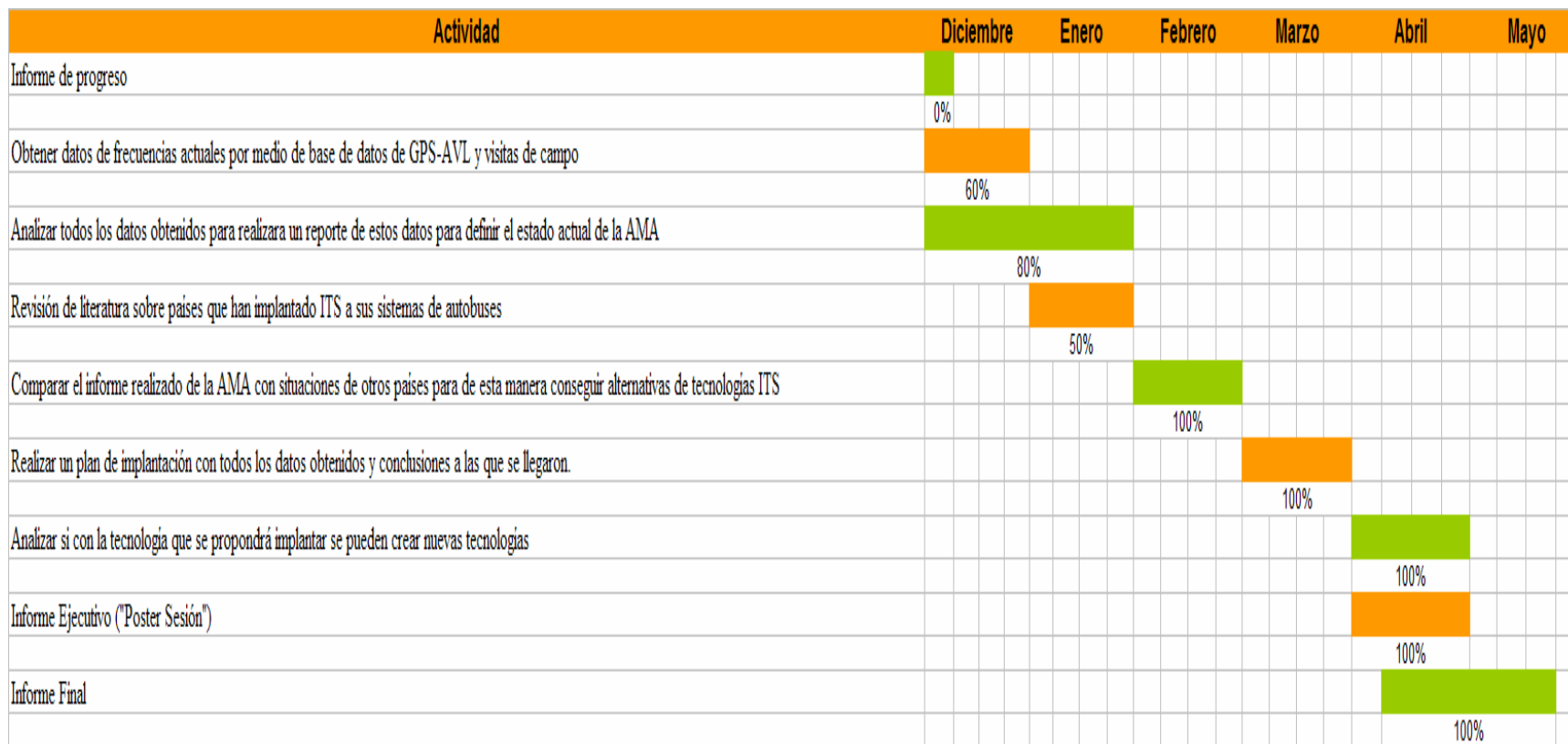
De los resultados obtenidos por medio de los datos de campo de la ruta Metrobus II se encontró que el tiempo de recorrido de la ruta es más extenso durante la hora pico de la tarde ya que el viaje de la hora pico de la mañana duro 137 (Fig #10) minutos para unas 20 millas de longitud comparado con el recorrido de la hora pico de la tarde el cual no se completo en su totalidad y aun así resulto ser mas extenso con una duración de 113 (Fig #6) minutos para una longitud recorrida de unas 12 millas. Por medio de los datos de numero de pasajeros en la unidad se logro obtener ocupancia en el vehiculo por paradas y por periodo del día. De esto obtuvimos que durante el periodo de la mañana el número de pasajeros fue aumentando hasta llegar a un pico de 67 pasajeros en la unidad (Fig. #12 y Fig #13) Para el periodo de la tarde el máximo de pasajeros fue de 80 (Fig #7 y Fig#9). En ambos casos el máximo se obtuvo en paradas bastante cercanas a Plaza Las Americas.

Para los datos obtenidos en la parada de Hato Rey se obtuvieron resultados para frecuencias e intervalos entre guaguas durante diferentes periodos del día. Para el periodo de 7:20 am – 1:20 pm se obtuvo una frecuencia promedio de 4.37 veh/ hr. Esto es una frecuencia bastante aceptable pero esto no implica que sea una satisfactoria para el usuario ya que como se puede observar en la Fig # 18 las frecuencias varían grandemente. En el reporte que se llevara acabo se realizaran otra serie de cálculos los cuales envuelven varianza de frecuencias. Para el periodo de la tarde se obtuvo una frecuencia de 4.6 veh/hr (Fig. #16). En el reporte a realizarse todos los valores encontrados adicionales a cálculos futuros a realizarse serán comparados con los parámetros antes mencionados del Transit Capacity and Quality of Service Manual 2nd Edition.

Adicional a estos cálculos se realizaran cálculos de demanda de pasajeros, varianza de frecuencias, índice de renovación y además de esto se realizaran los cálculos aquí demostrados con datos que se están próximos a obtener.

## Cronograma

Los porcentajes mostrados en este cronograma son a base del por ciento de las tareas o actividades que aun faltan por completar.





## *Referencias*

- TRB, 2003, TCRP Report 100: Transit Capacity and Quality of Service Manual, Second Edition. <http://www.trb.org>
- APC, <http://www.infodev.ca/AN/vehicle/VehiculeAN.shtml>
- AMA, <http://www.dtop.gov.pr/ama/ama.htm>
- Transit Data Collection Design Manual, Multisystems, Inc., June 1985, pag.13-38.
- U.S. Department of Transportation, ITS division, [http://www.its.dot.gov/its\\_overview.htm](http://www.its.dot.gov/its_overview.htm)
- Aguilar Alcerreca, Jose H.; Rico Rodriguez, Alfonso; Lobaco Amaya, Jose F.; Garcia Chavez, Antonio; Application of ITS technology in Mexico, current situation and expectancies to short and medium term; <http://152.99.129.29/its/cdrom/4141.pdf>
- Automatic Vehicle Location Systems; <http://www.vehiclelocationsystem.com/AVL%20Explained.htm>
- TECPRO; <http://www.tecpro-mex.com/html/Productos/CoIVeh/CoIVeh.htm>
- GPS, <http://es.wikipedia.org/wiki/GPS>

## *Agradecimientos*

- Sr. Luís Cruz, Ayudante de la Presidenta de la AMA
- Sr. Wilfredo Ramos, Gerente de Proyectos de AMA
- Ing. Gisela González, Coordinadora Administrativa del Programa
- Dr. Benjamín Colucci, Director Programa UPR/PUPR/ATI
- Dr. Didier Valdés, Consejero
- Dr. Jaime Gutiérrez, Consejero
- Dr. Felipe Luyanda, Consejero
- Dr. Sergio González Quevedo, Profesor
- Dr. Alberto Figueroa, Profesor