



**UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO
RECINTO UNIVERSITARIO DE MAYAGÜEZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**



Informe de Progreso

**Análisis de Estrategias Contractuales para Mantener
un Nivel de Servicio Eficiente en Sistemas de Rieles**

Sometido por:

Francisco E. Martínez Martínez
Estudiante Subgraduado Ingeniería Civil
suspiman@yahoo.com
841-94-3901

Sometido a:

Prof. Didier Valdés, Ph.D.
Dvaldes@ce.uprm.edu
Consejero

Benjamín Colucci, Ph.D., PE
Coordinador del Programa

Programa de Desarrollo Profesional
UPR/MIT Tren Urbano

Executive Summary:

The Urban Train (Tren Urbano) of Puerto Rico is expected to start operating during 2002 under a private turnkey contract. One important feature of Tren Urbano is that it is the first time that a private company operates a heavy rail in the United States. In order to assure an excellent level of service, several incentive and penalty clauses has been established in the operation and maintenance contract with Siemens.

These incentive and penalty clauses could be conflicting, if they do not assure the expected level of service. The incentive and penalty clauses may direct the operation in a way that implies no loses for the operator, considering the financial interest of the operator.

This research project studies the Operation and Maintenance Contract of Tren Urbano looking at strategies that will provide the expected level of service, while considering the incentive and penalty clauses. The primary target is to recommend ways of implementing these clauses such that the user will receive an excellent level of service using Tren Urbano, which was the objective of including such clauses in the contract.

Firstly, this report presents the way Tren Urbano will operate in Puerto Rico. In this phase, the automated operation of the system was analyzed, understanding various modes of operation and specific cases where each one is applied. In addition, the case of two trains was studied, to understand the strategies applied to maintain a safe distance among them. This part is considered very important because it is directly related to the clauses under study. Understand the operation of the systems is a necessary step to predict how the user will be affected under various operating conditions.

Secondly, the incentive and penalty clauses for a similar contract were studied. Metrobus I was selected to compare the clauses with Tren Urbano. Comparing Tren

Urbano and Metrobus I, it was found that these clauses contain three main points of interest which are: on time performance, maintenance and increasing the readership.

The next step will be, to determine implementation strategies for incentive and penalty clauses in Tren Urbano and compare the strategies with those followed in other cities that have systems similar to Tren Urbano.

TABLA DE CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN:	4
A. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:	4
B. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA:	4
II. OBJETIVOS	5
III. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN	6
IV. OPERACIÓN DE UN SISTEMA DE RIEL URBANO:	7
A. SISTEMA DE CONTROL DEL TREN URBANO:	7
B. EL CICLO DE OPERACIÓN:.....	9
C. OPERACIÓN DEL SISTEMA CUANDO HAY DOS TRENES CERCANOS:	12
V. CLÁUSULAS DE INCENTIVOS Y PENALIDADES EN CONTRATOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO EN SISTEMAS DE TRANSPORTE COLECTIVO EN PUERTO RICO:	14
A. METROBUS I.....	14
B. TREN URBANO:.....	17
C. COMPARACIÓN DE AMBOS CONTRATOS:	23
VI. CONCLUSIONES PRELIMINARES	25
VIII. REFERENCIAS	26
IX. ANEJOS	27

Lista de Figuras

Figura 1 Grafica Operación del Sistema Entre dos Estaciones.....	10
Figura 2 Diagrama de Operación de Dos Trenes Cercanos.....	12

Lista de Tablas

Tabla 1 Tabla de Incentivo y Penalidades por Cumplimiento Puntual del Sistema.....	18
Tabla 2 Tabla de Incentivo y Penalidades por Viajes Perdidos.....	19
Tabla 3 Tabla de Penalidades por Mantenimiento de los Vehículos.....	20
Tabla 4 Tabla de Penalidades por Mantenimiento de las Facilidades.....	21
Tabla 5 Tabla de Penalidades por Limpieza Exterior de los Vehículos.....	22
Tabla 6 Tabla de Penalidades por Limpieza Interior Diaria de los Vehículos.....	23

Lista de Figuras

Figura 1 Grafica Operación del Sistema Entre dos Estaciones.....	10
Figura 2 Diagrama de Operación de Dos Trenes Cercanos.....	12

Lista de Tablas

Tabla 1 Tabla de Incentivo y Penalidades por Cumplimiento Puntual del Sistema.....	18
Tabla 2 Tabla de Incentivo y Penalidades por Viajes Perdidos.....	19
Tabla 3 Tabla de Penalidades por Mantenimiento de los Vehículos.....	20
Tabla 4 Tabla de Penalidades por Mantenimiento de las Facilidades.....	21
Tabla 5 Tabla de Penalidades por Limpieza Exterior de los Vehículos.....	22
Tabla 6 Tabla de Penalidades por Limpieza Interior Diaria de los Vehículos.....	23

I. Introducción:

A. Planteamiento del Problema:

El Tren Urbano de Puerto Rico se espera que inicie operaciones para el año 2002 bajo un contrato privado tipo llave en mano. El Tren Urbano es un caso modelo debido a que es la primera vez en los Estados Unidos donde un riel pesado es operado por una compañía privada. En Estados Unidos existen otros medios de transportación que son operados por compañías privadas entre los que se encuentran sistemas de guagua, Commuter Rail y Ferry. La decisión de privatizar la operación del sistema de Puerto Rico se tomo debido a que la Autoridad de Carretera y Traspotación reconoció la falta de experiencia que existe en Puerto Rico en operar un sistema de rieles. La Autoridad buscaba ofrecer un servicio de calidad y así asegurar un mayor número de usuarios.

Con el propósito de asegurar el nivel de calidad del servicio el contrato privado de operación y mantenimiento con la compañía Siemens establece unas cláusulas de incentivos y penalidades. Debido al a la existencia de estas cláusulas el contratista tratara de maximizar la ganancia por incentivos y minimizar las perdidas por penalidades. Bajo esta lógica antes mencionada se presume obtener un nivel de servicio eficiente bajo el contrato privado.

B. Justificación del Problema:

El problema de estas clausuras de incentivo y penalidades podrían ser conflictivos, pues no necesariamente aseguran un nivel eficiente de servicio. En muchas ocasiones las clausuras de incentivo y penalidades funcionan dependiendo el interés financiero del contratista. Es importante estudiar el efecto a largo plazo de estas clausuras y que medidas adicionales se pueden tomar para así asegurar la calidad de servicio que se le ofrecerá al usuario. Un factor clave para

que estas clausuras del contrato funcionen, es las técnicas de implantación que se han de utilizar para que se vele por el cumplimiento del contrato.

II. Objetivos

Este proyecto de investigación es un estudio del Contrato de Operación y Mantenimiento para determinar la forma más eficiente para mantener un nivel de servicio eficiente en sistemas de rieles. El objetivo principal en este trabajo es obtener unas estrategias de implantación del contrato y medios alternos a las clausuras para asegurar un nivel de servicio eficiente. Las metas específicas de este trabajo se presentan a continuación.

- ♦ Definir estrategias que me permitan obtener y mantener un nivel de calidad de servicio
- ♦ Identificar las estrategias más eficientes, utilizada en otros sistemas de transportación pública alrededor del mundo.
- ♦ Explicar como afecta al usuario, al propietario y al contratista las cláusulas de incentivo y penalidades, para obtener un nivel de servicio óptimo.
- ♦ Demostrar como han funcionado las técnicas de mantenimiento y operación en otros sistemas de transportación pública.
- ♦ Comparar el contrato de operación y mantenimiento del Tren Urbano con el del sistema Metrobus en Puerto Rico
- ♦ Señalar ventajas y desventajas de cada estrategia.
- ♦ Identificar la mejor forma más eficiente de implantar las cláusulas de incentivos y penalidades.

III. Desarrollo de la Investigación

En etapa inicial de la investigación se realizaron tres tareas diferentes primeramente se estudio como opera un sistema de trenes y como se ve afectado la operación cuando existen cláusulas de incentivos y penalidades en los contratos de operación. En adición a esto se estudió como fue evolucionando el sistema de incentivos y penalidades del Metrobus I y como comparan las cláusulas de incentivos y penalidades de este sistema con las del Tren Urbano.

Primeramente se estudio el sistema que operará el Tren Urbano de Puerto Rico. Como parte de esta fase se trato de analizar como interactúan cada sistema de operación y en que caso en especifico actúa cada cual. Se estudio el ciclo de operación de un tren cuando se mueve de una estación a otra. Además, se analizó como se hace para que dos trenes que estén operando en la misma vía y se encuentren cercano puedan mantener una distancia segura entre sí.

Luego se estudió el contrato de operación y mantenimiento de Metrobus para ver cuan efectivo ha sido este en el cumplimiento de su propósito. En esta etapa del proyecto se hallo información acerca de las clausuras de incentivo y penalidades y como estas han variado según cambiaron los contratos desde 1992 al 1998. En adición a esto se estudiaron las cláusulas de incentivos y penalidades propuestas para el Tren Urbano. Finalmente se hizo una comparación de los contratos de Tren Urbano y Metrobus I.

IV. Operación de un Sistema de Riel Urbano:

A. Sistema de Control del Tren Urbano:

El Tren Urbano de Puerto Rico operará de una forma completamente automática bajo un sistema llamado Regulador de Tren Automático (ATR) *. El propósito principal del sistema es mantener un itinerario y espaciamiento específico. Este sistema tiene la capacidad de auto-corregirse, ajustando la velocidad o los tiempos de abordaje cuando se detecta alguna desviación menor en el espaciamiento o el itinerario.

El sistema de control automático del tren esta compuesto por tres subsistemas que son:

- Operador Automático del Tren (ATO) *
- Protector Automático del Tren (ATP) *
- Supervisor Automático del Tren (ATS) *

Estos sistemas son operados desde el centro de control que estará localizado en el edificio contiguo al Taller de Operación y Mantenimiento.

El operador automático ATO tiene como funciones regular el desempeño del sistema en combinación con los demás sistemas.. Este sistema se hace responsable de los movimientos del tren. Cuando el tren opera de este modo, la función del operador se limita solo a cerrar las puertas y verificar que no hallan obstáculos en la vía.

El sistema de operación automática ATO es una forma de las cuatro formas de operación de un sistema de riel. Las restantes formas son "Coded Manual Mode" (CMM) el Modo Manual Restringido, Modo de operación manual restringido (RMM) y el "By-Pass Mode" (BPM).

Bajo el sistema CMM el operador se hace responsable del control del tren, pero permanece regulado por el ATP. El sistema de operación manual RMM es usado para manejar el tren en el taller, o si el sistema de control automático falla. Bajo el sistema manual RMM

* Siglas en Ingles

continúa regulado por el protector automático ATP y este no le permite al tren exceder una velocidad de 25 Km/h. El sistema de operación manual BPM es usado normalmente cuando el protector automático ATP no está funcionando, en este caso el operador es el responsable de todos los movimientos del tren sin ninguna restricción.

El segundo componente del sistema de control automático lo es el ATP, este vela por la operación segura y confiable del sistema. Estos sistemas tienen tres modos de control, estos son :

- Modo de Control Completo (FCM)*
- Modo de Control Limitado (LCM)*
- Modo de Control Detenido (SCM)*

El modo de control completo del tren es usado cuando opera el sistema automático ATO o el sistema de operación manual CMM. En estos dos casos las funciones del protector automático ATP son de seguridad. Este busca mantener velocidades por debajo de la máxima, verifica que las deceleraciones sean unas seguras y autoriza abrir puertas en las plataformas.

El modo de control limitado trabaja cuando el sistema opera bajo el RMM donde, por razones de seguridad, mantiene la velocidad a 25 Km /hr. Además este sistema no permite el movimiento del tren si las puertas están abiertas. El tipo de control de detención se utiliza cuando sucede una falla mayor en el tren.

El sistema de supervisión automática del tren le permite al Centro de Operaciones observar el comportamiento a tiempo real del sistema de riel. Mediante este sistema operacional se puede identificar los vehículos, la localización y el estado de operación. Este responde a la entrada manual de datos en las computadoras desde el centro de operaciones. Le permite a los operadores modificar el tiempo de abordaje, restringir velocidades y modificar el itinerario de viajes.

El sistema de supervisión trabaja por distintos programas de computadora hacen una función específica. A continuación se presentan alguno de estos.

1. Track Overview- Este programa presenta los datos de cada vía al nivel de detalle deseado por el operador.

2. Control de supervisión y obtención de datos- Este es un programa que monitoriza, supervisa y opera el equipo a control remoto.

3. Sistema de comunicación interna entre el garaje, las estaciones y el centro de control

4. Editor de tabla de tiempo - permite obtener las tablas de tiempo del día y del día siguiente.

5. Predicciones- Este sistema estima cuando llegara un tren a una estación con 20 minutos de anticipación y se actualiza cada 30 segundos.

Como parte del supervisor automático, está el regulador automático del tren (ATR por sus siglas en ingles). Este sistema permite hacer modificaciones para llevar el tren al itinerario o el espaciamiento deseado. El programa permite editar en las estaciones el tiempo de abordaje y determinar si el tren para o no en una estación. Además el sistema permite la edición de parámetros del tren, tales como la velocidad, la aceleración o si el ATR regulará o no el tren. Si el ATR esta activo, este determinará los tiempos de abordaje en cada estación además de la velocidad a la viajará el tren.

B. El ciclo de operación:

El movimiento de un sistema de trenes, cuando pasa de una estación a otra, se divide en 5 fases separadas, las cuales son aceleración, velocidad máxima, “coasting”, frenado y tiempo de trasbordo, estas serán discutidas mas adelante. Este ciclo puede variar y algunas de las fases centrales pueden omitirse dependiendo de cuan cerca estén las estaciones. Es de suma importancia entender este, ciclo pues es el que determina el tiempo entre las estaciones. De estos

tiempos y el conjunto de trenes en la vía, depende el desempeño puntual del tren y así no verse afectado por penalidades debido a demoras y viajes perdidos. En la figura presentada a continuación se demuestra un gráfico con cada una de las fases:

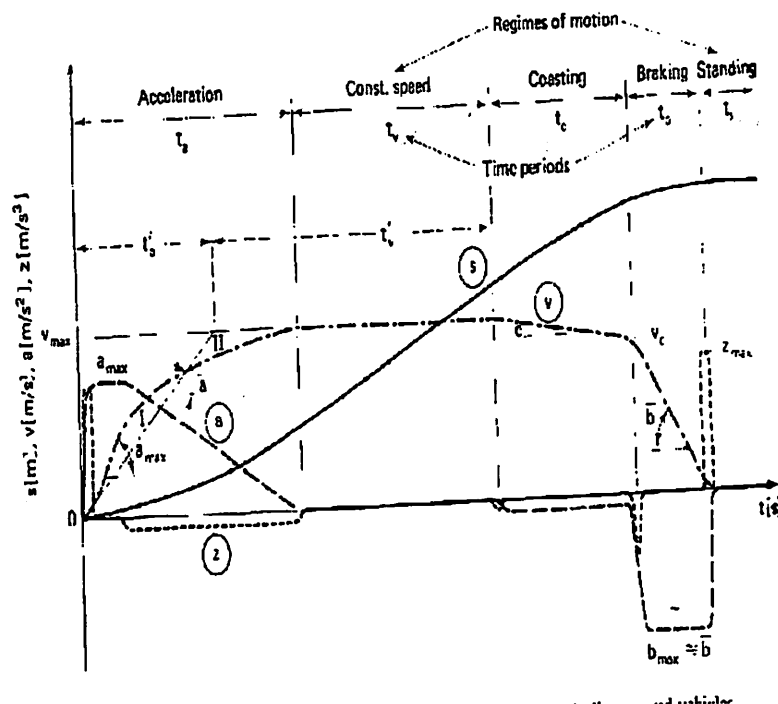


Figura1- Esta grafica presenta Cada uno de los regímenes y como opera el tren en estos.*

ACELERACIÓN:

La aceleración es la razón de cambio de la velocidad. Si la velocidad aumenta a una razón constante la aceleración será constante.

Al comenzar el vehículo a arrancar se le aplica toda la potencia y la razón de aceleración se encuentra en su máximo. Esta razón de aceleración comienza a disminuir suavemente hasta llegar a cero. Para un sistema de riel pesado normalmente la aceleración es de 3 mph. / sec.

* esta grafica fue tomada del libro Urban Public Transportation Systems and Technology , Vukan R. Vuchic, pag /158

VELOCIDAD MÁXIMA:

Una vez completada la fase de aceleración los vehículos tienden a correr a velocidad constante durante un periodo de tiempo. En este momento la aceleración del vehículo es cero. Típicamente los sistemas de trenes urbanos transitan a unas velocidades aproximadas entre 40 y 45 mph.

“COASTING”:

Una vez el vehículo haya alcanzado una velocidad máxima el vehículo continúa corriendo un periodo corto de tiempo. Con el propósito de economizar energía se apagan los motores y el vehículo continúa corriendo por momentum. A esta operación se le conoce como “coasting”. Debido a la fricción entre las ruedas y el riel, el vehículo va a tender a reducir la velocidad.

DECELERACION:

La forma de la parte de deceleración es aproximadamente una linear. Al igual que la aceleración la deceleración limite es de 3 mph /sec., por razones de seguridad y comodidad del pasajero. Si surge alguna emergencia este valor de la deceleración podría ser mayor.

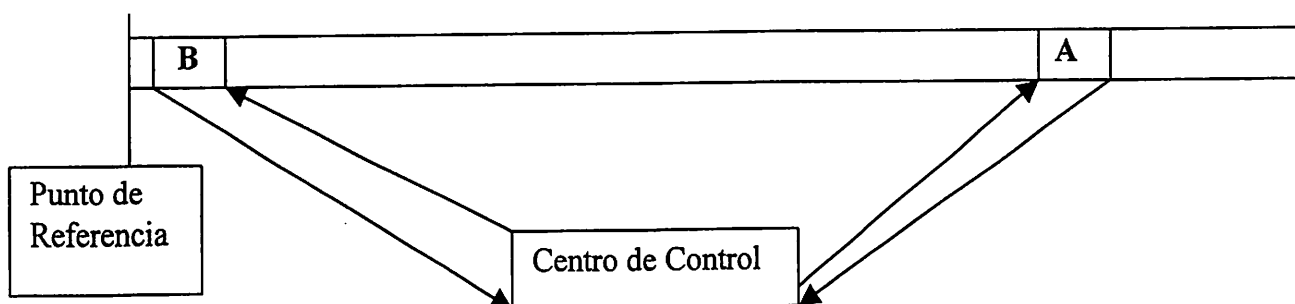
TIEMPO DE ABORDAJE:

El tiempo de abordaje es el tiempo que el vehículo está detenido para recolectar y descargar pasajeros. Este valor depende de distintos factores, el más importante de todos lo es el número de pasajeros que abordan o abandonan el tren. Entre los restantes factores que afectan el tiempo de abordaje están el tamaño de puertas y la plataforma.

En sistemas de rieles pesado existen de 2 a 4 puertas por cada lado del tren lo que ayuda a minimizar un poco el tiempo de abordaje. El tener plataformas al nivel de los vehículos es beneficioso pues ayuda a disminuir el tiempo en que entran y salen pasajeros de los vehículos.

C. Operación del Sistema Cuando hay dos Trenes Cercanos:

Una vez el tren haya comenzado operaciones para mantener el espaciamiento deseado entre un tren que va al frente y el siguiente tren, el sistema de ATP en combinación con el ATS se encargan de que estos dos trenes no se acerquen y se mantenga una distancia segura entre ellos. Al ser este un sistema automático utiliza un sistema de bloque en movimiento. En la siguiente figura se presenta un flujograma de la operación del sistema de trenes.



El proceso desde el centro de control

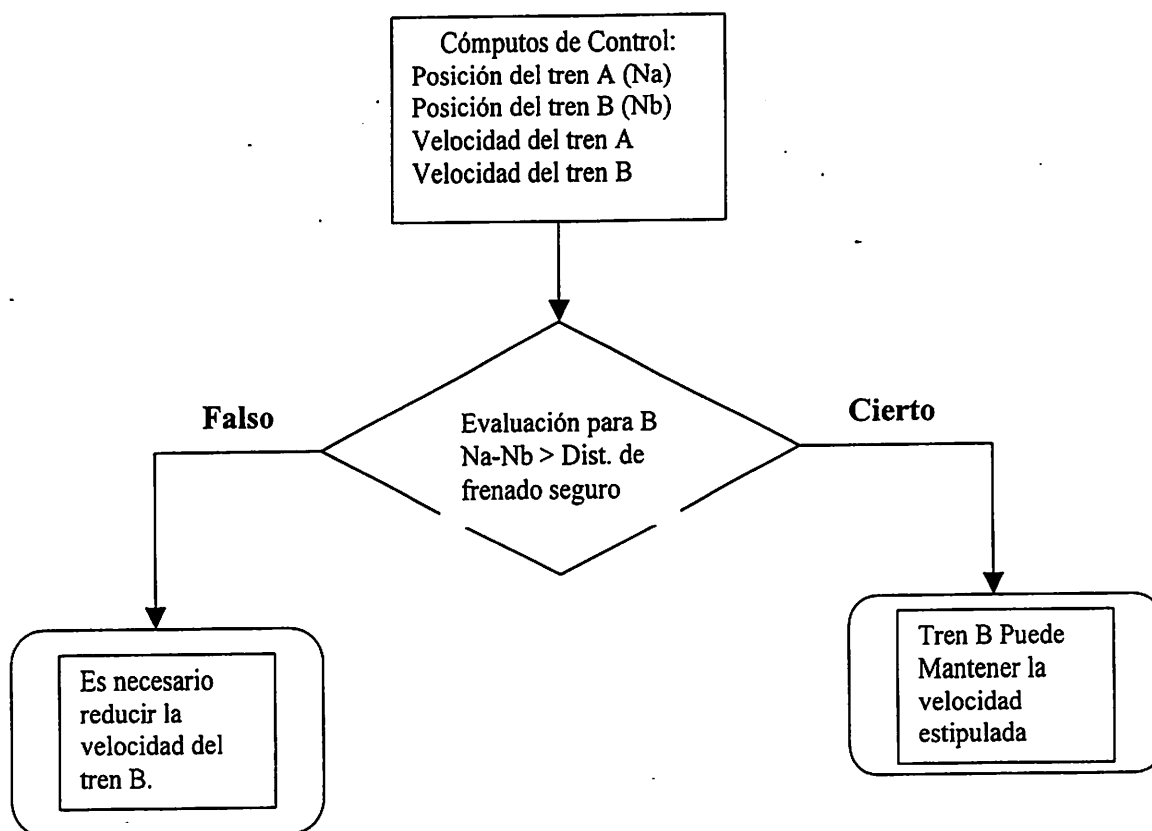


Figura 2 Muestra Diagrama de operación de dos trenes cercanos.

Según el diagrama, como el centro de control tiene el dominio absoluto del tren, se conocen la localización de cada tren. El centro de operaciones tiene los datos de las posiciones de los trenes y controla su operación; por lo tanto pueden ajustar las velocidades del segundo tren desde el centro de operaciones, de forma tal que mantengan un espaciamiento seguro con respecto al primero y así respectivamente.

Importancia de Entender como Operar un Sistema de Riel Cuando esta Bajo un Contrato con Cláusulas de Incentivos y Penalidades:

Al momento de evaluar cláusulas contractuales de contratos de operación y mantenimiento de sistemas de rieles, es importante entender como opera un sistema de riel para así poder determinar cuan validas o viables son las cláusulas. Al entender la operación del sistema se puede predecir como se afectarían los incentivos o penalidades ante ciertas condiciones de operación. Un ejemplo de esto lo es si un tren se sale de su itinerario como se verán afectados los demás trenes en cuanto a incentivo y penalidades.

Finalmente el contrato de operación y mantenimiento es el que regula la operación del sistema, por lo que se debe trabajar en conjunto con estas dos partes para así lograr un servicio eficiente.

V. Cláusulas de Incentivos y Penalidades en Contratos de Operación y Mantenimiento en sistemas de Transporte Colectivo en Puerto Rico:

A. Metrobus I

El sistema de Metrobus I es un sistema de guaguas, operado por una compañía privada, comenzó operaciones en 1992. La ruta de este sistema es de aproximadamente 15.3 millas y se extiende desde el terminal de Capetillo en Río Piedras hasta el terminal Covadonga en El Viejo San Juan. El contrato del sistema de Metrobus I, en su inicio para el año 1992 no constaba de cláusulas que tuvieran que ver con incentivos y penalidades. No fue hasta la renovación del contrato en 1995, que se establecieron unas cláusulas de incentivo pero no así de penalidades. Al hacerse el contrato nuevo en el año 1998, se le añaden unas cláusulas más rigurosa de incentivos y penalidades al contrato buscando así garantizar un buen servicio.

Contrato 1995:

Las cláusulas del contrato de 1995 contienen tres puntos básicos. Estos son número de pasajeros, mantenimiento y cumplimiento puntual. Estas cláusulas del contrato establece que el total que se colecte en la tarifa, pertenece a la Autoridad de Carreteras y Transportación (ACT). La ACT premiaba a la compañía operadora anualmente dándole una suma englobada al cumplir una o todas las siguientes condiciones:

1. Si aumenta los pasajeros 5% o más que al año anterior se le va a brindar un incentivo a la compañía de 1% del total de la tarifa recogida. Se establece que el numero de pasajeros es igual al total de tarifa recogido dividido entre el valor de la tarifa.
2. Si el operador pasa el 90% de la inspección de mantenimiento de los vehículos se le va a brindar un incentivo a la compañía operadora de 1% del total de la tarifa recogida.
3. Si el operador realiza un 99% o más de los viajes estudiados a tiempo se le va a brindar un incentivo a la compañía operadora de 1% del total de la tarifa recogida.

Estas tres son las únicas cláusulas de incentivos que hay en este contrato. Cabe recalcar que en este contrato la ACT exige que en los 90 días de haber firmado el contrato, la compañía tiene que entregar un plan para incentivar a sus empleados.

Como podemos observar en este contrato no existen cláusulas de penalidades. Este contrato en sus cláusulas tendió a ser muy general. Ya para el año 1998 el contrato es mas específico e incluye tanto incentivos como penalidades.

CONTRATO 1998:

El contrato de Metrobus I, fue firmado por la Autoridad con la compañía Metro Couch. En este contrato aparecen un total de tres puntos donde aparecen tanto incentivos como penalidades. Las áreas de interés de la Autoridad de Carreteras son viajes perdido, cumplimiento puntual e inspecciones de garaje. Las cláusulas son rigurosas vienen debido a la necesidad de garantizar un buen servicio al público. Estas cláusulas se presentan a continuación:

1. Viajes Perdidos:

Se considera en este contrato como un viaje perdido, todo aquel viaje que no salga en 10 minutos al tiempo de itinerario de su terminal y si no arriba a 10 minuto de su itinerario en un punto de verificación. Si el porcentaje de viajes perdidos excede un 2% de los viajes en itinerario, habrá una penalidad de \$100 por viaje perdido que exceda el 2%. Además de esto, no se le pagará el costo de cada viaje perdido.

Para estas cláusulas, el porciento de viajes perdidos se calcula dividiendo el numero de viajes perdidos estudiados entre el numero total de viajes en itinerario para el día y horas estudiadas.

2. Desempeño Puntual de las Guaguas:

Todo vehículo que salga antes de la hora estipulada, es considerado temprano, por lo que no es a tiempo. Si el vehículo sale después de 90 segundos de la hora de itinerario pero antes de 10 min. es considerado tarde. Si un viaje se considera como perdido, no se considera como tarde.

El porciento de viajes fuera de tiempo es computado como el numero de viajes durante todo el mes entre 6:00 AM y 5:59 PM por el porciento de viajes fuera de tiempo en los días y horas estudiadas. Los incentivos y penalidades son diferentes saliendo del terminal y durante el viaje.

Si el porcentaje de viajes fuera de tiempo que salen del terminal para un mes es mayor al 15% de los de itinerario, entonces la compañía operadora tendrá una penalidad de \$20.00 por cada viaje que este sobre el 15%. Si el porcentaje es menor al 15% entonces la compañía recibirá un incentivo de \$20.00 por la diferencia entre el numero de viajes que no salen en tiempo del terminal y el 15% del total de viajes.

Un vehículo que pase antes de su hora o pase 7 minutos después de la hora estipulada por alguna parada se considera fuera de tiempo. Durante el viaje, si el porcentaje de viajes fuera de tiempo pasando por alguna parada para un mes es mayor al 15% de los de itinerario, entonces la compañía operadora tendrá una penalidad de \$10.00 por cada viaje que este sobre el 15%. Si el porcentaje es menor al 15% , la compañía recibirá un incentivo de \$10.00 por la diferencia entre el numero de viajes que no salen en tiempo del terminal y el 15% del total de viajes.

Estos incentivos y penalidades se pagarán mensualmente. Si al finalizar el año la suma de incentivos y penalidades resulta en un pago a favor de la compañía operadora, la misma está obligada a dividir el 30% de este pago neto con sus empleados.

3. Inspecciones de los Vehículos

La Autoridad hará visitas a los talleres de mantenimiento para verificar las condiciones mecánicas de los vehículos, así como la limpieza de los mismos. Vehículos que estén dañados se volverán a inspeccionar 4 días mas tarde. Se impondrá una penalidad de \$100 por cada vehículo que no se encuentre limpio. Si los vehículos dañados no se han reparado en 4 días se impondrá una multa de \$100 por cada vehículo dañado.

Por lo que se puede ver, este contrato es mucho más riguroso que el anterior, además de ser más específico. Esto fue por la experiencia de los contratos anteriores, por tal razón se decidió en este ser más específico para así brindar un buen servicio. Actualmente la Metrobus I no está funcionando debido a una huelga existente de los empleados lo que ha afectado este servicio durante dos meses.

Implantación Del Contrato:

El método de implantar las cláusulas de incentivos y penalidades estipuladas en los contratos de operación y mantenimiento del 1995 y el 1998 han sido prácticamente la misma. Ambos contratos se realizan estudios de la ruta mensualmente par determinar el numero de viajes perdidos o viajes que no cumplen con un desempeño puntual.

El estudio de los viajes es realizado por una compañía privada y consta de visitas al campo durante cuatro días de semana un sábado y un domingo al mes por cada dirección. El estudio de los viajes consiste en observar los tiempos de salida desde lugares cercanos al terminal. Además de hacer viajes en el sistema de guaguas para ver su desempeño a lo largo de la ruta.

B. Tren Urbano:

Las clausuras de incentivo y penalidades estipuladas en el contrato, atienden diversas áreas que van desde limpieza hasta operación en tiempo del sistema. Cada una de estas tiene

incentivos individuales y las penalidades pueden llegar hasta un máximo de \$1,500,000 y un incentivo anual máximo de \$1,250,000. Los incentivos corresponden aproximadamente a un 4.5% del pago base mientras que las penalidades son aproximadamente 5% del pago base. Algunas de las secciones donde se establecen las cláusulas de incentivo y /o penalidades son

1. Cumplimiento a tiempo de los viajes:

Esta es considerada una de las partes más importantes, pues de esta depende el éxito del sistema. Esta forma de incentivo y penalidad es una escalonada a partir de un número base. Si se desempeña mejor al número base, recibe incentivo por lo contrario, recibe penalidades. En el Anejo I se presenta un grafico de los incentivos y penalidades a pager. La figura que se muestra a continuación presenta como van a ser pagados los incentivos o como van a ser cobradas las penalidades:

Numero de Viajes Fuera de Tiempo		Incentivo	Penalidades
Mas de 50		# Viaje *750	
41-50		35000	
31-40		26000	
31-30		18000	
11-20		11000	
Mejor	1-10	5000	
Numero Base		0	0
Peor	1-10		5000
11-20			11000
21-30			18000
31-40			26000
41-50			35000
Mas de 50			# viaje * 750

Tabla #1- Incentivo y penalidades para viajes fuera de tiempo.*

* Tomado del Contrato STT, libro de operaciones y mantenimiento apéndice I Pág. OM-1

2. Viajes Perdidos

La forma de evaluar esta parte del contrato es una basándose en un valor fijo si sobrepasa ese valor fijo de viajes no realizados incurrirá en penalidades de una forma escalonada. El anejo II presenta un gráfico de como van a hacer cobrado los incentivos y penalidades por esta cláusula. Básicamente en este contrato se permitirá sin penalidad un viaje no completado diariamente. La figura de la pagina siguiente nos muestra como se van a cobrar los incentivos y penalidades según un número base de 30 viajes incompletos. Un tren será considerado fuera de tiempo cuando:

- a. Se cancela o se retira un viaje del itinerario.
- b. Algún tren es removido para llevarlo a darle mantenimiento sin finalizar antes el viaje.
- c. Si un tren llega a la estación terminal más de media ora tarde después del itinerario.
- d. Si un tren termina su viaje, pero fue inconsistente en todas las estaciones, se va ha considerar como medio viaje no completado.

Numero Viajes Perdido por Mes	Incentivo	Penalidades
Menos que 24	$5400 + 1200 * (24 - \# \text{ viajes Perdidos})$	
24	5400	
25	4200	
26	3100	
27	2100	
28	1200	
29	500	
30	0	0
31		5000
32		11000

33		18000
34		26000
35		35000
36		45000
36		45000+10000 (# viajes perdidos sobre 36)

Tabla 2- Incentivo y penalidades para viajes perdidos.*

3. Mantenimiento preventivo de los vehículos:

El contrato estipula que si no se realiza el mantenimiento preventivo en las 48 horas después del tiempo que está en el itinerario de mantenimiento. La compañía operadora se le aplicará una penalidad por no cumplir esta parte del contrato. Esta penalidad será una de forma exponencial según se presenta en el Anejo III. , mientras mayor sea el número de veces que suceda, va a aumentar mas la multa. La figura presentada a continuación demuestra la escala de evaluación a usarse según el contrato de 1996.

Mantenimiento Preventivo Realizado Tarde	Penalidad por Evento
Menos de 10	2000
11-15	2500
16-20	3000
21-25	3500
26-30	4000
31-35	4500
36-40	5000
41-45	5500
46-50	6000
51-55	6500
56-60	7000
61-65	7500

Tabla 3- Las penalidades para mantenimiento preventivo de los vehículos.*

* Tomado del Contrato STT, libro de operaciones y mantenimiento apéndice I Pág. OM-7

4. Mantenimiento de las facilidades

Si alguna gestión de mantenimiento de las estaciones y facilidades fijas de acuerdo al itinerario establecido, si no se realizan habrá penalidades. Las penalidades serán descontadas del pago de servicios por mes. La estructura de las penalidades se presenta en la figura a continuación. Esta penalidad será una de forma exponencial según se presenta en el Anejo IV, mientras mayor sea el número de veces que suceda, va a aumentar mas la multa.

Mantenimiento de las Facilidades Tarde	Penalidad por Evento
Menor a 10	500
11-15	750
16-20	1000
21-25	1250
26-30	1500
31-35	1700
36-40	2000
41-45	2250
46-50	2500

Tabla 4- Las penalidades para mantenimiento de las facilidades.*

5. Limpieza exterior de los vehículos

Si la limpieza de los vehículos no se realiza en 24 horas a las establecidas por el itinerario de acuerdo al contrato de Operaciones y Mantenimiento, se penalizará la compañía operadora restándole cierta suma de dinero de su pago mensual. Esta penalidad será una de forma exponencial según se presenta en el Anejo V, mientras mayor sea el número de veces que suceda, va a aumentar mas la multa. Se presenta en la figura a continuación.

* Tomado del Contrato STT, libro de Operaciones y Mantenimiento apéndice I Pág. OM-19

* Tomado del Contrato STT, libro de Operaciones y Mantenimiento apéndice I Pág. OM-21

Limpieza Exterior de los Vehículos Tarde	Penalidad por Evento
Menor de 10	500
11-20	750
21-30	1000
31-40	1250
41-50	1500
51-60	1750
61-70	2000
71-80	2250
81-90	2500
91-100	2750

Tabla 5- Las penalidades para Limpieza Exterior de los Vehículos.*

6. Limpieza diaria de los interiores de los vehículos

Si la limpieza diaria de los interiores de los vehículos no se realiza en el periodo establecido por el itinerario de acuerdo al contrato de Operaciones y Mantenimiento, se penalizará la compañía operadora restándole cierta suma de dinero de su pago mensual. Esta penalidad será una de forma exponencial según se presenta en el Anejo VI, mientras mayor sea el número de veces que suceda, aumenta más la multa. La figura a continuación presenta las multas a cobrar.

Limpieza Diaria no Realizada	Penalidad por Evento
Menos que 50	100
51-75	150
76-100	200
101-125	250
126-150	300
151-175	350
176-200	400

* Tomado del Contrato STT, libro de operaciones y mantenimiento apéndice I Pág. OM-25

201-225	450
226-250	500
251-275	550
276-300	600
301-325	650
326-350	700
351-375	750
376-400	800

Tabla 6- Las Penalidades para Limpieza Interior Diaria de los Vehículos.*

Método de Implantación del Contrato:

El método de implantación a usarse en el Tren Urbano esta actualmente en planificación. Se esta pensando crear una oficina que se dedique a la implantación del contrato. Al respecto no se tiene mucho conocimiento debido a que esta en etapas tempranas de planificación.

C. Comparación de Ambos Contratos:

El contrato del Metrobus tiende a ser más flexible que el del Tren Urbano, esto debido a que para el Metrobus no existe información a tiempo real de lo que sucede durante un día de operaciones. Esto puede ser perjudicial al operador del sistema Metrobus I debido a que se le estiman los viajes fuera de tiempo y viajes no realizados según los días estudiados y no por la operación de todo los días. El tren urbano tiende a ser más rigurosos en este aspecto debido a que aquí si va a existir una base de datos a tiempo real de cómo operará el tren.

En cuanto al mantenimiento de los vehículos los dos sistemas son bien rigurosos pues de este depende una buena operación del sistema. Cabe recalcar que tanto el contrato del Metrobus I 1998 y el contrato de Tren Urbano enfatizan la limpieza de los vehículos. En este punto el contrato del Tren Urbano es más especifico que el contrato de Metrobus pues el del Tren Urbano exige tanto limpieza exterior como interior y multa a esta por separado.

* Tomado del Contrato STT, libro de Operaciones y Mantenimiento apéndice I Pág. OM-27

En términos generales el contrato del Tren Urbano es mucho más abarcador que las cláusulas de incentivos y penalidades del Metrobus I, pues este se va al mas mínimo detalle en todos los puntos desde la operación hasta el mantenimiento. El contrato de Tren Urbano establece que Siemens se hará cargo del mantenimiento y limpieza de todas las facilidades que componen el Tren Urbano. En cuanto a la parte de mantenimiento de los vehículos, el contrato es bien riguroso para el mantenimiento preventivo, el aire acondicionado y fallas por kilómetro corrido.

El contrato del Metrobus aunque no es tan específico como el contrato del tren urbano tiene una peculiaridad positiva y es que si la diferencia entre los incentivos y las penalidades resultan en ganancias para el operador, este tiene que dividir el 30% de sus ganancias con los empleados de la compañía.

Finalmente después de haber estudiado ambos contrato considero que se debería evaluar mas en detalle las cláusulas de incentivos y penalidades del sistema de Tren Urbano. El próximo paso a seguir en este trabajo es, determinar si estas cláusulas son viables con la operación del sistema, además de estudiar el modo de implantación de estas cláusulas en el sistema de Tren Urbano.

VI. Conclusiones Preliminares

Es de suma importancia comprender como opera un sistema de rieles y su sistema de control que lo rige para así comprender como actúan las cláusulas de incentivos y penalidades. Esto es así debido a que cuando se confronta algún problema se debe resolver lo antes posible y así minimizar las penalidades.

Puerto Rico tiene la experiencia del contrato de operación y mantenimiento del sistema Metrobus I. A través de esta experiencia se ha visto como funcionan las cláusulas de incentivos y penalidades en sistema de transporte colectivo. Es importante que en el primer contrato de este sistema no había cláusulas de incentivos y penalidades y entender como después estas se fueron implantando y las circunstancias por las que estas cláusulas entraron al contrato. Como resultado de estas cláusulas el sistema mejoró su servicio pero actualmente sus empleados se han ido a huelga afectando así el servicio de esta ruta.

El Tren Urbano tiene la ventaja de que al ser operado automáticamente, permite obtener datos a tiempo real, lo que me permite evaluar mejor la operación del sistema. Al ser automático puedo ajustar el sistema para que no se vea afectado por penalidades y aumentar así los incentivos.

En ambos contratos el de Metrobus I y el de Tren Urbano se vela por el mantenimiento de los vehículos esto es de suma importancia debido a que para asegurar un buen servicio las condiciones de los vehículos deben de ser buenas.

El uso de cláusulas de incentivos y penalidades tiene el propósito de asegurar un servicio eficiente a los usuarios. Se debe tomar en consideración que las cláusulas vayan acordes con el sistema de operación a usarse, es decir, que sea posible ejecutar las cláusulas sin que interfieran con la operación segura del sistema. Finalmente se puede decir que las cláusulas de incentivos y penalidades de los contratos realizan su función en la manera en que estas se pongan en vigor.

VIII. Referencias

Vukan R. Vuchic Urban Public Transportation Systems and Technology; Prentice Hall-1981 Pág. 157-169, 435-447

George E. Garay. Public Transportation; Prentice Hall-1992: Pág.114-126

Iris Ortiz. Analysis of Real Time Operations and Maintenance of Tren Urbano , UPR MIT
Tren Urbano 2000

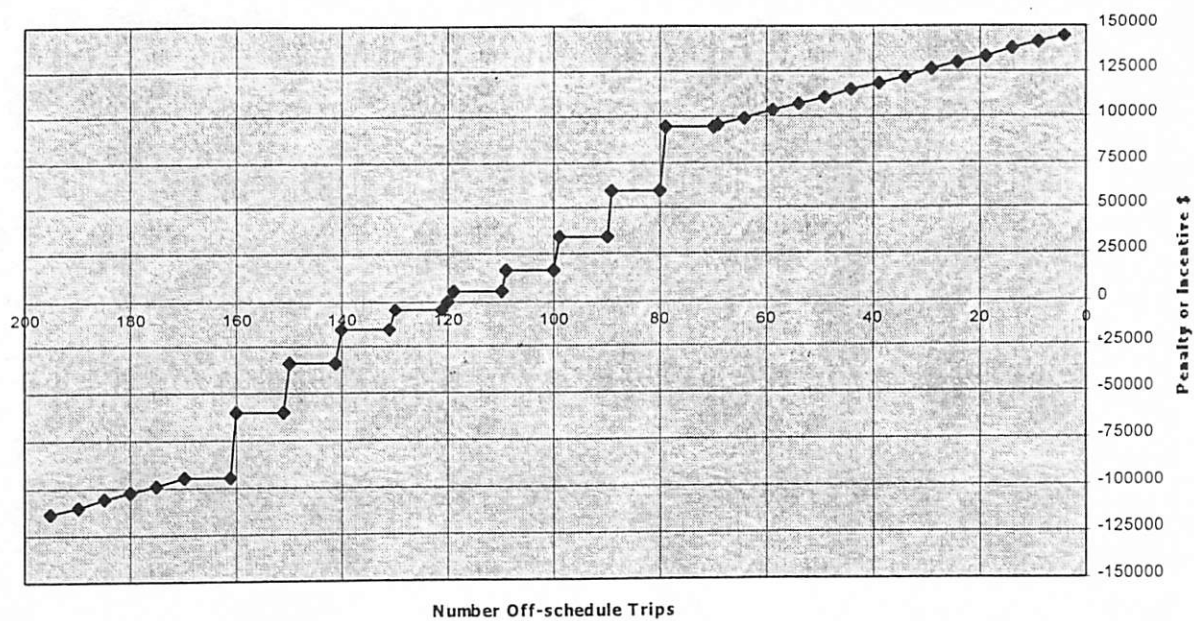
Autoridad de Carreteras y Transportación; Contrato de Operación y Mantenimiento Tren Urbano, Junio 1996

Autoridad de Carreteras y Transportación; Contrato de Operación y Mantenimiento
Metrorobus I, 1 de septiembre de 1995, Pág.6-9

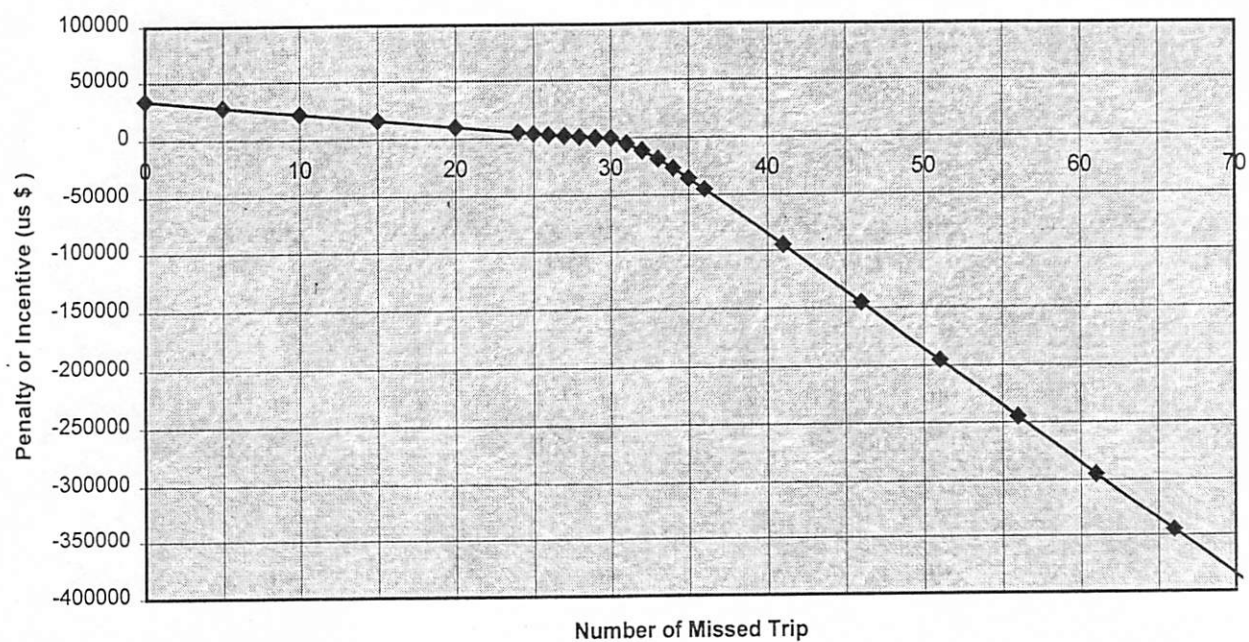
Autoridad de Carreteras y Transportación; Contrato de Operación y Mantenimiento Metro
bus I, 30 de diciembre de 1996 Pág. 15-17

IX. Anejos

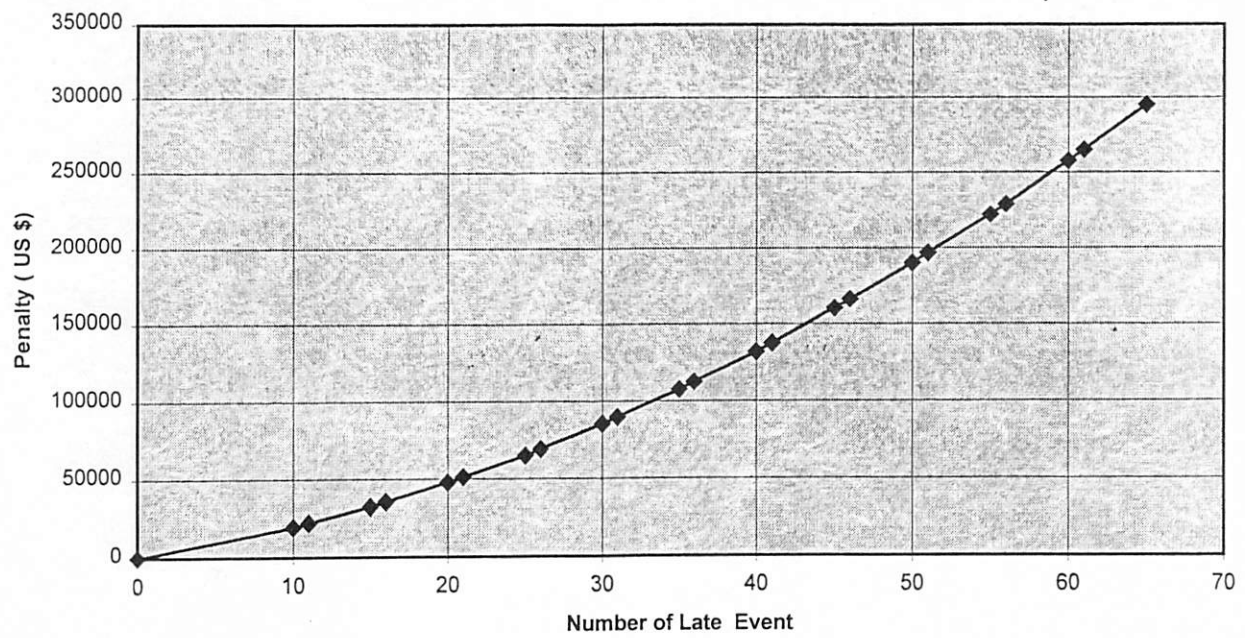
On Time Performance Incentive and Penalty



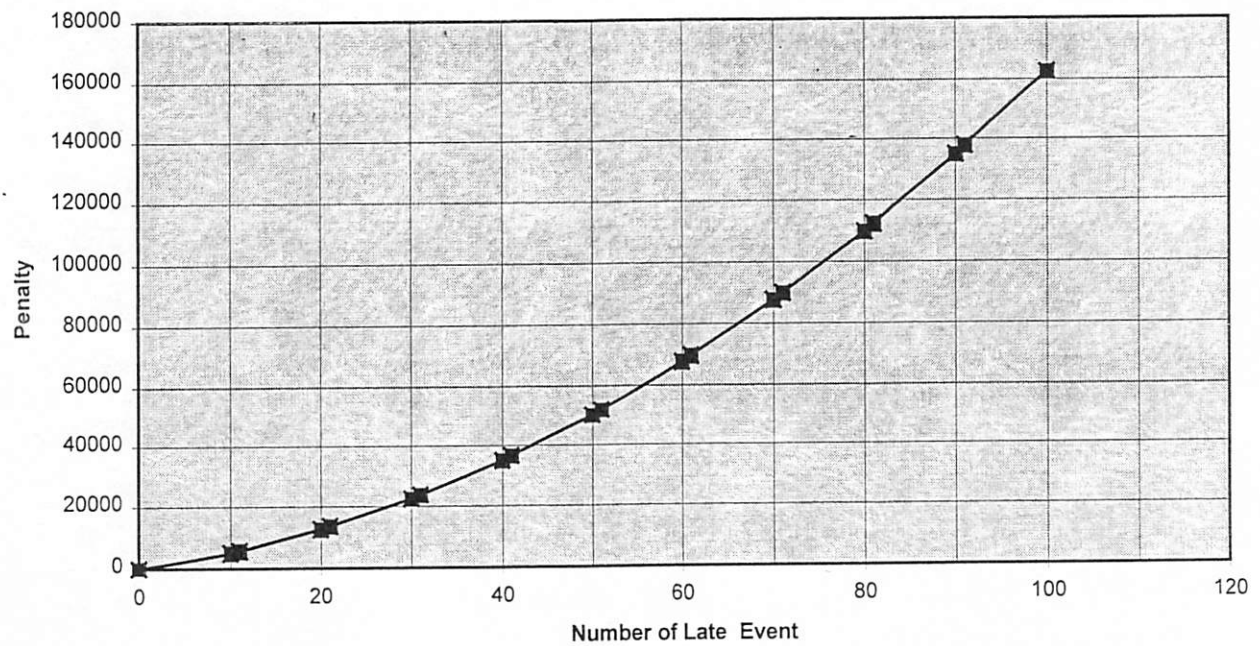
Missed Trip Incentive or Penalty



Penalty for Late Vehicle Preventive Maintenance



Penalty Exterior Cleaning of the Train



Penalty for Daily Cleaning of the Vehicles

