



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



**INSTITUTO DE CIENCIAS MATEMÁTICAS
INGENIERÍA EN ESTADÍSTICA INFORMÁTICA**

*“SIMULADOR MATEMÁTICO PARA EL NUEVO SISTEMA
TRONCALIZADO DE TRANSPORTE MASIVO PARA LA CIUDAD
DE GUAYAQUIL. RUTA TRONCAL 5: PUENTE PORTETE -
CENTRO”*



TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERA EN ESTADÍSTICA INFORMÁTICA

Presentada por:

María Fernanda Campoverde Márquez

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO

2005

AGRADECIMIENTO



D-33926

Primero a Dios por darme la fuerza necesaria para concluir mis estudios y terminar esta tesis, al Msc. Washington Armas por su ayuda y a todas las personas que de uno u otro modo colaboraron con la realización de este trabajo.

T
519.2
CAM
C-2
D-33926

DEDICATORIA



A MIS PADRES
A MIS HERMANOS
A MI FAMILIA
A MIS AMIGOS...

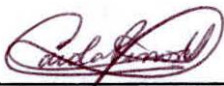
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



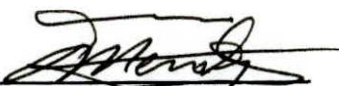
Ing. Robert Toledo
PRESIDENTE



MSc. Washington Armas
DIRECTOR DE TESIS



Ing. Carola Pinos
VOCAL

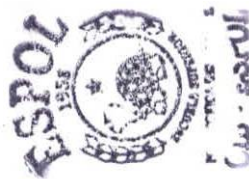


Dr. Cristóbal Mera
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)



Ma. Fernanda Campoverde
Ma. Fernanda Campoverde M.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN	II
ÍNDICE GENERAL	III
ABREVIATURAS	VI
SIMBOLOGÍA	VII
INDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	X
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO 1

1. NUEVO SISTEMA DE TRANSPORTE MASIVO URBANO PARA LA CIUDAD DE GUAYAQUIL	
1.1 Introducción.....	2
1.2 Sistema Actual de Transporte.....	3
1.3 Nuevo Sistema de Transporte para la ciudad de Guayaquil.....	4

CAPÍTULO 2

2. CONSTRUCCIÓN DEL MODELO DEL SIMULADOR	
2.1 Introducción.....	26
2.2 Etapas para el desarrollo del Simulador Metrovía Troncal 5.....	27

2.3 Usuarios del Simulador Metrovía Troncal 5.....	28
2.4 Software Utilizados para la construcción del Simulador.....	29
2.5 Interacción de los Software utilizados.....	31
2.6 Codificación de los procesos del Sistema Metrovía en GPSS.....	35
2.7 Diseño de la Base de Datos para el Simulador.....	36

CAPÍTULO 3

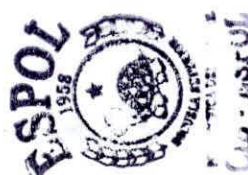
3. RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

3.1 Introducción.....	88
3.2 Objetivo del Análisis.....	89
3.3 Población Objetivo	90
3.4 Determinación de las variables a Analizar.....	90
3.5 Metodología de Recolección de Información.....	91
3.6 Toma de Datos.....	96

CAPÍTULO 4

4. VALIDACIÓN, IMPLEMENTACIÓN Y RESULTADOS OBTENIDOS DEL SIMULADOR

4.1 Introducción.....	157
4.2 Validación del Modelo de Simulación.....	158



4.3 Análisis y presentación de los resultados obtenidos.....	182
--	-----

4.4 Variación de los parámetros del Simulador.....	243
--	-----

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones.....	254
-----------------------	-----

5.2 Recomendaciones.....	258
--------------------------	-----

ANEXOS

BIBLIOGRAFÍA

ABREVIATURAS

AM:	Antes del Meridiano
Av.:	Avenida
CTG:	Comisión de Transito de Guayaquil
DMT :	Dirección Municipal de Transporte
FIFO:	First In First out
GPSS:	General Purpose Simulation System
Ha:	Hectáreas
K- S:	Kolmogorov Smirnov
Km:	Kilómetro
m:	Metro
MI:	Muy Ilustre
PEPS:	Primero en entrar primero en salir
PM:	Después del Meridiano
Vs.:	Versus

SIMBOLOGÍA

H₀:	Hipótesis Nula
H₁:	Hipótesis Alternativa
$\sup_x \left \hat{F}(x) - F_0(x) \right $	Estadístico de la Prueba de Bondad de Ajuste de Kolmogorov - Sminorov
Valor p	Valor Plausivo

ÍNDICE DE FIGURAS

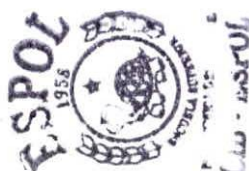
	Pág.
Gráfico 2.1 Interacción de los paquetes de software utilizados.....	32
Gráfico 3.1 Histograma de Probabilidad de la variable Llegada de personas al paradero 0.....	111
Gráfico 4.1 Gráfico de Convergencia de los resultados de la variable "Longitud máxima de colas de espera" (Validación Interna).....	161
Gráfico 4.2 Gráfico de Convergencia de los resultados de la variable "Tiempo promedio de espera".....	163
Gráfico 4.3 Gráfico de Convergencia de los resultados de la variable "Longitud máxima de colas de espera" (Prueba Degenerativa).....	165
Gráfico 4.4 Gráfico de Cantidad máxima de colas de personas en los paraderos cada hora de operación (Escenario Optimista).....	168
Gráfico 4.5 Gráfico del Tiempo promedio de espera de personas en los paraderos cada hora de operación (Escenario Optimista).....	169
Gráfico 4.6 Gráfico de la cantidad máxima de utilización del Bus (Escenario Optimista).....	169
Gráfico 4.7 Gráfico de Cantidad máxima de colas de personas en los paraderos cada hora de operación (Escenario Pesimista).....	171
Gráfico 4.8 Gráfico del Tiempo promedio de espera de personas en los paraderos cada hora de operación (Escenario Pesimista).....	171
Gráfico 4.9 Gráfico de la cantidad máxima de utilización del Bus (Escenario Pesimista).....	172
Gráfico 4.10 Gráfico del Tiempo máximo de recorrido desde la terminal hasta los paraderos.....	184
Gráfico 4.11 Gráfico de Tiempos máximos de recorrido total de la ruta Troncal para los 5 días de operación.....	191
Gráfico 4.12 Gráfico de Longitud máxima de colas de espera en los paraderos excluyendo la primera hora.....	193
Gráfico 4.13 Gráfico de Longitud máxima de colas de espera en los paraderos incluyendo la primera hora.....	196
Gráfico 4.14 Gráfico del Número máximo de personas que esperaron al bus en el paradero 38 el día viernes.....	202
Gráfico 4.15 Gráfico del Número máximo de personas que esperaron al bus en el paradero 38 el día viernes en la primera hora.....	204
Gráfico 4.16 Gráfico del número máximo de pasajeros que ingresaron a los paraderos..	206
Gráfico 4.17 Gráfico del Total de ingresos de pasajeros a los paraderos en la semana de operación de la Troncal 5.....	211
Gráfico 4.18 Gráfico del Total de tiempos de espera en los paraderos de la ruta Troncal 5.....	215
Gráfico 4.19 Gráfico de Cantidad máxima de subidas al bus por paradero.....	219
Gráfico 4.20 Gráfico del Tiempo máximo de subidas al bus por paradero.....	222
Gráfico 4.21 Gráfico de Cantidad máxima de bajadas del bus en los paraderos.....	224
Gráfico 4.22 Gráfico de la Cantidad máxima de bajadas del bus en los paraderos de forma descendente.....	226
Gráfico 4.23 Gráfico del Tiempo máximo de bajadas del bus en los paraderos de forma descendente.....	228
Gráfico 4.24 Gráfico de los Tiempos máximos de espera del bus en los paraderos.....	231

Gráfico 4.25	Gráfico del Número de Buses en circulación durante los días de operación de la Troncal.....	233
Gráfico 4.26	Gráfico de la Cantidad total de buses que ingresaron a los paraderos.....	234
Gráfico 4.27	Gráfico de la Cantidad total de buses que ingresaron a los paraderos de 5:00 – 6:00 de la mañana.....	236
Gráfico 4.28	Gráfico de la Cantidad máxima de asientos ocupados que registra el bus antes de ingresar a los paraderos.....	238
Gráfico 4.29	Gráfico de Comparación entre la máxima utilización del bus vs. la capacidad del bus.....	239
Gráfico 4.30	Gráfico de Comparación de buses que no hicieron cola vs. cantidad máxima de buses que hicieron cola para ingresar al paradero.....	241
Gráfico 4.31	Gráfico de Comparación entre los porcentajes de buses que no hicieron cola vs. los buses que hicieron cola para ingresar al paradero.....	242
Gráfico 4.32		

ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1	Campos de la Tabla Simulaciones.....	62
Tabla 2	Campos de la Tabla Paraderos	63
Tabla 3	Campos de la Tabla Tipos_Paraderos.....	66
Tabla 4	Campos de la Tabla Tipos_Paraderos.....	66
Tabla 5	Campos de la Tabla Tiempos_Semáforos.....	69
Tabla 6	Campos de la Tabla Políticas.....	69
Tabla 7	Campos de la Tabla Tiempos Paraderos	72
Tabla 8	Campos de la Tabla Detalle_Tiempo.....	73
Tabla 9	Campos de la Tabla Salida de Buses	75
Tabla 10	Campos de la Tabla Días.....	75
Tabla 11	Registros que componen la tabla días.....	76
Tabla 12	Campos de la Tabla Parámetros.....	77
Tabla 13	Campos de la Tabla Detalle_Parámetro.....	77
Tabla 14	Campos de la Tabla Distribuciones.....	79
Tabla 15	Campos de la Tabla Detalle_Distribuciones	80
Tabla 16	Registros del Campo función.....	81
Tabla 17	Parámetros de la Distribución de Probabilidad.....	82
Tabla 18	Campos de la Tabla Tipo_Distribuciones.....	83
Tabla 19	Campos de la Tabla Tipo_Función.....	84
Tabla 20	Campos de la Tabla Secuencia_Objetos.....	85
Tabla 21	Número de paraderos de la Ruta Troncal 5 "Puente Portete – Centro.....	92
Tabla 22	Paraderos designados para el levantamiento de información.....	93
Tabla 23	Horas Pico y no Pico de llegada de personas a los paraderos.....	96
Tabla 24	Tiempos de estado Rojo y verde de los semáforos de la ruta Troncal 5...	101
Tabla 25	Intervalos de velocidad para distancias menores a 60 mts.....	102
Tabla 26	Intervalos de velocidad para distancias mayores a 60 mts.....	103
Tabla 27	Cálculo de media y desviación.....	104
Tabla 28	Media y Desviación del tiempo que tarda el bus troncal 5 de un objeto a otro	106
Tabla 29	Estimadores de los Parámetros Poblacionales del Paradero 0	111
Tabla 30	Matriz Origen Destino correspondiente al día lunes desde las 7:00 – 8:00 a.m.....	113
Tabla 31	Distribuciones de llegadas del paradero 0.....	114
Tabla 32	Distribuciones de llegadas del paradero 1.....	115
Tabla 33	Distribuciones de llegadas del paradero 2.....	115
Tabla 34	Distribuciones de llegadas del paradero 3.....	115
Tabla 35	Distribuciones de llegadas del paradero 4.....	116
Tabla 36	Distribuciones de llegadas del paradero 5.....	117
Tabla 37	Distribuciones de llegadas del paradero 6.....	117
Tabla 38	Distribuciones de llegadas del paradero 7.....	118
Tabla 39	Distribuciones de llegadas del paradero 8.....	119
Tabla 40	Distribuciones de llegadas del paradero 9.....	119
Tabla 41	Distribuciones de llegadas del paradero 10.....	119
Tabla 42	Distribuciones de llegadas del paradero 11.....	120
Tabla 43	Distribuciones de llegadas del paradero 12.....	120
Tabla 44	Distribuciones de llegadas del paradero 13.....	121
Tabla 45	Distribuciones de llegadas del paradero 14.....	121
Tabla 46	Distribuciones de llegadas del paradero 15.....	121

Tabla 47	Distribuciones de llegadas del paradero 16.....	122
Tabla 48	Distribuciones de llegadas del paradero 17.....	122
Tabla 49	Distribuciones de Frecuencias Relativas de los paraderos destinos del lunes 7:00 – 8:00.....	123
Tabla 50	Distribuciones de Frecuencias Relativas de los paraderos destinos del lunes 8:00 – 9:00.....	124
Tabla 51	Distribuciones de Frecuencias Relativas de los paraderos destinos del lunes 9:00 – 10:00.....	125
Tabla 52	Distribuciones de Frecuencias Relativas de los paraderos destinos del lunes 3:00 – 4:00 p.m.....	126
Tabla 53	Distribuciones de Frecuencias Relativas de los paraderos destinos del lunes 4:00 – 5:00 p.m.....	127
Tabla 54	Distribuciones de Frecuencias Relativas de los paraderos destinos del lunes 5:00 – 6:00 p.m.....	128
Tabla 55	Distribuciones de Frecuencias Relativas de los paraderos destinos del lunes 6:00 – 7:00 p.m.....	129
Tabla 56	Distribuciones de Frecuencias Relativas de los paraderos destinos del lunes 7:00 – 8:00 p.m.....	130
Tabla 57	Distribuciones de Frecuencias Relativas de los paraderos destinos del miércoles 7:00 – 8:00.....	131
Tabla 58	Distribuciones de Frecuencias Relativas de los paraderos destinos del miércoles 8:00 – 9:00.....	132
Tabla 59	Distribuciones de Frecuencias Relativas de los paraderos destinos del miércoles 9:00 – 10:00.....	133
Tabla 60	Distribuciones de Frecuencias Relativas de los paraderos destinos del miércoles 3:00 – 4:00 p.m.....	134
Tabla 61	Distribuciones de Frecuencias Relativas de los paraderos destinos del miércoles 4:00 – 5:00 p.m.....	135
Tabla 62	Distribuciones de Frecuencias Relativas de los paraderos destinos del miércoles 5:00 – 6:00 p.m.....	136
Tabla 63	Distribuciones de Frecuencias Relativas de los paraderos destinos del miércoles 6:00 – 7:00 p.m.....	137
Tabla 64	Distribuciones de Frecuencias Relativas de los paraderos destinos del miércoles 7:00 – 8:00 p.m.....	138
Tabla 65	Distribuciones de Frecuencias Relativas de los paraderos destinos del viernes 7:00 – 8:00.....	139
Tabla 66	Distribuciones de Frecuencias Relativas de los paraderos destinos del viernes 8:00 – 9:00.....	140
Tabla 67	Distribuciones de Frecuencias Relativas de los paraderos destinos del viernes 9:00 – 10:00.....	141
Tabla 68	Distribuciones de Frecuencias Relativas de los paraderos destinos del viernes 3:00 – 4:00 p.m.....	142
Tabla 69	Distribuciones de Frecuencias Relativas de los paraderos destinos del viernes 4:00 – 5:00 p.m.....	143
Tabla 70	Distribuciones de Frecuencias Relativas de los paraderos destinos del viernes 5:00 – 6:00 p.m.....	144
Tabla 71	Distribuciones de Frecuencias Relativas de los paraderos destinos del viernes 6:00 – 7:00 p.m.....	145
Tabla 72	Distribuciones de Frecuencias Relativas de los paraderos destinos del viernes 7:00 – 8:00 p.m.....	146
Tabla 73	Distribuciones de Frecuencias Relativas de los paraderos destinos del sábado 7:00 – 8:00.....	147
Tabla 74	Distribuciones de Frecuencias Relativas de los paraderos destinos del	148



	sábado 8:00 – 9:00.....	
Tabla 75	Distribuciones de Frecuencias Relativas de los paraderos destinos del sábado 9:00 – 10:00.....	149
Tabla 76	Distribuciones de Frecuencias Relativas de los paraderos destinos del sábado 1:00 – 2:00 p.m.....	150
Tabla 77	Distribuciones de Frecuencias Relativas de los paraderos destinos del viernes 3:00 – 4:00 p.m.....	151
Tabla 78	Distribuciones de Frecuencias Relativas de los paraderos destinos del sábado 5:00 – 6:00 p.m.....	152
Tabla 79	Distribuciones de Frecuencias Relativas de los paraderos destinos del sábado 7:00 – 8:00 p.m.....	153
Tabla 80	Distribuciones de Frecuencias Relativas de los paraderos destinos del domingo 9:00 – 10:00	154
Tabla 81	Distribuciones de Frecuencias Relativas de los paraderos destinos del domingo 11:00 – 12:00	155
Tabla 82	Distribuciones de Frecuencias Relativas de los paraderos destinos del domingo 3:00 – 4:00 p.m.....	156
Tabla 83	No. de iteraciones Simuladas para la variable “longitud máxima de colas de espera”.....	161
Tabla 84	No. de iteraciones Simuladas para la variable “Tiempo promedio de espera”.....	162
Tabla 85	Tiempo entre salida de los buses desde la Terminal.....	164
Tabla 86	Resultado del número de unidades que llegan a los paraderos.....	175
Tabla 87	Tiempo promedio de espera de personas en los paraderos cada hora de operación.....	177
Tabla 88	Tiempo máximo de recorrido desde la terminal hasta los paraderos.....	183
Tabla 89	Tiempo de recorrido que tarda en llegar el bus a cada uno de los 10 paraderos.....	186
Tabla 90	Tiempo de recorrido que tarda en llegar el bus a cada uno de los siguientes 10 paraderos.....	187
Tabla 91	Tiempo de recorrido que tarda en llegar el bus a cada uno de los siguientes 10 paraderos.....	188
Tabla 92	Tiempo de recorrido que tarda en llegar el bus a cada uno de los últimos 10 paraderos.....	189
Tabla 93	Longitud Máxima de colas de espera excluyendo la primera hora.....	193
Tabla 94	Longitud Máxima de colas de espera incluyendo la primera hora.....	196
Tabla 95	Longitud Máxima de colas de espera en los paraderos por día y por hora.....	199
Tabla 96	Número máximo de personas que esperan en el paradero 38 el día viernes (No incluye la primera hora).....	201
Tabla 97	Longitud máxima de colas de espera en los paraderos por día y hora.....	202
Tabla 98	Número máximo de personas que esperan en el paradero 38 el día viernes (Incluye la primera hora).....	204
Tabla 99	Número máximo de personas que ingresan a los paraderos.....	205
Tabla 100	Días y horas en que se generó los máximos ingresos de pasajeros en los paraderos.....	209
Tabla 101	Total de Ingresos de pasajeros a los paraderos en una semana de operación.....	211
Tabla 102	Total de tiempo de espera en los paraderos de la ruta Troncal 5.....	214
Tabla 103	Días y horas que se produjeron los máximos tiempos de espera en los paraderos.....	216
Tabla 104	Cantidad máxima de subidas al bus por paradero.....	219

Tabla 105	Tiempo máximo de subidas al bus por paradero.....	221
Tabla 106	Cantidad máxima de bajadas en los paraderos.....	224
Tabla 107	Cantidad máxima de bajadas en los paraderos en forma descendente.....	226
Tabla 108	Tiempo máximo de bajadas en forma descendente.....	227
Tabla 109	Tiempo máximo de espera de bus en el paradero.....	230
Tabla 110	Cantidad total de buses que ingresaron al paradero en una hora.....	234
Tabla 111	Cantidad total de buses que ingresaron al paradero desde las 5:00 - 6:00.....	236
Tabla 112	Cantidad máxima de asientos ocupados en el bus.....	238
Tabla 113	Cantidad máxima de buses que no hicieron vs. Los que si hicieron cola..	241
Tabla 114	Variación de resultados de las variable"Longitud Máxima de colas de espera.....	244
Tabla 115	Variación de resultados de las variable"Tiempo Máxima de espera.....	245
Tabla 116	Variación de resultados de las variable"Número máximo de subidas"....	246
Tabla 117	Variación de resultados de las variable"Tiempo máximo de subidas".....	247
Tabla 118	Variación de resultados de las variable"Número Máximo de bajadas".....	247
Tabla 119	Variación de resultados de las variable"Tiempo Máximo de bajadas".....	248
Tabla 120	Variación de resultados de las variable"Tiempo de permanencia en el paradero".....	249
Tabla 121	Variación de resultados de las variable"Cantidad maxima de buses eb circulación"	249
Tabla 122	Variación de resultados de las variable"Total de ingreso de buses a los paraderos"	250
Tabla 123	Variación de resultados de las variable"Máxima Utilización del Bus".....	251
Tabla 124	Variación de resultados de las variable"Colas de Buses".....	251

INTRODUCCIÓN

La Simulación es una de herramienta de ayuda para poder diseñar sistemas del proceso real y realizar experimentos que evalúen el comportamiento del mismo para así poder realizar análisis con diversos parámetros y decidir cual es la mejor opción, tomando en cuenta que hoy en día realizar pruebas para proyectos en la vida real es demasiado costos, esta opción es una buena alternativa.

En el estudio que se presenta a continuación se realizó un Simulador sobre el diseño de Troncal 5 "Puente Portete – Centro" con las políticas establecidas por la Muy Ilustre Municipalidad de Guayaquil, desarrollando un software que sea amigable al usuario y además sea confiable en sus resultados.

Con el siguiente trabajo de investigación, desarrollo y análisis se mostrará una herramienta válida que le sirva al Municipio y encuentre diferentes opciones con las que se podría diseñar la Ruta Troncal 5 del Sistema Metrovía, decidiendo una política óptima que sea beneficiosa tanto para los usuarios como para el Municipio.

CAPÍTULO 1

1. NUEVO SISTEMA DE TRANSPORTE MASIVO URBANO PARA LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

1.1. INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se expone en detalle la descripción del Nuevo Sistema de Transporte Masivo “Metrovía” para la ciudad de Guayaquil Ruta Troncal 5 “Puente Portete – Centro”, con sus parámetros fundamentales que son la base del diseño. En la sección 1.2 se explicará el funcionamiento actual del transporte urbano, luego en la sección 1.3 definiremos las características que tendrá el nuevo sistema de transporte y en la sección 1.4 se

explicarán las políticas de operación para la Ruta Troncal 5 "Puente Portete – Centro".

1.2. SISTEMA ACTUAL DE TRANSPORTE DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

La situación actual del transporte público urbano muestra que, el 84% de la población de la ciudad de Guayaquil usa transporte público, y el tiempo promedio de viaje de un usuario de transporte público es de 43 minutos lo que produce retrasos en las actividades socioeconómicas.

En la ciudad se ha registrado que el 25% de los accidentes de tránsito se producen por la participación de los buses de transporte público.

Guayaquil actualmente posee 4096 unidades registradas en la C.T.G., el 31% de estas unidades tienen capacidades inferiores a 50 pasajeros, y tienen una edad media de 17,8 años, lo que produce contaminación del medio ambiente.

Los operadores de estas unidades se agrupan en 72 asociaciones, y como existe un excesivo número de unidades y asociaciones esto hace encarecer el transporte público.

1.3. NUEVO SISTEMA DE TRANSPORTE MASIVO PARA LA CIUDAD DE GUAYAQUIL “METROVÍA”

La M. I. Municipalidad de Guayaquil, concientes del grave problema de transporte público decidió realizar estudios para implantar un nuevo sistema de transporte, que permita a los habitantes trasladarse desde sus hogares para realizar diferentes actividades socioeconómicas en un menor tiempo y con mejores servicios.

Por tal efecto, la M. I. Municipalidad, a través de la Dirección Municipal de transporte (DMT) contrató expertos nacionales e internacionales para definir el sistema integral de transporte “Metrovía” como el más conveniente, cuyo fundamento es el de la conformación de una red de corredores troncales de transporte automotor de elevada capacidad, operados en vías exclusivas y alimentados por buses convencionales integrados de forma física, operativa y tarifaria.

Dentro del sistema se contempla un plan de comunicación para la ciudadanía, ya que el nuevo sistema tiene características diferentes al sistema actual y necesita un pleno conocimiento de los usuarios a través de un plan de comunicación y educación al usuario.

El Municipio es el encargado de la construcción de la infraestructura necesaria para la implantación del corredor exclusivo de transporte público masivo de pasajeros, segregado del resto de flujo vehicular,

así como de las estaciones de preembarque para el ingreso al sistema y la provisión de terminales de transferencia de pasajeros.

El Sistema de transporte masivo "Metrovía" esta distribuido estratégicamente por toda la ciudad en siete rutas, estas son:

- Troncal Guasmo – Terminal "Río Daule"
- Troncal 25 de Julio – Terminal "Río Daule"
- Troncal Bastión Popular – Centro Urbano
- Troncal Batallón del Suburbio – Centro Urbano
- Troncal Puente Portete – Centro Urbano
- Troncal Prosperina – Centro Urbano
- Troncal Orquídeas – Centro Urbano

CARACTERÍSTICAS DEL NUEVO SISTEMA DE TRANSPORTE METROVÍA

Las características principales del sistema de transporte masivo "Metrovía" son:

- Carriles Exclusivos de 3,50 m de ancho (con pavimento rígido). Estos serán de uso exclusivo para los buses del Sistema, es decir no mantiene contacto con el resto del tráfico vehicular.
- Parada de pasajeros ubicadas a 90 cm sobre la calzada con un área aproximada de 100 m² cubiertos y 50 m² descubierto destinados a las rampas de acceso. Están diseñadas

específicamente para recibir y dejar pasajeros que utilicen los buses regulares que sirven a las troncales.

- Terminales de integración desarrolladas sobre un área aproximada de 5 Ha. Estos son espacios diseñados para recibir, tanto a los pasajeros que utilizan las vías troncales, como aquellos que sirven a los barrios mediante buses denominados alimentadores. Estas paradas deberán tener mayor capacidad de pasajeros y deben tener características especiales para poder recibir a vehículos de diferente porte y diferente disposición de puertas.
- Estaciones de transferencia desarrolladas sobre un área aproximada de 1 Ha. Son espacios diseñados para intercambiar pasajeros de las diferentes rutas en un punto de intersección.

OBJETIVOS DEL SISTEMA METROVÍA

El SISTEMA METROVÍA atenderá a los siguientes objetivos, los cuales han sido previamente analizados por la M.I. Municipalidad de Guayaquil.

1. Desarrollar una red integrada de servicios de transporte urbano masivo de pasajeros de elevada calidad y amplia cobertura en la ciudad de Guayaquil.
2. Adecuar la oferta de servicios y la infraestructura de soporte a los requerimientos de la demanda, proporcionando a los usuarios la



más amplia movilidad y acceso a toda la ciudad con el menor tiempo y costo posible.

3. Atender en particular las necesidades de transporte originadas en el fomento y expansión de nuevos núcleos de poblaciones, favoreciendo especialmente la integración de zonas de menor grado de desarrollo económico.
4. Priorizar el uso del transporte público masivo urbano.
5. Proteger el medio ambiente limitando el impacto negativo que sobre el mismo produce el funcionamiento de los vehículos automotores.
6. Disminuir los niveles de siniestralidad, a través del mejoramiento del desempeño del transporte automotor.
7. Proteger los derechos de los usuarios tendiendo al logro de mayores estándares de calidad en la operación de los servicios.

RECORRIDOS DE LAS RUTAS TRONCALES

Troncal 1: “*Guasmo - Terminal Río Daule*”

El recorrido del primer corredor o ruta troncal inicia en la Terminal de Integración “El Guasmo” ubicada en el Guasmo Sur (junto a Andec), sigue por Av. Domingo Comín, Eloy Alfaro, Rocafuerte, por Tomás Martines entra al malecón, ingresa al túnel del cerro Santa Ana,

continúa por Av. Pedro Méndez Gilbert, ingresa a la Terminal de Integración “Río Daule”.

El regreso es similar, sólo que ingresa al centro por el túnel de la calle Boyacá, sigue Av. Olmedo y al sur va por Chile, Rosa Borja de Ycaza, luego toma la Av. Domingo Comín hasta llegar nuevamente al Terminal de Integración “El Guasmo”. Dentro del Guasmo habrá buses alimentadores quienes llevarán a las personas a las Paradas de Integración. Los sectores por donde circularán los buses alimentadores no circularán ninguna cooperativa.

Troncal 2: “25 de Julio-Terminal Río Daule”

El segundo corredor o ruta troncal parte desde la Terminal de Integración “25 de Julio” el mismo que se será construido al finalizar el intercambiador de tráfico situado en la intersección de la vía perimetral y la Avenida 25 de Julio, sigue por Av. Quito, Universidad Laica, Av. De las Américas, ingresa al Terminal de Integración “Río Daule”, donde se empata con la Troncal 1.

Troncal 3: “Bastión Popular-Centro Urbano”

El tercer corredor o ruta troncal operará desde el Mercado de Víveres ubicado a la altura de Bastión Popular, continúa por la Av. Camilo Ponce Enríquez, Av. Martha Bucaram de Roldós, Av. Carlos

Julio Arosemena, por el puente 5 de Julio ingresa a la ciudad, sigue por Primero de Mayo, Tulcán y por Sucre en doble sentido a la altura de la Av. Olmedo entra a la Parada de Integración ubicado en la Av. Olmedo y Chimborazo en donde hace contacto con la Troncal 1, 3 y 5.

Troncal 4: “Batallón del Suburbio - Centro Urbano”

El cuarto corredor o ruta troncal, denominado “Troncal Batallón del Suburbio-Centro” parte de la terminal de integración en el Batallón del Suburbio en la Avenida Assad Bucaram. La ruta continúa por Avenida Portete, Av. Federico Godín, Venezuela, para luego girar por la Avenida Quito.

La ruta continúa por la avenida Quito hasta la calle Colón, por donde gira hasta cruzarse con Boyacá para seguir por la avenida Olmedo, Pedro Carbo, Sucre, hasta empatar con la Avenida Machala.

Desde la Avenida Machala continua por José de Antepara, gira por Portete, por donde avanzará hasta la avenida Assad Bucaram para regresar a su punto de partida en el Batallón del Suburbio.

Troncal 5: “Puente Portete-Centro Urbano”

El quinto corredor o ruta troncal, denominado “Troncal Puente Portete-Centro” operará desde la Terminal de Integración “Policía

Judicial” que será construida junto a las instalaciones de la Policía Judicial del Guayas en la Av. José Rodríguez Bonín, continúa por la calle Portete luego sigue por la calle Assad Bucaram hasta seguir por Gomez Rendón, llegando hasta la calle Eloy Alfaro para ingresar hacia el centro de la ciudad llegando a Cristóbal Colón hasta Boyacá y Av. Olmedo donde se encontrará la terminal de transferencia que es donde termina la ruta de ida.

El regreso de la ruta sería desde la calle Chile hasta virar por Cuenca y subir a la zona suroeste de la Ciudad llegando a la calle Assad Bucaram hacia Portete siguiendo por esta calle hasta la Terminal de Integración “Policía Judicial” finalizando la ruta Troncal 5.

Troncal 6: “*Prosperina-Centro Urbano*”

El sexto corredor o ruta troncal, denominado “Troncal Prosperina-Centro”, parte de la terminal ubicada en la avenida Juan Tanca Marengo y Av. Martha de Roldós (Av. Dr. Camilo Ponce Enríquez). Avanza por la Av. Tanca Marengo, Avenida de las Américas, Los Ríos, gira por Primero de Mayo y avanza hasta empatar con Lorenzo de Garaycoa (Santa Elena).

Desde Lorenzo de Garaycoa, gira por Vélez, para continuar por García Moreno, Hurtado, Esmeraldas, para continuar con su recorrido de retorno por la Avenida de las Américas, Juan Tanca Marengo hasta su punto de partida en la terminal de la Avenida Martha de Roldós.

Troncal 7: “Orquídeas-Centro Urbano”

El séptimo corredor o ruta troncal, denominado “Troncal Orquideas-Centro” operará desde el Terminal de Integración “Orquideas” el cual estará ubicado al inicio de la Cdla. Las Orquídeas continúa por la Av. Francisco de Orellana, Av. del Periodista, Dr. Fortunato Safadi (Delta), sigue por Tungurahua hasta llegar a Tungurahua y Primero de Mayo donde vira y continúa por Primero de Mayo hasta llegar a Lorenzo de Garaicoa donde vira y continúa por Lorenzo de Garaicoa hasta llegar a José Velez Villamar donde vira y continua por José Velez Villamar hasta llegar a Gabriel García Moreno donde vira por Gabriel García Moreno y continúa por Miguel Hurtado hasta llegar a Tulcán vira por Tulcán y continúa hasta llegar a Quisquis, sigue por Quisquis hasta llegar a Carchi continúa por Carchi hasta Alejo Lascano, sigue por Alejo Lascano hasta llegar a la calle Dr. Fortunato Safadi (Delta) continua por la Av. del Periodista, por la Av.



Francisco de Orellana hasta llegar al Terminal de Integración "Orquídeas"

PARADEROS

A lo largo de la vía existirán paradas las cuales estarán colocadas entre los 400 y 700 metros en las zonas de mayor concentración de pasajeros, y cada 2 kilómetros en las zonas con menor afluencia de pasajeros. La infraestructura de los paraderos se desarrolla describiendo un ingreso y una salida dotadas de rampas para facilitar la movilidad de los discapacitados, un área de ingreso en la que estará situada la boletería para el cobro del pasaje, un área de espera, un área de control de ingreso y, por último el área de la salida donde se ubicarán los tornos de salida.

Al ingresar a los paraderos las personas deberán cancelar su pasaje y luego estar listos para abordar su bus en forma cómoda y rápida. Con este sistema de pago anticipado del pasaje se elimina por completo el tiempo que transcurre en el pago del pasaje y además se evita el robo a los choferes del dinero recaudado por el cobro de los pasajes.

Requerimientos Internos:

▪ Ventilación

Las paradas deberán tener climatización a través de un sistema de aire acondicionado, las puertas laterales de ingreso y egreso hacia o desde los buses, se abrirán a la llegada del vehículo, renovándose de forma frecuente el aire en el interior del paradero.

▪ Iluminación

Durante el día se deberá aprovechar la luz natural, valiéndose de la transparencia de las paredes y complementando tales condiciones con la iluminación artificial necesaria, por la noche será necesario el uso de lámparas.

▪ Cubiertas

Las cubiertas de las paradas deben construirse utilizando materiales con un adecuado aislamiento térmico e impermeables, que permitan disponer de protección contra los rayos del sol y las lluvias.

▪ Mobiliario

Entre los mobiliarios que mayor satisfacción generará en las personas están las bancas de espera, teléfonos monederos, cabinas telefónicas y además un televisor.



Requerimientos Externos

- Franja de seguridad de 5 metros de ancho, pintada transversalmente sobre la calle a partir de la esquina de la manzana.
- Rampas de ingreso y salida desarrolladas en una longitud mínima de 10 metros.
- Barreras peatonales de seguridad que impidan el acceso de personas por sitios no establecidos.
- Mobiliario urbano (tachos de basura, pasamanos, etc.)
- Iluminación exterior
- Letreros de identificación de paradero.

ESTRUCTURA DE LAS PARADAS

▪ Parada Tipo A

Son aquellas ubicadas en el parterre central o acera, en calles con circulación vehicular en uno o doble sentido, donde los accesos y salidas peatonales se efectúan a través de rampas. Los anchos referenciales son de 3m., 3.50m., 4m., y 6m., y longitudes referenciales de 30m. y 60m.

• Parada Tipo B

Son aquellas ubicadas en aceras izquierdas con respecto al sentido de circulación vehicular, y que ocupan la calzada de la vía transversal a los carriles exclusivos, cuenta con dos módulos integrado uno con otro, el módulo grande que es paralelo al sentido de la circulación de la troncal tiene un ancho de 3m. y 4m., una longitud de 26m. y 52m., el módulo pequeño que ocupa parte de la calzada de la vía transversal, en algunos casos, tiene un ancho y una longitud de 5m, y en otros casos un ancho de 2m. y una longitud de 15m, en este módulo se encuentran los áreas de ingreso y salida como el área de control, a este módulo se unen las rampas de ingreso y salida.



• Parada Tipo C

Son aquellas ubicadas bajo pasos elevados donde se presentan diferentes niveles con respecto a los carriles exclusivos, lo que motiva que el módulo de la parada comprenda dos andenes que prestan su servicio a cada sentido de circulación de transporte público. Su ingreso y salida peatonal se canaliza por un solo lado. El ancho referencial de esta parada es de aproximadamente 118 mts. Su perímetro será cerrado sin causar obstrucción visual, optimizando los espacios verdes abiertos con jardinería y mobiliario urbano.

• Parada Tipo D

Son aquellos ubicados en parterres centrales que tienen forma trapezoidal, su ancho referencial por un lado es de 3m. y su longitud es de 30m.

• Parada Tipo E

Son aquellas ubicadas en el centro de la calle y que cumplen la función de paradas de transferencia entre dos o más troncales, su ancho y longitudes dependen de su ubicación con respecto a cada una de las troncales.

• Parada Tipo F

Son aquellas ubicadas bajo pasos elevados, cuyas bases con respecto al nivel de las calzadas se encuentran a un mismo nivel, pero que por el ancho de estas, es necesario considerar paradas paralelas que sirvan a los dos sentidos de circulación, estas paradas que se encuentran comunicadas entre sí, tienen en sus módulos grandes un ancho referencial de 3.5m. y una longitud de 24m., su módulo pequeño que las comunica tiene un ancho de 6 metros y una longitud de 12m.

PARADAS DE TRANSFERENCIA

Constituye las paradas en la que los usuarios pueden transferirse de un servicio troncal a otro servicio troncal con diferentes rutas o recorridos.

De los estudios realizados por el M.I. Municipio de Guayaquil se ha determinado las siguiente Paradas de Transferencia:

▪ Parada José Joaquín de Olmedo

Ubicada en la Av. Olmedo entre Boyacá y Chimborazo, con un módulo de ancho aproximado de 10m. y longitud aproximada de 90 m. las troncales 1,3, 5 comparten este paradero

▪ Parada Primero de Mayo

Ubicada en la calle Primero de Mayo entre Carchi y Tulcán con un módulo de ancho aproximado de 4m. y longitud aproximada de 60m.

▪ Parada Antonio José de Sucre

Ubicada en Pedro Carbo entre Colón y Sucre con un módulo de ancho aproximado de 4m y una longitud aproximada de 60m.

PARADAS DE INTEGRACIÓN

Son espacios diseñados para recibir, tanto a los pasajeros que utilizan los buses troncales, como aquellos que sirven a los barrios mediante los buses alimentadores.

En el caso de la “Troncal Guasmo – Terminal Río Daule”, se han definido dos Paradas de Integración, a continuación se detallan:

▪ Parada La Pradera

Esta parada está ubicada en el sector sur de la ciudad en la ciudadela La Pradera, esta parada recibirá a la gente que llega en el bus alimentador, el cual sale de la Terminal de Integración El Guasmo.

▪ Parada Atarazana

Esta parada está diseñada para recibir a los pasajeros que llegan desde el sector de Durán y El Recreo y además para servir mediante una ruta alimentadora a los sectores ubicados a lo largo de la Av. Plaza Dañin, tales como SOLCA, Cdla. Atarazana, Tribunal Electoral, Hospital del Niño etc.

TERMINAL DE INTEGRACIÓN

Constituye el espacio físico en el que finalizan o inician su recorrido los buses troncal y los buses alimentador.

Todo Terminal de Integración cuenta con un paradero de Integración, el mismo que Permite el trasbordo de los usuarios de un bus alimentador a un bus troncal, y viceversa.

La terminal contará con las siguientes áreas:

- Administrativa
- Mantenimiento
- Talleres
- Vías Internas
- Estacionamientos
- Comercio



SISTEMA DE SEMAFORIZACIÓN

La M. I. Municipalidad de Guayaquil tiene previsto la implementación de un sistema moderno de semaforización con el fin de hacer más eficiente la operación del SISTEMA METROVIA. El sistema consiste en la instalación de semáforos accionados por el tráfico con preferencia para la circulación de los buses troncal, lo cual garantizará una movilización rápida. La única desventaja de este nuevo sistema de semaforización es el alto costo que implica su

adquisición debido a esto el SISTEMA METROVÍA funcionará en sus primeras etapas con el actual sistema de semaforización.

INTEGRACIÓN TARIFARIA

Uno de los aspectos interesantes del nuevo sistema es la integración de los viajes a través de una misma tarifa. La integración se realizará a través de las estaciones, buses y paradas. Así por ejemplo, si una persona quiere llegar desde el barrio Estrella Maris e ir a Bastión Popular 1, podrá tomar un bus alimentador que lo lleve hasta la Terminal de Integración “El Guasmo”; luego podrá tomar un bus hasta la Parada de Integración de la Avenida Olmedo y tomar la “Troncal Bastión Popular – Centro” hasta la terminal de Integración de Bastión Popular, luego en un bus alimentador llegar hasta la etapa de Bastión 1 todo esto con un solo pasaje.

1.4. RUTA TRONCAL 5 “PUENTE PORTETE - CENTRO URBANO”

En la presente tesis se analizan las políticas de operación de la ruta Troncal 5 propuesta por la M. I. Municipalidad de Guayaquil y se brinda una herramienta de apoyo para la toma de decisiones para así poder compararlas con otras opciones que se pueden dar a fin de determinar la política óptima de operación para el Sistema

Metrovía, para ello se debe conocer las características de la Ruta Troncal 5.

ESTUDIOS REALIZADOS PARA LA TRONCAL 5 "PUENTE PORTETE - CENTRO URBANO"

La M. I. Municipalidad de Guayaquil ha estimado que el proyecto del SISTEMA METROVÍA tiene un plazo de duración de 20 años, en este período funcionarán completamente las 7 Troncales, por lo tanto se ha dividido el proyecto en 2 fases.

La primera fase constituye la implementación de las Troncales 1, 2 y 3, de las cuales se tiene el estudio del recorrido de los Buses Troncales, Buses Alimentadores, ubicación de Paraderos Troncales, Paraderos Alimentadores, Paraderos de Integración, Terminales de Integración, estudios de demanda de pasajeros.

La segunda fase consiste en implementar las Troncales 4, 5, 6, y 7 restantes, de las cuales únicamente se tiene diseñado la ruta del recorrido de los Buses Troncales.



RECORRIDO DE LA RUTA TRONCAL 5 “PUENTE PORTETE – CENTRO”

La M.I. Municipalidad de Guayaquil en conjunto con los consultores nacionales y extranjeros quienes son los encargados de realizar una propuesta que racionalice el sistema de transporte han diseñado para la Troncal 5 el siguiente recorrido del Bus Troncal:

Inicia en la Terminal de Integración “Policía Judicial” ubicado junto a las instalaciones de la Policía Judicial, continúa por el Puente Portete, y Calle Portete, hasta interceptar con la calle Assad Bucaram, luego continúa por Assad Bucaram hasta interceptar con Gómez Rendón, sigue por Gómez Rendón hasta interceptar con Eloy Alfaro, continúa por Eloy Alfaro hasta interceptar con Cristóbal Colón, luego hasta la calle Boyacá.

Continúa por la calle Boyacá hasta interceptar con la Av. Olmedo, donde finaliza el recorrido de ida.

Retorna por la calle Cuenca hasta interceptar con la calle Assad Bucaram, sigue por Assad Bucaram hasta interceptar con la calle Portete

Sigue por Portete hasta llegar al Terminal de Integración “Policía Judicial”

La extensión total del recorrido de la troncal 5 es de aproximadamente 16 kilómetros con 640 metros.

PARADEROS TRONCALES

Debido a que no existe un estudio realizados para la Troncal 5 en relación a la ubicación de los paraderos de los buses troncales, se ha diseñado la ubicación de los paraderos de acuerdo a las paradas que existen actualmente tomando en cuenta la política de la M. I Municipalidad que deben estar ubicados a una distancia de 400 a 700 metros, donde se realizará el levantamiento de la información requerida para realizar la simulación de la llegada de las personas a los paraderos y para simular la cantidad de personas que descenden de los diversos buses en los paraderos objeto de estudio. La ruta en estudio tendrá una total de 40 paraderos donde se incluye la Terminal de Integración.

TERMINAL DE INTEGRACIÓN

La Terminal de Integración de la Ruta Troncal 5 "Policía Judicial" se encuentra ubicada Junto a las instalaciones de la Policía Judicial de Guayaquil, entre las Avenidas José Rodríguez Bonín y Barcelona Sporting Club.

PARADEROS ALIMENTADORES, PARADEROS DE INTEGRACIÓN Y TERMINAL DE TRANSFERENCIA

La M.I. Municipalidad de Guayaquil aún no ha diseñado la ubicación de, Paraderos Alimentadores, Paraderos de Integración, y Terminales de Transferencia para la Troncal 5. Además los organismos encargados de implementar el SISTEMA METROVIA no han definido el recorrido de las rutas alimentadoras.

SISTEMA DE SEMAFORIZACIÓN

El Sistema de Semaforización inteligente para la Ruta 5 no se encuentra diseñado aún, por lo que se propuso analizar como funcionaría la troncal de acuerdo al sistema de semaforización actual, es decir tomando en cuenta los tiempos de estados rojo y verde, en las ubicaciones existentes. Para este estudio se cuenta con un total de 57 semáforos.

POLÍTICAS DE OPERACIÓN DE LA RUTA TRONCAL 5

Las políticas propuestas en la Ruta Troncal 5 por la M.I. Municipalidad de Guayaquil las cuales se definen el funcionamiento y operación de la ruta son las siguientes:



- **Intervalo de salida de los Buses Troncales:**

El intervalo de salidas desde la terminal de Integración debe ser cada 2.5 minutos (150 segundos)

- **Tiempo de Espera del Bus Troncal en el Paradero Troncal**

El tiempo de espera debe ser de 60 segundos. El bus se puede ir antes que finalice el tiempo de espera cuando ya no hay personas en cola y cuando la capacidad del bus (180 asientos) esté ocupada en su totalidad. Sí al finalizar el tiempo de espera del bus, todavía se encuentran personas en el paradero, el bus ya no los recibirá puesto que su tiempo ha finalizado, y procederá a continuar con su recorrido.

- **Comportamiento de las Colas de Espera de los Pasajeros en los Paraderos Troncales**

Las personas no formarán colas de espera en un determinado orden, por lo tanto las subidas de las personas a los buses troncales es independiente del tiempo en que han llegado al paradero.

- **Descenso de las Personas del Bus Troncal**

Las bajadas son independientes de las subidas, es decir, no se esperará que las personas primero bajen para luego realizar las subidas, ya que los buses tienen 4 puertas por donde las personas podrán subir y bajar del bus de forma independiente.

CAPÍTULO 2

2. CONSTRUCCIÓN DEL MODELO DEL SIMULADOR

2.1. INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se explicará en detalle como se ha realizado el modelo del simulador sobre el Nuevo Sistema de Transporte Masivo "Metrovía" para la ciudad de Guayaquil en la Ruta Troncal 5 "Puente Portete – Centro". En la sección 2.2 se describen las etapas para el desarrollo del sistema, los usuarios del simulador están descritos en la sección 2.3, los paquetes software utilizados para el desarrollo total del sistema se especifican en la sección 2.4, interacción de estos paquetes se encuentran en la sección 2.5, la Codificación de los Procesos del Sistema "Metrovía" en GPSS

World se detallan en la sección 2.6, y finalmente la descripción de la base de datos del sistema se especifica en la sección 2.7.

2.2. ETAPAS PARA EL DESARROLLO DEL SIMULADOR METROVÍA TRONCAL 5 "PUENTE PORTETE - CENTRO URBANO"

El desarrollo del modelo de simulación esta dividido en dos etapas; primero la definición de los objetivos de estudio del Sistema Metrovía en la Ruta Troncal 5 "Puente Portete - Centro Urbano", basado en las políticas establecidas por la M. I. Municipalidad de Guayaquil, y además incluyendo nuevas políticas para analizar el cambio en el comportamiento de dicha ruta, de tal forma que el usuario pueda establecer cuáles serían las opciones óptimas de operación, en función de mejorar, el servicio para los usuarios de transporte y hacer uso eficiente de los recursos para la Institución.

En la segunda etapa de desarrollo se establece la selección del software de simulación, por lo que se optó por GPSS, por sus características de utilizar bloques para representar actividades que ocurren en la simulación de un sistema, estos bloques se unen a través de líneas para indicar la secuencia en la cual se deben realizar las actividades, a esto se considera como simulación discreta, que se basa en un enfoque por procesos, entendiéndose

por procesos a una secuencia de eventos que ocurren en un tiempo determinado.

2.3. USUARIOS DEL SIMULADOR METROVÍA TRONCAL 5 “PUENTE PORTETE - CENTRO URBANO”

El usuario principal del Simulador es el Departamento Municipal de Transporte de la M.I. Municipalidad de Guayaquil, si el departamento no conoce acerca de herramientas de simulación, el sistema tendrá una interfaz amigable y de fácil manejo, para que no sea un impedimento usarla.

Además de ser amigable esta herramienta debe de ser precisa y clara, y que los resultados obtenidos sean confiables, es por esto, que se requiere un paquete de software con propósitos de simulación específicos que satisfaga todas las necesidades de precisión y confiabilidad.

Es de gran importancia el manejo de los resultados obtenidos en la simulación del sistema de transporte con varias políticas, es por ello que nace la necesidad de almacenar dichos resultados en una base de datos que tenga la capacidad de controlar grandes cantidades de registros.

2.4. SOFTWARE UTILIZADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL SIMULADOR

Para poder diseñar una herramienta que cumpla con los requerimientos mencionados anteriormente, se decidió implementar una aplicación que integre varios paquetes de software que cumplan con requisitos específicos.

Los paquetes de programación a utilizar y las funciones que éstos cumplen se muestran a continuación:

- **Microsoft Visual Basic 6.0**

Este es un software diseñado para crear aplicaciones en un entorno gráfico como Windows 98, Windows NT o superior, y facilitar su desarrollo.

La principal característica de Visual Basic 6.0 es que permite diseñar entornos amigables y de fácil utilización para todo tipo de aplicaciones.

Por medio de esta herramienta, los usuarios que no conozcan sobre el lenguaje de simulación GPSS, no se verán imposibilitados en la utilización del simulador Metrovía Troncal 5.

Los datos necesarios para desarrollar el funcionamiento de la ruta Troncal 5 serán ingresados por el usuario desde el ambiente gráfico desarrollado bajo Visual Basic, ésta será la única aplicación que el

usuario utilizará, ya que, las demás aplicaciones realizarán sus funciones de forma interna.

- **Microsoft SQL Server 2000**

Microsoft SQL se define como un lenguaje de consulta y programación de bases de datos, además, actualiza y gestiona sistemas de bases de datos relacionales.

Este paquete será el motor de base de datos que el sistema utilizará, para el manejo y almacenamiento de los registros relacionados con cada simulación que se realice dentro del sistema.

Se escogió este software debido a que SQL Server maneja eficientemente grandes cantidades de información y ofrece, seguridad y protección que los datos requieren, siendo esto uno de los mayores requerimientos para la selección del software encargado de almacenar información reservada e importante.

- **Minuteman GPSS World**

General Purpose Simulation System (en español, Sistema de Simulación con Propósitos Generales) es el software que realizará la simulación de la información que el usuario haya ingresado

previamente sobre la ruta Troncal 5 con las políticas de operación que se ha propuesto, luego de haber realizado la simulación este otorgará los resultados obtenidos.

▪ **Seagate Crystal Reports 8.5**

Crystal Reports es un software especializado en la presentación de reportes impresos, se eligió este software para el manejo de la presentación de resultados por su flexibilidad y facilidad de uso; a pesar de que Visual Basic incluye un módulo para la presentación de reportes, el mismo no posee la capacidad de manejo de información como la que brinda Crystal Reports.

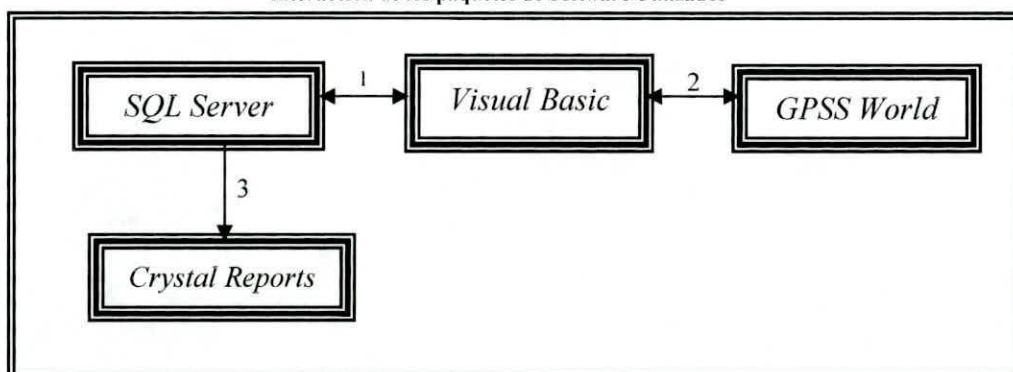
2.5. INTERACCIÓN DE LOS SOFTWARES UTILIZADOS

Para que pueda existir una herramienta de Simulación para la Ruta Troncal 5, es necesario relacionar cuatro paquetes de software, para ingresar los datos que sean necesarios para su desarrollo y poder analizar los resultados obtenidos de una manera sencilla.

La interacción que mantiene cada software se muestra en el siguiente esquema:



Grafico 2.1.
Interacción de los paquetes de Software Utilizados



Las tres relaciones más importantes que existen entre los paquetes de software utilizados se muestran a continuación:

Relación 1:

Visual Basic ↔ SQL Server

El usuario debe ingresar todos los parámetros que definirán a la ruta Troncal 5, es decir, los objetos que conforman el diseño de la ruta y sus políticas de operación en la aplicación desarrollada en Visual Basic, luego este se encarga de enviar los datos a la base de SQL Server para que sean almacenados. Esta conexión entre los dos paquetes es directa, ya que Visual Basic ha sido desarrollado para establecer un enlace directo con motores de Base de Datos como SQL Server mediante objetos especiales conocidos como objetos ADO (ActiveX Data Objects).

Relación 2:**Visual Basic ↔ GPSS World**

Cuando todos los datos hayan sido ingresados por el usuario, Visual Basic transforma la información recopilada en el lenguaje de GPSS World. Como no existe una conexión directa entre estos paquetes se realizó un medio de acceso de ambos programas, dicho medio son los archivos de texto o datastreams (Archivos TXT), estos archivos pueden ser manipulados por ambas aplicaciones y van a servir como medio de transferencia para la comunicación.

Visual Basic transforma a lenguaje de GPSS toda la información recopilada, y escribe este código en archivos de texto, construyendo la estructura total del simulador que GPSS va a ejecutar. Una vez que esta transformación ha concluido Visual Basic envía la orden a GPSS para que la ejecución del modelo comience.

Una vez ejecutados los resultados en GPSS nuevamente se hace uso de los datastreams para almacenar los resultados y así Visual Basic pueda hacer uso de ellos.

Visual Basic lee los archivos de texto de resultados creados por GPSS y los almacena en la base de datos haciendo uso nuevamente de la relación número 1.



La relación también es bidireccional, ya que a pesar de que existe un paso intermedio para la realización de la conexión entre las aplicaciones, este paso es realizado en ambas direcciones, cada vez que se realice la simulación del sistema.

Relación 3:

SQL Server —→ Crystal Reports

Cuando el simulador haya sido ejecutado y sus resultados obtenidos se encuentran almacenados en la base de datos SQL Server el usuario puede hacer uso de estos, teniendo la opción de visualizar la información en reportes impresos, por medio del software Crystal Reports, el cuál lee la información almacenada en SQL Server de una manera amigable, la conexión entre estos dos paquetes es de forma directa, ya que Crystal Reports cuenta con los objetos de conexión necesarios para la interacción entre estos dos paquetes.

La relación de ambos es unidireccional ya que Crystal Reports presenta la información almacenada en la base de datos, pero no envía ninguna clase de información a la base de datos.

2.6. Codificación de los Procesos del Sistema “Metrovía” en GPSS

World

Los procesos que realiza la Troncal 5 para su funcionamiento poseen formatos estándar los que varían de acuerdo a las políticas elegidas y a la información que se ingrese para su construcción.

Los procesos que simulará GPSS son los siguientes:

- Simulación de llegadas de pasajeros a los paraderos
- Simulación del funcionamiento de los semáforos
- Simulación de llegadas de los pasajeros en los buses alimentadores
- Simulación del reloj que da por terminada la simulación
- Simulación del funcionamiento de los paraderos

SIMULACIÓN DE LLEGADAS DE PASAJEROS A LOS PARADEROS

Para desarrollar el proceso de llegadas de pasajeros a los paraderos, primero se debe tener en cuenta las políticas que pueden tener las colas de espera en los paraderos, las opciones de políticas son:

- Colas FIFO o PEPS (Primero en entrar, primero en salir)
- Colas Aleatorias



Colas FIFO o PEPS

	INITIAL	X\$T5_SVL_P1_ORDEN,0
	GENERATE	FN\$T5_FUN_P1_LLEGADAS
T5_LBL_P1_CALCORDEN	TEST E	CH\$T5_QUE_P1_PASAJEROS,0,T5_LBL_P1_SAVE
	SAVEVALUE	T5_SVL_P1_ORDEN,0
T5_LBL_P1_SAVE	SAVEVALUE	T5_SVL_P1_ORDEN+,1
	ASSIGN	ORDEN,X\$T5_SVL_P1_ORDEN
	TEST E	CH\$T5_QUE_P1_PASAJEROS,0,T5_LBL_P1_REENTER
	GATE LR	T5_LGS_P1_SWITCH,T5_LBL_P1
T5_LBL_P1_REENTER	LINK	T5_QUE_P1_PASAJEROS,P\$ORDEN

Con el Savevalue X\$T5_SVL_P1_ORDEN se controla el orden o el índice del pasajero dentro del userchain. Este contador se va incrementando a medida que ingresan las personas al paradero, es decir, cuando entra la primera persona el savevalue especificado toma el valor de 1 y este se asigna como parámetro a la transacción pasajero para que lo utilice como índice de ordenamiento al momento que entre al userchain, la segunda transacción que hará que el savevalue se incremente y tome el valor de 2 y repite el proceso anterior.

Una vez que las transacciones pasajeros ya han sido transferidas al bus, es decir, ya han abandonado el userchain, y en el paradero no hay gente, eso quiere decir que el primer pasajero que llegue al userchain será nuevamente el pasajero con índice 1, por lo tanto, el savevalue X\$T5_SVL_P1_ORDEN es reseteado cada vez que el userchain se vacía, esto nos asegura, que el valor de

X\$T5_SVL_P1_ORDEN no será excesivamente alto lo cual generará menos consumo de memoria.

La secuencia del código del proceso especificado anteriormente es la siguiente:

1. Se inicializa el valor del savevalue X\$T5_SVL_P1_ORDEN a 0.
2. El bloque GENERATE genera la transacción pasajero con la distribución especificada.
3. La transacción prueba si es que el Userchain que simula el paradero está vacío
4. Si la pregunta anterior es verdadera entonces el Savevalue X\$T5_SVL_P1_ORDEN se resetea a 1
5. Si la pregunta es falsa entonces el valor del X\$T5_SVL_P1_ORDEN se incrementa en una unidad.
6. Se asigna el valor del X\$T5_SVL_P1_ORDEN al parámetro ORDEN de la transacción
7. Luego la transacción pregunta si es que el userchain se encuentra vacío para saber si es ó no el primero de la cola, porque si es el primero de la cola, debe preguntar si hay algún bus en el paradero para transferirse directamente al bus y no pasar por la cola, pero si no es primero de la cola, adquiere la

posición indicada por su parámetro ORDEN para su ubicación en el userchain.

Colas Aleatorias

T5_LBL_P1_CALCORDEN	GENERATE	FN\$T5_FUN_P1_LLEGADAS
	ASSIGN	ORDEN,(CALCULAR_ORDEN(V\$T5_VAR_P1_MEDIA,RN1))
	TEST E	CH\$T5_QUE_P1_PASAJEROS,0,T7_LBL_P1_REENTER
	GATE LR	T5_LGS_P1_SWITCH,T7_LBL_P1
T5_LBL_P1_REENTER	LINK	T5_QUE_P1_PASAJEROS,P\$ORDEN

La política Aleatoria difiere de la FIFO con respecto al valor que adquiere el parámetro, el cual le indica cual será el orden que le corresponde en la cadena userchain, ya que este no es almacenado en un savevalue e incrementado secuencialmente, sino que el valor de orden es calculado para cada transacción de manera aleatoria, y este es el que le indicará la posición o ubicación dentro de la cadena userchain.

La secuencia del código especificado anteriormente es la siguiente:

1. El bloque GENERATE genera la transacción pasajero con una distribución de probabilidad específica.
2. Se asigna al parámetro orden de la transacción que será una posición aleatoria en base a un procedimiento PLUS que retornará un número aleatorio entre 1 y el número de

transacciones que tenga el userchain para saber cual será su posición ubicarla.

3. La transacción pregunta si es que el userchain se encuentra vacío para saber si es o no el primero de la cola, porque si es el primero de la cola, debe preguntar si hay algún bus en el paradero para transferirse directamente al bus y no ingresar a la cola innecesariamente, pero si no es primero de la cola, adquiere la posición indicada por su parámetro ORDEN para su ubicación en el userchain.

SIMULACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LOS SEMÁFOROS

Para controlar la simulación de los semáforos debemos identificar dos tipos de controles:

- Control de Cambio de estado del Semáforo
- Control de la Llegada del Bus al Semáforo

Control de Cambio de estado del Semáforo

T5_LBL_CICLO1	GENERATE	„MX\$T5_MTX_SEMAF(1,3),1,50
	LOGIC R	T5_LGS_SEMAFORO1
	ADVANCE	MX\$T5_MTX_SEMAF(1,1)
	LOGIC S	T5_LGS_SEMAFORO1
	ADVANCE	MX\$T5_MTX_SEMAF(1,2)
	TRANSFER	,T5_LBL_CICLO1

Para la simulación de semáforos utilizamos la entidad LOGICSWITCH, donde especificamos que el estado SET del logicswitch simula el estado verde, y el estado RESET simula el estado rojo.

El cambio del semáforo se lo realiza con una sola transacción que se encuentra ciclada dentro de un mismo proceso que altera los estados del semáforo, al iniciar la simulación la transacción sale con un determinado tiempo de retraso (especificado en la 3 columna de la matriz de tiempos) debido a la diferencia de los tiempos de inicio de operación de los semáforos, ya que de no considerar este retraso, estaríamos diciendo que al inicio de operación todos los semáforos empiezan en un mismo estado y a un mismo tiempo.

La secuencia del código especificado anteriormente es la siguiente:

1. El bloque GENERATE genera una transacción cuando el reloj marque el tiempo de retraso especificado por el elemento de la matriz $MX\$T5_MTX_SEMAF(1,3)$, cabe recalcar que es una única transacción la que se genera y que esta tiene la mayor prioridad (50) ya que en caso de que un bus llegue a un paradero y le pregunte por su estado pero al mismo tiempo el semáforo debe cambiar su estado, la transacción que se debe realizar primero debe ser la del cambio del semáforo de otro modo se

puede dar la posibilidad de que el bus cruce cuando el semáforo este en luz roja, lo cual es incorrecto.

2. Una vez que la transacción ha sido generada, la transacción entra al bloque LOGIC R cambiando el valor de logicswitch, es decir el valor del semáforo, a estado RESET (estado rojo).
3. Luego se demora el flujo de la transacción con un bloque ADVANCE, el cual simula el tiempo de permanencia del semáforo en luz en roja especificado por la primera columna de la matriz.
4. Luego la transacción entra al bloque LOGIC S cambiando el valor de logicswitch, es decir el valor del semáforo, a estado SET (estado verde).
5. Luego se simula la permanencia del semáforo en luz verde por medio del bloque ADVANCE. Los valores del semáforo en luz verde están especificados en la segunda columna de la matriz.
6. Luego se transfiere la transacción al paso 2. Este ciclo se repite independientemente a los demás procesos que se realicen en la simulación.



Control de Llegada del Bus Troncal al Semáforo

QUEUE	T_QUE_SEMAFORO1
GATE LS	T_LGS_SEMAFORO1
DEPART	T_QUE_SEMAFORO1

Esta secuencia de bloques simula la llegada de una transacción bus a un semáforo, cuando un bus tiene en su secuencia de objetos un semáforo, la transacción bus debe preguntarle al semáforo en que estado se encuentra, en caso de que esté en estado verde la transacción bus continua con su recorrido, caso contrario el flujo de la transacción se detiene hasta que el semáforo cambia a luz verde. La secuencia del código especificado anteriormente es la siguiente:

1. El tiempo que la transacción bus espera a que el semáforo lo deje continuar, se controla mediante una entidad QUEUE, por eso antes de que la transacción pregunte por el estado del semáforo, la transacción ingresa al bloque QUEUE y registra el tiempo actual.
2. Luego la transacción pregunta si es que el semáforo se encuentra en estado verde (SET) para así poder continuar. Si el semáforo se encuentra en estado rojo (RESET) éste le bloquea la entrada y detiene su flujo hasta que el estado cambie.

SIMULACIÓN DE LA LLEGADA DE LOS PASAJEROS EN LOS BUSES ALIMENTADORES

<pre> GENERATE FN\$T5_FUN_P1_TIEMPOS_ALIMENTADORAS ASSIGN T5_PAR_P1_PASALIMENT,FN\$T5_FUN_P1_LLEG_PERS_ALIM SPLIT (P\$T5_PAR_P1_PASALIMENT-1),T5_LBL_P1_TTALIMENT,T_PAR_P1_TTID T5_LBL_P1_TTALIMENT TRANSFER ,T5_LBL_P1_CALCORDEN </pre>

Esta secuencia de bloques simula la llegada de los buses alimentadores al paradero, donde cada alimentadora tiene cierta distribución de probabilidad, la cual indicará el número de descenso de pasajeros que deja en el paradero.

Cada vez que una transacción bus alimentador llega asigna al parámetro de la transacción el número de personas que debe dejar, (si la función de distribución le dice que bajen 40 pasajeros, estos 40 son asignados al parámetro para luego simular la bajada), debido a que el único bloque que puede crear transacciones es el bloque GENERATE como éste bloque no puede recibir una transacción, entonces para crear las transacciones de los pasajeros que se bajan del bus alimentador se utiliza un bloque SPLIT, el cual va a realizar copias de la transacción bus alimentador para luego transferirlas al paradero convirtiendo la copia de la transacción bus alimentador en transacción pasajero.

La secuencia del código especificado anteriormente es la siguiente:

1. Una transacción sale del bloque GENERATE con cierta distribución de probabilidad.

2. Luego asigna al parámetro T5_PAR_P1_PASALIMENT, el número de pasajeros que debe dejar dependiendo de lo que indique la distribución de probabilidad.
3. Luego crea las copias que serán convertidas en transacciones pasajeros mediante el comando SPLIT, debido a que el comando SPLIT crea copias de transacciones pero no elimina la transacción original de donde fueron creadas las copias, entonces se toma a la transacción original también como transacción pasajero, por lo tanto se la debe incluir en el número de pasajeros que debe dejar la alimentadora. Es por esto que el bloque SPLIT crea $n-1$ copias de la transacción donde n es el número de pasajeros que indica el parámetro.
4. Luego se transfiere tanto el original como las copias hacia el paradero

SIMULACIÓN DEL RELOJ QUE TERMINA LA SIMULACIÓN

GENERATE	3600
TERMINATE	1

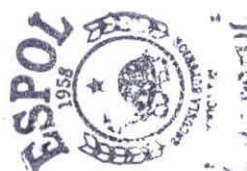
Todas las simulaciones en GPSS se controlan mediante el SNA Global llamado TG1, cuando el valor del TG1 es cero la simulación ha finalizado. El valor de este SNA es asignado por el comando START, es decir que si corremos una simulación con un START 19,

este valor de 19 es enviado al TG1, y el único comando que tiene la capacidad de decrementar el valor del TG1 es el bloque TERMINATE pero con su operando "A" diferente de cero.

La duración de operación de iteraciones de la simulación para la troncal 5 será desde las 5 de la mañana hasta las 12 de la noche, es decir, una iteración de la simulación terminará cuando se haya ejecutado el modelo durante 19 horas de operación que en segundos equivale a 68400 segundos. Por esta razón, para el control del tiempo de terminación de la simulación se utilizó el bloque GENERATE para crear transacciones cada 3600 segundos es decir cada hora, la única función de esta transacción es entrar a un bloque TERMINATE 1, lo que quiere decir, la transacción que se genera cada hora decrementará en una unidad al TG1, por lo tanto, si queremos simular 19 horas para cada iteración bastara con ejecutar un comando START con parámetro "A" de 19.

La secuencia del código especificado anteriormente es la siguiente:

1. Una transacción sale del bloque GENERATE cada 3600 segundos (cada hora).
2. Esta transacción decrementa el valor del TG1 en una unidad.



SIMULACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LOS PARADEROS

El código de este proceso va a depender de las diferentes combinaciones que existen para el funcionamiento de los paraderos, las combinaciones se muestran a continuación:

Tabla 2.1
Combinaciones de Políticas de los Paraderos

Políticas de Ascensos y Descensos del Bus	Políticas de Espera del Bus en el Paradero
Subidas Independientes de Bajadas	Fijo-No puede exceder el tiempo de espera
	Fijo-Si puede exceder el tiempo de espera
	Flexible-No puede exceder el tiempo de espera
	Flexible-Si puede exceder el tiempo de espera
Primero Bajadas, Después Subidas al Bus	Fijo-No puede exceder el tiempo de espera
	Fijo-Si puede exceder el tiempo de espera
	Flexible-No puede exceder el tiempo de espera
	Flexible-Si puede exceder el tiempo de espera

Tomando en cuenta que las políticas de los paraderos son distintas una fragmento del código es igual para todas las combinaciones por lo que se describirá al código sobre el funcionamiento del paradero en dos partes; la primera es la creación general de la simulación del paradero, en la segunda parte se explicará el cambio que ocurre de acuerdo a las políticas elegidas.

Primera Parte del Proceso

T5_LBL_P1_ET5	DEPART	T5_QUE_P1_TACUM
	QUEUE	T5_QUE_P1_GENERAL
	QUEUE	T5_QUE_P1_ESPERA
	ENTER	T5_STO_P1_ESPACIO
	DEPART	T5_QUE_P1_ESPERA
	TEST NE	S\$T5_STO_P1_CAPACIDAD,0,T5_LBL_P1_ET5
	LEAVE	T5_STO_P1_CAPACIDAD,S\$T5_STO_P1_CAPACIDAD
	ENTER	T5_STO_P1_CAPACIDAD,P\$T5_PAR_CAPACTUAL
	SAVEVALUE	T5_SAV_P1_TOTAL,P\$T5_PAR_TCAPACIDAD
	LOGIC R	T5_LGS_P1_END_SUB
	LOGIC R	T5_LGS_P1_SWITCH
	LOGIC R	T5_LGS_P1_TIME_IS_UP
	ASSIGN	T5_PAR_P1_BAJADAS,(PR_CALCULAR_BAJADAS(P\$T5_PAR_CAPACTUAL,FN\$T5_FUN_P1_BAJADAS))
	TEST NE	P\$T5_PAR_P1_BAJADAS,0,T5_LBL_P1_SPLIT
	LEAVE	T5_STO_P1_CAPACIDAD,P\$T5_PAR_P1_BAJADAS
T5_LBL_P1_SPLIT	SPLIT	2,T5_LBL_P1_DESTINOS,T5_PAR_P1_ID
T5_LBL_P1_DESTINOS	TRANSFER	FN,T5_FUN_P1_DESTINOS1

Esta secuencia de bloque simula la llegada de la transacción bus al paradero, cuando el bus llega al paradero este debe preguntar si puede entrar al paradero ya que en los paraderos solo puede tener un bus a la vez, si este espacio se encuentra ocupado por otra transacción bus, entonces la transacción tendrá que esperar a que el almacenamiento se desocupe para poder ingresar, y contabilizar el tiempo que el bus debe esperar hasta que se desocupe dicho almacenamiento para esto se utiliza el bloque QUEUE.

Existen tres indicadores propios de cada paradero los cuales funcionan como variables booleanas (verdadero o falso), en GPSS se simulan estas variables mediante las entidades LOGICSWITCHES las cuales se detallan a continuación:

T5_LGS_P1_END_SUB

Cuando el logicswitch está en estado RESET indica que la bajada de pasajeros todavía no ha terminado. Si esta en estado SET indica que la bajada de pasajeros ha terminado.

T5_LGS_P1_TIME_IS_UP

Si el logicswitch está en estado RESET el tiempo que debe permanecer el bus en el paradero todavía no ha concluido. Si esta en estado SET indica que el tiempo que debe permanecer el bus en el paradero ha terminado.

T5_LGS_P1_SWITCH

Si el logicswitch esta en estado RESET la transacción pasajeros la cual se encuentra en el paradero todavía no pueden subir al bus.

Si esta en estado SET la transacción pasajeros la cual se encuentra en el paradero ya pueden iniciar su ascenso al bus.

Este switch es muy importante ya que es el medio de comunicación de la transacción bus con la transacción pasajero, ya que es el encargado de indicar que las subidas de los pasajeros al bus puede iniciar.



Todos estos indicadores son fundamentales para la identificación del tipo de política seleccionada para la operación del paradero.

Cuando una transacción bus entra al paradero estos 3 procesos inician su operación de forma simultánea e independiente, pero tomando en cuenta la política.

Los procesos realizan:

- El control del tiempo que el bus permanece en el paradero
- El control de los pasajeros que bajan del bus.
- El control de los pasajeros que suben al bus.

Debido a que la capacidad utilizada del bus depende de cada bus, es decir, es un atributo propio de cada transacción, el cual se va ir trasladando para su manipulación de paradero en paradero, no se puede utilizar una variable global para controlar esta capacidad, puesto que no se sabe a ciencia cierta cuantos buses se va a tener en circulación, sino que más bien se utiliza un parámetro para almacenar esta capacidad utilizada, sabiendo que los parámetros son atributos propios de cada transacción.

Al decir que 3 procesos deben empezar a funcionar desde el momento en que la transacción bus llegue al paradero, y que cada proceso es independiente uno del otro, entonces una sola

transacción no puede controlar dicha simulación, sino que se utiliza un bloque SPLIT para crear dos copias de esta transacción y así poder asignar una transacción para cada proceso; al llevar a cabo dicha división surge un nuevo problema que es que cada transacción (la original y las 2 copias) van a tener un parámetro que indique la capacidad utilizada del bus, y si cada proceso es independiente entonces cada proceso alterará independientemente el valor de su parámetro, cuando en realidad se está hablando de un mismo bus, para evitar este inconveniente antes de hacer la división de la transacción bus, se transfiere el valor de la capacidad actual a un almacenamiento temporal ("storage") para que las tres transacciones en lugar de modificar su parámetro, éstas modifiquen un almacenamiento en común, para evitar así incoherencias en el manejo de los datos. Una vez que los tres procesos han sido concluidos, las tres transacciones vuelven a ensamblarse para convertirse en una sola, el valor del almacenamiento temporal es devuelto al parámetro de la transacción bus.

La secuencia del código especificado anteriormente es la siguiente:

1. Liberar la Entidad QUEUE T5_QUE_P1_TACUM, esta entidad nos dará las estadísticas del tiempo que demoró el bus en llegar al paradero desde la Terminal de Integración.

2. Entrar a la Entidad QUEUE T5_QUE_P1_GENERAL, la cual nos va a dar las estadísticas del tiempo total que permaneció el bus en el paradero incluido el tiempo de espera para poder entrar al paradero.
3. Entrar a la Entidad QUEUE T5_QUE_P1_ESPERA, la cual nos va a dar estadísticas del tiempo de espera para poder entrar al paradero.
4. El bus intenta Ingresar al paradero si el almacenamiento (de capacidad 1) T5_STO_P1_ESPACIO se encuentra ocupado este niega la entrada a la transacción la cual tendrá que esperar hasta que el espacio este desocupado, si el almacenamiento está desocupado el bus ingresa al paradero.
5. Se libera la entidad QUEUE T5_QUE_P1_ESPERA
6. Se inicializa el almacenamiento temporal y se asigna el valor del parámetro que indica la capacidad utilizada a dicho almacenamiento.
7. Se coloca en estado RESET todos los indicadores del paradero.
8. Se decrementa del almacenamiento temporal el valor que retorne la función de distribución que indica el número de bajadas de personas en el paradero para ese paradero en particular y para esa hora en particular.



9. Como ya mencionamos anteriormente los 3 procesos se deben iniciar es por esto que con el Bloque SPLIT se crean dos copias y cada una de las tres transacciones es transferida a su proceso correspondiente.

Subidas Independiente de las Bajadas

- ***Tiempo de Espera del bus es Fijo No puede Exceder***

T5_LBL_P1_ESPBUS1	LOGIC R QUEUE ASSIGN	T5_LGS_P1_TIME_IS_UP T5_QUE_P1_TIEMPO_ESPERA T5_PAR_P1_TIEMPO_BUS,FN\$T5_FUN_P1_ESPERAS
T5_LBL_P1_LOOP	ADVANCE TEST NE	1 (S\$T5_STO_P1_CAPACIDAD),X\$T5_SAV_P1_TOTAL,T5_LBL_P1_END_TIME
T5_LBL_P1_TLOOP	LOOP	T5_PAR_P1_TIEMPO_BUS,T5_LBL_P1_LOOP
T5_LBL_P1_END_TIME	GATE LS LOGIC S LOGIC R DEPART	T5_LGS_P1_END_SUB T5_LGS_P1_TIME_IS_UP T5_LGS_P1_SWITCH T5_QUE_P1_TIEMPO_ESPERA
T5_LBL_P1_SALT5	TRANSFER	,T5_LBL_P1_ENSAMBLAJE
T5_LBL_P1_BAJADAS	LOGIC R QUEUE TEST NE ADVANCE	T5_LGS_P1_END_SUB T5_QUE_P1_TIME_BAJADAS P\$T5_PAR_P1_BAJADAS,0,T5_LBL_P1_FINBAJ (CALCULAR_TIEMPO(4,V\$T5_VAR_TIEMPO_BAJADA,P\$T5_PAR_P1_BAJADAS))
T5_LBL_P1_FINBAJ	DEPART LOGIC S TRANSFER	T5_QUE_P1_TIME_BAJADAS T5_LGS_P1_END_SUB ,T5_LBL_P1_ENSAMBLAJE
T5_LBL_P1_SUBIDAS	TEST L QUEUE LOGIC S UNLINK GATE LR GATE SE DEPART	(S\$T5_STO_P1_CAPACIDAD),X\$T5_SAV_P1_TOTAL,T5_LBL_P1_JUMP1 T5_QUE_P1_TIEMPO_SUBIDAS T5_LGS_P1_SWITCH T5_QUE_P1_PASAJEROS,T5_LBL_P1,1 T5_LGS_P1_SWITCH T5_STO_P1_DOOR T5_QUE_P1_TIEMPO_SUBIDAS
T5_LBL_P1_JUMP1	TRANSFER	,T5_LBL_P1_ENSAMBLAJE

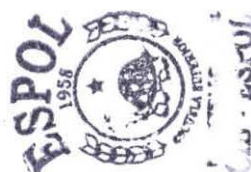
En esta secuencia de bloques se simulan los dos procesos antes especificados los cuales varían dependiendo del tipo de política seleccionada, para esta combinación en particular se tiene que el ascenso y descenso de pasajeros son independientes, por ello

podemos observar que el proceso de subidas no espera a que el proceso de bajadas termine.

El tiempo que el bus debe permanecer en el paradero es fijo el único caso que permitiría irse al bus antes del tiempo establecido es cuando la capacidad del bus haya llegado a su máxima ocupación.

• ***Tiempo de Espera del bus es Fijo Si puede Exceder***

T5_LBL_P1_ESPBUS1	LOGIC R	T5_LGS_P1_TIME_IS_UP
	QUEUE	T5_QUE_P1_TIEMPO_ESPERA
	ASSIGN	T5_PAR_P1_TIEMPO_BUS, FN\$T5_FUN_P1_ESPERAS
T5_LBL_P1_LOOP	ADVANCE	1
T5_LBL_P1_TLOOP	TEST NE	(S\$T5_STO_P1_CAPACIDAD), X\$T5_SAV_P1_TOTAL, T5_LBL_P1_END_TIME
	LOOP	T5_PAR_P1_TIEMPO_BUS, T5_LBL_P1_LOOP
T5_LBL_P1_TESTS	GATE LS	T5_LGS_P1_END_SUB
	TEST NE	CH\$T5_QUE_P1_PASAJEROS, 0, T5_LBL_P1_END_TIME
	TEST NE	(S\$T5_STO_P1_CAPACIDAD), X\$T5_SAV_P1_TOTAL, T5_LBL_P1_END_TIME
	ADVANCE	1
T5_LBL_P1_END_TIME	TRANSFER	, T5_LBL_P1_TESTS
	LOGIC S	T5_LGS_P1_TIME_IS_UP
	LOGIC R	T5_LGS_P1_SWITCH
T5_LBL_P1_SALT5	DEPART	T5_QUE_P1_TIEMPO_ESPERA
T5_LBL_P1_BAJADAS	TRANSFER	, T5_LBL_P1_ENSAMBLAJE
	LOGIC R	T5_LGS_P1_END_SUB
	QUEUE	T5_QUE_P1_TIME_BAJADAS
	TEST NE	P\$T5_PAR_P1_BAJADAS, 0, T5_LBL_P1_FINBAJ
	ADVANCE	(CALCULAR_TIEMPO(4, V\$T5_VAR_TIEMPO_BAJADA, P\$T5_PAR_P1_BAJADAS))
T5_LBL_P1_FINBAJ	DEPART	T5_QUE_P1_TIME_BAJADAS
	LOGIC S	T5_LGS_P1_END_SUB
	TRANSFER	, T5_LBL_P1_ENSAMBLAJE
T5_LBL_P1_SUBIDAS	TEST L	(S\$T5_STO_P1_CAPACIDAD), X\$T5_SAV_P1_TOTAL, T5_LBL_P1_JUMP1
	QUEUE	T5_QUE_P1_TIEMPO_SUBIDAS
	LOGIC S	T5_LGS_P1_SWITCH
	UNLINK	T5_QUE_P1_PASAJEROS, T5_LBL_P1, 1
	GATE LR	T5_LGS_P1_SWITCH
	GATE SE	T5_STO_P1_DOOR
	DEPART	T5_QUE_P1_TIEMPO_SUBIDAS
T5_LBL_P1_JUMP1	TRANSFER	, T5_LBL_P1_ENSAMBLAJE



En esta secuencia de bloques se simulan los tres procesos explicados anteriormente, los cuales varían dependiendo del tipo de política seleccionada, para esta combinación en particular se tiene que el ascenso y descenso de pasajeros son independientes, por ello podemos observar que el proceso de subidas no espera a que el proceso de bajadas termine.

El tiempo que el bus debe permanecer en el paradero es fijo y por lo tanto el bus no puede irse antes del tiempo especificado, pero si todavía existen pasajeros en cola al finalizar el tiempo establecido el bus tiene que esperar a que éstas personas suban por lo tanto se cumple la opción de que puede irse después del tiempo especificado.

En esta y en las demás políticas el único caso en que el bus se vaya antes del tiempo establecido es cuando la capacidad del bus haya llegado a su máxima ocupación, es decir, cuando los 180 asientos del bus estén ocupados.

• ***Tiempo de Espera del bus es Flexible No puede Exceder***

T5_LBL_P1_ESPBUS1	LOGIC R	T5_LGS_P1_TIME_IS_UP
	QUEUE	T5_QUE_P1_TIEMPO_ESPERA
	ASSIGN	T5_PAR_P1_TIEMPO_BUS, FN\$T5_FUN_P1_ESPERAS
T5_LBL_P1_LOOP	ADVANCE	1
	TEST NE	P\$T5_PAR_P1_TIEMPO_BUS, 1, T5_LBL_P1_TLOOP
	GATE LS	T5_LGS_P1_END_SUB, T5_LBL_P1_TLOOP
	TEST NE	CH\$T5_QUE_P1_PASAJEROS, 0, T5_LBL_P1_END_TIME
	TEST NE	(S\$T5_STO_P1_CAPACIDAD), X\$T5_SAV_P1_TOTAL, T5_LBL_P1_END_TIME
T5_LBL_P1_TLOOP	LOOP	T5_PAR_P1_TIEMPO_BUS, T5_LBL_P1_LOOP
T5_LBL_P1_END_TIME	GATE LS	T5_LGS_P1_END_SUB
	LOGIC S	T5_LGS_P1_TIME_IS_UP
	LOGIC R	T5_LGS_P1_SWITCH
	DEPART	T5_QUE_P1_TIEMPO_ESPERA
T5_LBL_P1_SALT5	TRANSFER	T5_LBL_P1_ENSAMBLAJE
T5_LBL_P1_BAJADAS	LOGIC R	T5_LGS_P1_END_SUB
	QUEUE	T5_QUE_P1_TIME_BAJADAS
	ADVANCE	(CALCULAR_TIEMPO(4, V\$T5_VAR_TIEMPO_BAJADA, P\$T5_PAR_P1_BAJADAS))
T5_LBL_P1_FINBAJ	DEPART	T5_QUE_P1_TIME_BAJADAS
	LOGIC S	T5_LGS_P1_END_SUB
	TRANSFER	T5_LBL_P1_ENSAMBLAJE
T5_LBL_P1_SUBIDAS	TEST L	(S\$T5_STO_P1_CAPACIDAD), X\$T5_SAV_P1_TOTAL, T5_LBL_P1_JUMP1
	QUEUE	T5_QUE_P1_TIEMPO_SUBIDAS
	LOGIC S	T5_LGS_P1_SWITCH
	UNLINK	T5_QUE_P1_PASAJEROS, T5_LBL_P1, 1
	GATE LR	T5_LGS_P1_SWITCH
	GATE SE	T5_STO_P1_DOOR
	DEPART	T5_QUE_P1_TIEMPO_SUBIDAS
T5_LBL_P1_JUMP1	TRANSFER	T5_LBL_P1_ENSAMBLAJE

Para esta combinación en particular se tiene que el ascenso y descenso de pasajeros son independientes, por ello el proceso de subidas no espera a que el proceso de bajadas termine.

El tiempo que el bus debe permanecer en el paradero es flexible, lo cual indica que el bus puede irse antes del tiempo especificado en caso de que no haya pasajeros en cola, pero una vez finalizado el tiempo máximo de espera aunque existan pasajeros en cola el bus no espera a que estas personas suban por tanto no puede irse después del tiempo especificado.



• **Tiempo de Espera del bus es Flexible Si puede Exceder**

T5_LBL_P1_ESPBUS1	LOGIC R	T5_LGS_P1_TIME_IS_UP
	QUEUE	T5_QUE_P1_TIEMPO_ESPERA
	GATE LS	T5_LGS_P1_END_SUB
T5_LBL_P1_TESTS	TEST NE	CH\$T5_QUE_P1_PASAJEROS,0,T5_LBL_P1_END_TIME
	TEST NE	(S\$T5_STO_P1_CAPACIDAD),X\$T5_SAV_P1_TOTAL,T5_LBL_P1_END_TIME
	ADVANCE	1
	TRANSFER	,T5_LBL_P1_TESTS
T5_LBL_P1_END_TIME	LOGIC S	T5_LGS_P1_TIME_IS_UP
	LOGIC R	T5_LGS_P1_SWITCH
	DEPART	T5_QUE_P1_TIEMPO_ESPERA
T5_LBL_P1_SALT5	TRANSFER	,T5_LBL_P1_ENSAMBLAJE
T5_LBL_P1_BAJADAS	LOGIC R	T5_LGS_P1_END_SUB
	QUEUE	T5_QUE_P1_TIME_BAJADAS
	TEST NE	P\$T5_PAR_P1_BAJADAS,0,T5_LBL_P1_FINBAJ
	ADVANCE	(CALCULAR_TIEMPO(4,V\$T5_VAR_TIEMPO_BAJADA,P\$T5_PAR_P1_BAJADAS))
T5_LBL_P1_FINBAJ	DEPART	T5_QUE_P1_TIME_BAJADAS
	LOGIC S	T5_LGS_P1_END_SUB
	TRANSFER	,T5_LBL_P1_ENSAMBLAJE
T5_LBL_P1_SUBIDAS	TEST L	(S\$T5_STO_P1_CAPACIDAD),X\$T5_SAV_P1_TOTAL,T5_LBL_P1_JUMP1
	QUEUE	T5_QUE_P1_TIEMPO_SUBIDAS
	LOGIC S	T5_LGS_P1_SWITCH
	UNLINK	T5_QUE_P1_PASAJEROS,T5_LBL_P1,1
	GATE LR	T5_LGS_P1_SWITCH
	GATE SE	T5_STO_P1_DOOR
	DEPART	T5_QUE_P1_TIEMPO_SUBIDAS
T5_LBL_P1_JUMP1	TRANSFER	,T5_LBL_P1_ENSAMBLAJE

El ascenso y descenso de pasajeros son independientes, lo cual indica que el proceso de subidas no espera a que el proceso de bajadas termine, es decir, las personas empiezan a subir y a bajar al mismo tiempo.

El tiempo que el bus debe permanecer en el paradero es flexible, y por lo tanto el bus puede irse antes en el caso de que no haya pasajeros en cola, y además, puede irse después esto se puede ocurrir cuando ya ha finalizado el tiempo de espera y todavía están pasajeros en cola esperando por subir al bus.

Primero Bajadas luego Subidas al Bus

- **Tiempo de Espera del bus es Fijo No puede Exceder**

T5_LBL_P1_ESPBUS1	LOGIC R	T5_LGS_P1_TIME_IS_UP
	QUEUE	T5_QUE_P1_TIEMPO_ESPERA
	ASSIGN	T5_PAR_P1_TIEMPO_BUS, FN\$T5_FUN_P1_ESPERAS
T5_LBL_P1_LOOP	ADVANCE	1
	TEST NE	(S\$T5_STO_P1_CAPACIDAD), X\$T5_SAV_P1_TOTAL, T5_LBL_P1_END_TIME
T5_LBL_P1_TLOOP	LOOP	T5_PAR_P1_TIEMPO_BUS, T5_LBL_P1_LOOP
T5_LBL_P1_END_TIME	GATE LS	T5_LGS_P1_END_SUB
	LOGIC S	T5_LGS_P1_TIME_IS_UP
	LOGIC R	T5_LGS_P1_SWITCH
	DEPART	T5_QUE_P1_TIEMPO_ESPERA
T5_LBL_P1_SALT5	TRANSFER	T5_LBL_P1_ENSAMBLAJE
T5_LBL_P1_BAJADAS	LOGIC R	T5_LGS_P1_END_SUB
	QUEUE	T5_QUE_P1_TIME_BAJADAS
	TEST NE	P\$T5_PAR_P1_BAJADAS, 0, T5_LBL_P1_FINBAJ
	ADVANCE	(CALCULAR_TIEMPO(8, V\$T5_VAR_TIEMPO_BAJADA, P\$T5_PAR_P1_BAJADAS))
T5_LBL_P1_FINBAJ	DEPART	T5_QUE_P1_TIME_BAJADAS
	LOGIC S	T5_LGS_P1_END_SUB
	TRANSFER	T5_LBL_P1_ENSAMBLAJE
T5_LBL_P1_SUBIDAS	GATE LS	T5_LGS_P1_END_SUB
	TEST L	(S\$T5_STO_P1_CAPACIDAD), X\$T5_SAV_P1_TOTAL, T5_LBL_P1_JUMP1
	QUEUE	T5_QUE_P1_TIEMPO_SUBIDAS
	LOGIC S	T5_LGS_P1_SWITCH
	UNLINK	T5_QUE_P1_PASAJEROS, T5_LBL_P1, 1
	GATE LR	T5_LGS_P1_SWITCH
	GATE SE	T5_STO_P1_DOOR
	DEPART	T5_QUE_P1_TIEMPO_SUBIDAS
T5_LBL_P1_JUMP1	TRANSFER	T5_LBL_P1_ENSAMBLAJE

El ascenso y descenso de pasajeros son dependientes, es decir, el proceso de ascenso de pasajeros debe esperar a que el proceso de descenso haya finalizado, por ello podemos observar que el proceso de subidas espera a que el proceso de bajadas termine con un GATE al Logicswitch.



También debemos recalcar que para este tipo de políticas la capacidad de las puertas del bus se incrementa al doble, ya que los procesos de ascenso y descenso se realizan de manera independiente.

El tiempo que el bus debe permanecer en el paradero es fijo, y por lo tanto el bus no puede irse antes, ni después de lo especificado.

• **Tiempo de Espera del bus es Fijo Si puede Exceder**

T5_LBL_P1_ESPBUS1	LOGIC R	T5_LGS_P1_TIME_IS
	QUEUE	T5_QUE_P1_TIEMPO_ESPERA
	ASSIGN	T5_PAR_P1_TIEMPO_BUS, FN\$T5_FUN_P1_ESPERAS
T5_LBL_P1_LOOP	ADVANCE	1
	TEST NE	(S\$T5_STO_P1_CAPACIDAD), X\$T5_SAV_P1_TOTAL, T5_LBL_P1_END_TIME
T5_LBL_P1_TLOOP	LOOP	T5_PAR_P1_TIEMPO_BUS, T5_LBL_P1_LOOP
	GATE LS	T5_LGS_P1_END_SUB
T5_LBL_P1_TESTS	TEST NE	CH\$T5_QUE_P1_PASAJEROS, 0, T5_LBL_P1_END_TIME
	TEST NE	(S\$T5_STO_P1_CAPACIDAD), X\$T5_SAV_P1_TOTAL, T5_LBL_P1_END_TIME
	ADVANCE	1
	TRANSFER	T5_LBL_P1_TESTS
T5_LBL_P1_END_TIME	LOGIC S	T5_LGS_P1_TIME_IS_UP
	LOGIC R	T5_LGS_P1_SWITCH
	DEPART	T5_QUE_P1_TIEMPO_ESPERA
T5_LBL_P1_SALT5	TRANSFER	, T5_LBL_P1_ENSAMBLAJE
T5_LBL_P1_BAJADAS	LOGIC R	T5_LGS_P1_END_SUB
	QUEUE	T5_QUE_P1_TIME_BAJADAS
	TEST NE	P\$T5_PAR_P1_BAJADAS, 0, T5_LBL_P1_FINBAJ
	ADVANCE	(CALCULAR_TIEMPO(4, V\$T5_VAR_TIEMPO_BAJADA, P\$T5_PAR_P1_BAJADAS))
T5_LBL_P1_FINBAJ	DEPART	T5_QUE_P1_TIME_BAJADAS
	LOGIC S	T5_LGS_P1_END_SUB
	TRANSFER	, T5_LBL_P1_ENSAMBLAJE
T5_LBL_P1_SUBIDAS	GATE LS	T5_LGS_P1_END_SUB
	TEST L	(S\$T5_STO_P1_CAPACIDAD), X\$T5_SAV_P1_TOTAL, T5_LBL_P1_JUMP1
	QUEUE	T5_QUE_P1_TIEMPO_SUBIDA
	LOGIC S	T5_LGS_P1_SWITCH
	UNLINK	T5_QUE_P1_PASAJEROS, T5_LBL_P1, 1
	GATE LR	T5_LGS_P1_SWITCH
	GATE SE	T5_STO_P1_DOOR
	DEPART	T5_QUE_P1_TIEMPO_SUBIDAS
T5_LBL_P1_JUMP1	TRANSFER	, T5_LBL_P1_ENSAMBLAJE

Primero se realizan las bajadas de las personas al bus, para luego realizar las subidas.

El tiempo que el bus debe permanecer en el paradero es fijo, y por lo tanto el bus no puede irse antes del tiempo especificado, pero si todavía existen pasajeros en cola al finalizar el tiempo establecido, el bus espera a que estas personas suban por tanto puede irse después del tiempo especificado.

▪ **Tiempo de Espera del bus es Flexible No puede Exceder**

T5_LBL_P1_ESPBUS1	LOGIC R	T5_LGS_P1_TIME_IS_UP
	QUEUE	T5_QUE_P1_TIEMPO_ESPE
	ASSIGN	T5_PAR_P1_TIEMPO_BUS,FN\$T5_FUN_P1_ESPERAS
T5_LBL_P1_LOOP	ADVANCE	1
	TEST NE	P\$T5_PAR_P1_TIEMPO_BUS,1,T5_LBL_P1_TLOOP
	GATE LS	T5_LGS_P1_END_SUB,T5_LBL_P1_TLOOP
	TEST NE	CH\$T5_QUE_P1_PASAJEROS,0,T5_LBL_P1_END_TIME
	TEST NE	(S\$T5_STO_P1_CAPACIDAD),X\$T5_SAV_P1_TOTAL,T5_LBL_P1_END_TIME
T5_LBL_P1_TLOOP	LOOP	T5_PAR_P1_TIEMPO_BUS,T5_LBL_P1_LOOP
T5_LBL_P1_END_TIME	GATE LS	T5_LGS_P1_END_SUB
	LOGIC S	T5_LGS_P1_TIME_IS_UP
	LOGIC R	T5_LGS_P1_SWITCH
	DEPART	T5_QUE_P1_TIEMPO_ESPERA
T5_LBL_P1_SALT5	TRANSFER	,T5_LBL_P1_ENSAMBLAJE
T5_LBL_P1_BAJADAS	LOGIC R	T5_LGS_P1_END_SUB
	QUEUE	T5_QUE_P1_TIME_BAJADAS
	TEST NE	P\$T5_PAR_P1_BAJADAS,0,T5_LBL_P1_FINBAJ
	ADVANCE	(CALCULAR_TIEMPO(8,V\$T5_VAR_TIEMPO_BAJADA,P\$T5_PAR_P1_BAJADAS))
T5_LBL_P1_FINBAJ	DEPART	T5_QUE_P1_TIME_BAJADAS
	LOGIC S	T5_LGS_P1_END_SUB
	TRANSFER	,T5_LBL_P1_ENSAMBLAJE
T5_LBL_P1_SUBIDAS	GATE LS	T5_LGS_P1_END_SUB
	TEST L	(S\$T5_STO_P1_CAPACIDAD),X\$T5_SAV_P1_TOTAL,T5_LBL_P1_JUMP1
	QUEUE	T5_QUE_P1_TIEMPO_SUBIDAS
	LOGIC S	T5_LGS_P1_SWITCH
	UNLINK	T5_QUE_P1_PASAJEROS,T5_LBL_P1,1
	GATE LR	T5_LGS_P1_SWITCH
	GATE SE	T5_STO_P1_DOOR
	DEPART	T5_QUE_P1_TIEMPO_SUBIDAS
T5_LBL_P1_JUMP1	TRANSFER	,T5_LBL_P1_ENSAMBLAJE

Las subidas y bajadas funcionan igual que en la combinación anterior. La política de espera del bus en el paradero indica que el bus puede irse antes del tiempo especificado en caso de que no haya pasajeros en cola, pero debe irse cuando haya finalizado el tiempo de espera, así existan pasajeros en cola.

Segunda Parte del Proceso

Esta última secuencia de bloques es la misma para todas las combinaciones anteriormente descritas.

T5_LBL_P1	GATE LS	T5_LGS_P1_SWITCH,T5_LBL_P1_REENTER
	GATE SNF	T5_STO_P1_DOOR
	ENTER	T5_STO_P1_CAPACIDAD,1
	GATE LR	T5_LGS_P1_TIME_IS_UP,T5_LBL_P1_CAMBIO
	TEST L	S\$T5_STO_P1_CAPACIDAD,X\$T5_SAV_P1_TOTAL,T5_LBL_P1_CAMBIO2
	ENTER	T5_STO_P1_DOOR
	QUEUE	T5_QUE_P1_SUBIDAS
	UNLINK	T5_QUE_P1_PASAJEROS,T5_LBL_P1,1
	ADVANCE	V\$T5_VAR_TIEMPO_SUBIDA
	LEAVE	T5_STO_P1_DOOR
	TERMINATE	
T5_LBL_P1_CAMBIO	LOGIC R	T5_LGS_P1_SWITCH
	LEAVE	T5_STO_P1_CAPACIDAD,1
	TRANSFER	,T5_LBL_P1_REENTER
T5_LBL_P1_CAMBIO2	LOGIC R	T5_LGS_P1_SWITCH
	ENTER	T5_STO_P1_DOOR
	QUEUE	T5_QUE_P1_SUBIDAS
	ADVANCE	V\$T5_VAR_TIEMPO_SUBIDA
	LEAVE	T5_STO_P1_DOOR
	TERMINATE	
T5_LBL_P1_ENSAMBLAJE	ASSEMBLE	3
	ASSIGN	T5_PAR_CAPACTUAL,S\$T5_STO_P1_CAPACIDAD
	DEPART	T5_QUE_P1_SUBIDAS,Q\$T5_QUE_P1_SUBIDAS
	LEAVE	T5_STO_P1_ESPACIO
	DEPART	T5_QUE_P1_GENERAL

A continuación se muestra los procesos que se realizan para la simulación de los paraderos:

1. Se simula la transferencia de los pasajeros desde la cola de espera en el paradero, hacia el bus troncal.
2. Se ensambla las 3 transacciones de cada uno de los procesos para formar una única transacción bus.
3. Se transfiere el valor del almacenamiento temporal al parámetro de la transacción bus.
4. Se libera el espacio del paradero y se continua con la secuencia

2.7. DISEÑO DE LA BASE DE DATOS PARA EL SIMULADOR

Una base de datos es una colección de datos almacenada en un soporte informático de acceso directo. Los datos estarán compuestos de tal forma que su estructura refleja las interrelaciones y restricciones existentes en el mundo real.

CLAVES

Una clave es un atributo que identifica a cada registro almacenado.

Una tabla puede tener más de una clave, entre las cuales se debe distinguir:



Clave primaria

Es aquella clave que el usuario escogerá por consideraciones ajenas al modelo relacional, para identificar los registros en una tabla.

Clave secundaria

Son aquellas claves que permiten obtener información de otras tablas en las cuales ésta clave secundaria opera como clave primaria.

DESCRIPCIÓN DE TABLAS DE LA BASE DE DATOS

Las tablas que forman parte de la base de datos que almacenará la información requerida por el simulador, y los resultados obtenidos en lo largo de simulación del Sistema METROVÍA Troncal 5, se detallan a continuación:

Tabla Simulaciones:

Tabla 1
Campos de la tabla Simulaciones

Id	Numeric	9
Nombre	Varchar	200
Fecha	Datetime	8

Esta entidad tiene como función almacenar las diferentes simulaciones que el usuario realice, entendiéndose por simulaciones a los diferentes diseños de políticas que se ingresen para la ruta Troncal 5.

Cada campo cumple lo siguiente:

Id: Campo numérico de longitud 9, asigna un número a cada nueva simulación.

Nombre: Campo del tipo varchar de longitud 200, almacena el nombre de la simulación.

Fecha: Campo del tipo Datetime de longitud 8, asigna la fecha actual de la simulación.

Los registros de las demás tablas estarán relacionadas con la tabla *simulaciones*, ya que todos los parámetros que se definan en el modelo guardan relación con el modelo de simulación al que pertenecen.

Tabla Paradero:

Tabla 2
Campos de la tabla Paradero

Id	Numeric	9
Direccion	Varchar	500
Dimension	Numeric	9
Id_tipo	Numeric	9
Terminal	Numeric	9
Id_simulacion	Numeric	9
numero	Numeric	9

Tiene como función almacenar las características que tenga cada paradero que se incluya en la simulación.

Cada campo cumple lo siguiente:

Id: Campo numérico de longitud 9, asigna un número de identificación a paradero.

Dirección: Campo del tipo carácter "Varchar", y almacena la dirección de ubicación del paradero según la ruta establecida.

Dimensión: Campo numérico de longitud 9, almacena el tamaño del paradero.

Id_tipo: Campo numérico de longitud 9, almacena el tipo de paradero los cuales se identifican con un número ya sea 0, 1 y 2 para Terminal de salida, una vía y doble vía respectivamente.

Terminal: Campo numérico de longitud 9, asigna un número para indicar si el paradero es terminal de transferencia o no lo es.

Id_simulacion: Campo numerico de longitud 9, devuelve el numero de identificación correspondiente de la simulación sobre la que se esta trabajando.

Numero: Campo numerico de longitud 9, asigna un numero secuencial para identificar a los paraderos de acuerdo a la simulación.



La tabla *paraderos* está relacionada con el modelo o diseño a simular por medio del campo *id_simulacion*, también guarda relación con la tabla *tipos_paraderos* la misma que indica si el paradero se encuentra en calles de “una vía” o “dos vías”.

A pesar de que los paraderos están identificados por su clave única *id*, es importante que el paradero tenga otro identificador, ya que el campo *id* identifica al paradero pero por ser este de tipo secuencial generará identificadores indistintamente de la simulación en que se trabaja lo que dificultaría la identificación de los paraderos por parte del usuario.

La dirección en que se encuentra ubicado el paradero se lo especifica en el campo *dirección*, y el campo *terminal* es un campo “booleano” (verdadero o falso), que nos indicará si el terminal funcionará como terminal de transferencia para otras rutas; este campo es informativo y no afectará el modelo de simulación ya que en el simulador actual se pretende analizar únicamente el comportamiento de la ruta troncal 5 independientemente del funcionamiento de las demás rutas.



Tabla Tipos_Paraderos:

Tabla 3
Campos de la tabla Tipos_Paradero

Id	Numeric	9
Descripcion	Varchar	200

Tiene como función especificar el tipo de paradero que se va a usar según la ruta establecida, es decir si será de una vía o doble vía.

Los campos utilizados son:

Id: Campo numérico de longitud 9, asigna un número de identificación para el tipo de paradero.

Descripción: Campo del tipo caracter de longitud 200, almacena el nombre asignado a cada tipo de paradero: 0: Terminal, 1: Una Vía, 2: Doble Vía.

Tabla Semáforo:

Tabla 4
Campos de la tabla Semáforo

Id	Numeric	9
Id_simulacion	Numeric	9
Numero	Numeric	9
Direccion	Varchar	200

Tiene como función almacenar la información de cada semáforo que se incluya en la simulación. Los campos utilizados son:

Id: Campo numérico de longitud 9, asigna un numero de identificación a cada semáforo.



Id_simulacion: Campo numerico de longitud 9, devuelve el numero de identificación correspondiente de la simulación sobre la que se esta trabajando.

Numero: Campo numérico de longitud 9, asigna un numero secuencial para identificar a los paraderos de acuerdo a la simulación.

Direccion: Campo del tipo caracter "Varchar", y almacena la dirección de ubicación del semáforo según la ruta establecida.

A pesar de que los semáforos están identificados por su clave única id, es importante que el semáforo tenga otro identificador, ya que el campo id identifica a cada semáforo pero por ser este de tipo secuencial generará identificadores indistintamente de la simulación en que se trabaja lo que dificultaría la identificación de los semáforos por parte del usuario.

Tabla Tiempos_semaforos:

Tabla 5
Campos de la tabla Tiempos_semaforos

Id_semaforo	Numeric	9
Id_simulacion	Numeric	9
Tiempo_verde	Numeric	9
Tiempo_rojo	Numeric	9
retraso	Numeric	9

Tiene como función almacenar los tiempos de estado de los semáforos utilizados en la simulación.

Los campos utilizados son:

Id_semaforo: Campo numérico de longitud 9, devuelve el número de identificación de los semáforos.

Id_simulacion: Campo numérico de longitud 9, devuelve el numero de identificación correspondiente de la simulación sobre la que se esta trabajando.

Tiempo_verde: Campo numérico de longitud 9, almacena el tiempo en que permanece el semáforo en estado verde.

Tiempo_rojo: Campo numérico de longitud 9, almacena el tiempo en que permanece el semáforo en estado rojo.

Retraso: Campo numérico de longitud 9, almacena el tiempo de retraso con el que inicia el semáforo con respecto a otro semáforo de la ruta.

Se utiliza el campo retraso para sincronizar el inicio de operación de los semáforos, como sucede en el sistema real, cuando los semáforos empiezan a trabajar no todos empiezan en un mismo tiempo, este retraso servirá para que el semáforo espere en estado rojo y luego continúe al estado verde. Únicamente esto funciona al



inicio de la simulación ya que luego los semáforos adoptan el tiempo en rojo correspondiente.



Tabla Política:

Tabla 6
Campos de la tabla Política

Id	Numeric	9
Id_simulacion	Numeric	9
Id_politicaCola	Numeric	9
Id_politica_asc_des	Numeric	9
Id_politica_esp_par	Numeric	9
descripcion	Varchar	500

Tiene como función almacenar las diferentes políticas que escoja el usuario para la simulación actual.

Cada campo cumple lo siguiente:

Id: Campo numérico de longitud 9, asigna un número a cada conjunto de políticas que escoja el usuario.

Id_simulacion: Campo numérico de longitud 9, muestra las simulaciones existentes, para que el usuario elija una para asignarle las políticas.

Id_politicaCola: Campo numérico de longitud 9, muestra las diferentes políticas de cola del sistema.

Id_politica_asc_des: Campo numérico de longitud 9, muestra las diferentes políticas de ascenso y descenso de pasajeros a los buses, asignadas cada una a un número para su identificación.

Id_politica_esp_par: Campo numérico de longitud 9, muestra las diferentes políticas de espera de buses en el paradero, para la identificación de cada uno se le asigna un número.

Descripción: Campo de tipo carácter varchar de longitud 500, en este campo se ingresa algún detalle de la política a simular.

Las políticas de operación que se encuentran almacenadas en esta tabla son las siguientes:

Políticas de Cola de Espera en los Paraderos

El simulador ha sido diseñado para que se pueda analizar dos escenarios en los paraderos:

1. Colas Aleatorias, es decir, no existan colas en los paraderos y por lo tanto el orden de llegadas de las personas al paradero es independiente del orden de subidas al bus.
2. Colas FIFO, el orden en que las personas suban al bus dependerá del orden de llegada a los paraderos.

Políticas de Ascenso y Descenso

También se han diseñado dos escenarios con respecto a las subidas y bajadas de las personas del bus.

1. Las subidas y las bajadas de los buses son independientes, existirán 8 puertas por las cuales las personas podrán subir o bajar como deseen.
2. Las personas para subir al bus, deben esperar primero que bajen las personas, es decir primero se realizan los descensos y luego los ascensos.

Políticas de Espera de los buses

Se ha diseñado el simulador para 4 diferentes comportamientos de espera de los buses troncales.

1. Fijo-No puede exceder el tiempo máximo de espera

Al bus troncal se le asigna un tiempo de espera en el paradero con esta opción el bus deberá permanecer el tiempo que se le ha asignado, el único caso en que el bus se puede ir antes de que haya finalizado este tiempo de espera es cuando el bus está lleno y por lo tanto ya no tiene capacidad lo cual indica que ya están ocupados los 180 asientos del bus.

2. Fijo-Sí puede exceder el tiempo máximo de espera

Con esta opción el bus troncal no se puede ir antes de finalizar el tiempo de espera pero sí se puede ir después del tiempo asignado, esto es en el caso de que en el paradero todavía hay personas y la

capacidad del bus todavía está disponible. El único caso en que el bus se puede ir antes del tiempo asignado es cuando el bus ya no tenga capacidad.

3. Flexible - No puede exceder tiempo Máximo de espera

Con esta opción el bus troncal no se podrá ir después del tiempo asignado pero sí se puede ir antes, ya que se puede dar el caso de que ya no hayan personas en el paradero y la espera del bus va a ser innecesaria. También el bus se podrá ir antes de finalizar el tiempo de espera cuando tenga su capacidad ocupada por completo.

4. Flexible - Sí puede exceder tiempo Máximo de espera

Si en el paradero ya no están personas entonces el bus finaliza su tiempo de espera y continúa con su recorrido, además si al finalizar el tiempo de espera todavía hay personas en el paradero el bus espera hasta que la cola de espera quede en cero, también se podrá ir antes el bus cuando la capacidad este ocupada en su totalidad.

Tabla Tiempos_paraderos:

Tabla 7
Campos de la tabla Tiempos_Paradero

Id	Numeric	9
Id_simulacion	Numeric	9
Id_paradero	Numeric	9



Tiene como función almacenar la información de los paraderos referente al tiempo que los buses troncales deben permanecer en

cada paradero asignando un número de identificación a la información según la simulación que pertenece.

Los campos utilizados son:

Id: Campo numérico de longitud 9, asigna un número de identificación a la información del paradero según la simulación.

Id_simulacion: Campo numérico de longitud 9, devuelve el numero de identificación correspondiente de la simulación sobre la que se esta trabajando.

Id_paradero: Campo numérico de longitud 9, devuelve el número del paradero de acuerdo a la simulación elegida.

Tabla detalle_tiempo:

Tabla 8
Campos de la tabla detalle_tiempo

Id_tiempo	Numeric	9
Id_día	Numeric	9
Hora	Numeric	9
Tiempo_espera	Numeric	9

Tiene como función almacenar el tiempo de espera de los buses en el paradero de acuerdo al día y a la hora que establezca el usuario.

Los campos utilizados son:

Id_tiempo: Campo numérico de longitud 9, devuelve el numero de identificación de la entidad tiempo_paradero.

Id_Dia: Campo numérico de longitud 9, devuelve el número que le corresponde a cada día de la semana.

Hora: Campo numérico de longitud 9, devuelve el número que le corresponde a hora del día.

Tiempo_espera: Campo numérico de longitud 9, almacena el tiempo que espera el bus en el paradero de acuerdo al día y la hora escogida.

Relación Maestra – Detalle

Tablas: *tiempos_paraderos* con *detalle_tiempos*

Las tablas que se muestran a continuación poseen la relación *maestra – detalle*, la tabla *tiempos_paraderos* es la tabla maestra, y la tabla *detalle_tiempos* es la tabla detalle.

Figura 2.1
Relación entre la tabla *tiempos_paraderos* con *detalle_tiempos*

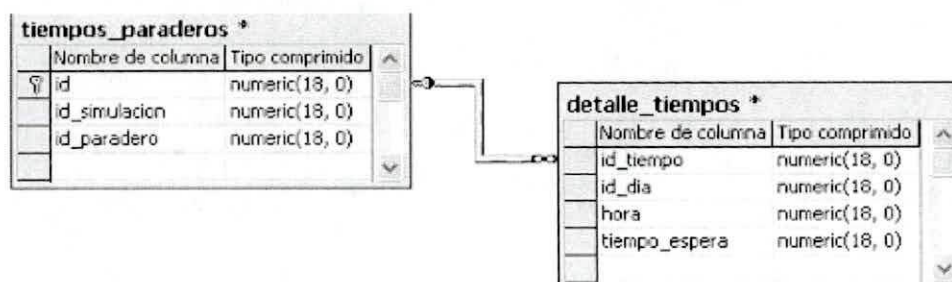


Tabla Salida_buses:

Tabla 9
Campos de la tabla Salida_buses

Id_simulacion	Numeric	9
Id_día	Numeric	9
Hora	Numeric	9
T_entre_salidas	Numeric	9

Tiene como función almacenar los diferentes tiempos entre salidas de los buses del Terminal, de acuerdo a la simulación, día y hora.

Los campos utilizados son:

Id_simulacion: Campo numérico de longitud 9, devuelve el numero de identificación correspondiente de la simulación sobre la que se esta trabajando.

Id_día: Campo numerico de longitud 9, devuelve cada una de los días en los que va a operar el sistema.

Hora: Campo numerico de longitud 9, devuelve cada una de las horas en las que va a operar el sistema.

Entidad Días:

Tabla 10
Campos de la tabla Días

Id	Numeric	9
Nombre	Varchar	50

Tiene como función almacenar los días de la semana que se utilizaran para la simulación.

Los campos utilizados son:

Id: Campo numérico de longitud 9, asigna un número de identificación para cada día de la semana.

Nombre: Campo del tipo carácter "varchar" de longitud 50, almacena el nombre a cada uno de los números correspondientes a los días de la semana.

La tabla *días* almacena los días de la semana por código, de esta forma se hace más rápida la búsqueda de los registros que pertenecen a un determinado día, además la tabla sirve como referencia para las claves foráneas de las demás tablas.

Los datos que almacenará la tabla son los siguientes.

Tabla 11
Registros que componen la tabla días

id	descripción
1	Lunes
2	Martes
3	Miércoles
4	Jueves
5	Viernes
6	Sábado
7	Domingo

Tabla Parámetro:

Tabla 12
Campos de la tabla Parámetro

Id	Numeric	9
Id_simulacion	Numeric	9
Hora	Numeric	9

Tiene como función establecer un número a un parámetro que permita identificar cuantas horas tiene establecidas cada simulación, para operar en el sistema.

Los campos utilizados son:

Id: Campo numerico de longitud 9, asigna un numero de identificación a un parámetro.

Id_simulacion: Campo numérico de longitud 9, devuelve el numero de identificación correspondiente de la simulación sobre la que se esta trabajando.

Hora: Campo numérico de longitud 9, devuelve el número de horas con las que opera cada simulación.

Tabla detalle_parametro:

Tabla 13
Campos de la tabla detalle_parametro

Id_parametro	Numeric	9
Id_dia	Numeric	9

En esta tabla se especifica los días que va funcionar la troncal 5, la tabla tiene dos claves foráneas, la primera *id_parametro* hace referencia a la tabla *parametros* que es su tabla maestra en la cual se especifica las horas que va a funcionar la troncal, la segunda clave foránea *id_dia* hace referencia a la tabla *dias* la cual contiene los días que va a funcionar la troncal.

Los campos utilizados son:

Id_parametro: Campo numérico de longitud 9, asigna un número de identificación a cada parámetro.

Id_dia: Campo numérico de longitud 9, devuelve el numero de identificación del día que se esta trabajando.

Relación Maestra – Detalle

Tablas: *parametros* con *detalle_parametros*

Las tablas que se muestran a continuación poseen la relación *maestra – detalle*, la tabla *parametros* es la tabla maestra, y la tabla *detalle_parametros* es la tabla detalle.

Figura 2.2
Relación entre tabla *parametros* con *detalle_parametros*

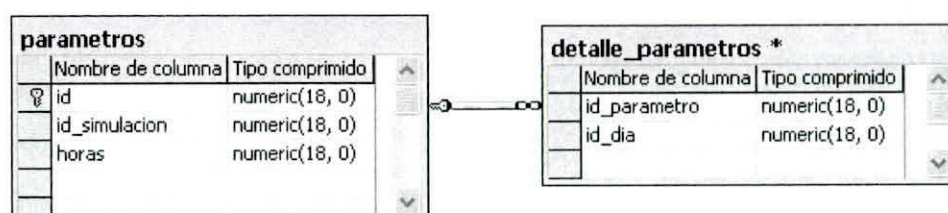


Tabla distribuciones:

Tabla 14
Campos de la tabla Distribuciones

Id	Numeric	9
Id_simulaciones	Numeric	9
Id_paraderos	Numeric	9
Id_tipo	Numeric	9

Tiene como función asignar un identificador a cada tipo de distribución según la simulación y el paradero, la que puede ser el tiempo entre llegada de las personas al paradero ó el tiempo entre llegada de los buses troncales etc.

Los campos utilizados son:

Id: Campo numérico de longitud 9, asigna un número de identificación para cada tipo de función que se requiere para la simulación.

Id_simulaciones: Campo numérico de longitud 9, devuelve el numero de identificación correspondiente de la simulación sobre la que se esta trabajando.

Id_paradero: Campo numérico de longitud 9, devuelve el número de identificación correspondiente de cada paradero.

Id_tipo: Campo numérico de longitud 9, devuelve un número de identificación para cada tipo de distribución que esta relacionado con la tabla tipo_distribuciones.

Tabla detalle_distribuciones

Tabla 15
Campos de la tabla detalle_distribuciones

Id_distribucion	Numeric	9
Id_dia	Numeric	9
Hora	Numeric	9
Funcion	Varchar	200
Id_tipo_funcion	Numeric	9
datos	Varchar	1000

Esta tabla almacena información referente la distribución referente al día y hora, incluyendo el tipo de función en el caso de que sea empírica y los datos correspondientes a la distribución de probabilidad.

Id_distribucion: Campo numérico de longitud 9, código que identifica el tipo de distribución a utilizar

Id_dia: Campo numérico de longitud 9, código que identifica el día al cual se ingresará los datos

Hora: hora a la cual pertenecen los datos ingresados

Funcion: Campo varchar de longitud 200, datos correspondientes a la función empírica

Id_tipo_funcion: Campo numérico de longitud 9, código identificador del tipo de función continua o discreta, en el caso de que se utilice funciones empíricas

Datos: Campo varchar de longitud 1000, datos correspondientes a las funciones que no son empíricas y que se encuentran establecidas en una lista prediseñada.

Todos los datos deben ser ingresados para un paradero específico, y para ello se utiliza la clave foránea *id_distribución* que mediante su relación con la tabla maestra *distribuciones* se establece el paradero en el que se está trabajando.

Los campos *id_día* y *hora*, identifican el día y la hora a la que la distribución de probabilidad pertenece.

El campo *funcion* identifica el tipo de distribución de probabilidad que va a ser asignada a ese paradero en un día y hora específico, este campo puede tener los siguientes valores:

Tabla 16
Registros del campo *funcion*

id	Descripción
1	Constante
2	Uniforme Discreta
3	Uniforme Continua
4	Exponencial
5	Poisson

El campo *id_tipo_funcion* solamente será llenado en caso de que el campo *funcion* tenga el valor de "Empírica", en este campo se ingresará los valores de acuerdo a la tabla *tipo_función* la cual identifica a 1 (Discreta) y 2 (Continua).

Los parámetros del tipo de distribución escogida (Exponencial, Normal, Empírica, Poisson etc.), serán almacenados en el campo *datos*; cabe recalcar que debido a que las diferentes distribuciones

mencionadas requieren de parámetros diferentes, la forma en que el campo datos almacenará estos datos variará de acuerdo al tipo de distribución escogida, de la siguiente manera:

Tabla 17
Parámetros de la Distribución de Probabilidad

Distribución de Probabilidad	Parámetros
Constante	Media
Uniforme Discreta	Media , Desviación
Uniforme Continua	Media , Desviación
Exponencial	Media
Poisson	Media
Normal	Media , Desviación

Los pares ordenados de la función empírica que el usuario haya ingresado se almacenan separados por el símbolo “/”, mientras que los componentes “x” y “y” que componen el par ordenado son separados por “,”

A continuación se describe la forma en que se almacenan los pares ordenados:

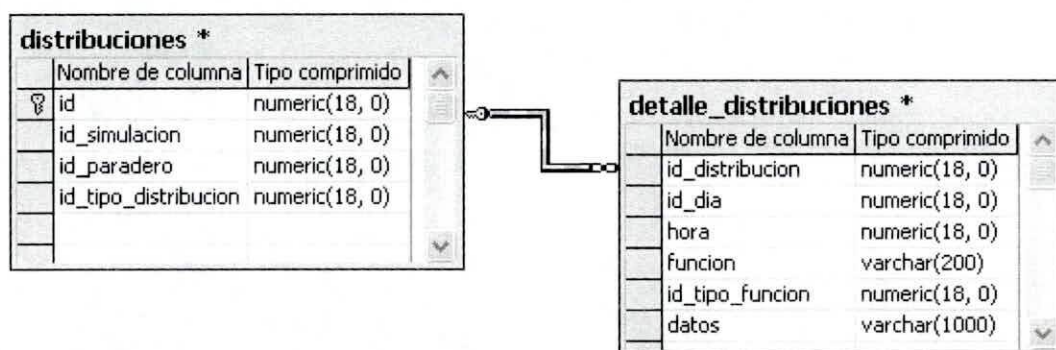
Empírica x1,y1/x2,y2/x3,y3/...../xn,yn

Relación Maestra – Detalle

Tablas: *distribuciones* con *detalle_distribuciones*

La tabla maestra es la tabla *distribuciones* y la tabla detalle es la tabla *detalle_distribuciones*. La funcionalidad básica de este conjunto de tablas es la de almacenar los datos referentes a los distintos tipos de distribuciones de probabilidad relacionadas con cada paradero para un determinado día y hora específico.

Figura 2.3
Relación entre la tabla *distribuciones* con *detalle_distribuciones*



Entidad tipo_distribuciones

Tabla 18
Campos de la tabla Tipos_distribuciones

Id	Numeric	9
descripcion	Varchar	200



Almacena el nombre de los tipos de distribuciones que requiere el simulador para poder operar y a cada uno le asigna un número identificador. Los tipos de distribuciones son: Llegada de Pasajeros

al Paradero(Tiempo entre llegadas), Bajada de Pasajeros en el Paradero(Numero de Pasajeros), Llegada de Pasajeros al Paradero por Alimentadora(Numero de Pasajeros), Llegada de Alimentadoras al Paradero(Tiempo entre llegadas), asignando 1, 2, 3, 4 respectivamente.

Los campos utilizados son:

Id: Campo numérico de longitud 9. Asigna un numero identificador a cada tipo de distribución.

Descripción: Campo del tipo caracter "varchar" de longitud 200, almacena el nombre de cada tipo de distribución.

Entidad tipo_funcion

Tabla 19
Campos de la tabla Tipo_funcion

Id	Numeric	9
descripcion	Varchar	200

Id: Campo numérico de longitud 9. Asigna un numero identificador a cada tipo de distribución.

Descripción: Campo del tipo caracter "varchar" de longitud 200, almacena el nombre de cada tipo de distribución discreta o continua. Cuando el usuario utilice funciones empíricas la tabla almacena el tipo de función ya sea discreta o continua para dicha distribución empírica. Cuando el usuario utilice un tipo de distribución diferente a

los que se encuentran en la lista de funciones establecidas para operar en el simulador, el usuario deberá especificar una función empírica de tipo continua e ingresar la mayor cantidad de pares ordenados posibles para así el simulador utilice estos pares para crear una curva que se aproxime a la verdadera función, de esta manera el simulador utilizará esta curva para simular la distribución requerida por el usuario que no se encuentra en la lista que ofrece el diseño del simulador.

Tabla Secuencia_objetos

Tabla 20
Campos de la tabla Secuencia_Objeto

Id_simulacion	Numeric	9
Orden	Numeric	9
Id_objeto	Numeric	9
Tipo_objeto	Varchar	50
Distancia	Decimal	9
Tiempo	Decimal	9
Desviación	Decimal	9

Esta tabla almacena la secuencia o el orden de objetos que asigne el usuario para el diseño la ruta establecida y la distancia que existe entre cada uno, entendiéndose como objetos a los semáforos, paraderos y terminales.

Los campos utilizados son:

Id_simulacion: Campo numérico de longitud 9, devuelve el numero de identificación correspondiente de la simulación sobre la que se esta trabajando.

Orden: Campo numérico de longitud 9, asigna un número en forma ascendente a cada objeto que se vaya colocando.

Id_objeto: Campo numérico de longitud 9, devuelve el numero de identificación de cada objeto, de acuerdo a la simulación sobre la que se esta trabajando.

Tipo_objeto: Campo del tipo carácter "varchar" de longitud 50, almacena una letra para identificar que objeto se esta asignando. Si el objeto es un paradero asigna la letra "P", si es una Terminal "T", y si es un semáforo "S".

Distancia: Campo decimal de longitud 9, almacena la distancia entre objetos.

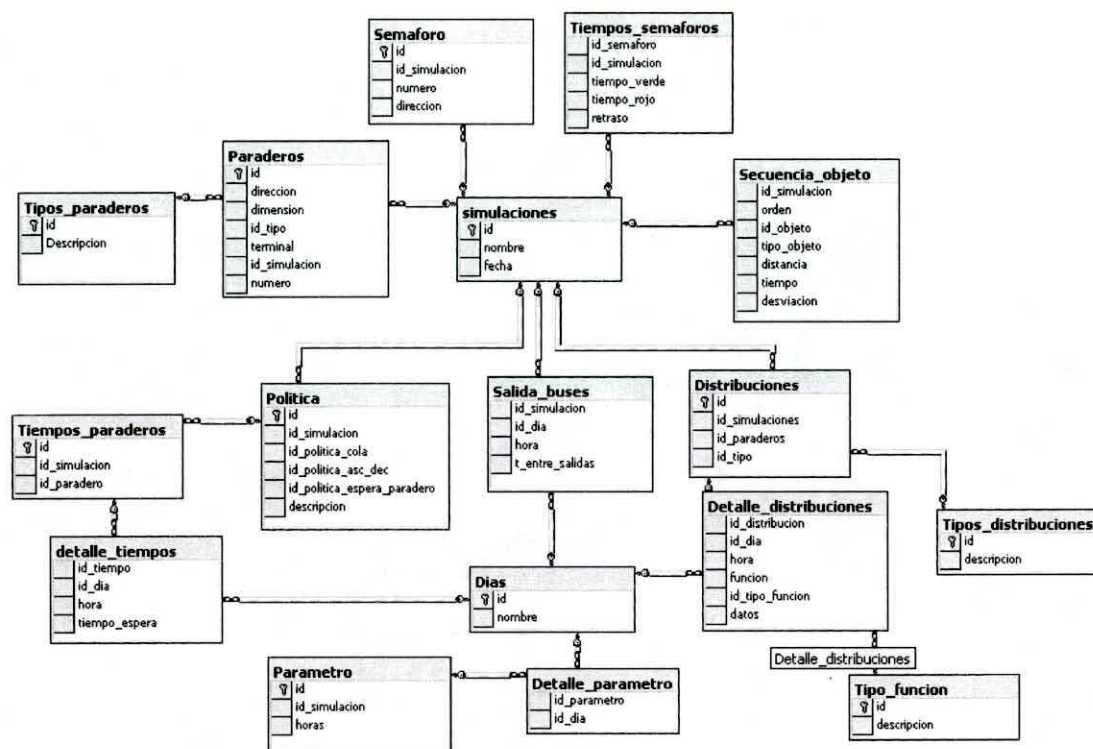
Tiempo: Campo decimal de longitud 9, almacena el tiempo que se toma en llegar de un objeto a otro.

Desviación: Campo decimal de longitud 9, almacena



Diagrama Entidad-Relación

Figura 2.4
Diagrama Entidad – Relación para la Base de Datos del Simulador Troncal 5



CAPÍTULO 3

3. RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

3.1. INTRODUCCIÓN

Para comprender mejor este trabajo, se explicará como se ha realizado la investigación de los datos y poder determinar las distribuciones que serán ingresadas al simulador, fijando así las variables de mayor interés que se deben tener presentes, estableciendo una metodología de recolección de información. En la sección 3.4 se muestra las variables mas importantes que se deben incluir en el modelo, en la sección 3.5 se analiza la metodología de recolección de información, luego en la sección 3.7 se muestra la toma de datos para la Troncal 5 del nuevo Sistema de

Transportes Metrovía”, en la sección 3.8 se determina las distribuciones de probabilidad para las variables, en la sección 3.9 se muestra el análisis de las distribuciones, y finalizando en la sección 3.10 se muestra el resumen de las distribuciones encontradas que se ingresaran al simulador.

3.2. OBJETIVO DE ANÁLISIS

Para poder analizar las diferentes políticas del sistema de transporte, es necesario alimentar al Simulador de la Ruta Troncal 5 con información acerca de: Llegada de Pasajeros al Paradero (Tiempo entre llegadas), Bajada de Pasajeros en el Paradero (Número de Pasajeros), Llegada de Pasajeros al Paradero por Alimentadora (Número de Pasajeros), y Llegada de Alimentadoras al Paradero (Tiempo entre llegadas). Por lo tanto el objetivo es encontrar las diferentes distribuciones estadísticas que servirán para generar estas opciones, se debe tomar en cuenta que este nuevo Sistema de Transporte es un proyecto creado por la M.I, Municipalidad de Guayaquil con una duración de creación de 20 años por lo tanto no se cuenta con información que ayude a la troncal No. 5 “Puente Portete – Centro”, por esta razón en el presente trabajo se ha realizado el estudio para Ascensos y Descensos de personas en los



distintos paraderos de la ruta, por no tener información a cerca de los buses alimentadores.

3.3. POBLACIÓN OBJETIVO

La población objetivo para estudio de esta tesis son todas las personas usuarios del transporte urbano que se encuentren en las zonas sur-oeste y centro de Guayaquil, zonas que cubren la ruta Troncal 5 del sistema de transporte "Metrovía" desde el Puente Portete hasta el Centro de la urbe.

3.4. DETERMINACIÓN DE LAS VARIABLES A ANALIZAR

A continuación se definirá las variables que se utilizaran para el desarrollo del simulador "MetroSys T5".

Para cada paradero se analizan las variables que serán las distribuciones que se ingresaran en el simulador.

Las variables a analizar son dos: *"Número de personas que llegan a un determinado paradero"* y la variable *"Numero de personas que parte de un determinado paradero hacia los demás paraderos que conforman la ruta"*

3.5. METODOLOGÍA DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

SELECCIÓN DE PARADEROS

Como se ha mencionado anteriormente este proyecto desarrollado por el Municipio de Guayaquil tiene una duración de 20 años, y hasta el momento solo se tiene establecido el diseño total de la primera ruta "Troncal Guasmo – Terminal Rio Daule" que incluye, paraderos, semaforización, Número de buses y la construcción del carril exclusivo. Por esta razón, para el diseño de la troncal No.5 se tomó la política general que estableció el Municipio para todas las rutas y esta es, que los paraderos deberán estar ubicados cada 400 mts., entonces se analizó la ruta por tramos y se escogió a los paraderos actuales, ubicándolos de acuerdo a la distancia antes mencionada, tomando en cuenta también la ubicación de acuerdo a la demanda de personas.

Los paraderos son de gran importancia para este estudio, ya que en ellos se levantará información del tiempo que existe entre las llegadas de personas y además la cantidad de personas que descenden de los buses. Los paraderos que se encuentran establecidos en el diseño de la ruta Troncal 5 se muestran a continuación:

Tabla 21
Número de Paraderos de la ruta "Puente Portete- Centro" – GUAYAQUIL

Numero	Principal	Intersección	Distancia (metros)
0	Av. José Rodríguez	Av. Barcelona S. C.	0
1	Portete	Mons. C. Mosquera (38)	690
2	Portete	Manuel Dias (34)	410
3	Portete	Assad Bucaram (29)	390
4	Assad Bucaram (29)	Fco de Marco	400
5	Gomez Rendón	Ismael Perez (23)	400
6	Gomez Rendón	Roberto Levi (21)	400
7	Gomez Rendón	Milagro (17)	390
8	Gomez Rendón	Balzar (16)	200
9	Gomez Rendón	Santa Elena	500
10	Gomez Rendón	Leonidas Plaza	490
11	Gomez Rendón	Lizardo Garcia	410
12	Gomez Rendón	Av. Del Ejército	500
13	Gomez Rendón	José de Antepara	190
14	Gomez Rendón	Pedro Moncayo	290
15	Gomez Rendón	Lorenzo de Garaycoa	390
16	Gomez Rendón	Chile	410
17	Eloy Alfaro	Febres Cordero	250
18	Eloy Alfaro	Colón	680
19	Sucre	Chimborazo	310
20	Boyacá	Av. Olmedo	300
21	Olmedo	Chile	310
22	Chile	Febres Cordero	400
23	Cuenca	6 de Marzo	490
24	Cuenca	Pedro Moncayo	300
25	Cuenca	José de Antepara	400
26	Cuenca	Esmeraldas	200
27	Cuenca	Los Rios	190
28	Cuenca	Leonidas Plaza	590
29	Cuenca	Emilio Estrada	310
30	Cuenca	Enrique Maulme G. (13)	500
31	Cuenca	Milagro (17)	380
32	Cuenca	Roberto Levi (21)	410
33	Cuenca	Domingo Norero (24)	290
34	Cuenca	Aurelio Uraga (27)	310
35	Cuenca	Assad Bucaram (29)	200
36	Assad Bucaram (29)	Fco de Marco	400
37	Portete	Assad Bucaram (29)	300
38	Portete	Manuel Dias (34)	400
39	Portete	Mons. C. Mosquera (38)	390

Debido a los pocos recursos con los que se contó no se tomó los datos en los 40 paraderos que componen la Ruta Troncal 5, si no que se realizó un estudio de campo donde se observó la mayor

afluencia de personas al paradero y se los seleccionó para realizar el levantamiento de información, los paraderos en los que se tomó información que será ingresada al simulador se muestra a continuación:

Tabla 22
Paraderos designados para el levantamiento de información

Número	Paradero	Tipo
0	Av. José Rodríguez y Av. Barcelona S. C. (P.J.)	Terminal
1	Portete y Mons. Cesar Mosquera (38ava.)	Doble Vía
2	Portete y Assad Bucaram (29ava.)	Doble Vía
3	Assad Bucaram (29ava) y Francisco de Marco	Una Vía
4	Gómez Rendón y Milagro (17ava.)	Una Vía
5	Gómez Rendón y Av. del Ejército	Una Vía
6	Gómez Rendón y José de Antepara	Una Vía
7	Gómez Rendón y Pedro Moncayo	Una Vía
8	Eloy Alfaro y Cristóbal Colón	Una Vía
9	Boyacá y Av. Olmedo	Una Vía
10	Cuenca y Pedro Moncayo	Una Vía
11	Cuenca y José de Antepara	Una Vía
12	Cuenca y Los Ríos	Una Vía
13	Cuenca y Leonidas Plaza	Una Vía
14	Cuenca y Milagro (17ava.)	Una Vía
15	Assad Bucaram (29ava.) y Fco. de Marco	Una Vía
16	Portete y Assad Bucaram (29ava) (Regreso)	Doble Vía
17	Portete y Mons. Cesar Mosquera (38ava.) (Regreso)	Doble Vía

SELECCIÓN DE DÍAS PARA EL LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

Los días en los que el simulador de la Ruta Troncal 5 va a operar son los lunes, miércoles, viernes, sábado y domingo, porque se asume que estos días son diferentes entre si y que los días martes y jueves se ajustan al día miércoles.

SELECCIÓN DE HORAS PARA EL LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

El Municipio ha determinado que el funcionamiento del Sistema de Transporte Metrovía es de 19 horas consecutivas desde las 5:00 hasta las 24:00 horas los 7 días de la semana.

Para que el simulador pueda funcionar, el usuario deberá ingresar la información de tiempo entre llegadas de personas y número de bajadas de personas al paradero en cada una de las horas y días establecidos.

Pero debido a la falta de recursos para recopilar los datos en las 19 horas, se realizó el levantamiento de información en las horas pico y no pico en cada paradero.

El procedimiento para la asignación de horas en las que se tomo información se describe a continuación:

Se dividió a las 19 horas en dos jornadas, por la mañana desde las 5:00 hasta las 12:00 y por la tarde desde las 13:00 hasta las 24:00 horas, en estas jornadas se establecieron las horas pico y no pico para realizar el levantamiento de información.

La Municipalidad de Guayaquil no ha realizado un estudio para la troncal 5 con respecto a las horas pico y horas no pico del tiempo entre llegada de las personas a los paraderos y la cantidad de

personas que descienden en los paraderos, tomando ciertas recomendaciones las cuales son el resultado de la experiencia obtenida en diversos estudios realizados para las troncal 1,2 y 3.

Entonces para designar las horas pico y no pico de la Ruta Troncal 5, se divide a la ruta en Zona de Vivienda y Zona Comercial:

Zona de Vivienda:

La Zona de Vivienda abarca desde la calle Portete hasta la calle Eloy Alfaro cuando la Ruta troncal 5 esta de ida hacia el centro de la ciudad y cuando retorna la zona comprende desde la calle Cuenca hasta la calle Portete, por ser una zona de vivienda las horas en que mas afluencia de personas a los paraderos existe es en las primeras horas de la mañana.

Zona de Comercial:

La Zona Comercial abarca desde la calle Eloy Alfaro hasta la Av. Olmedo, que bordean el Centro de la Ciudad de Guayaquil, en esta zona se registra mayor afluencia de personas a los paraderos en las horas de la tarde.

Para estas dos Zonas con las que cuenta la ruta Troncal 5 se ha combinado las siguientes horas pico y no pico dependiendo del día:

Tabla 23
Horas Pico y No pico de llegadas de personas a los paraderos

	DIAS		
	Lunes, Miercoles, Viernes	Sábado	Domingo
Primera Jornada 5:00 am - 12:00 am	Horas Pico	Horas Pico	Horas Pico
	7:00 - 8:00	7:00 - 8:00	9:00 - 10:00
	8:00 - 9:00	8:00 - 9:00	
	Hora no Pico	Hora no Pico	Hora no Pico
	9:00 - 10:00	9:00 - 10:00	11:00 - 12:00
Segunda Jornada 13:00 pm - 24:00 pm	Horas Pico	Horas Pico	Horas No pico
	16:00 - 17:00	13:00 - 14:00	15:00 - 16:00
	17:00 - 18:00	17:00 - 18:00	
	18:00 - 19:00	19:00 - 20:00	
	19:00 - 20:00		
	Horas No pico	Horas No pico	
	15:00 - 16:00	15:00 - 16:00	

3.6. TOMA DE DATOS

Una vez establecidos los paraderos días y horas de las variables sobre las que se va a tomar la información y que son el objeto de estudio, se procederá a levantar la información sobre:

- Tiempo entre llegadas de personas a los distintos paraderos.
- Número de personas que bajan a cada paradero.

A continuación se muestra el proceso para el levantamiento de información en los paraderos sobre las variables objeto de estudio:

LLEGADAS DE PERSONAS A LOS PARADEROS

Para poder analizar las llegadas de las personas a los paraderos en un día y hora específica, se procedió a contar el número de personas que llegaban por minuto a cada paradero los días lunes,



miércoles, viernes en las horas pico y no pico establecidas anteriormente.

Una vez obtenida la información sobre esta variable en cada paradero día y hora se procederá a realizar el estudio para determinar que tipo de distribución tienen estos datos, y así poder ser ingresados al simulador

Por motivos de falta de recursos cabe recalcar que la información que se obtuvo fue de un solo día lunes, miércoles, viernes, sábado y domingo en las horas pico y no pico.

NÚMERO DE PERSONAS QUE DESCIENDEN DE LOS BUSES EN LOS PARADEROS

Para el estudio de esta variable, se procedió a consultar el destino que las personas en cada paradero, día y hora específica.

Conociendo los destinos de las personas consultadas se procedió ubicar las bajadas de las personas en cada uno de los paraderos que conforma la ruta Troncal 5, realizando este estudio se podrá conocer la probabilidad que tienen las personas que se suben en un determinado paradero y que tengan como destino los demás paraderos que componen la ruta.

El procedimiento que se realizó para el levantamiento de la información fue el siguiente:

1. En cada uno de los 18 paraderos seleccionados para el levantamiento de información, en los días y horas especificados para la toma de datos realizó una pregunta abierta a las personas que llegaban al paradero ¿Hacia donde se dirige?. Por ejemplo, en el paradero 0 (Policía Judicial) el cual se encuentra ubicado en la Av. José Rodríguez y Av. Barcelona Sporting Club (Junto a la P.J. de Guayaquil) el día Lunes de 8:00 a.m.- 9 p.m. se encuestó a 83 personas.
2. Con la información levantada, el siguiente paso fue analizar cuál sería el paradero en el que se debería bajar esta persona para llegar a su lugar de destino cuando empiece a funcionar la Troncal 5. Por ejemplo si una persona que está en el paradero 0 quiere dirigirse hasta la ciudadela La Pradera, el paradero en el que la persona se tiene que bajar cuando funcione la Troncal 5 es el paradero 13 (Gómez Rendón y José de Antepara), luego en este paradero deberá tomar un bus alimentador u otra troncal para llegar al destino requerido.

Para esta designación de destinos primero se analizó que, las personas que desean dirigirse al sur de la ciudad deberán bajarse en el paradero número 13, las que deseen dirigirse al centro deberán

bajarse en los paraderos 18,19,20 o 21, si su destino es el norte de la ciudad deberán bajarse en el paradero 18 para poder tomar la ruta 1 que lleva hacia el norte de la ciudad, mientras que las personas que se dirigen al noroeste de la ciudad, sus bajadas serán en la terminal es decir el paradero 0 y luego tomar buses alimentadores, si los destinos de las personas son el sur oeste deberán bajarse en el paradero 3 y tomar buses alimentadores de acuerdo a su destino, se realiza este análisis con el criterio de que la ruta troncal 5 abarcará la zona oeste de la ciudad.

Para organizar la información levantada se utilizó una matriz origen destino, la cual permite visualizar la distribución de los destinos de los pasajeros que entran al sistema de transporte en un determinado paradero, día y hora, que conforman la ruta Troncal 5.

Esta matriz está conformada por 40 filas y 40 columnas que representan los paraderos de la ruta troncal 5.

SISTEMA DE SEMAFORIZACIÓN

La M.I. Municipalidad de Guayaquil está estudiando la posibilidad de instalar semáforos inteligentes a lo largo de la ruta Troncal 5, el principal beneficio que se obtiene con estos semáforos es que al sentir que los buses troncales se acerca al semáforo inteligente como así se lo denomina este automáticamente realiza las

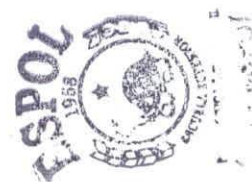


operaciones necesarias para dar prioridad a los buses troncales poniendo la luz en verde, todo esto se logra gracias al censor que poseen éstos semáforos. Con este nuevo sistema de semaforización los buses troncales minimizan el tiempo de espera en los semáforos lo cual genera una mayor agilidad al sistema Metrovía.

El simulador Metrovía Troncal 5 no trabajará con el sistema de semaforización de los semáforos inteligentes ya que el mayor interés de la M.I. Municipalidad de Guayaquil es saber como funcionaría con los semáforos actuales, debido al elevado costo que representa adquirir los semáforos inteligentes.

En la actualidad en el recorrido de la ruta Troncal 5 funcionan 57 semáforos, la información que se requiere de cada uno de ellos es el tiempo en que permanecen en luz roja, luz amarilla y luz verde, ésta se la pudo obtener gracias a la colaboración del Departamento de Semaforización de la CTG.

El tiempo de permanencia de la luz de los semáforos es constante, es decir el tiempo no varía en función de los días ni de las horas, únicamente cambiará cuando se modifique el chip que posee cada semáforo. Por restricciones del simulador el tiempo de la luz amarilla será sumada al tiempo de la luz roja, de esta forma el simulador de los semáforos únicamente operará con estos dos tiempos.



En la siguiente tabla se describe dirección, tiempo de la luz roja (luz roja+luz amarilla) y tiempo de la luz verde de los semáforos que operan actualmente a lo largo de la ruta Troncal 5.

Tabla 24
Tiempos de estado rojo y verde para los semáforos de la ruta Troncal 5

DIRECCION		TIEMPOS/segundos	
Principal	Interseccion	Verde	Rojo
Portete	Mons. César Mosquera	45	35
Portete	Assad Bucaram	43.58	37.01
Assad Bucaram	Gomez Rendón	59.34	27.89
Gomez Rendón	Domingo Norero (24)	30.6	30.3
Gomez Rendón	Milagro (17)	38	24
Gomez Rendón	Federico Godin	32.39	37.92
Gomez Rendón	Alfredo Valenzuela	36.19	43.81
Gomez Rendón	Leonidas Plaza	34.1	45.8
Gomez Rendón	Tungurahua	35.38	42.31
Gomez Rendón	Los Rios	32.93	37.02
Gomez Rendón	Esmeraldas	32.93	37.02
Gomez Rendón	García Moreno	30.73	39.17
Gomez Rendón	José de Antepara	27.15	32.85
Gomez Rendón	Machala	35.64	24.46
Gomez Rendón	Av. Quito	32.93	37.02
Gomez Rendón	Pedro Moncayo	32.93	37.02
Gomez Rendón	Guaranda	30.73	39.17
Gomez Rendón	Manuel Villavicencio	30.6	30.3
Gomez Rendón	6 de Marzo	38	24
Gomez Rendón	Lorenzo de Garaycoa	32.39	37.92
Gomez Rendón	Coronel	36.21	43.94
Gomez Rendón	Chimborazo	36.29	59.88
Gomez Rendón	Chile	54.32	25.43
Gomez Rendón	Eloy Alfaro	59.34	27.89
Eloy Alfaro	Brasil	58.12	26.58
Eloy Alfaro	Olmedo	40	30.5
Eloy Alfaro	Colón	40	30.5
Pedro Carbo	Sucre	26.7	44
Sucre	Chile	26.7	44
Sucre	Chimborazo	40.12	39.68
Sucre	Boyacá	39.89	40.11
Boyacá	Colón	43.58	37.01
Boyacá	Av. Olmedo	46.21	23.94
Olmedo	Lavayen	46.29	29.88
Olmedo	Tnte. Cacique Hilario Alvarez	45.32	25.43
Chile	Cuenca	46.21	23.94
Cuenca	Chimborazo	36.29	59.88
Cuenca	Rumichaca	54.32	25.43
Cuenca	Lorenzo de Garaycoa	59.34	27.89
Cuenca	6 de Marzo	58.12	26.58
Cuenca	Manuel Villavicencio	30.5	40
Cuenca	Guaranda	43.58	37.01
Cuenca	Pedro Moncayo	26.21	53.94
Cuenca	Av. Quito	36.29	59.88
Cuenca	Machala	54.32	25.43
Cuenca	José de Antepara	26.21	53.94
Cuenca	Esmeraldas	36.29	59.88
Cuenca	Los Rios	26.21	53.94
Cuenca	Tungurahua	36.29	59.88
Cuenca	Leonidas Plaza	54.32	25.43
Cuenca	Federico Godin	59.34	27.89
Cuenca	Enrique Maulme Gomez (13)	43.58	37.01
Cuenca	Milagro (17)	26.21	53.94
Cuenca	Domingo Norero (24)	36.29	59.88
La 29	Gomez Rendón	54.32	25.43
Portete	Assad Bucaram	43.58	37.01
Portete	Mons. César Mosquera	45	35

VELOCIDAD DE LOS BUSES TRONCALES

Con la intención de analizar el tiempo de recorrido de los buses troncales se ha diseñado los intervalos de velocidad que utilizarán los buses en el recorrido de la Troncal 5. Se diseñó intervalos de velocidad para distancias entre objetos (paraderos y semáforos) menores a 30 m. y mayores a 60 m.

Distancia Entre Objetos Menores a 60 m.:

Para las distancias entre objetos que se encuentren a menos de 30 metros los intervalos de velocidad estarán dados de la siguiente manera por ejemplo un paradero y un semáforo que se encuentra entre 0 y 30 metros el bus troncal circulará a una velocidad entre 15 y 25 km/hora, si la distancia entre objetos está entre 31 y 60 metros el bus deberá circular a una velocidad entre 26 y 35 km/h.

Tabla 25
Intervalos de velocidad para distancias menores a 60 m.

Distancias menores a 60 metros	
Intervalo de Velocidad (km/h)	Intervalo de Distancias (m.)
15 – 25	0 - 30
26 – 35	31 – 60

Distancia Entre Objetos Mayores a 60 m.

Para las distancias entre objetos mayores de 60 metros el intervalo de velocidad que el bus deberá circular esta entre 46 y 55 km/h, donde se considerara una zona de congestionamiento medio.

Tabla 26
Intervalos de velocidad para distancias mayores a 60 mts.

Distancias mayores a 60 metros	
Intervalo de Velocidad (km/h)	Intervalo de Distancia
46 – 55	Mayor a 60 mts.

Media y Desviación del Tiempo que Toma el Bus Troncal en Llegar a un Objeto

Cuando se haya identificado todas las distancias que separan a los objetos y se les haya asignado el intervalo de velocidades con que se circulará el bus troncal, dicho intervalo estará expresado en kilómetros por hora el cual debe ser convertido en metros por segundo, para poder obtener el tiempo en segundos que el bus tarda en llegar de un objeto a otro, ya que el simulador trabaja sobre esta unidad de tiempo.

Para saber el tiempo de llegada de un objeto a otro se hace uso de la siguiente fórmula (*ecuación 3.1*):

$$Tiempo = \frac{Espacio}{Velocidad}$$

Ecuación 3.1

Con la ecuación 3.1 se calcula el tiempo para el límite inferior y el límite superior del intervalo de velocidad ya identificado con el que va a movilizar el bus troncal. La media se obtiene calculando el promedio entre estos dos valores y el valor de la desviación se lo



obtiene restando la media con uno de los valores del tiempo de los límites de velocidad calculados anteriormente.

A continuación se muestra el cálculo de la obtención de la media y la desviación del tiempo que tarda el bus troncal en llegar por ejemplo del Semáforo 1 ubicado en las calles Portete y Mons. César Mosquera, teniendo como partida del bus el paradero 0 que funciona como Terminal de Integración el mismo que se encuentra ubicado junto a la Policía Judicial de Guayaquil. La distancia que existe entre estos dos objetos es de 700 metros, como la distancia es mayor a los 60 metros se procede a buscar el intervalo de velocidad en el que viajará el bus, por lo que circulará 46 y 55 km. por hora.

Tabla 27
Cálculo de Media y Desviación

Distancia Mayor a 60 mts.		
Distancia	700	
Velocidad expresada en km/hora	46	55
Velocidad convertida a mts/segundos	12.78	15.28
Tiempo= Distancia/Velocidad_(mts/segimdp)	54.78	45.82
Media	50.30	
Desviación	4.48	

Para obtener el promedio y desviación del tiempo que transcurre en llegar de un objeto a otro se hace uso de la ecuación 3.2, 3.3 y 3.4

$$Media = \frac{Tiempo(LímiteSuperior) + Tiempo(LímiteInferior)}{2}$$

Ecuación 3.2

$$Media = \frac{54.78 + 45.82}{2} = 50.30$$

$$Desviación = Tiempo(LímiteSuperior) - Media$$

Ecuación 3.3

$$Desviación = 54.78 - 50.30 = 4.48$$

$$Desviación = Media - Tiempo(LímiteInferior)$$

Ecuación 3.4

$$Desviación = 50.30 - 45.82 = 4.48$$

A continuación se presenta la tabla 3.8 que muestra la media y la desviación que tarda el bus troncal en llegar a cada uno de los objetos que conforma el diseño de la ruta Troncal 5 teniendo como partida el objeto Paradero 0 (Terminal de Integración).



Tabla 28
Media y Desviación del tiempo que tarda el bus troncal 5 de un objeto a otro

Tipo Objeto	Principal	Intersección	Tiempo entre Objetos
Paradero	Av. José Rodríguez	Av. Barcelona S. C.	(0,0)
Paradero	Portete	Mons. C. Mosquera (38)	(49.58 , 4.42)
Semáforo	Portete	Mons. C. Mosquera (38)	(1.92 , 0.48)
Paradero	Portete	Manuel Dias (34)	(28.74 , 2.56)
Paradero	Portete	Assad Bucaram (29)	(28.02 , 2.50)
Semáforo	Portete	Assad Bucaram (29)	(1.92 , 0.48)
Paradero	Assad Bucaram (29)	Fco de Marco	(28.74 , 2.56)
Semáforo	Assad Bucaram (29)	Gomez Rendón	(14.37 , 1.28)
Paradero	Gomez Rendón	Ismael Perez (23)	(28.74 , 2.56)
Semáforo	Gomez Rendón	Domingo Norero (24)	(7.19 , 0.64)
Paradero	Gomez Rendón	Roberto Leví (21)	(21.56 , 1.92)
Paradero	Gomez Rendón	Milagro (17)	(28.02 , 2.50)
Semáforo	Gomez Rendón	Milagro (17)	(1.92 , 0.48)
Paradero	Gomez Rendón	Balzar (16)	(7.19 , 0.64)
Semáforo	Gomez Rendón	Federico Godín (11)	(28.74 , 2.56)
Paradero	Gomez Rendón	Santa Elena	(7.19 , 0.64)
Semáforo	Gomez Rendón	Alfredo Valenzuela	(14.37 , 1.28)
Paradero	Gomez Rendón	Leonidas Plaza	(20.84 , 1.86)
Semáforo	Gomez Rendón	Leonidas Plaza	(1.92 , 0.48)
Paradero	Gomez Rendón	Lizardo García	(28.74 , 2.56)
Semáforo	Gomez Rendón	Tungurahua	(7.19 , 0.64)
Semáforo	Gomez Rendón	Los Ríos	(21.56 , 1.92)
Semáforo	Gomez Rendón	Esmeraldas	(7.19 , 0.64)
Paradero	Gomez Rendón	Av. Del Ejército	(7.19 , 0.64)
Semáforo	Gomez Rendón	Garcia Moreno	(7.19 , 0.64)
Paradero	Gomez Rendón	José de Antepara	(6.47 , 0.58)
Semáforo	Gomez Rendón	José de Antepara	(1.92 , 0.48)
Semáforo	Gomez Rendón	Machala	(7.19 , 0.64)
Semáforo	Gomez Rendón	Av. Quito	(7.19 , 0.64)
Paradero	Gomez Rendón	Pedro Moncayo	(6.47 , 0.58)
Semáforo	Gomez Rendón	Pedro Moncayo	(1.92 , 0.48)
Semáforo	Gomez Rendón	Guaranda	(7.19 , 0.64)
Semáforo	Gomez Rendón	Manuel Villavicencio	(7.19 , 0.64)
Semáforo	Gomez Rendón	6 de Marzo	(7.19 , 0.64)
Paradero	Gomez Rendón	Lorenzo de Garaycoa	(6.47 , 0.58)
Semáforo	Gomez Rendón	Lorenzo de Garaycoa	(1.92 , 0.48)
Semáforo	Gomez Rendón	Coronel	(21.56 , 1.92)
Semáforo	Gomez Rendón	Chimborazo	(7.19 , 0.64)
Paradero	Gomez Rendón	Chile	(6.47 , 0.58)
Semáforo	Gomez Rendón	Chile	(1.92 , 0.48)
Semáforo	Gomez Rendón	Eloy Alfaro	(7.19 , 0.64)
Semáforo	Eloy Alfaro	Brasil	(6.03 , 0.89)

Paradero	Eloy Alfaro	Febres Cordero	(35.93 , 3.20)
Semáforo	Eloy Alfaro	Olmedo	(25.15 , 2.24)
Paradero	Eloy Alfaro	Colón	(23.71 , 2.11)
Semáforo	Eloy Alfaro	Colón	(3.84 , 0.96)
Semáforo	Pedro Carbo	Sucre	(7.19 , 0.64)
Semáforo	Sucre	Chile	(7.19 , 0.64)
Paradero	Sucre	Chimborazo	(6.47 , 0.58)
Semáforo	Sucre	Chimborazo	(1.92 , 0.48)
Semáforo	Sucre	Boyacá	(7.19 , 0.64)
Semáforo	Boyacá	Colón	(7.19 , 0.64)
Paradero	Boyacá	Av. Olmedo	(6.47 , 0.58)
Semáforo	Boyacá	Av. Olmedo	(1.92 , 0.48)
Semáforo	Olmedo	Lavayen	(14.37 , 1.28)
Semáforo	Olmedo	Tnte. Cacique Hilario Alvarez	(6.47 , 0.58)
Paradero	Olmedo	Chile	(1.92 , 0.48)
Paradero	Chile	Febres Cordero	(28.74 , 2.56)
Semáforo	Chile	Cuenca	(7.19 , 0.64)
Semáforo	Cuenca	Chimborazo	(7.19 , 0.64)
Semáforo	Cuenca	Rumichaca	(14.37 , 1.28)
Semáforo	Cuenca	Lorenzo de Garaycoa	(7.19 , 0.64)
Paradero	Cuenca	6 de Marzo	(6.47 , 0.58)
Semáforo	Cuenca	6 de Marzo	(1.92 , 0.48)
Semáforo	Cuenca	Manuel Villavicencio	(7.19 , 0.64)
Semáforo	Cuenca	Guaranda	(7.19 , 0.64)
Paradero	Cuenca	Pedro Moncayo	(6.47 , 0.58)
Semáforo	Cuenca	Pedro Moncayo	(1.92 , 0.48)
Semáforo	Cuenca	Av. Quito	(7.19 , 0.64)
Semáforo	Cuenca	Machala	(7.19 , 0.64)
Paradero	Cuenca	José de Antepara	(13.65 , 1.22)
Semáforo	Cuenca	José de Antepara	(1.92 , 0.48)
Paradero	Cuenca	Esmeraldas	(13.65 , 1.22)
Semáforo	Cuenca	Esmeraldas	(1.92 , 0.48)
Paradero	Cuenca	Los Ríos	(6.47 , 0.58)
Semáforo	Cuenca	Los Ríos	(1.92 , 0.48)
Semáforo	Cuenca	Tungurahua	(7.19 , 0.64)
Paradero	Cuenca	Leonidas Plaza	(42.40 , 3.78)
Semáforo	Cuenca	Leonidas Plaza	(1.92 , 0.48)
Paradero	Cuenca	Emilio Estrada	(21.56 , 1.92)
Semáforo	Cuenca	Federico Godin (11)	(21.56 , 1.92)
Semáforo	Cuenca	Otavalo (12)	(14.37 , 1.28)
Paradero	Cuenca	Enrique Maulme G. (13)	(14.37 , 1.28)
Paradero	Cuenca	Milagro (17)	(27.31 , 2.43)
Semáforo	Cuenca	Milagro (17)	(1.92 , 0.48)
Paradero	Cuenca	Roberto Leví (21)	(28.74 , 2.56)
Paradero	Cuenca	Domingo Norero (24)	(20.84 , 1.86)



Semáforo	Cuenca	Domingo Norero (24)	(1.92 , 0.48)
Paradero	Cuenca	Aurelio Uraga (27)	(21.56 , 1.92)
Paradero	Cuenca	Assad Bucaram (29)	(14.37 , 1.28)
Semáforo	Assad Bucaram (29)	Gomez Rendón	(14.37 , 1.28)
Paradero	Assad Bucaram (29)	Fco de Marco	(14.37 , 1.28)
Semáforo	Portete	Assad Bucaram (29)	(21.56 , 1.92)
Paradero	Portete	Assad Bucaram (29)	(7.19 , 0.64)
Paradero	Portete	Manuel Dias (34)	(28.74 , 2.56)
Paradero	Portete	Mons. C. Mosquera (38)	(28.02 , 2.50)
Semáforo	Portete	Mons. C. Mosquera (38)	(1.92 , 0.48)
Paradero	Av. José Rodríguez	Av. Barcelona S. C.	(50.30 , 4.48)

3.7. DETERMINACIÓN DE LAS DISTRIBUCIONES DE PROBABILIDAD

LLEGADA DE PERSONAS A LOS PARADEROS

Es necesario una vez tomado los datos de llegadas en los 18 paraderos, en las distintas horas pico y no pico, determinar cual es la distribución que tienen estos datos para ingresarlas al simulador y poder realizar la simulación. Como los datos que se tomaron fueron arribos en una unidad de tiempo se busca que de acuerdo a sus características estos sigan una distribución Poisson.

Distribución Poisson

Se refiere a experimentos en los cuales es de interés la cantidad de resultados favorables que ocurren en un intervalo de tiempo dado o en una región específica.



Sea X : variable aleatoria (cantidad de resultados favorables que ocurren en el intervalo o región)

Sea λ : parámetro (cantidad promedio de resultados que ocurren en el intervalo o región específico)

Un variable aleatoria X tiene una distribución de Poisson y se conoce como una variable aleatoria de Poisson si y sólo si su distribución de probabilidad está dado por la siguiente expresión.

$$P(X = x) = \frac{\lambda^x e^{-\lambda}}{x!} \text{ para } x = 0, 1, 2, 3, \dots$$

Se verifica utilizando bondad de ajuste probabilístico, si la variables medida corresponden a la distribución poisson. Esta prueba se realiza para los 18 paraderos, en cada una de las horas pico y no pico.

Bondad de Ajuste

Se aplicará la prueba de bondad de ajuste (K-S) Kolmogorov y Smirnov para determinar si el conjunto de datos obtenidos en el levantamiento de la información se puede considerar como una muestra aleatoria de una población que tiene una distribución Poisson.



Prueba de Hipótesis

Esta prueba se realiza para los 18 diferentes paraderos, se debe tomar en cuenta que la hipótesis nula H_0 en general postula algún modelo usualmente conocido mientras que la alterna H_1 niega la hipótesis nula H_0 .

La hipótesis nula H_0 que se plantea en la presente tesis es que los datos tomados en un determinado paradero, en una determinada hora y en un día específico tienen distribución Poisson, mientras que la hipótesis investigativa H_1 plantea lo contrario.

El análisis de las distribuciones de probabilidad se realizó en cada uno de los 18 paraderos donde se levantó la información, a continuación se detallarán las distribuciones que le corresponden desde las 8:00 hasta las 9:00 de la mañana del día lunes del paradero 0 Terminal de Integración de la ruta Troncal 5 en la "Av. José Rodríguez y Av. Barcelona Sporting Club" junto a las instalaciones de la Policía Judicial.

Hora: "8:00 – 9:00"

Día: "Lunes"

Cuadro 3.1
Paradero 0: "Terminal Policía Judicial"
Bondad de Ajuste (K-S): Paradero 0

H₀: El paradero 0 "Terminal Policía Judicial" en el horario de 08h00 hasta las 09h00 de la mañana del día lunes tiene distribución Poisson con media 2.88 personas por minuto.

Vs.

H₁: No es verdad H₀

$$\sup_x |F(x) - F_0(x)| = 0.59$$

Valor p = 0.86

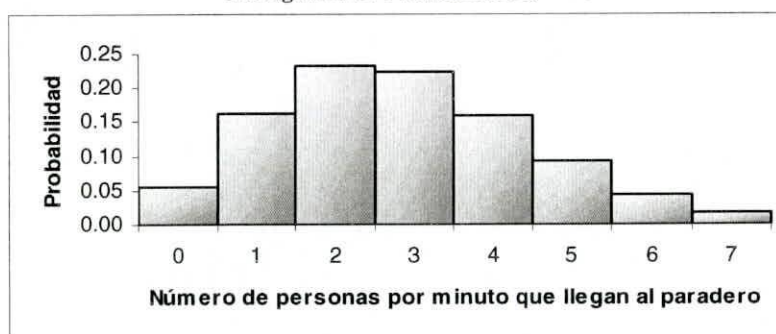
El Cuadro 3.2 presenta el valor 0.59 para el estadístico de prueba y 0.86 para el valor p, entonces se acepta la hipótesis nula, es decir el paradero 0 "Terminal Policía Judicial" tiene distribución Poisson con media 2.88 personas por minuto.

Tabla 29
Paradero 0: Terminal Policía Judicial
Estimadores de los Parámetros Poblacionales del Paradero 0

No. de Casos	Media	Moda	Varianza	Desv. Estándar	Mínimo	Máximo
60	2.88	3	3.79	1.94	0	9

El histograma de probabilidad de la variable aleatoria poisson (Personas que llegan al paradero 0 los días lunes desde las 8:00 hasta las 9:00 de la mañana) con una media de 3.70 personas por minuto se muestra en el gráfico 3.2

Gráfico 3.1
Paradero 0: Terminal Policía Judicial
Histograma de Probabilidades



PERSONAS QUE DESCIENDEN DE LOS BUSES EN LOS PARADEROS

Los datos tomados para los descensos de las personas se encuentra establecida en una matriz de destinos se procede a determinar la distribución de probabilidad empírica de cada paradero en un día y hora específica.

La función de probabilidad empírica se obtiene dividiendo los números de personas que tienen como destino los distintos paraderos tomados en una hora específica, para el total de personas consultadas en dicha hora. A continuación se muestra un ejemplo de la obtención de la probabilidad empírica de la información levantada el día Lunes desde las 7:00 a.m. hasta las 8:00 a.m. en cada uno de los paraderos de la Ruta Troncal 5.

La información almacenada en las matrices de origen destinos servirá para determinar la distribución de probabilidad empírica para cada paradero en un día y hora específico.

Tabla 30
Matriz Origen destino correspondiente al Día Lunes desde las 7:00 hasta las 8:00 am

	PARADEROS DESTINO																																												
	No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	0				
PARADEROS ORIGEN	0	0	0	0	1	2	5	1	1	2	2	3	9	5	6	4	2	9	13	10	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	1	0	0	0	1	1	2	4	1	2	1	2	5	4	2	3	4	11	15	9	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	2	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	1	1	2	1	2	2	4	4	15	6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	3	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	1	1	2	1	2	2	4	4	15	6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	4	0	0	0	0	0	0	1	2	4	5	6	2	1	9	2	3	5	6	12	23	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	5	4	8	1	2	1	9	19	21	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	5	4	8	1	2	1	9	19	21	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	5	4	8	1	2	1	9	19	21	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	6	8	24	35	27	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	6	8	24	35	27	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	6	8	24	35	27	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	6	8	24	35	27	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	6	8	24	35	27	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5	9	16	31	24	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	7	32	20	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	7	32	20	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	32	20	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	5	4	6	8	3	6	9	11	12	16	9	5	12	8	3	1	0	0	0	0	
	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	5	4	6	8	3	6	9	11	12	16	9	5	12	8	3	1	0	0	0	0	
	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	5	4	6	8	3	6	9	11	12	16	9	5	12	8	3	1	0	0	0	0	
	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	8	6	5	4	2	4	9	8	11	4	6	4	2	1	0	0	0	0	0	
	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	8	6	5	4	2	4	9	8	11	4	6	4	2	1	0	0	0	0	0	
	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	8	6	5	4	2	4	9	8	11	4	6	4	2	1	0	0	0	0	0	
	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

3.8. RESUMEN DE LAS DISTRIBUCIONES DE PROBABILIDAD

En esta sección se mostrará en resumen las distribuciones de probabilidad que le corresponde a cada día y hora en un determinado paradero, para las variables de *llegadas de personas a los paraderos* y *el número de bajadas de personas a los paraderos*.

Para las distribuciones empíricas se ha establecido el siguiente formato:

(Valor₁, Probabilidad₁/Valor₂, Probabilidad₂/.../Valor_n, Probabilidad_n)



VARIABLE 1: “LLEGADA DE PERSONAS A LOS PARADEROS”

DISTRIBUCIONES DE LLEGADAS

Paradero 0: “Policía Judicial”

Tabla 3.11
Distribuciones de llegadas del paradero 0

		Lunes	Miércoles	Viernes	Sábado	Domingo
7:00	8:00	Empírica 1	Poisson(1.01)	Poisson(2.11)	Poisson(1.21)	Poisson(1.03)
8:00	9:00	Empírica 2	Poisson(1.57)	Poisson(2.20)	Poisson(2.25)	Poisson(2.06)
9:00	10:00	Poisson(1.53)	Poisson(1.15)	Poisson(2.23)	Poisson(0.97)	
13:00	14:00				Poisson(1.60)	
15:00	16:00	Poisson(1.07)	Poisson(0.98)	Poisson(1.18)	Poisson(1.10)	Poisson(0.93)
16:00	17:00	Poisson(1.70)	Poisson(2.18)	Poisson(2.03)		
17:00	18:00	Empírica 3	Poisson(1.27)	Poisson(2.45)	Poisson(1.37)	
18:00	19:00	Poisson(0.98)	Poisson(1.95)	Poisson(1.32)		
19:00	20:00	Empírica 4	Poisson(1.65)	Poisson(1.13)	Poisson(0.97)	

$$P(X = x) \left\{ \begin{array}{l} \frac{10}{60}, \quad x = 0 \\ \frac{3}{60}, \quad x = 1 \\ \frac{6}{60}, \quad x = 2 \\ \frac{11}{60}, \quad x = 3 \\ \frac{9}{60}, \quad x = 4 \\ \frac{8}{60}, \quad x = 5 \\ \frac{4}{60}, \quad x = 6,7 \\ \frac{2}{60}, \quad x = 8 \\ \frac{1}{60}, \quad x = 9,10,11 \\ 0, \quad \text{resto de } x \end{array} \right.$$

Empírica 1

$$P(X = x) \left\{ \begin{array}{l} \frac{8}{60}, \quad x = 0 \\ \frac{7}{60}, \quad x = 1,5 \\ \frac{9}{60}, \quad x = 2,4 \\ \frac{16}{60}, \quad x = 3 \\ \frac{9}{60}, \quad x = 4 \\ \frac{2}{60}, \quad x = 6 \\ \frac{1}{60}, \quad x = 8,9 \\ 0, \quad \text{resto de } x \end{array} \right.$$

Empírica 2

$$P(X = x) \left\{ \begin{array}{l} \frac{14}{60}, \quad x = 0 \\ \frac{10}{60}, \quad x = 1 \\ \frac{16}{60}, \quad x = 2 \\ \frac{10}{60}, \quad x = 3 \\ \frac{3}{60}, \quad x = 4 \\ \frac{6}{60}, \quad x = 5 \\ \frac{1}{60}, \quad x = 6 \\ 0, \quad \text{resto de } x \end{array} \right.$$

Empírica 3

$$P(X = x) \left\{ \begin{array}{l} \frac{30}{60}, \quad x = 0 \\ \frac{12}{60}, \quad x = 1 \\ \frac{10}{60}, \quad x = 2 \\ \frac{3}{60}, \quad x = 3 \\ \frac{5}{60}, \quad x = 4 \\ 0, \quad \text{resto de } x \end{array} \right.$$

Empírica 4

Paradero 1: "Portete y Mons. César Mosquera"

Tabla 3.12
Distribuciones de llegadas del paradero 1

		Lunes	Miércoles	Viernes	Sábado	Domingo
7:00	8:00	Poisson(3.43)	Poisson(2.88)	Poisson(3.41)	Poisson(1.71)	Poisson(0.88)
8:00	9:00	Poisson(3.36)	Poisson(2.36)	Poisson(4.33)	Poisson(3.36)	Poisson(1.21)
9:00	10:00	Poisson(2.58)	Poisson(1.63)	Poisson(1.97)	Poisson(2.45)	
13:00	14:00				Poisson(1.96)	
15:00	16:00	Poisson(1.20)	Poisson(1.10)	Poisson(1.13)	Poisson(1.13)	Poisson(1.12)
16:00	17:00	Poisson(2.06)	Poisson(1.85)	Poisson(2.00)		
17:00	18:00	Poisson(2.77)	Poisson(2.40)	Poisson(1.93)	Poisson(2.11)	
18:00	19:00	Poisson(1.93)	Poisson(1.55)	Poisson(3.03)		
19:00	20:00	Poisson(1.50)	Poisson(0.93)	Poisson(1.82)	Poisson(1.60)	

Paradero 2: "Portete y Assad Bucaram"

Tabla 3.13
Distribuciones de llegadas del paradero 2

		Lunes	Miércoles	Viernes	Sábado	Domingo
7:00	8:00	Poisson(3.97)	Poisson(3.10)	Poisson(3.00)	Poisson(2.88)	Poisson(1.70)
8:00	9:00	Poisson(5.01)	Poisson(3.83)	Poisson(4.55)	Poisson(3.67)	Poisson(1.21)
9:00	10:00	Poisson(3.05)	Poisson(2.58)	Poisson(4.17)	Poisson(2.05)	
13:00	14:00				Poisson(2.27)	
15:00	16:00	Poisson(1.18)	Poisson(1.27)	Poisson(1.20)	Poisson(1.45)	Poisson(1.43)
16:00	17:00	Poisson(2.91)	Poisson(3.35)	Poisson(2.32)		
17:00	18:00	Poisson(3.75)	Poisson(3.06)	Poisson(1.82)	Poisson(2.18)	
18:00	19:00	Poisson(2.06)	Poisson(1.72)	Poisson(2.28)		
19:00	20:00	Poisson(1.81)	Poisson(1.52)	Poisson(1.93)	Poisson(1.12)	

Paradero 3: "Assad Bucaram y Francisco de Marco"

Tabla 3.14
Distribuciones de llegadas del paradero 3

		Lunes	Miércoles	Viernes	Sábado	Domingo
7:00	8:00	Poisson(2.02)	Poisson(1.72)	Poisson(1.18)	Poisson(2.15)	Poisson(0.95)
8:00	9:00	Poisson(1.57)	Poisson(1.93)	Poisson(1.82)	Poisson(2.63)	Poisson(1.92)
9:00	10:00	Empírica 1	Poisson(1.00)	Poisson(1.72)	Poisson(2.45)	
13:00	14:00				Poisson(2.02)	
15:00	16:00	Poisson(1.23)	Poisson(1.48)	Poisson(1.15)	Poisson(1.40)	Poisson(1.20)
16:00	17:00	Poisson(1.20)	Empírica 2	Poisson(1.08)		
17:00	18:00	Poisson(1.53)	Poisson(1.32)	Poisson(1.05)	Poisson(1.83)	
18:00	19:00	Poisson(1.33)	Poisson(1.52)	Empírica 3		
19:00	20:00	Poisson(1.10)	Poisson(1.42)	Empírica 4	Poisson(1.48)	

$$P(X=x) \begin{cases} \frac{22}{60}, & x=0 \\ \frac{12}{60}, & x=1 \\ \frac{13}{60}, & x=2 \\ \frac{11}{60}, & x=3 \\ \frac{2}{60}, & x=4 \\ 0, & \text{resto de } x \end{cases}$$

Empírica 1

$$P(X=x) \begin{cases} \frac{20}{60}, & x=0 \\ \frac{34}{60}, & x=1 \\ \frac{3}{60}, & x=2 \\ \frac{1}{60}, & x=3 \\ \frac{2}{60}, & x=4 \\ 0, & \text{resto de } x \end{cases}$$

Empírica 2

$$P(X=x) \begin{cases} \frac{23}{60}, & x=0 \\ \frac{33}{60}, & x=1 \\ \frac{3}{60}, & x=2 \\ \frac{1}{60}, & x=3 \\ 0, & \text{resto de } x \end{cases}$$

Empírica 3

$$P(X=x) \begin{cases} \frac{18}{60}, & x=0 \\ \frac{35}{60}, & x=1 \\ \frac{7}{60}, & x=2 \\ 0, & \text{resto de } x \end{cases}$$

Empírica 4**Paradero 4: "Gómez Rendón y Milagro"**

Tabla 3.15
Distribuciones de llegadas del paradero 4

		Lunes	Miércoles	Viernes	Sábado	Domingo
7:00	8:00	Poisson(1.97)	Poisson(2.48)	Poisson(2.88)	Poisson(1.25)	Poisson(2.15)
8:00	9:00	Poisson(2.70)	Poisson(3.28)	Poisson(2.73)	Poisson(1.40)	Poisson(2.90)
9:00	10:00	Poisson(2.52)	Poisson(2.20)	Poisson(2.21)	Poisson(1.82)	
13:00	14:00				Poisson(1.35)	
15:00	16:00	Poisson(1.06)	Poisson(1.02)	Poisson(1.35)	Poisson(0.85)	Poisson(0.98)
16:00	17:00	Poisson(1.55)	Poisson(2.01)	Poisson(1.65)		
17:00	18:00	Poisson(1.75)	Poisson(1.27)	Poisson(1.27)	Poisson(2.80)	
18:00	19:00	Poisson(1.26)	Poisson(0.97)	Poisson(1.05)		
19:00	20:00	Poisson(1.43)	Poisson(0.95)	Poisson(1.27)	Poisson(2.55)	



Paradero 5: "Gómez Rendón y Av. del Ejercito"

Tabla 3.16
Distribuciones de llegadas del paradero 5

		Lunes	Miércoles	Viernes	Sábado	Domingo
7:00	8:00	Poisson(1.12)	Poisson(1.43)	Poisson(1.57)	Poisson(1.35)	Poisson(1.62)
8:00	9:00	Poisson(2.06)	Poisson(2.08)	Poisson(1.85)	Poisson(1.68)	Poisson(2.18)
9:00	10:00	Poisson(1.08)	Poisson(2.30)	Poisson(1.47)	Poisson(1.32)	
13:00	14:00				Poisson(1.28)	
15:00	16:00	Poisson(1.42)	Poisson(0.97)	Poisson(1.33)	Poisson(1.52)	Poisson(1.22)
16:00	17:00	Poisson(1.38)	Poisson(1.65)	Poisson(1.68)		
17:00	18:00	Poisson(1.93)	Poisson(1.62)	Poisson(1.32)	Poisson(3.23)	
18:00	19:00	Poisson(1.08)	Poisson(0.88)	Poisson(1.62)		
19:00	20:00	Empírica 1	Empírica 2	Poisson(0.85)	Poisson(2.01)	

$$P(X=x) = \begin{cases} \frac{16}{60}, & x=0 \\ \frac{36}{60}, & x=1 \\ \frac{5}{60}, & x=2 \\ \frac{3}{60}, & x=3 \\ 0, & \text{resto de } x \end{cases}$$

Empírica 1

$$P(X=x) = \begin{cases} \frac{26}{60}, & x=0 \\ \frac{15}{60}, & x=1 \\ \frac{11}{60}, & x=2 \\ \frac{3}{60}, & x=3 \\ \frac{4}{60}, & x=4 \\ \frac{1}{60}, & x=5 \\ 0, & \text{resto de } x \end{cases}$$

Empírica 2

Paradero 6: "Gómez Rendón y Antepara"

Tabla 3.17
Distribuciones de llegadas del paradero 6

		Lunes	Miércoles	Viernes	Sábado	Domingo
7:00	8:00	Poisson(1.63)	Poisson(1.70)	Poisson(1.92)	Poisson(0.92)	Poisson(1.27)
8:00	9:00	Poisson(1.68)	Poisson(2.08)	Poisson(2.08)	Poisson(1.98)	Poisson(2.57)
9:00	10:00	Poisson(1.43)	Poisson(1.50)	Poisson(1.45)	Empírica 3	
13:00	14:00				Poisson(1.62)	
15:00	16:00	Poisson(1.15)	Poisson(1.20)	Poisson(1.05)	Poisson(1.30)	Poisson(1.20)
16:00	17:00	Poisson(1.80)	Poisson(1.30)	Poisson(1.35)		
17:00	18:00	Poisson(1.22)	Poisson(0.97)	Poisson(1.17)	Poisson(1.97)	
18:00	19:00	Poisson(0.92)	Poisson(1.42)	Poisson(1.05)		
19:00	20:00	Empírica 1	Poisson(1.08)	Empírica 2	Poisson(1.93)	

$$P(X=x) \left\{ \begin{array}{l} \frac{19}{60}, x=0 \\ \frac{34}{60}, x=1 \\ \frac{60}{2}, x=2 \\ \frac{60}{4}, x=3 \\ \frac{60}{1}, x=5 \\ \frac{60}{0}, \text{ resto de } x \end{array} \right.$$

Empírica 1

$$P(X=x) \left\{ \begin{array}{l} \frac{25}{60}, x=0 \\ \frac{13}{60}, x=1 \\ \frac{18}{60}, x=2 \\ \frac{60}{4}, x=3 \\ \frac{60}{0}, \text{ resto de } x \end{array} \right.$$

Empírica 2

$$P(X=x) \left\{ \begin{array}{l} \frac{17}{60}, x=0 \\ \frac{19}{60}, x=1 \\ \frac{8}{60}, x=2 \\ \frac{60}{4}, x=3,5 \\ \frac{60}{7}, x=4 \\ \frac{60}{1}, x=6 \\ \frac{60}{0}, \text{ resto de } x \end{array} \right.$$

Empírica 3

Paradero 7: “Gómez Rendón y Pedro Moncayo”

Tabla 3.18
Distribuciones de llegadas del paradero 7

		Lunes	Miércoles	Viernes	Sábado	Domingo
7:00	8:00	Poisson(1.46)	Poisson(2.05)	Poisson(2.37)	Poisson(1.08)	Poisson(1.45)
8:00	9:00	Poisson(2.90)	Poisson(1.92)	Poisson(2.82)	Poisson(2.13)	Poisson(2.75)
9:00	10:00	Poisson(2.22)	Poisson(1.53)	Poisson(1.83)	Poisson(1.82)	
13:00	14:00				Poisson(1.43)	
15:00	16:00	Poisson(1.28)	Poisson(1.17)	Poisson(1.20)	Poisson(1.12)	Poisson(1.37)
16:00	17:00	Poisson(1.75)	Poisson(1.65)	Poisson(1.97)		
17:00	18:00	Poisson(1.47)	Poisson(1.68)	Poisson(1.52)	Poisson(2.92)	
18:00	19:00	Poisson(2.02)	Poisson(1.52)	Poisson(1.68)		
19:00	20:00	Poisson(1.38)	Poisson(1.43)	Poisson(0.95)	Poisson(2.02)	

Paradero 8: “Eloy Alfaro y Cristóbal Colón”

Tabla 3.19
Distribuciones de llegadas del paradero 8

		Lunes	Miércoles	Viernes	Sábado	Domingo
7:00	8:00	Poisson(1.30)	Poisson(1.52)	Poisson(1.32)	Poisson(1.13)	Poisson(1.23)
8:00	9:00	Poisson(2.02)	Poisson(1.70)	Poisson(1.92)	Poisson(1.32)	Poisson(2.18)
9:00	10:00	Poisson(1.13)	Poisson(1.58)	Poisson(1.33)	Poisson(1.28)	
13:00	14:00				Poisson(2.67)	
15:00	16:00	Poisson(1.10)	Poisson(1.17)	Poisson(1.47)	Poisson(1.08)	Poisson(1.35)
16:00	17:00	Poisson(2.53)	Poisson(1.65)	Poisson(2.50)		
17:00	18:00	Poisson(3.05)	Poisson(1.68)	Poisson(3.38)	Poisson(2.32)	
18:00	19:00	Poisson(1.82)	Poisson(1.52)	Poisson(2.43)		
19:00	20:00	Poisson(1.52)	Poisson(1.43)	Poisson(1.48)	Poisson(1.70)	

Paradero 9: "Boyacá y Av. Olmedo"

Tabla 3.20
Distribuciones de llegadas del paradero 9

		Lunes	Miércoles	Viernes	Sábado	Domingo
7:00	8:00	Poisson(0.93)	Poisson(1.08)	Poisson(1.27)	Poisson(1.43)	Poisson(1.48)
8:00	9:00	Poisson(1.35)	Poisson(1.52)	Poisson(1.43)	Poisson(1.60)	Poisson(1.53)
9:00	10:00	Poisson(1.30)	Poisson(1.42)	Poisson(1.40)	Poisson(1.55)	
13:00	14:00				Poisson(2.32)	
15:00	16:00	Poisson(1.02)	Poisson(1.08)	Poisson(1.02)	Poisson(1.13)	Poisson(1.03)
16:00	17:00	Poisson(3.10)	Poisson(2.88)	Poisson(2.58)		
17:00	18:00	Poisson(3.27)	Poisson(2.97)	Poisson(2.92)	Poisson(2.06)	
18:00	19:00	Poisson(2.40)	Poisson(2.85)	Poisson(1.65)		
19:00	20:00	Poisson(1.78)	Poisson(1.48)	Poisson(1.77)	Poisson(1.70)	

Paradero 10: "Cuenca y Pedro Moncayo"

Tabla 3.21
Distribuciones de llegadas del paradero 10

		Lunes	Miércoles	Viernes	Sábado	Domingo
7:00	8:00	Poisson(1.16)	Empírica 1	Poisson(1.30)	Poisson(1.43)	Poisson(2.12)
8:00	9:00	Poisson(1.23)	Poisson(1.40)	Poisson(1.67)	Poisson(1.55)	Poisson(1.75)
9:00	10:00	Poisson(1.17)	Poisson(1.13)	Poisson(1.43)	Poisson(1.10)	
13:00	14:00				Poisson(1.88)	
15:00	16:00	Poisson(1.13)	Poisson(1.10)	Poisson(0.92)	Poisson(1.12)	Poisson(1.27)
16:00	17:00	Poisson(1.98)	Poisson(1.82)	Poisson(1.75)		
17:00	18:00	Poisson(2.13)	Poisson(1.28)	Poisson(2.18)	Poisson(2.03)	
18:00	19:00	Poisson(1.05)	Poisson(1.13)	Poisson(1.03)		
19:00	20:00	Poisson(0.92)	Poisson(1.15)	Poisson(1.05)	Poisson(1.42)	

Paradero 11: "Cuenca y Antepara"



Tabla 3.22
Distribuciones de llegadas del paradero 11

		Lunes	Miércoles	Viernes	Sábado	Domingo
7:00	8:00	Poisson(1.16)	Poisson(1.12)	Poisson(1.35)	Poisson(1.35)	Poisson(1.48)
8:00	9:00	Poisson(1.23)	Poisson(2.08)	Poisson(1.72)	Poisson(2.15)	Poisson(1.55)
9:00	10:00	Poisson(1.17)	Poisson(1.85)	Poisson(1.87)	Poisson(1.88)	
13:00	14:00				Poisson(1.82)	
15:00	16:00	Poisson(1.13)	Poisson(1.28)	Poisson(1.17)	Poisson(1.08)	Poisson(0.92)
16:00	17:00	Poisson(1.98)	Poisson(1.27)	Poisson(1.45)		
17:00	18:00	Poisson(2.13)	Poisson(1.20)	Poisson(1.27)	Poisson(1.68)	
18:00	19:00	Poisson(1.05)	Poisson(1.27)	Poisson(1.05)		
19:00	20:00	Poisson(0.92)	Poisson(1.03)	Poisson(0.95)	Poisson(1.43)	

Paradero 12: “Cuenca y Los Ríos”

Tabla 3.23
Distribuciones de llegadas del paradero 12

		Lunes	Miércoles	Viernes	Sábado	Domingo
7:00	8:00	Empírica 1	Poisson(2.03)	Poisson(1.62)	Empírica 3	Poisson(1.50)
8:00	9:00	Poisson(1.88)	Poisson(1.93)	Poisson(1.77)	Poisson(1.20)	Poisson(1.70)
9:00	10:00	Poisson(1.63)	Poisson(1.82)	Poisson(1.45)	Poisson(1.22)	
13:00	14:00				Poisson(1.20)	
15:00	16:00	Poisson(1.17)	Poisson(1.18)	Poisson(1.18)	Poisson(1.12)	Poisson(1.07)
16:00	17:00	Poisson(1.22)	Poisson(1.60)	Poisson(1.32)		
17:00	18:00	Poisson(1.05)	Poisson(0.87)	Poisson(1.20)	Poisson(1.46)	
18:00	19:00	Poisson(1.32)	Poisson(1.15)	Poisson(1.25)		
19:00	20:00	Poisson(1.15)	Empírica 2	Poisson(0.15)	Poisson(1.78)	

$$P(X = x) \begin{cases} \frac{29}{60}, & x = 0 \\ \frac{14}{60}, & x = 1 \\ \frac{11}{60}, & x = 2 \\ \frac{4}{60}, & x = 3 \\ \frac{1}{60}, & x = 4,5 \\ 0, & \text{resto de } x \end{cases}$$

Empírica 1

$$P(X = x) \begin{cases} \frac{25}{60}, & x = 0 \\ \frac{17}{60}, & x = 1 \\ \frac{9}{60}, & x = 2 \\ \frac{3}{60}, & x = 3 \\ \frac{4}{60}, & x = 4 \\ \frac{1}{60}, & x = 5,6 \\ 0, & \text{resto de } x \end{cases}$$

Empírica 2

Paradero 13: “Cuenca y Leonidas Plaza”

Tabla 3.24
Distribuciones de llegadas del paradero 13

		Lunes	Miércoles	Viernes	Sábado	Domingo
7:00	8:00	Poisson(1.15)	Poisson(1.77)	Poisson(1.65)	Poisson(0.73)	Poisson(1.50)
8:00	9:00	Poisson(1.27)	Poisson(1.83)	Poisson(1.88)	Poisson(1.27)	Poisson(1.78)
9:00	10:00	Poisson(0.80)	Poisson(1.52)	Poisson(1.33)	Poisson(1.37)	
13:00	14:00				Poisson(1.20)	
15:00	16:00	Poisson(0.76)	Poisson(0.98)	Poisson(1.27)	Poisson(1.22)	Poisson(1.10)
16:00	17:00	Poisson(1.40)	Poisson(0.90)	Poisson(1.58)		
17:00	18:00	Poisson(1.28)	Poisson(0.98)	Poisson(1.23)	Poisson(1.82)	
18:00	19:00	Poisson(0.98)	Poisson(0.90)	Poisson(1.15)		
19:00	20:00	Poisson(0.85)	Poisson(1.05)	Empírica 1	Poisson(1.27)	

Paradero 14: “Cuenca y Milagro”

Tabla 3.25
Distribuciones de llegadas del paradero 14

		Lunes	Miércoles	Viernes	Sábado	Domingo
7:00	8:00	Poisson(1.78)	Poisson(1.33)	Poisson(1.68)	Poisson(1.38)	Poisson(1.02)
8:00	9:00	Poisson(1.53)	Poisson(1.43)	Poisson(1.88)	Poisson(1.82)	Poisson(1.15)
9:00	10:00	Poisson(1.48)	Poisson(1.08)	Poisson(1.27)	Poisson(1.43)	
13:00	14:00				Poisson(1.02)	
15:00	16:00	Poisson(1.28)	Poisson(1.13)	Poisson(1.13)	Poisson(1.13)	Poisson(1.08)
16:00	17:00	Poisson(1.27)	Poisson(1.77)	Poisson(1.22)		
17:00	18:00	Poisson(0.92)	Poisson(1.25)	Poisson(1.43)	Poisson(1.32)	
18:00	19:00	Poisson(0.78)	Poisson(1.10)	Poisson(0.72)		
19:00	20:00	Empírica 1	Poisson(1.03)	Poisson(0.87)	Poisson(1.35)	

Paradero 15: “Assad Bucaram y Francisco de Marco”

Tabla 3.26
Distribuciones de llegadas del paradero 15

		Lunes	Miércoles	Viernes	Sábado	Domingo
7:00	8:00	Poisson(1.15)	Poisson(1.82)	Poisson(0.98)	Poisson(1.32)	Poisson(0.93)
8:00	9:00	Poisson(1.50)	Poisson(1.88)	Poisson(1.41)	Poisson(1.38)	Poisson(1.43)
9:00	10:00	Poisson(1.23)	Poisson(1.75)	Poisson(2.11)	Poisson(1.01)	
13:00	14:00				Poisson(1.92)	
15:00	16:00	Poisson(0.87)	Poisson(1.35)	Poisson(1.03)	Poisson(1.12)	Poisson(1.02)
16:00	17:00	Poisson(1.03)	Poisson(2.12)	Poisson(0.75)		
17:00	18:00	Poisson(1.18)	Poisson(1.14)	Poisson(1.20)	Poisson(1.22)	
18:00	19:00	Poisson(0.83)	Poisson(1.20)	Poisson(0.76)		
19:00	20:00	Poisson(1.02)	Poisson(0.72)	Poisson(1.02)	Poisson(1.28)	

Paradero 16: “Portete y Assad Bucaram”

Tabla 3.27
Distribuciones de llegadas del paradero 16

		Lunes	Miércoles	Viernes	Sábado	Domingo
7:00	8:00	Poisson(2.00)	Poisson(2.01)	Poisson(2.01)	Poisson(1.43)	Poisson(1.73)
8:00	9:00	Poisson(2.08)	Poisson(1.93)	Poisson(2.16)	Poisson(2.80)	Poisson(1.87)
9:00	10:00	Poisson(1.38)	Poisson(1.75)	Poisson(1.85)	Poisson(2.53)	
13:00	14:00				Poisson(1.58)	
15:00	16:00	Poisson(1.23)	Poisson(1.36)	Poisson(1.20)	Poisson(0.90)	Poisson(1.28)
16:00	17:00	Poisson(1.60)	Poisson(1.95)	Poisson(1.89)		
17:00	18:00	Poisson(1.89)	Poisson(1.02)	Poisson(1.13)	Poisson(1.71)	
18:00	19:00	Poisson(1.13)	Poisson(1.54)	Poisson(0.96)		
19:00	20:00	Poisson(1.23)	Poisson(0.65)	Poisson(1.23)	Poisson(1.66)	

Paradero 17: “Portete y Mons. César Mosquera”

Tabla 3.28
Distribuciones de llegadas del paradero 17

		Lunes	Miércoles	Viernes	Sábado	Domingo
7:00	8:00	Poisson(1.93)	Poisson(1.45)	Poisson(2.00)	Poisson(1.40)	Poisson(1.72)
8:00	9:00	Poisson(1.76)	Poisson(3.20)	Poisson(2.70)	Poisson(1.93)	Poisson(2.21)
9:00	10:00	Poisson(1.45)	Poisson(1.72)	Poisson(1.54)	Poisson(1.33)	
13:00	14:00				Poisson(1.51)	
15:00	16:00	Poisson(1.18)	Poisson(1.15)	Poisson(1.27)	Poisson(1.17)	Poisson(1.33)
16:00	17:00	Poisson(1.93)	Poisson(1.56)	Poisson(1.65)		
17:00	18:00	Poisson(1.32)	Poisson(1.60)	Poisson(1.48)	Poisson(2.38)	
18:00	19:00	Poisson(2.00)	Poisson(1.46)	Poisson(1.12)		
19:00	20:00	Poisson(1.68)	Poisson(0.89)	Poisson(0.75)	Poisson(1.63)	

VARIABLE 2: “BAJADA DE PERSONAS EN LOS DISTINTOS PARADEROS”

Distribuciones de Destino de Pasajeros

Día: Lunes

Intervalo: 07h00 – 08h00

Tabla 3.29
Distribución de Frecuencias Relativas de los paraderos destino

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]



CAPÍTULO 4

4. VALIDACIÓN, IMPLEMENTACIÓN Y RESULTADOS OBTENIDOS DEL SIMULADOR

4.1. INTRODUCCIÓN

Al desarrollar cualquier sistema de información es necesaria su validación, para descifrar necesidades o errores que se presenten y otorgar al usuario un sistema que le proporcione información de su entera confiabilidad para la toma de decisiones.

En este capítulo se aplicarán algunas formas de validación para el Simulador, además se realizará una aplicación con datos obtenidos de la Ruta Troncal 5. En la sección 4.2 se realizarán pruebas de

validación analizando los resultados, luego en la sección 4.3 se realizará una implementación para el Simulador con los parámetros establecidos por la M. I. Municipalidad de Guayaquil y los datos obtenidos en el capítulo 3, con el objetivo de validar el modelo con datos reales. Y finalmente, en la sección 4.4 se realizarán variaciones sobre las políticas de operación, para tener opciones de comparación y así notar que el simulador se ajusta a los cambios.

4.2. VALIDACIÓN DEL MODELO DE SIMULACIÓN

La validación de un modelo se la puede realizar por medio de dos enfoques, el primero es la comparación de los resultados obtenidos de un sistema real con los resultados del simulador, el segundo consiste en determinar la confiabilidad del modelo en base a su comportamiento y a la coherencia de sus resultados.

Para la validación del Modelo del Sistema de transporte Masivo de la ciudad de Guayaquil ruta Troncal 5, no es factible realizar validaciones comparando los resultados de la simulación con el sistema real, puesto que todavía no se encuentra implementado y no es posible recopilar información del verdadero comportamiento del sistema. Por lo tanto la orientación que este estudio tendrá será la planteada por el segundo enfoque de validación, es decir, se

determinará la confiabilidad del modelo en base a su comportamiento y a la coherencia de sus resultados.

Existen cinco técnicas de validación para un modelo estas son:

- Validación Interna
- Validación Degenerativa
- Validación en Condiciones Extremas
- Valores fijos
- Consulta con expertos



VALIDACIÓN INTERNA DEL SIMULADOR

Los datos de entrada para una simulación son aleatorios, por lo tanto los resultados obtenidos del modelo también serán aleatorios, por esta razón, para lograr que un modelo de simulación proporcione resultados válidos, es necesario realizar varias corridas con números aleatorios diferentes, de tal forma que se consiga la estabilización de los resultados.

La validación interna consiste en verificar que el modelo de simulación cumpla con lo antes mencionado, es decir, que a mayor número de corridas de simulación, los resultados convergen a un solo conjunto de valores. Una alta cantidad de variabilidad o falta de

consistencia puede causar que los resultados del modelo sean cuestionables.

Para todas las variables resultados del simulador se implementará este método para analizar y verificar si a mayor número de iteraciones, existe convergencia de los resultados.

Se realizará un ejemplo para validar el modelo de simulación de la Troncal 5 "Puente Portete - Centro", con las variables "*Longitud Máxima de Cola de Espera*" y "*Tiempo promedio de espera en cola*", por lo que se creará una ruta corta con una terminal de integración y un paradero, con la intención de validar las dichas variables que determinan el funcionamiento del paradero ya que este es un proceso crítico del sistema.

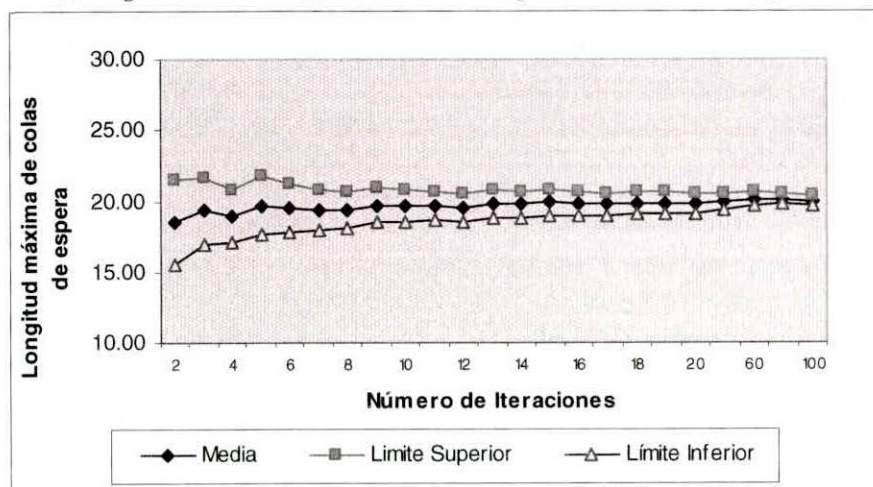
A continuación se muestran las siguientes iteraciones para la variable "*Longitud Máxima de Cola de Espera*":

Tabla 83
No. de iteraciones Simuladas para la variable
"longitud máxima de colas de espera"

No. de Iteraciones	Media	Límite Inferior	Límite Superior
2	18.50	21.44	15.56
3	19.33	21.68	16.98
4	18.91	20.76	17.06
5	19.66	21.72	17.60
6	19.49	21.20	17.78
7	19.37	20.84	17.90
8	19.41	20.68	18.14
9	19.66	20.88	18.44
10	19.66	20.75	18.57
11	19.66	20.65	18.67
12	19.49	20.45	18.53
13	19.74	20.74	18.73
14	19.73	20.66	18.80
15	19.86	20.76	18.96
16	19.79	20.65	18.93
17	19.72	20.53	18.91
18	19.83	20.62	19.03
19	19.82	20.57	19.06
20	19.81	20.52	19.09
40	19.86	20.43	19.29
60	20.13	20.58	19.68
80	20.10	20.48	19.72
100	19.96	20.29	19.62



Gráfico 4.1
Convergencia de los resultados de la variable "Longitud máxima de colas de espera"



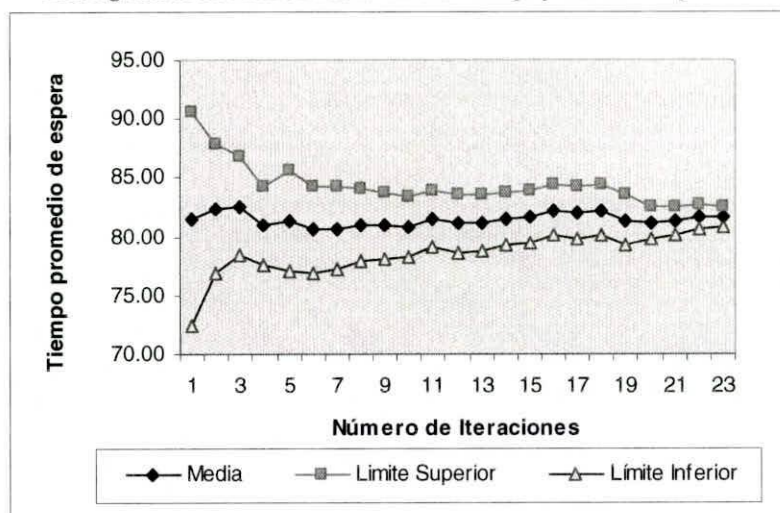
El gráfico 4.1 muestra como a medida que aumentan las iteraciones de la simulación la media de la variable se va estabilizando, lo que nos indica que a mayor número de iteraciones que se exponga el simulador los resultados van a converger al valor real de la variable.

A continuación se muestran las siguientes iteraciones para la variable "Tiempo promedio de Espera":

Tabla 84
No. de iteraciones Simuladas para la variable
"Tiempo promedio de espera"

No. de Iteraciones	Media	Límite Inferior	Límite Superior
2	81.45	72.39	90.50
3	82.33	76.87	87.78
4	82.58	78.35	86.80
5	80.88	77.57	84.18
6	81.24	76.95	85.52
7	80.55	76.85	84.24
8	80.65	77.17	84.12
9	81.00	77.92	84.07
10	80.92	78.08	83.75
11	80.86	78.29	83.42
12	81.47	79.12	83.81
13	81.08	78.61	83.54
14	81.19	78.78	83.59
15	81.50	79.24	83.75
16	81.68	79.48	83.87
17	82.21	80.11	84.30
18	82.00	79.76	84.23
19	82.18	80.02	84.33
20	81.38	79.30	83.45
40	81.19	79.79	82.58
60	81.31	80.11	82.50
80	81.65	80.69	82.60
100	81.65	80.81	82.48

Gráfico 4.2
Convergencia de los resultados de la variable "Tiempo promedio de espera"



El gráfico 4.2 muestra como a medida que aumentan las iteraciones de la simulación la media de la variable se va estabilizando, lo que nos indica que a mayor número de iteraciones que se exponga el simulador los resultados van a converger al valor real de la variable.

PRUEBA DEGENERATIVA

En este método se prueba el cambio que sufren ciertos factores relacionados cuando se ven alterados de alguna manera. Por ejemplo, se puede medir si el número de personas en cola de un servidor se incrementa, cuando la tasa de arribos es mayor que la tasa de servicio.

Este tipo de pruebas es fundamental para evaluar el comportamiento de los sistemas de simulación, ya que verifica que cualquier par de variables que se encuentre relacionadas, cambien una respecto de la otra de igual forma que lo haría en el sistema real.

Se evaluará en la aplicación de esta prueba los estados de las colas de espera en los paraderos, cuando los intervalos entre salidas de buses desde la terminal aumentan con respecto al tiempo, mientras que la tasa de llegadas de personas al paradero permanece igual.

Como ejemplo se evaluará el estado de la cola de espera en un paradero, que se encuentra a 50+/-8 segundos desde la terminal de integración, desde la cuál las unidades de transporte responden a los siguientes periodos de tiempo entre salidas:

Tabla 85
Tiempo entre salida de buses desde la Terminal

Horas	Tiempo entre salidas
8:00- 9:00	70 segundos
9:00-10:00	70 segundos
10:00-11:00	70 segundos
11:00-12:00	100 segundos
12:00-13:00	100 segundos
13:00-14:00	200 segundos
14:00-15:00	200 segundos
15:00-16:00	150 segundos
16:00-17:00	150 segundos
17:00-18:00	70 segundos
18:00-19:00	70 segundos
19:00-20:00	70 segundos

Adicionalmente, el tiempo de espera del bus en el paradero y la tasa de tiempo entre llegadas de personas al paradero se mantienen constantes en 30 y 50 segundos respectivamente.

El resultado de la simulación es el siguiente:

Longitud Máxima de colas de espera:

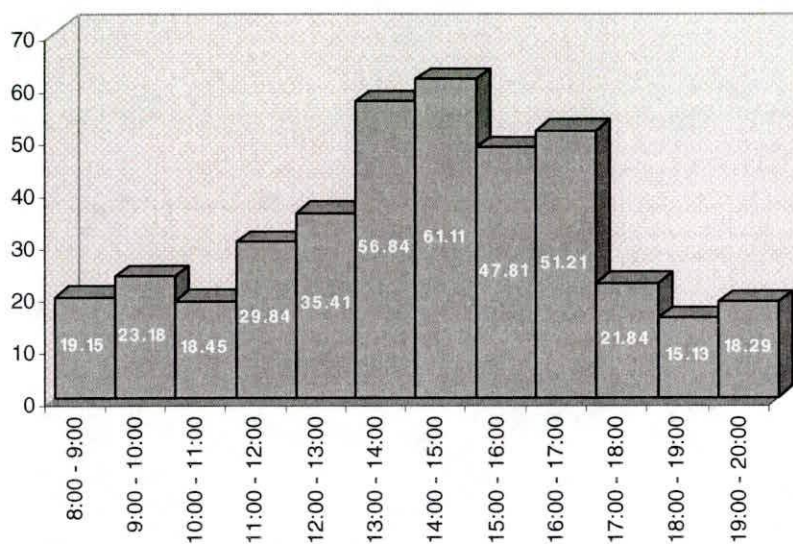
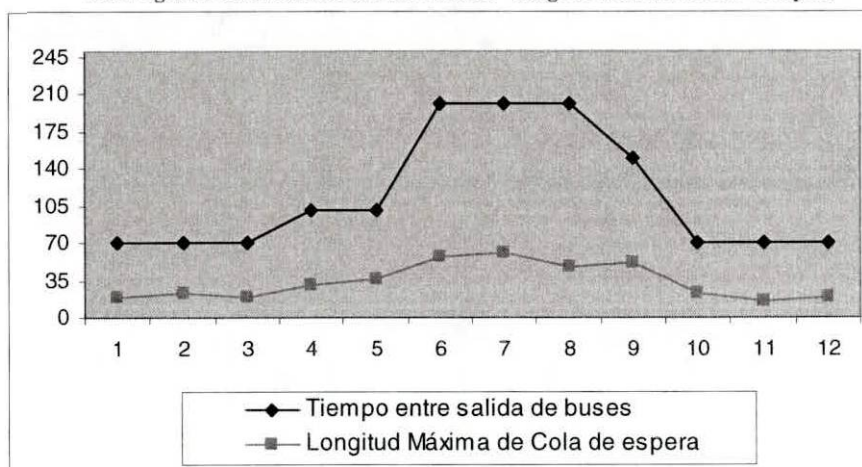


Gráfico 4.3
Convergencia de los resultados de la variable "Longitud máxima de cola de espera"



Gráficamente se puede observar que los resultados obtenidos sobre la longitud máxima de la cola de espera de pasajeros cambian de acuerdo a la variación que sufre la tasa de salida de buses. Cuando la tasa de tiempo entre llegadas disminuye, se espera que más buses entren al paradero, por lo tanto menores colas de espera serán observadas; mientras que cuando la tasa de tiempo entre llegadas aumenta, menos buses ingresarán a los paraderos, lo cuál se verá reflejado en las elevadas longitudes de las colas de espera.

Es necesario realizar este tipo de validación en todas las variables de resultado que son importantes en el modelo de simulación, para asegurar que el modelo es válido en el contexto de la prueba, es por esto que se procedió a realizar esta validación a todas las variables de resultado de la simulación teniendo en cuenta las siguientes posibles relaciones:

1. El intervalo de tiempo entre salidas de buses, afectará directamente al comportamiento de los paraderos. El comportamiento de los paraderos que se verificara abarca tanto las colas de espera de pasajeros, como las colas de unidades de transporte esperando entrar a la estación.

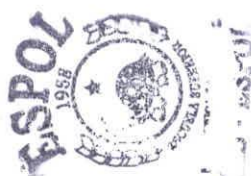
2. El tiempo de permanencia de los buses establecido en los paraderos y la política de espera, afectará el número de pasajeros que ascienden en cada uno de los mismos.

PRUEBAS DE CONDICIONES EXTREMAS

La validación del modelo mediante pruebas de condiciones extremas, consiste en determinar si la estructura del modelo y los resultados obtenidos son aceptables para cualquier combinación extrema o improbable de factores que afectan la operación del sistema.

Para esta prueba dos escenarios extremos serán probados: escenario optimista y escenario pesimista, el primero será el caso en que las tasas de llegada de pasajeros son bajas y las tasas de salidas de buses son elevadas. El segundo será el caso en que las tasas de llegada de pasajeros son elevadas y las tasas de salidas de buses son mínimas. Para ambos casos el modelo de simulación deberá proporcionar resultados que estén en relación de acuerdo a las características del escenario.

Las variables sobre las cuáles se realizará el análisis serán: "colas de espera de pasajeros" y "Utilización de la capacidad de las unidades de transporte".



Escenario Optimista

Las condiciones para el escenario optimista a simular son las siguientes:

1. El intervalo de tiempo entre salidas de las unidades de transporte desde la terminal es de 60 segundos.
2. El tiempo de permanencia establecido en las estaciones de preembarque es de 150 segundos.
3. El tiempo entre llegadas de pasajeros a las estaciones de preembarque responde a una distribución exponencial con media de 80 segundos.

Todas las características establecidas en los puntos anteriores se mantendrán inalterables a lo largo del día de operación.

Los resultados obtenidos de la simulación para este escenario son los siguientes:

Gráfico 4.4
Cantidad máxima de personas en los paraderos cada hora de operación

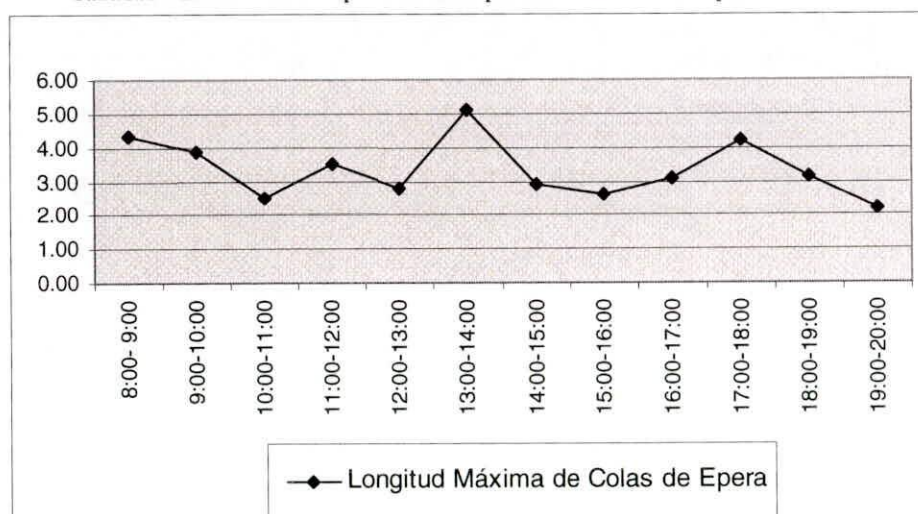


Gráfico 4.5
Tiempo promedio de espera de personas en los paraderos cada hora de operación

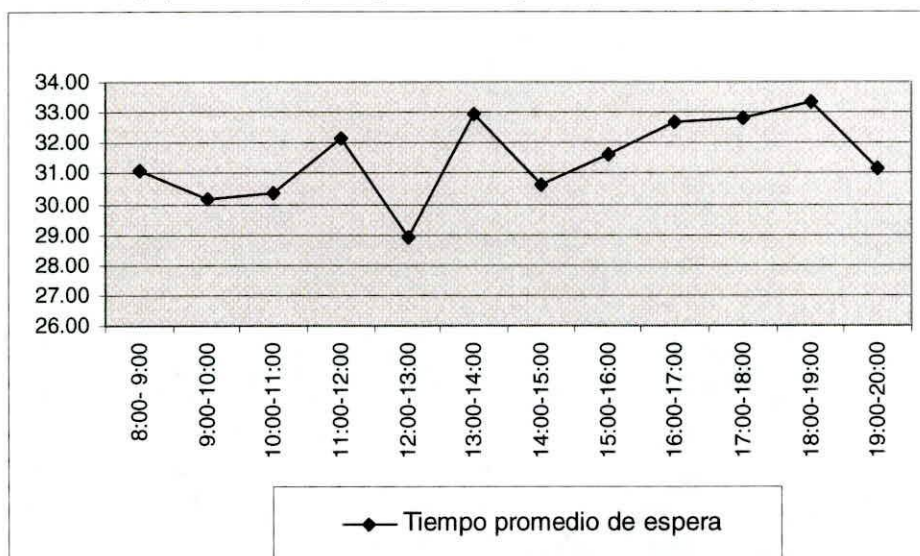
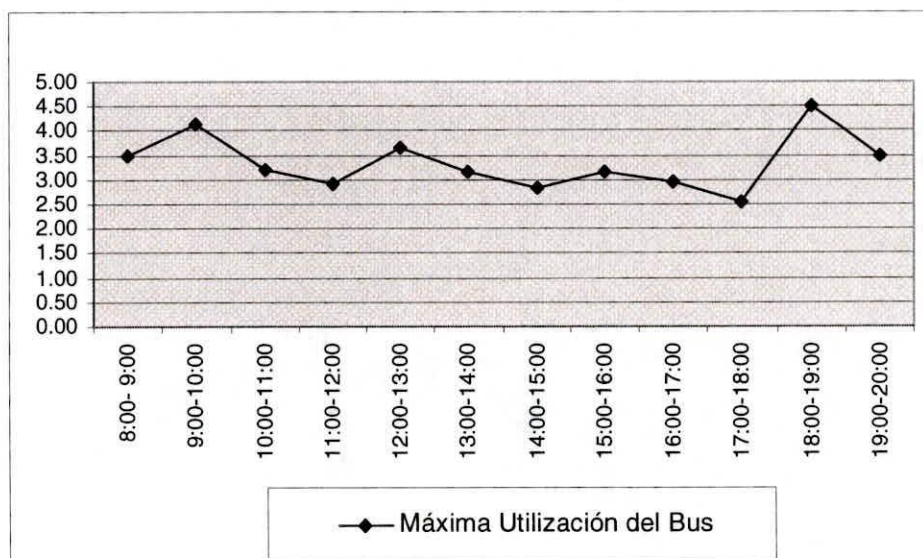


Gráfico 4.6
Máxima utilización del bus cada hora de operación



Bajo este escenario gráficamente podemos notar que la aglomeración de personas en el paradero es mínima ya que la longitud máxima de colas de espera se encuentra entre 4 y 5 personas, y el tiempo máximo que esperan por el bus esta entre 32 y 34 segundos.

Se concluye además que la utilización máxima del bus es alrededor de 5 pasajeros, lo que implica que el porcentaje de utilización de la capacidad del mismo es muy bajo, por lo que se estaría desperdiciando recursos por parte de la administración del sistema de transporte, ya que estarían enviando demasiadas unidades de transporte al sistema.

Escenario Pesimista

Las condiciones para el escenario optimista a simular son las siguientes:

1. El tiempo entre salidas de las unidades de transporte desde la terminal es de 900 segundos (15 minutos).
2. El tiempo de permanencia establecido en las estaciones de preembarque es de 300 segundos (5 minutos).
3. El tiempo entre llegadas de pasajeros a las estaciones de preembarque responde a una distribución exponencial con media de 10 segundos.



Todas las características establecidas en los puntos anteriores se mantendrán inalterables a lo largo del día de operación.

Los resultados obtenidos de la simulación para este escenario son los siguientes:

Gráfico 4.7
Cantidad máxima de colas de pasajeros en los paraderos a cada hora de operación

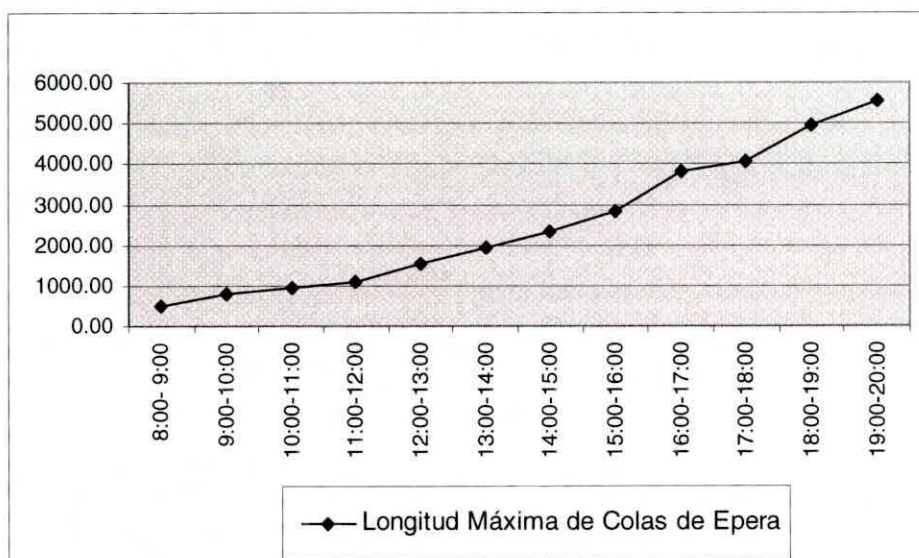


Gráfico 4.8
Tiempo promedio de espera de personas en los paraderos cada hora de operación

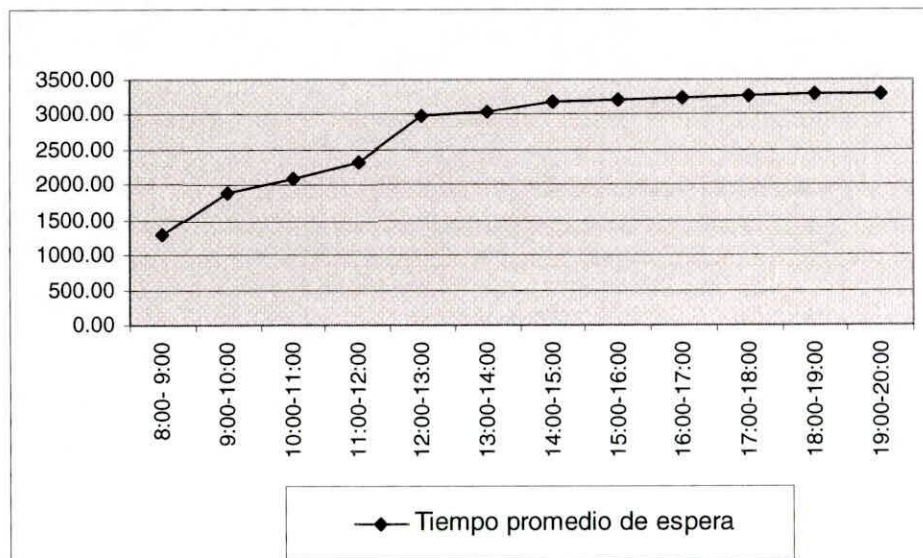
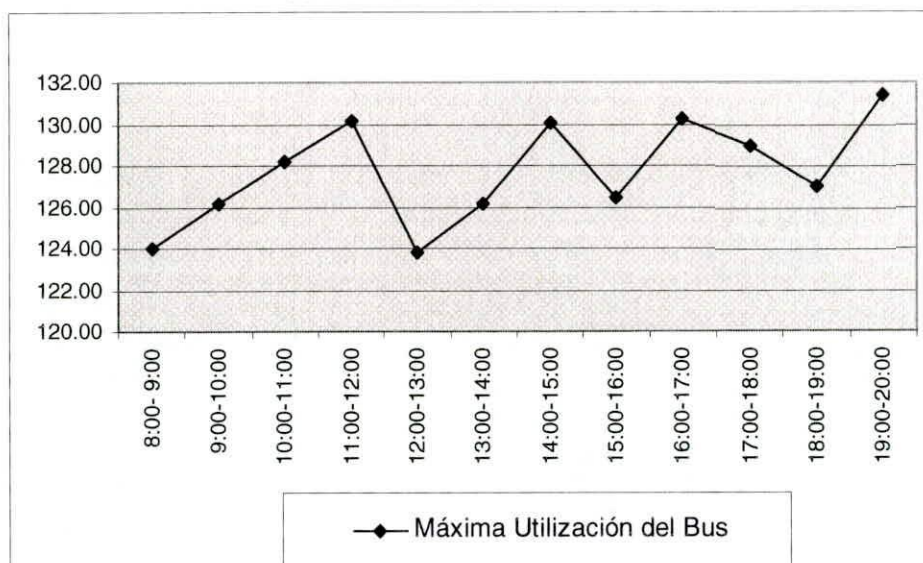


Gráfico 4.9
Cantidad máxima de utilización del Bus Troncal 5



Bajo este escenario gráficamente podemos notar a diferencia del anterior que la aglomeración de personas en el paradero es muy alta ya que la longitud máxima de colas de espera se encuentra entre 5000 y 6000 personas, y el tiempo máximo que esperan por el bus esta entre 1000 y 3500 segundos (17 y 58 minutos), esto se debe a la baja tasa de salidas de buses cada hora y a la elevada tasa de llegada de pasajeros.

Se concluye además que la utilización máxima del bus es alrededor de 132 pasajeros, lo que implica que el porcentaje de utilización de la capacidad del mismo es muy alto, por lo que se recomendaría utilizar más unidades de transporte.

Estos dos escenarios presentados como parte de la validación son coherentes de acuerdo a los parámetros que se eligió para el diseño, por lo que se puede concluir que el simulador es capaz de modelar correctamente estos tipos de situación extrema.

PRUEBA DE VALORES FIJOS

Esta prueba consiste en modelar al simulador con parámetros constantes para poder calcular de forma analítica los resultados que el modelo genere.

Para realizar esta prueba se creará un Terminal de integración y dos paraderos, es decir un modelo pequeño que opere desde las 8:00 a.m. hasta las 8:00 p.m.

A continuación se muestran los tiempos que se toman en llegar desde un objeto a otro:

Terminal → Paradero 1 = 50 segundos

Paradero1 → Paradero 2 = 50 segundos

Paradero 2 → Terminal = 50 segundos

Las condiciones para esta prueba son las siguientes:

1. El intervalo de tiempo entre salidas de las unidades de transporte desde la terminal es de 90 segundos (1.5 minutos).
2. El tiempo de permanencia establecido en las estaciones de preembarque es de 60 segundos.



3. La disciplina de colas de espera en las estaciones de preembarque será de tipo aleatorio.
4. Las unidades de transporte tendrán una capacidad de 180 personas, tendrán cuatro puertas, las cuáles serán de tipo doble.
5. Las unidades de transporte seguirán una política de espera en las estaciones de preembarque de tipo "Fijo – No puede excederse del tiempo máximo establecido".
6. El ascenso y descenso de pasajeros será llevado de manera independiente en las unidades de transporte.
7. El tiempo entre llegadas de pasajeros será un valor constante establecido en 5 segundos para el paradero 1 y en 15 segundos para el paradero 2. La terminal de integración no recibirá pasajeros.
8. El destino de los pasajeros será siempre la terminal de integración, sin importar el paradero de origen.

Todas las características establecidas en los puntos anteriores se mantendrán inalterables a lo largo del día de operación.

Se obtuvo analíticamente los siguientes resultados esperados para este diseño:

1. Si los buses salen de la terminal cada 90 segundos, y la distancia desde la terminal hasta el primer paradero y de el primer

paradero hasta el segundo paradero es de 50 segundos, entonces la cantidad de buses que llegará a cada paradero será la siguiente:

Como el primer bus sale a los 90 segundos, cuando el reloj marque 3600 segundos que es la primera hora de operación, habrán llegado 39 unidades al paradero 1; y dado que el tiempo de permanencia en el paradero esta fijado a 60 segundos, entonces 38 unidades llegarán al paradero 2; bajo el mismo análisis se concluye que para el resto de horas llegaran a los paraderos 40 unidades, a continuación se muestra una tabla con los resultados:

Tabla 86
Resultado del número de unidades que llegan a los paraderos

Horas	Paradero 1	Paradero 2
8:00- 9:00	39 Unidades	38 Unidades
9:00-10:00	40 Unidades	40 Unidades
10:00-11:00	40 Unidades	40 Unidades
11:00-12:00	40 Unidades	40 Unidades
12:00-13:00	40 Unidades	40 Unidades
13:00-14:00	40 Unidades	40 Unidades
14:00-15:00	40 Unidades	40 Unidades
15:00-16:00	40 Unidades	40 Unidades
16:00-17:00	40 Unidades	40 Unidades
17:00-18:00	40 Unidades	40 Unidades
18:00-19:00	40 Unidades	40 Unidades
19:00-20:00	40 Unidades	40 Unidades



2. Como el tiempo de permanencia del bus en los paraderos es constante durante 60 segundos y el tiempo entre objeto y objeto de de 50 segundos, entonces se concluye que el tiempo de recorrido total de la ruta es de 270 segundos.
3. El total de pasajeros por hora que ingresaran al sistema será de 720 y 240 pasajeros para el paradero 1 y 2 respectivamente de acuerdo con las tasas de llegada de pasajeros para los paraderos.
4. Si las unidades de transporte salen cada 90 desde la terminal y el tiempo de recorrido de la ruta es de 270 segundos, entonces se tendrán 3 buses en circulación por hora en la ruta.
5. Tomando en cuenta la hora en que cada uno de los buses salieron desde la terminal y el tiempo de recorrido total que es de 270 segundos, se puede determinar la hora de retorno de los buses a la terminal de integración, y conocer el número de vueltas completas que hubo en la ruta para cada hora de operación.

La siguiente tabla muestra estos resultados para las dos primeras horas:

Tabla 87

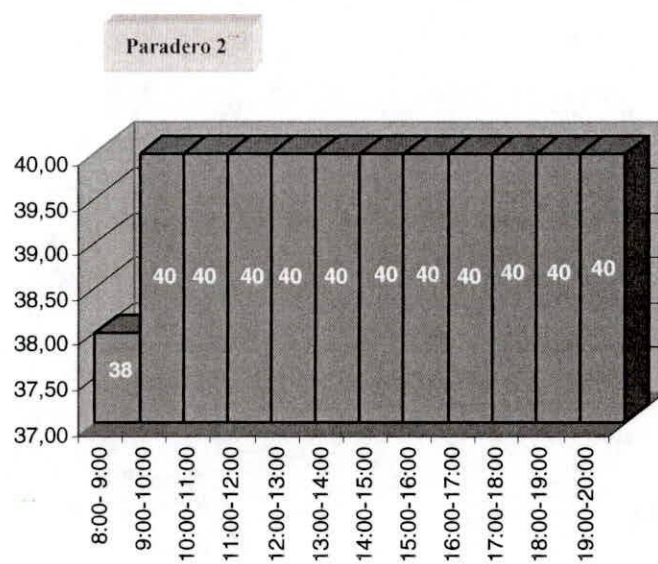
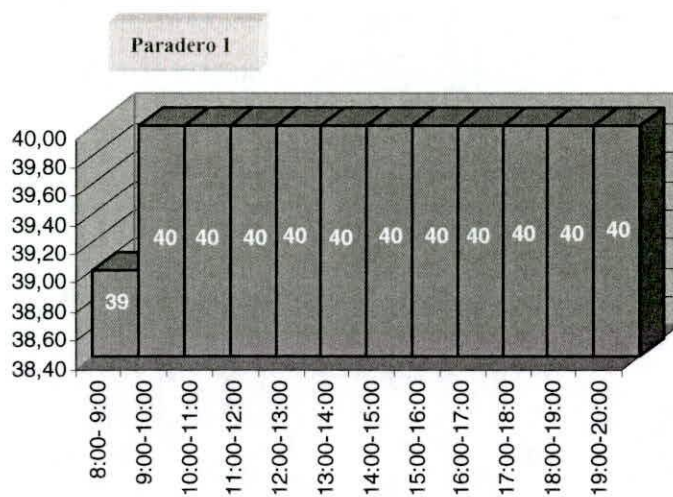
Tiempo promedio de espera de personas en los paraderos cada hora de operación

Primera Hora			Segunda Hora		
No. de Vueltas	Hora de salida	Hora de llegada	No. De Bus	Hora de salida	Hora de llegada
1	90	360	1	3420	3690
2	180	450	2	3510	3780
3	270	540	3	3600	3870
4	360	630	4	3690	3960
5	450	720	5	3780	4050
6	540	810	6	3870	4140
7	630	900	7	3960	4230
8	720	990	8	4050	4320
9	810	1080	9	4140	4410
10	900	1170	10	4230	4500
11	990	1260	11	4320	4590
12	1080	1350	12	4410	4680
13	1170	1440	13	4500	4770
14	1260	1530	14	4590	4860
15	1350	1620	15	4680	4950
16	1440	1710	16	4770	5040
17	1530	1800	17	4860	5130
18	1620	1890	18	4950	5220
19	1710	1980	19	5040	5310
20	1800	2070	20	5130	5400
21	1890	2160	21	5220	5490
22	1980	2250	22	5310	5580
23	2070	2340	23	5400	5670
24	2160	2430	24	5490	5760
25	2250	2520	25	5580	5850
26	2340	2610	26	5670	5940
27	2430	2700	27	5760	6030
28	2520	2790	28	5850	6120
29	2610	2880	29	5940	6210
30	2700	2970	30	6030	6300
31	2790	3060	31	6120	6390
32	2880	3150	32	6210	6480
33	2970	3240	33	6300	6570
34	3060	3330	34	6390	6660
35	3150	3420	35	6480	6750
36	3240	3510	36	6570	6840
37	3330	3600	37	6660	6930
Total Vueltas: 37			38	6750	7020
			39	6840	7110
			40	6930	7200
			Total Vueltas: 40		

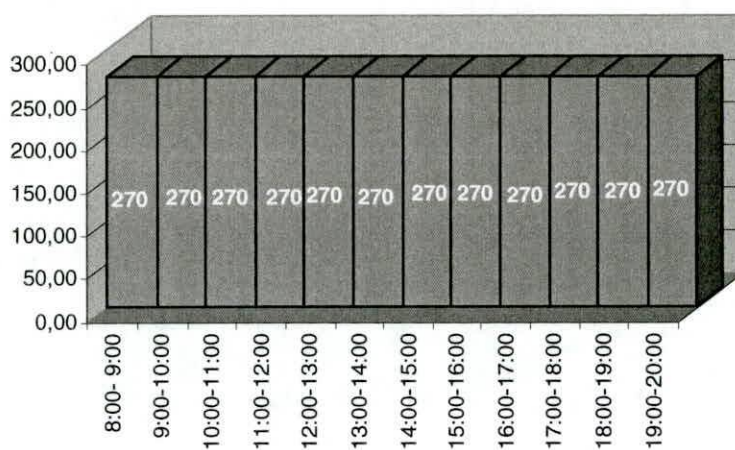


Resultados obtenidos de la ejecución del modelo:

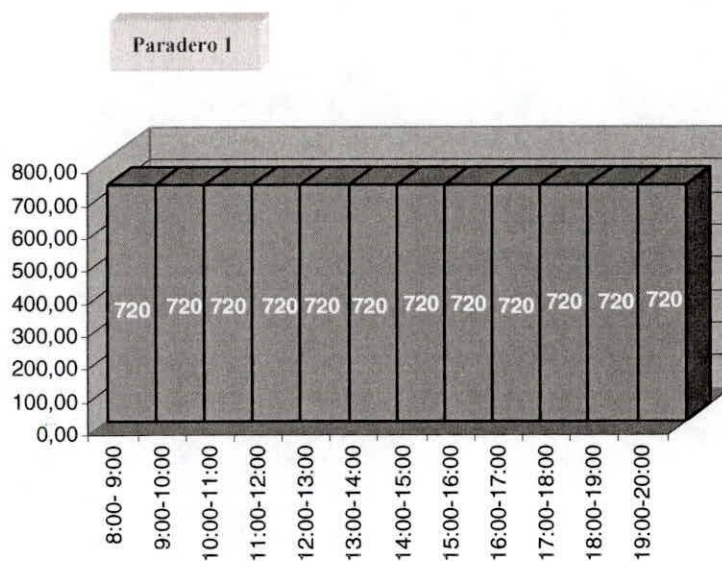
1. Total de buses que entraron a cada paradero:

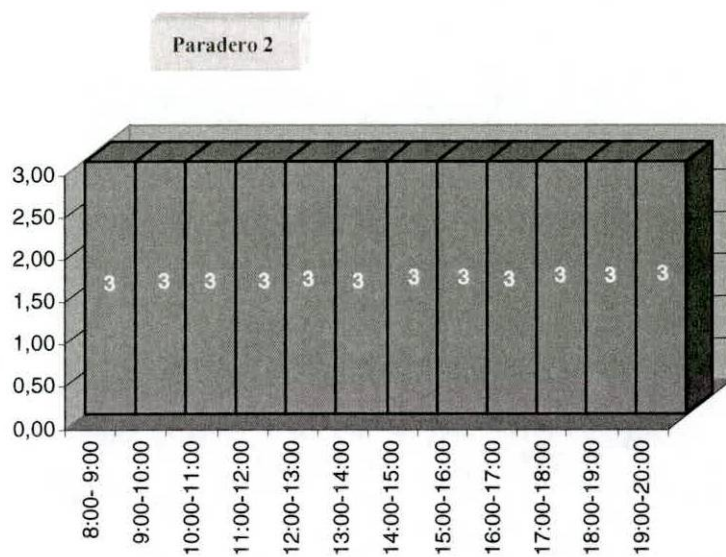


2. Tiempo total de recorrido en la ruta:

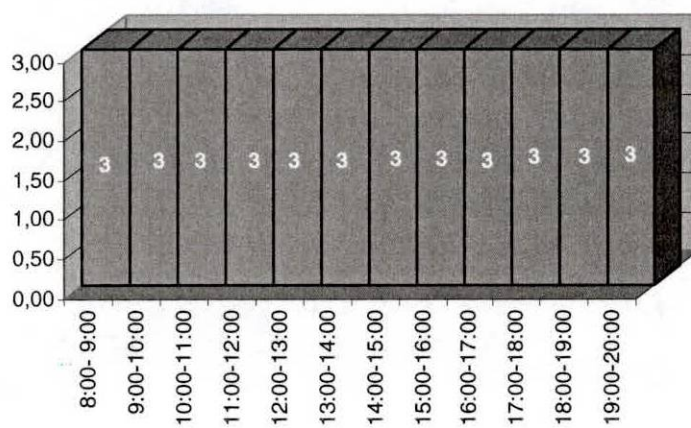


3. Total de pasajeros que entraron a cada paradero cada hora.

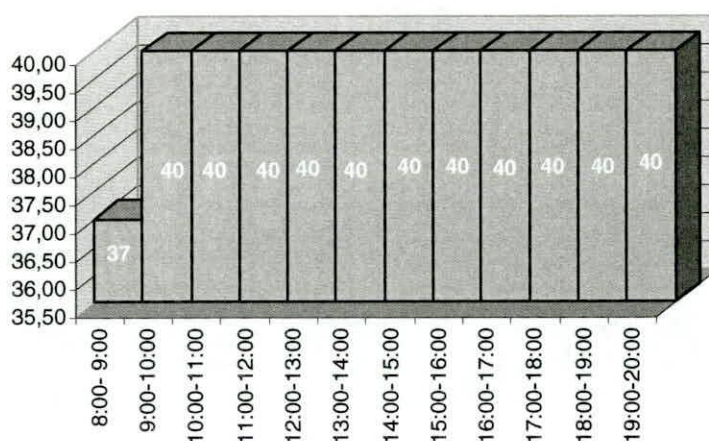




4. Número promedio de buses que estaban en circulación cada hora



5. Número total de vueltas que se completaron cada hora en la ruta



Se puede notar que los resultados obtenidos en la ejecución del modelo de simulación coinciden con los resultados analíticos calculados para el diseño de transporte propuesto, por lo que se puede concluir que la estructura del modelo de simulación se puede adaptar de manera confiable a un sistema de transporte real.

PRUEBAS CON EXPERTOS

Las pruebas con expertos se realizan por personas con experiencia en el sistema real que va ser simulado, estos verifican si el modelo y su comportamiento son coherentes de acuerdo a sus conocimientos. Esta técnica puede ser usada para determinar si la lógica del modelo es correcta y si las relaciones de los parámetros de entrada del modelo con los resultados producidos son acertadas.

El sistema de simulación tratado para la presente tesis fue presentado al personal del departamento municipal de transporte, el cual ayudó a definir de manera correcta al proyecto del nuevo transporte masivo para la ciudad Guayaquil, para construir la estructura lógica del modelo, y verificar si su implementación sea coherente con el sistema real.

4.3. IMPLEMENTACIÓN DEL SIMULADOR PARA EL SISTEMA “METROVÍA” RUTA TRONCAL 5 “PUENTE PORTETE-CENTRO”

En esta sección se realizará una implementación para el simulador con los datos obtenidos en el capítulo 3 de la ruta Troncal 5 y las políticas establecidas por el Municipio con la finalidad de validar al modelo con datos reales, más no de cuestionar el funcionamiento de la ruta. A continuación se muestran las variables resultados que se obtuvo de acuerdo a la simulación:

INFORMACIÓN GENERAL DE LA RUTA TRONCAL 5

Tiempo máximo de Recorrido desde la Terminal a cada Paradero

Es el tiempo de recorrido que tarda un bus en llegar desde la Terminal (Av. José Rodríguez Bonín y Av. Barcelona S. C.) a cada



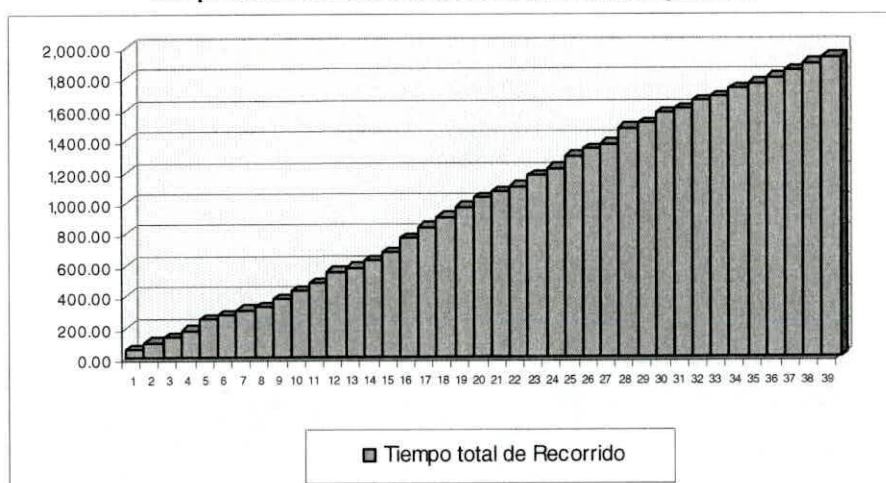
uno de los paraderos que conforman el diseño de la Ruta Troncal 5 dependiendo de la distancia en que estos se encuentren.

Esta información es de ayuda para el usuario administrador puesto que sabrá cuanto tiempo le tomará al bus llegar de un punto a otro dentro de la ruta troncal 5, para poder tomar decisiones de cambios en las políticas de operación del bus como; número de unidades en circulación, tiempo entre salidas etc. A continuación se muestran los resultados obtenidos de la simulación:

Tabla 88
Tiempo máximo de recorrido desde la terminal hasta los paraderos

Paradero	Tiempo Recorrido (Segundos)	Tiempo Recorrido (Minutos)	Paradero	Tiempo Recorrido (Segundos)	Tiempo Recorrido (Minutos)
1	52.31	0.87	21	1,068.65	17.81
2	95.82	1.60	22	1,099.74	18.33
3	128.79	2.15	23	1,166.46	19.44
4	177.04	2.95	24	1,215.13	20.25
5	243.56	4.06	25	1,293.71	21.56
6	275.31	4.59	26	1,336.91	22.28
7	307.06	5.12	27	1,369.43	22.82
8	325.48	5.42	28	1,474.26	24.57
9	374.83	6.25	29	1,503.37	25.06
10	431.79	7.20	30	1,572.66	26.21
11	477.12	7.95	31	1,600.87	26.68
12	550.14	9.17	32	1,649.24	27.49
13	576.20	9.60	33	1,675.84	27.93
14	624.63	10.41	34	1,730.98	28.85
15	674.84	11.25	35	1,757.96	29.30
16	768.08	12.80	36	1,800.62	30.01
17	836.22	13.94	37	1,847.69	30.79
18	903.60	15.06	38	1,888.95	31.48
19	965.70	16.10	39	1,927.35	32.12
20	1,024.77	17.08			

Gráfico 4.10
Tiempo máximo de recorrido desde la terminal hasta los paraderos



Estos resultados indican por ejemplo el tiempo que va a tomar en llegar desde la terminal “Av. José Rodríguez Bonín y Av. Barcelona S. C.” junto a la Policía Judicial, hasta el centro de la ciudad en el Paradero 18 “Eloy Alfaro y Cristóbal Colón” este tiempo es de 903.60 seg. (15.06 minutos), la distancia que existe entre estos paraderos es de 8.13 Km., la zona en la que se encuentran estos 18 paraderos es de vivienda lo cual indica un congestionamiento medio es decir el bus viajará a una velocidad promedio entre 46 y 55 km/h.

Desde el paradero 0 (Terminal) hasta el paradero 3 “Portete y Assad Bucaram existe una distancia de 1.50 Km. por lo que el tiempo de recorrido que tardará el bus es de 2.15 minutos, en la actualidad el tiempo promedio que un bus se toma en llegar en este



recorrido es de 5 a 7 minutos ya que realizan paradas en cualquier punto.

Si una persona se encuentra en el centro puede tomar por ejemplo el paradero 20 "Boyacá y Av. Olmedo" y si desea llegar a la zona oeste "Fco. de Marco y Assad Bucaram" paradero 36, la distancia que existe es de 8.74 Km. y el tiempo que demorara el bus será de 12.93 minutos, en la actualidad un bus tarda en recorrer esta distancia en promedio 20 a 30 minutos, lo que muestra con el nuevo sistema un ahorro de tiempo considerable para los usuarios.

Matriz de tiempos Máximo en llegar a cada Paradero

Esta organización de información servirá para los usuarios del Sistema de Transporte, puesto que indica en forma de tablas las distancias que existen desde un paradero cualquiera a otro, logrando así una mejor organización de tiempo para los usuarios, esta información debería ubicarse en cada una de los paraderos para una mejor orientación.

Cabe recalcar que para la Ruta Troncal 5 "Puente Portete - Centro, se considera que desde la Terminal de Integración "Av José Rodríguez Bonín y Av. Barcelona S. C. hasta el paradero 20 "Boyacá y Av. Olmedo" como la ruta de ida, y a partir del paradero 21 "Av. Olmedo y Chile" hasta el paradero 39 "Portete y Mons. César

Mosquera” como la ruta de regreso, por lo que es poco probable de que una persona elija por ejemplo al paradero 3 “Portete y Assad Bucaram” como origen para que su destino final sea el Paradero 35 “Cuenca y Assad Bucaram”.

Las siguientes tablas nos indican los tiempos máximos que toma en llegar el bus de un punto a otro:

La tabla 4.7 indica los tiempos máximos (segundos) que tarda el bus en llegar a cada uno de los 10 primeros paraderos, teniendo como partida el paradero 0 hasta el paradero 10.

Tabla 89
Tiempo de recorrido que tarda en llegar el bus a cada uno de los 10 paraderos

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	52.31	95.82	128.79	177.04	243.56	275.31	307.06	325.48	374.83	431.79
1		43.51	76.48	124.7	191.25	223	254.75	273.17	322.52	379.48
2			32.97	81.22	147.74	179.49	211.24	229.66	279.01	335.97
3				48.25	114.77	146.52	178.27	196.69	246.04	303
4					66.52	98.27	130.02	148.44	197.79	254.75
5						31.75	63.5	81.92	131.27	188.23
6							31.75	50.17	99.52	156.48
7								18.42	67.77	124.73
8									49.35	106.31
9										56.96
10										

El tiempo máximo que tarda el bus en llegar al paradero 3 “Portete y Assad Bucaram” teniendo como partida el paradero 0 (Terminal) es 178.27 segundos (2.97 minutos), la distancia entre estos paraderos es de 1.50 Km.

El tiempo máximo que tarda el bus en llegar al paradero 10 “Gómez Rendón y Leonidas Plaza” teniendo como partida el paradero 4 “Assad Bucaram y Fco. de Marco” es 254.75 segundos (4.25 minutos), la distancia entre estos paraderos es 2.49 km.

La tabla 4.8 indica los tiempos máximos (segundos) que tarda el bus en llegar a cada uno de los 10 siguientes paraderos, teniendo como partida el paradero 0 hasta el paradero 20.

Tabla 90
Tiempo de recorrido que tarda en llegar el bus a cada uno de los 10 paraderos siguientes

	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0	477.12	550.14	576.20	624.63	674.84	768.08	836.22	903.60	965.70	1,024.77
1	424.81	497.83	523.89	572.32	622.53	715.77	783.91	851.29	913.39	972.46
2	381.3	454.32	480.38	528.81	579.02	672.26	740.4	807.78	869.88	928.95
3	348.33	421.35	447.41	495.84	546.05	639.29	707.43	774.81	836.91	895.98
4	300.08	373.1	399.16	447.59	497.8	591.04	659.18	726.56	788.66	847.73
5	233.56	306.58	332.64	381.07	431.28	524.52	592.66	660.04	722.14	781.21
6	201.81	274.83	300.89	349.32	399.53	492.77	560.91	628.29	690.39	749.46
7	170.06	243.08	269.14	317.57	367.78	461.02	529.16	596.54	658.64	717.71
8	151.64	224.66	250.72	299.15	349.36	442.6	510.74	578.12	640.22	699.29
9	102.29	175.31	201.37	249.8	300.01	393.25	461.39	528.77	590.87	649.94
10	45.33	118.35	144.41	192.84	243.05	336.29	404.43	471.81	533.91	592.98
11		73.02	99.08	147.51	197.72	290.96	359.1	426.48	488.58	547.65
		12	26.06	74.49	124.7	217.94	286.08	353.46	415.56	474.63
			13	48.43	98.64	191.88	260.02	327.4	389.5	448.57
				14	50.21	143.45	211.59	278.97	341.07	400.14
					15	93.24	161.38	228.76	290.86	349.93
						16	68.14	135.52	197.62	256.69
							17	67.38	129.48	188.55
								18	62.1	121.17
									19	59.07
										20

El tiempo máximo que tarda el bus en llegar al paradero 18 “Eloy Alfaro y Colón” teniendo como partida el paradero 12 “Gómez Rendón y Av. del Ejercito” es 353.46 segundos (5.89 minutos), la distancia entre estos paraderos es de 2.73 Km.



El tiempo máximo que tarda el bus en llegar al paradero 20 “Boyacá y Av. Olmedo” teniendo como partida el paradero 16 “Gómez Rendón y Chile” es 256.69 segundos (4.28 minutos), la distancia entre estos paraderos es 1.95 Km.

La tabla 4.9 indica los tiempos máximos (segundos) que tarda el bus en llegar a cada uno de los 10 siguientes paraderos, teniendo como partida el paradero 0 hasta el paradero 30.

Tabla 91
Tiempo de recorrido que tarda en llegar el bus a cada uno de los 10 paraderos siguientes

El tiempo máximo que tarda el bus en llegar al paradero 26 “Cuenca y Antepara” teniendo como partida el paradero 21 “Olmedo y Chile” es 268.26 segundos (4.47 minutos), la distancia entre estos paraderos es de 1.69 Km.

El tiempo máximo que tarda el bus en llegar al paradero 30 “Cuenca y Enrique Maulme” teniendo como partida el paradero 26 “Cuenca y Esmeraldas” es 235.75 segundos, equivalente a 3.92 minutos, la distancia entre estos paraderos es 1.81 Km.

La tabla 4.10 indica los tiempos máximos (segundos) que tarda el bus en llegar a cada uno de los 10 últimos paraderos, teniendo como partida el paradero 0 hasta el paradero 39.

Tabla 92
Tiempo de recorrido que tarda en llegar el bus a cada uno de los 10 últimos paraderos

	31	32	33	34	35	36	37	38	39	0
0	1600.87	1649.24	1675.84	1730.98	1757.96	1800.62	1847.69	1888.95	1927.35	2015.85
1	1548.56	1596.93	1623.53	1678.67	1705.65	1748.31	1795.38	1836.64	1875.04	1963.54
2	1505.05	1553.42	1580.02	1635.16	1662.14	1704.8	1751.87	1793.13	1831.53	1920.03
3	1472.08	1520.45	1547.05	1602.19	1629.17	1671.83	1718.9	1760.16	1798.56	1887.06
4	1423.83	1472.2	1498.8	1553.94	1580.92	1623.58	1670.65	1711.91	1750.31	1838.81
5	1357.31	1405.68	1432.28	1487.42	1514.4	1557.06	1604.13	1645.39	1683.79	1772.29
6	1325.56	1373.93	1400.53	1455.67	1482.65	1525.31	1572.38	1613.64	1652.04	1740.54
7	1293.81	1342.18	1368.78	1423.92	1450.9	1493.56	1540.63	1581.89	1620.29	1708.79
8	1275.39	1323.76	1350.36	1405.5	1432.48	1475.14	1522.21	1563.47	1601.87	1690.37
9	1226.04	1274.41	1301.01	1356.15	1383.13	1425.79	1472.86	1514.12	1552.52	1641.02
10	1169.08	1217.45	1244.05	1299.19	1326.17	1368.83	1415.9	1457.16	1495.56	1584.06
11	1123.75	1172.12	1198.72	1253.86	1280.84	1323.5	1370.57	1411.83	1450.23	1538.73
12	1050.73	1099.1	1125.7	1180.84	1207.82	1250.48	1297.55	1338.81	1377.21	1465.71
13	1024.67	1073.04	1099.64	1154.78	1181.76	1224.42	1271.49	1312.75	1351.15	1439.65
14	976.24	1024.61	1051.21	1106.35	1133.33	1175.99	1223.06	1264.32	1302.72	1391.22
15	926.03	974.4	1001	1056.14	1083.12	1125.78	1172.85	1214.11	1252.51	1341.01
16	832.79	881.16	907.76	962.9	989.88	1032.54	1079.61	1120.87	1159.27	1247.77
17	764.65	813.02	839.62	894.76	921.74	964.4	1011.47	1052.73	1091.13	1179.63



18	697.27	745.64	772.24	827.38	854.36	897.02	944.09	985.35	1023.75	1112.25
19	635.17	683.54	710.14	765.28	792.26	834.92	881.99	923.25	961.65	1050.15
20	576.1	624.47	651.07	706.21	733.19	775.85	822.92	864.18	902.58	991.08
21	532.22	580.59	607.19	662.33	689.31	731.97	779.04	820.3	858.7	947.2
22	501.13	549.5	576.1	631.24	658.22	700.88	747.95	789.21	827.61	916.11
23	434.41	482.78	509.38	564.52	591.5	634.16	681.23	722.49	760.89	849.39
24	385.74	434.11	460.71	515.85	542.83	585.49	632.56	673.82	712.22	800.72
25	307.16	355.53	382.13	437.27	464.25	506.91	553.98	595.24	633.64	722.14
26	263.96	312.33	338.93	394.07	421.05	463.71	510.78	552.04	590.44	678.94
27	231.44	279.81	306.41	361.55	388.53	431.19	478.26	519.52	557.92	646.42
28	126.61	174.98	201.58	256.72	283.7	326.36	373.43	414.69	453.09	541.59
29	97.5	145.87	172.47	227.61	254.59	297.25	344.32	385.58	423.98	512.48
30	28.21	76.58	103.18	158.32	185.3	227.96	275.03	316.29	354.69	443.19
31	48.37	74.97	130.11	157.09	199.75	246.82	288.08	326.48	414.98	
32	26.6	81.74	108.72	151.38	198.45	239.71	278.11	366.61		
33	55.14	82.12	124.78	171.85	213.11	251.51	340.01			
34	26.98	69.64	116.71	157.97	196.37	284.87				
35	42.66	89.73	130.99	169.39	257.89					
36	47.07	88.33	126.73	215.23						
37	41.26	79.66	168.16							
38	38.4	126.9								
39	88.5									

El tiempo máximo que tarda el bus en llegar al paradero 37 “Portete y Assad Bucaram” teniendo como partida el paradero 31 “Cuenca y Milagro” es 246.82 segundos (4.11 minutos), la distancia entre estos paraderos es de 1.21 Km.

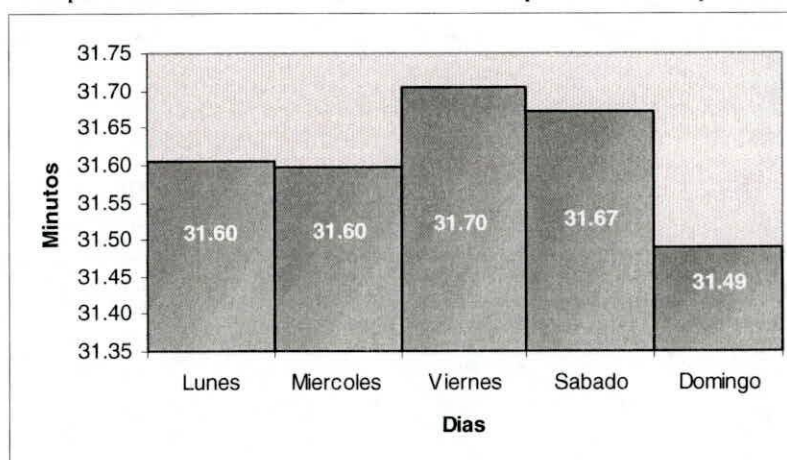
El tiempo máximo que tarda el bus en llegar a la Terminal “Av. José Rodríguez Bonín” y Av. Barcelona S. C.”, finalizando la ruta y teniendo como partida el paradero 37 “Portete y Assad Bucaram” es 168.16 segundos, equivalente a 2.80 minutos, la distancia entre estos paraderos es 1.50 Km.

Tiempo Máximo de Recorrido por toda La Ruta

El tiempo máximo que se demora en recorrer toda la ruta el bus es de 2,015.85 segundos lo que es equivalente a 33.60 minutos.

A continuación se muestra el siguiente gráfico en el que se especifica el tiempo máximo que se demora el bus en recorrer toda la ruta de acuerdo a los 5 días de la semana que opera la ruta Troncal 5.

Gráfico 4.11
Tiempos máximos de recorrido total de la ruta Troncal para los 5 días de operación



El gráfico 4.11 nos muestra que para los días lunes y miércoles el tiempo de recorrido total que como máximo ocurre es de 31.60 minutos, el viernes es de 31.70, el sábado es de 31.67 y el domingo es de 31.49.

INFORMACIÓN DE LOS PARADEROS DE LA RUTA TRONCAL 5

Longitud Máxima de Cola de Espera en los Paraderos

Los resultados obtenidos de la longitud máxima de cola de espera en los paraderos servirá para determinar de acuerdo a la cantidad de personas que se acumule a esperar un bus troncal, cual debería ser la capacidad óptima del paradero.

Este análisis se lo ha dividido en dos partes, primero se mostrará las longitudes máximas de colas excluyendo la primera hora de operación de 5:00 – 6:00 de la mañana, donde las colas de espera en los últimos paraderos aumentarán demasiado por no existir buses en circulación hasta esos puntos, en el segundo análisis se realizará a partir de la segunda hora donde ya existirán buses en circulación.

Primera Parte:

Longitud Máxima de Colas de Espera en los paraderos excluyendo la primera hora:

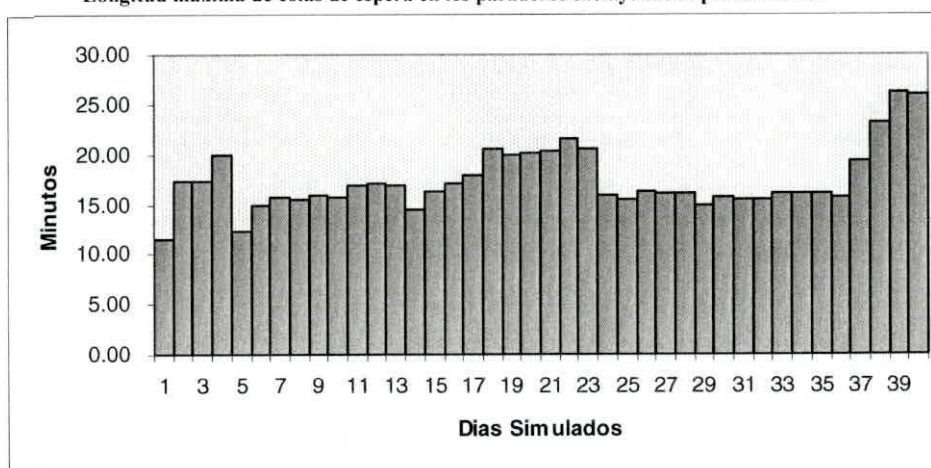
A continuación se presentan los resultados obtenidos de las longitudes máximas de las colas de espera en los 40 paraderos durante los 5 días de operación de la troncal:



Tabla 93
Longitud máxima de colas de espera en los paraderos
excluyendo la primera hora

Paraderos	No. de Personas	Paraderos	No. de Personas
0	11.48	21	21.55
1	17.37	22	20.63
2	17.34	23	16.00
3	19.95	24	15.52
4	12.21	25	16.34
5	14.80	26	16.01
6	15.65	27	16.13
7	15.49	28	14.97
8	15.92	29	15.71
9	15.71	30	15.57
10	16.97	31	15.48
11	17.07	32	16.09
12	16.95	33	16.17
13	14.51	34	16.04
14	16.27	35	15.78
15	17.05	36	19.29
16	17.96	37	23.21
17	20.52	38	26.23
18	19.88	39	25.92
19	20.19		
20	20.37		

Gráfico 4.12
Longitud máxima de colas de espera en los paraderos excluyendo la primera hora



Para la Terminal de Integración (Paradero 0), existirán 6 buses troncales disponibles para ser utilizados, de acuerdo a lo establecido por el Municipio, por lo que, cuando un bus llene toda su capacidad

y no ha concluido su tiempo de espera en el paradero, las personas ingresarán inmediatamente al siguiente bus, entonces no tendrán que permanecer en cola, únicamente las personas harán cola en la terminal cuando la capacidad de los 6 buses (1080 asientos) se haya ocupado en su totalidad, lo que resultaría poco probable, ya que en el paradero 0 la afluencia de personas por minuto no llegan hasta esa cantidad, más adelante se determinara el numero máximo de ingresos a este paradero.

La política del tiempo que los buses troncales permanecerán en la Terminal es 2.5 minutos, mientras que en los demás paraderos los buses permanecerán 1 minuto.

Analizando los resultados podemos decir que la longitud máxima de la cola de espera en el paradero 0 es de 11.48, pero éstas personas esperan sentados en el bus troncal, hasta que el reloj marque 2.5 minutos cumpliendo la política establecida para continuar con el recorrido hacia el siguiente paradero.

En el recorrido de ida, desde el paradero 1 "Portete y Mons. César Mosquera" hasta el paradero 4 "Assad Bucaram y Fco. de Marco" la longitud máxima de colas de espera esta entre 12.21 y 19.95 personas y desde el paradero 5 "Gómez Rendón e Ismael Perez"



hasta el paradero 16 "Gómez Rendón y Chile" la longitud máxima de colas de espera esta entre 14.51 y 17.96 personas.

En el centro de la ciudad, desde el paradero 17 "Eloy Alfaro y Febres Cordero" hasta el paradero 21 "Av. Olmedo y Chile" la longitud máxima de colas de espera esta entre 21.55 y 19.88 personas.

En el recorrido de retorno, desde el paradero 23 "Cuenca y 6 de Marzo" hasta el paradero 35 "Cuenca y Assad Bucaram" la longitud máxima de colas de espera esta entre 14.97 y 16.34 personas. Y desde el paradero 36 "Assad Bucaram y Fco. de Marco" hasta el paradero 39 "Portete y Mons. César Mosquera(Regreso)" la longitud máxima de colas de espera esta entre 19.29 y 25.92 personas.

Segunda Parte:

Longitud Máxima de Colas de Espera en los paraderos incluyendo la primera hora:

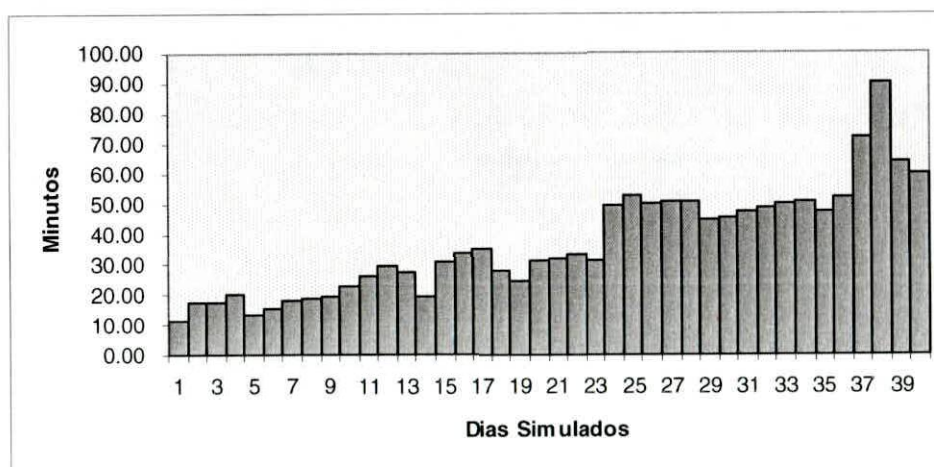
A continuación se presentan los resultados obtenidos de las longitudes máximas de las colas de espera en los 40 paraderos durante los 5 días de operación de la troncal, en la primera hora de operación, donde los buses no han llegado a todos los paraderos generándose grandes colas espera:

Tabla 94
Longitud máxima de colas de espera en los paraderos
incluyendo la primera hora

Paraderos	No. de Personas	Paraderos	No. de Personas
0	11.48	21	33.30
1	17.37	22	31.63
2	17.34	23	49.56
3	19.95	24	52.36
4	13.42	25	49.79
5	15.46	26	50.71
6	17.87	27	50.35
7	18.70	28	44.73
8	19.34	29	45.61
9	22.81	30	47.61
10	25.80	31	48.69
11	29.06	32	50.32
12	27.01	33	50.62
13	19.36	34	47.19
14	30.75	35	52.28
15	33.90	36	71.68
16	35.54	37	90.05
17	27.68	38	64.27
18	24.39	39	60.13
19	31.28		
20	32.13		



Gráfico 4.13
Longitud máxima de colas de espera en los paraderos
incluyendo la primera hora



Bajo los mismos criterios establecidos en la primera parte del análisis, podemos decir que la longitud máxima de la cola de espera del paradero 0 es de 11.48, pero éstas personas esperan sentados en el bus troncal, hasta que el reloj marque 2.5 minutos cumpliendo la política establecida, para continuar con el recorrido hacia el siguiente paradero.

En el recorrido de ida, desde el paradero 1 "Portete y Mons. César Mosquera" hasta el paradero 4 "Assad Bucaram y Fco. de Marco" la longitud máxima de colas de espera esta entre 13.42 y 19.95 personas y desde el paradero 5 "Gómez Rendón e Ismael Perez" hasta el paradero 16 "Gómez Rendón y Chile" la longitud máxima de colas de espera esta entre 15.46 y 35.54 personas.

En el centro de la ciudad, desde el paradero 17 "Eloy Alfaro y Febres Cordero" hasta el paradero 21 "Av. Olmedo y Chile" la longitud máxima de colas de espera esta entre 24.39 y 33.30 personas.

En el recorrido de retorno, desde el paradero 23 "Cuenca y 6 de Marzo" hasta el paradero 35 "Cuenca y Assad Bucaram" la longitud máxima de colas de espera esta entre 44.73 y 52.36 personas. Y desde el paradero 36 "Assad Bucaram y Fco. de Marco" hasta el

paradero 39 "Portete y Mons. César Mosquera(Regreso)" la longitud máxima de colas de espera esta entre 60.13 y 90.05.

Longitud Máxima en los paraderos por día y hora

Una vez identificadas las longitudes de colas máximas de cada paradero durante la semana de operación de la Troncal 5, se identifica el día y la hora en que se generó dicha cola, para ello se consultó las longitudes máximas de cada paradero de acuerdo a los días de operación de la Troncal.

Este análisis se lo ha dividido en dos partes, primero se mostrará las longitudes máximas de colas excluyendo la primera hora de operación de 5:00 – 6:00 de la mañana, puesto que en todos los paraderos se crean las mayores colas a esta hora por no existir buses en circulación hasta esos puntos, en el segundo análisis se realizará a partir de la segunda hora donde ya existirán buses en circulación.

Primera Parte:

A continuación se muestra los resultados obtenidos de esta consulta:



Tabla 95
Longitud máxima de colas de espera en los paraderos por día y hora

Paraderos	Día	Hora	Paraderos	Día	Hora
0	Viernes	17:00 - 18:00	21	Lunes	17:00 - 18:00
1	Viernes	8:00 - 9:00	22	Lunes	17:00 - 18:00
2	Viernes	8:00 - 9:00	23	Viernes	17:00 - 18:00
3	Lunes	8:00 - 9:00	24	Viernes	17:00 - 18:00
4	Sábado	8:00 - 9:00	25	Sábado	8:00 - 9:00
5	Miércoles	8:00 - 9:00	26	Sábado	23:00 - 24:00
6	Miércoles	8:00 - 9:00	27	Miércoles	7:00 - 8:00
7	Miércoles	8:00 - 9:00	28	Sábado	18:00 - 19:00
8	Miércoles	8:00 - 9:00	29	Sábado	18:00 - 19:00
9	Miércoles	8:00 - 9:00	30	Sábado	18:00 - 19:00
10	Miércoles	8:00 - 9:00	31	Lunes	7:00 - 8:00
11	Miércoles	8:00 - 9:00	32	Lunes	7:00 - 8:00
12	Sábado	18:00 - 19:00	33	Lunes	7:00 - 8:00
13	Domingo	11:00 - 12:00	34	Lunes	7:00 - 8:00
14	Sábado	18:00 - 19:00	35	Lunes	7:00 - 8:00
15	Sábado	18:00 - 19:00	36	Viernes	11:00 - 12:00
16	Sábado	17:00 - 18:00	37	Sábado	11:00 - 12:00
17	Viernes	17:00 - 18:00	38	Miércoles	8:00 - 9:00
18	Viernes	17:00 - 18:00	39	Miércoles	8:00 - 9:00
19	Viernes	17:00 - 18:00			
20	Lunes	17:00 - 18:00			

En el paradero 0 “Av. José Rodríguez y Av. Barcelona S. C.” los días viernes de 5:00 p.m. – 6:00 p.m. fue donde se produjo longitudes de colas altas de personas esperando en el bus.

En los paraderos 1 “Portete y Mons. César Mosquera” y 2 “Portete y Manuel Días” las colas máximas se produjeron de 8:00 a 9:00 de la mañana del día viernes.

El paradero 3 “Portete y Assad Bucaram” tuvo longitudes de colas máximas el día lunes 8:00 – 9:00 de la mañana



Desde el paradero 5 "Gómez Rendón e Ismael Pérez" hasta el paradero 10 "Gómez Rendón y Leonidas Plaza", los cuales utilizan la información levantada en "Gómez Rendón y Milagro", las colas máximas se produjeron el día Miércoles de 8:00 - 9:00 de la mañana.

En los paraderos del centro de la ciudad desde el 17 "Eloy Alfaro y Febres Cordero" hasta el 20 "Boyacá y Av. Olmedo", los cuales toman la información levantada en "Eloy Alfaro y Colón", las colas máximas se produjeron el día Viernes de 5:00 - 6:00 de la tarde.

De regreso a la Terminal en los paraderos 23 "Cuenca y 6 de Marzo" y 24 "Cuenca y Pedro Moncayo" las colas máximas se produjeron el día Viernes de 5:00 - 6:00 de la tarde.

En los paraderos 32 "Cuenca y Roberto Levi" y 35 "Cuenca Assad Bucaram" los cuales toman la información de "Cuenca y Milagro", las colas máximas se produjeron el día Viernes de 7:00 - 8:00 de la mañana.

En los paraderos de regreso 37 "Portete y Assad Bucaram" tuvo longitudes de colas máximas el día sábado 11:00 - 12:00 de la

mañana, y en los paraderos 38 "Portete y Mons. César Mosquera" y 39 "Portete y Manuel Días" las colas máximas se produjeron de 8:00 a 9:00 de la mañana del día miércoles.

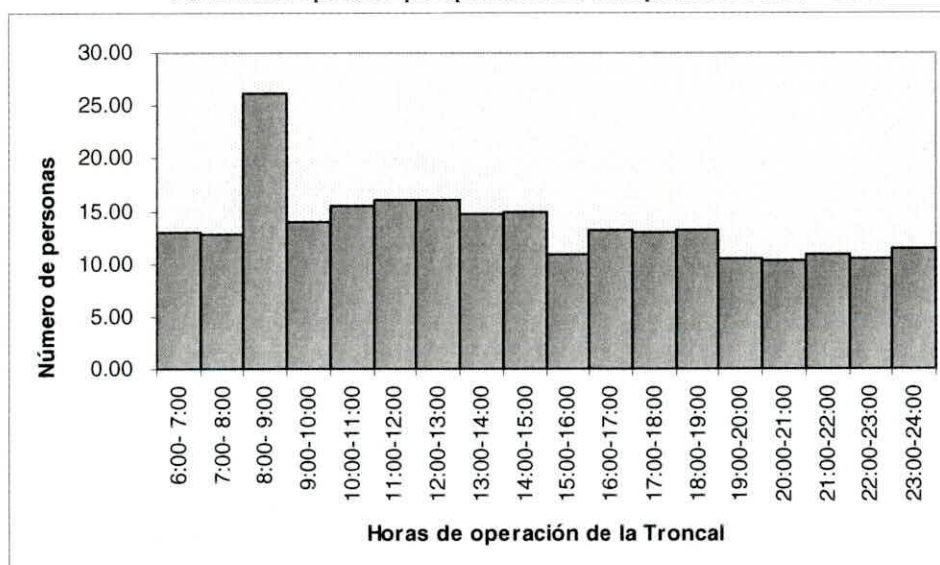
El paradero que tuvo la mayor longitud de cola de espera fue el paradero 38 "Portete y Manuel Díaz", la misma que tuvo una longitud de 26.23 pasajeros, esta cola se produjo el día Miércoles de 8:00 - 9:00 de la mañana. A continuación se muestra la información sobre las longitudes máximas de este paradero.

Tabla 96
No. máximo de personas que esperaron al bus
en el paradero 38 el día Viernes

Horas	Cantidad Máxima
6:00- 7:00	13.03
7:00- 8:00	12.77
8:00- 9:00	26.23
9:00-10:00	13.92
10:00-11:00	15.57
11:00-12:00	15.99
12:00-13:00	15.97
13:00-14:00	14.74
14:00-15:00	14.98
15:00-16:00	10.92
16:00-17:00	13.14
17:00-18:00	13.02
18:00-19:00	13.11
19:00-20:00	10.42
20:00-21:00	10.26
21:00-22:00	10.81
22:00-23:00	10.57
23:00-24:00	11.42



Gráfico 4.14
No. máximo de personas que esperaron al bus en el paradero 38 el día Viernes



Segunda Parte:

A continuación se muestra los resultados obtenidos de esta consulta:

Tabla 97
Longitud máxima de colas de espera en los paraderos por día y hora

Paraderos	Día	Hora	Paraderos	Día	Hora
0	Viernes	17:00 - 18:00	21	Sábado	5:00 - 6:00
1	Viernes	8:00 - 9:00	22	Sábado	5:00 - 6:00
2	Viernes	8:00 - 9:00	23	Domingo	5:00 - 6:00
3	Lunes	8:00 - 9:00	24	Domingo	5:00 - 6:00
4	Sábado	5:00 - 6:00	25	Miércoles	5:00 - 6:00
5	Lunes	5:00 - 6:00	26	Miércoles	5:00 - 6:00
6	Lunes	5:00 - 6:00	27	Miércoles	5:00 - 6:00
7	Lunes	5:00 - 6:00	28	Miércoles	5:00 - 6:00
8	Lunes	5:00 - 6:00	29	Miércoles	5:00 - 6:00
9	Lunes	5:00 - 6:00	30	Miércoles	5:00 - 6:00
10	Lunes	5:00 - 6:00	31	Lunes	5:00 - 6:00
11	Lunes	5:00 - 6:00	32	Lunes	5:00 - 6:00
12	Miércoles	5:00 - 6:00	33	Lunes	5:00 - 6:00
13	Sábado	5:00 - 6:00	34	Lunes	5:00 - 6:00
14	Lunes	5:00 - 6:00	35	Lunes	5:00 - 6:00
15	Lunes	5:00 - 6:00	36	Viernes	5:00 - 6:00
16	Lunes	5:00 - 6:00	37	Sábado	5:00 - 6:00
17	Miércoles	5:00 - 6:00	38	Miércoles	5:00 - 6:00
18	Miércoles	5:00 - 6:00	39	Miércoles	5:00 - 6:00
19	Miércoles	5:00 - 6:00			
20	Sábado	5:00 - 6:00			

En la Terminal de Integración "Av. José Rodríguez Bonín y Av. Barcelona S. C." se produjeron máximas colas de espera, es decir personas esperando dentro del bus, el día viernes de 5:00 - 6:00 de la tarde.

Como en esta parte del análisis se incluye la hora de 5:00 – 6:00 de la mañana que es la primera hora de operación, se puede constatar en la tabla que para todos los paraderos la hora donde se produjo colas máximas de espera fue de 5:00 a 6:00 de la mañana en cualquier día de la semana de operación, esto ocurre debido a que han salido pocas unidades desde la terminal y no han avanzado hasta los paraderos mas lejanos, aumentando así la demanda personas sin ser atendidas.

Por esta razón en los paraderos 1 y 2 cercanos a la terminal las colas máximas que se produjeron fueron desde las 8:00 hasta las 9:00 de la mañana el día viernes. Así también en el paradero 3 se produjeron colas máximas el día lunes de 8:00 – 9:00 de la mañana.

El paradero que tuvo la mayor longitud de cola de espera fue el paradero 38 "Portete y Manuel Díaz", la misma que tuvo una longitud de 64.27 pasajeros, esta cola se produjo el día Miércoles de 5:00 -

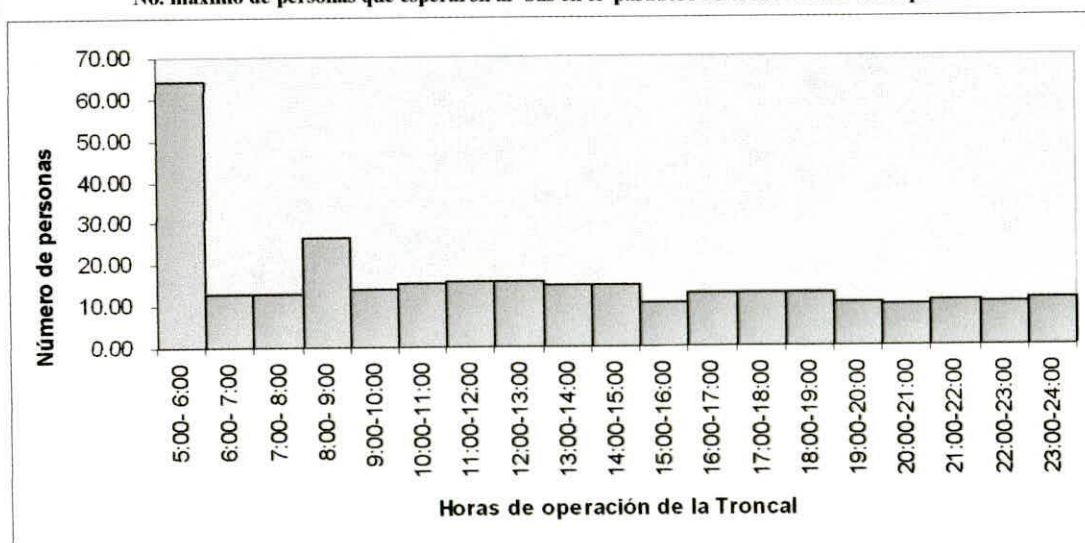
6:00 de la mañana A continuación se muestra la información sobre las longitudes máximas de este paradero.

Tabla 98
No. máximo de personas que esperaron al bus
en el paradero 38 el día viernes

Horas	Cantidad Máxima
5:00- 6:00	64.27
6:00- 7:00	13.03
7:00- 8:00	12.77
8:00- 9:00	26.23
9:00-10:00	13.92
10:00-11:00	15.57
11:00-12:00	15.99
12:00-13:00	15.97
13:00-14:00	14.72
14:00-15:00	14.98
15:00-16:00	10.62
16:00-17:00	13.14
17:00-18:00	13.02
18:00-19:00	13.11
19:00-20:00	10.42
20:00-21:00	10.26
21:00-22:00	10.81
22:00-23:00	10.57
23:00-24:00	11.42



Gráfico 4.15
No. máximo de personas que esperaron al bus en el paradero 38 el día viernes en la primera hora



Ingreso Máximo de Pasajeros a los Paraderos

Permite analizar el número máximo de personas que ingresan a los paraderos, esto será de mucha ayuda para la administración del proyecto puesto que servirá para poder tomar decisiones en cuanto al diseño de la ruta.

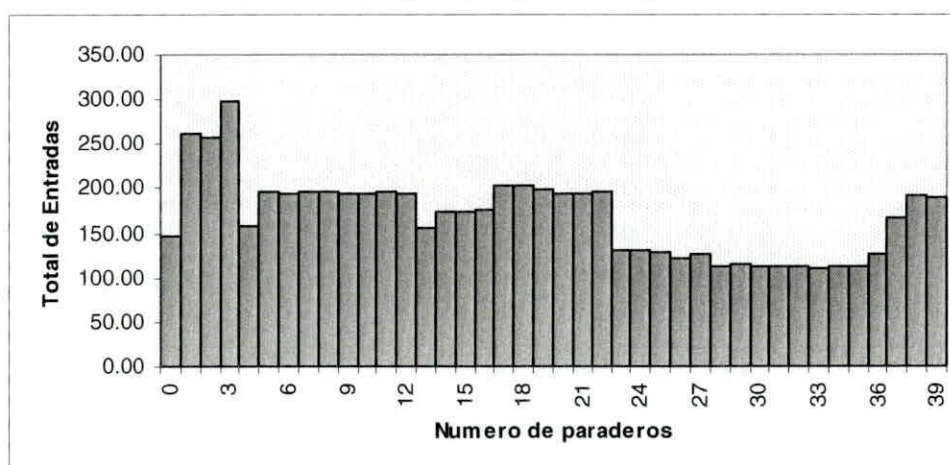
A continuación se muestra la información del máximo ingreso de personas a cada uno de los 40 paraderos durante los 5 días de operación de la troncal 5.

Tabla 99
No. máximo de pasajeros que ingresaron a los paraderos

No. Paradero	Total de Entradas	No. Paradero	Total de Entradas
0	147.29	21	195.22
1	260.94	22	196.21
2	257.83	23	130.43
3	297.41	24	130.88
4	157.08	25	128.80
5	196.51	26	122.86
6	194.56	27	125.38
7	196.28	28	112.50
8	197.49	29	114.46
9	194.32	30	111.95
10	193.60	31	112.79
11	196.79	32	113.82
12	193.25	33	111.26
13	156.23	34	112.65
14	174.63	35	112.67
15	174.19	36	127.57
16	175.48	37	166.08
17	202.76	38	191.88
18	204.19	39	189.93
19	199.76		
20	193.80		



Gráfico 4.16
No. máximo de pasajeros que ingresaron a los paraderos



Al paradero 0 (Terminal de Integración – Junto a la Policía Judicial) ingresan a una hora y en un día específico como máximo 147.29 personas. Lo que indica que si hay 6 buses esperando (1080 asientos) estos no serán ocupados en su totalidad, porque siendo el máximo de entradas inferior a la capacidad de los buses la probabilidad de que las personas formen fila en el paradero 0 es nula.

El paradero al que ingresaron mayor número de personas fue el paradero 3 “Portete y Assad Bucaram”, el mismo que tiene un ingreso máximo de 297.41 personas.



Si se analiza la ruta Troncal 5 de ida hacia el centro de la ciudad los paraderos que tuvieron mayores ingresos fueron:

El paradero 1 "Portete y Mons. Cesar Mosquera", tuvo un ingreso máximo de 260.94 siendo el segundo paradero con mayor ingreso de la ruta.

El paradero 4 "Assad Bucaram y Fco. de Marco", registro un ingreso máximo de 157.08 personas.

El paradero 13 "Gómez Rendón y Antepara", tuvo un ingreso máximo de 156.23 personas.

En el centro de la ciudad el paradero que registro mayores ingresos de personas fue el paradero 20 "Boyacá y Av. Olmedo", siendo este el paradero en el que la ruta tiene el sentido de regreso a la terminal, con un máximo de ingresos de 204.19 personas.

Los paraderos que tuvieron mayor ingreso de personas tomando a la ruta troncal 5 de regreso fueron:

El paradero 22 "Chile y Febres Cordero" registro un ingreso de 196.21 personas.

El paradero 25 "Cuenca y Antepara" tuvo un ingreso de 128.80 personas.

El paradero 37 "Portete y Assad Bucaram (Regreso)" tuvo un ingreso de 166.08 personas.

Los paraderos que registran el menor de los ingresos máximos son: paradero 30 "Cuenca y Enrique Maulme" con 111.95 personas, y el paradero 33 con 111.26 personas.

Máximos Ingresos de personas al paradero por Día y Hora

Esta consulta permitirá analizar los ingresos máximos de personas que se dan en una hora y un día específico, ayudando así al usuario administrador tener un estudio mas detallado y poder realizar mejores tomas de decisiones.

A continuación se muestran los resultados del día y la hora en que se registró el mayor ingreso de personas en cada uno de los paraderos de la ruta Troncal 5.

Tabla 100
Días y horas en que se generó los máximos ingresos de pasajeros en los paraderos

No. Paradero	Día	Hora	No. Paradero	Día	Hora
0	Viernes	17:00 - 18:00	21	Lunes	17:00 - 18:00
1	Viernes	8:00 - 9:00	22	Lunes	17:00 - 18:00
2	Viernes	8:00 - 9:00	23	Viernes	17:00 - 18:00
3	Lunes	8:00 - 9:00	24	Viernes	17:00 - 18:00
4	Sábado	8:00 - 9:00	25	Sábado	8:00 - 9:00
5	Miércoles	8:00 - 9:00	26	Miércoles	7:00 - 8:00
6	Miércoles	8:00 - 9:00	27	Miércoles	6:00 - 7:00
7	Miércoles	8:00 - 9:00	28	Viernes	8:00 - 9:00
8	Miércoles	8:00 - 9:00	29	Viernes	8:00 - 9:00
9	Miércoles	8:00 - 9:00	30	Viernes	8:00 - 9:00
10	Miércoles	8:00 - 9:00	31	Viernes	8:00 - 9:00
11	Miércoles	8:00 - 9:00	32	Viernes	8:00 - 9:00
12	Sábado	18:00 -19:00	33	Viernes	8:00 - 9:00
13	Domingo	13:00 - 14:00	34	Viernes	8:00 - 9:00
14	Sábado	18:00 -19:00	35	Viernes	8:00 - 9:00
15	Sábado	18:00 -19:00	36	Viernes	5:00 - 6:00
16	Lunes	8:00 - 9:00	37	Sábado	8:00 - 9:00
17	Viernes	17:00 - 18:00	38	Miércoles	8:00 - 9:00
18	Viernes	17:00 - 18:00	39	Miércoles	8:00 - 9:00
19	Viernes	17:00 - 18:00			
20	Lunes	17:00 - 18:00			

En el paradero 0 (Terminal – Junto a la Policía Judicial), el día viernes de 5:00 – 6:00 de la tarde fue cuando se registraron los mayores ingresos de personas al paradero.

El paradero al que ingresaron mayor número de personas fue el paradero 3 “Portete y Assad Bucaram”, este ingreso se registró el día lunes de 8:00 – 9:00 de la mañana.



El máximo de ingresos en los paraderos 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, se registro el miércoles de 8:00 a 9:00 de la mañana, esto ocurre porque los paraderos toman la misma información.

En el centro de la ciudad el paradero que registro mayores ingresos de personas fue el paradero 20 “Boyacá y Av. Olmedo”, este ingreso fue el día lunes de 5:00 – 6:00 de la tarde.

Los paraderos que tuvieron mayor ingreso de personas tomando a la ruta troncal 5 de regreso fueron:

En el paradero 22 “Chile y Febres Cordero”, este ingreso se registró el lunes de 5:00 a 6:00 de la tarde.

En el paradero 25 “Cuenca y Antepara”, y el paradero 37 “Portete y Assad Bucaram (Regreso)” el mayor ingreso se registró el sábado de 8:00 a 9:00 de la mañana.

Total de Entradas a los Paraderos en una semana

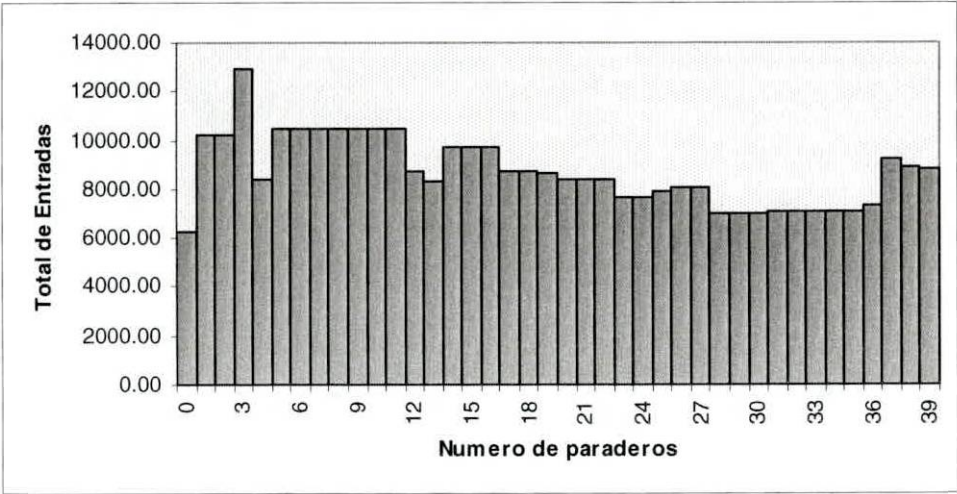
Por medio de esta consulta, se podrá conocer el total de personas que ingresaron a cada uno de los 40 paraderos durante la semana de operación de la ruta Troncal.

A continuación se muestra los resultados obtenidos de esta consulta para su análisis.

Tabla 101
Total de ingresos de pasajeros a los paraderos
en la semana de operación de la Troncal 5

No. Paradero	Total de Entradas	No. Paradero	Total de Entradas
0	6,292.31	21	8,400.55
1	10,183.05	22	8,402.60
2	10,194.18	23	7,688.47
3	12,929.60	24	7,685.43
4	8,423.28	25	7,910.03
5	10,450.88	26	8,055.58
6	10,438.68	27	8,029.61
7	10,429.92	28	7,024.11
8	10,450.96	29	7,032.85
9	10,438.75	30	7,035.41
10	10,423.25	31	7,087.74
11	10,442.16	32	7,108.73
12	8,724.39	33	7,092.16
13	8,297.22	34	7,094.10
14	9,717.55	35	7,097.28
15	9,720.60	36	7,336.07
16	9,715.12	37	9,217.65
17	8,701.24	38	8,866.58
18	8,694.65	39	8,850.65
19	8,684.07		
20	8,411.56		

Gráfico 4.17
Total de ingresos de pasajeros a los paraderos en la semana de operación de la Troncal 5



En la ruta de ida hacia el centro de Guayaquil se analizó que:

El mayor ingreso de personas en una semana se produce en el paradero 3 "Portete y Assad Bucaram", al cual ingresan 12,929.60 personas durante la semana, considerandose así a este paradero como el de mayor afluencia de la Ruta.

El segundo mayor ingreso lo registra el paradero 8 "Gómez Rendón y Balzar" con un ingreso total de 10,450.96 personas.

En el centro de Guayaquil se analizó que:

El mayor ingreso de personas se produce en el paradero 17 "Eloy Alfaro y Febres Cordero", al cual ingresan 8,801.24 personas durante la semana.

El segundo mayor ingreso lo registra el paradero 18 "Eloy Alfaro y Colón" con un ingreso total de 8,694.65 personas

En la ruta de regreso al terminal de integración se analizó que:

El mayor ingreso de personas se produce en el paradero 37 "Portete y Assad Bucaram", al cual ingresan 9,217.65 personas durante la semana.

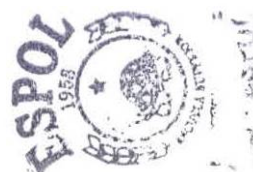
El segundo mayor ingreso lo registra el paradero 38 "Portete y Manuel Días" con un ingreso total de 8,866.58 personas

Máximo Tiempo de Espera en los Paraderos

La información que proporcione el sistema sobre el tiempo máximo de espera en los paraderos, servirá para la toma de decisiones del usuario administrador para modificar políticas de la Troncal 5, si las esperas en los paraderos son períodos muy largos para los pasajeros.

Las esperas de los pasajeros en los paraderos se producen por las siguientes razones:

- El bus ha utilizado toda su capacidad, y el pasajero no subió al bus por lo que deberá esperar el siguiente.
- No existe cola de espera, pero el pasajero llegó cuando el tiempo de permanencia del bus en el paradero ha terminado, por lo que debe esperar otra unidad.
- Existen colas de espera, pero el tiempo de permanencia del bus en el paradero ha terminado por lo que deberán esperar otro bus.
- En el paradero anterior el tiempo que tardan las personas en descender del bus es mayor al tiempo que el bus debe permanecer en dicho paradero, ya que la política del funcionamiento del



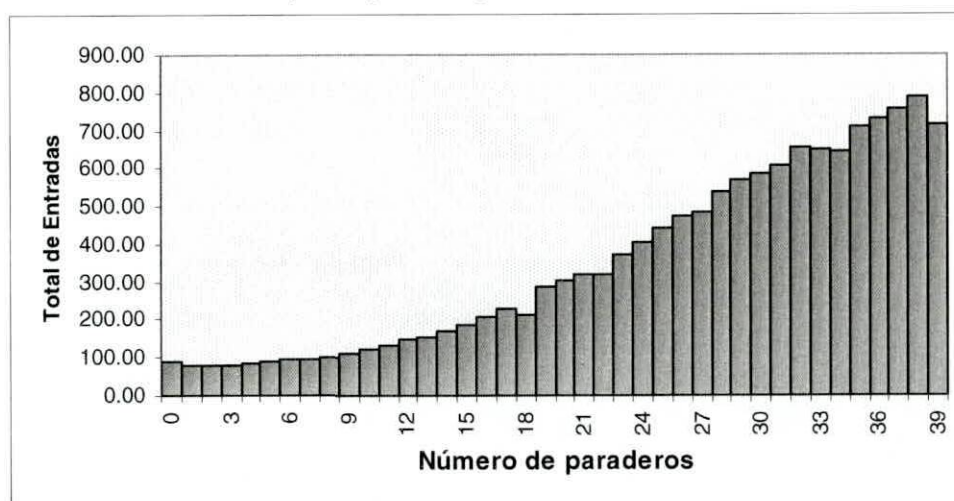
Sistema Metrovía consiste en que el bus no debe continuar con su recorrido hasta que el proceso de bajadas haya concluido, aún cuando su tiempo de espera en el paradero haya finalizado. Debido a esto las colas de espera en el siguiente paradero aumentan.

A continuación se muestra los resultados obtenidos de esta consulta para su análisis.

Tabla 102
Total de tiempos de espera en los paraderos de la ruta Troncal 5

No. Paradero	Tiempo/Espera (Segundos)	Tiempo/Espera (Minutos)	No. Paradero	Tiempo/Espera (Segundos)	Tiempo/Espera (Minutos)
0	92.83	1.55	21	319.58	5.33
1	78.49	1.31	22	318.98	5.32
2	80.26	1.34	23	370.66	6.18
3	82.42	1.37	24	406.75	6.78
4	85.31	1.42	25	441.80	7.36
5	90.81	1.51	26	475.38	7.92
6	95.34	1.59	27	486.05	8.10
7	98.30	1.64	28	536.52	8.94
8	100.15	1.67	29	568.72	9.48
9	109.76	1.83	30	586.69	9.78
10	122.59	2.04	31	605.17	10.09
11	133.06	2.22	32	655.70	10.93
12	148.14	2.47	33	651.49	10.86
13	155.55	2.59	34	645.88	10.76
14	168.58	2.81	35	710.14	11.84
15	185.02	3.08	36	731.09	12.18
16	207.87	3.46	37	756.73	12.61
17	228.12	3.80	38	788.73	13.15
18	214.39	3.57	39	711.45	11.86
19	285.93	4.77			
20	303.48	5.06			

Gráfico 4.18
Total de tiempos de espera en los paraderos de la ruta Troncal 5



En el paradero 0 los pasajeros tienen que esperar como máximo 1.55 minutos dentro del bus troncal, en este paradero los tiempos máximos de espera no serán superiores a 2.5 minutos ya que la máxima cola en este paradero es 11.48 personas.

En la ruta de ida hacia el centro de Guayaquil se analizó que el máximo tiempo de espera ocurrió en el paradero 16 "Gómez Rendón y Chile" y fue de 3.46 minutos.

La ruta de regreso a la terminal de integración se analizó que el máximo tiempo de espera ocurrió en el paradero 39 "Portete y Mons. César Mosquera" y fue de 11.86 minutos.

Máximos Tiempos de Espera en los Paraderos por día y por hora

Para realizar un análisis más detallado sobre la consulta sobre el tiempo espera en los paraderos, es necesario saber el día y la hora en la que se producen. Esto servirá para no cometer errores en la toma de decisiones.

A continuación se muestran los resultados de, el día y la hora en que se produjo el máximo tiempo de espera en los paraderos de la ruta Troncal 5.

Tabla 103
Días y horas en que se produjeron lo máximos tiempos de espera en los paraderos de la ruta Troncal 5

No. Paradero	Día	Hora	No. Paradero	Día	Hora
0	Viernes	17:00 - 18:00	21	Lunes	17:00 - 18:00
1	Viernes	8:00 - 9:00	22	Lunes	17:00 - 18:00
2	Viernes	8:00 - 9:00	23	Viernes	17:00 - 18:00
3	Lunes	8:00 - 9:00	24	Viernes	17:00 - 18:00
4	Sábado	8:00 - 9:00	25	Sábado	8:00 - 9:00
5	Miércoles	8:00 - 9:00	26	Miércoles	7:00 - 8:00
6	Miércoles	8:00 - 9:00	27	Miércoles	6:00 - 7:00
7	Miércoles	8:00 - 9:00	28	Viernes	8:00 - 9:00
8	Miércoles	8:00 - 9:00	29	Viernes	8:00 - 9:00
9	Miércoles	8:00 - 9:00	30	Viernes	8:00 - 9:00
10	Miércoles	8:00 - 9:00	31	Viernes	8:00 - 9:00
11	Miércoles	8:00 - 9:00	32	Viernes	8:00 - 9:00
12	Sábado	18:00 - 19:00	33	Viernes	8:00 - 9:00
13	Domingo	13:00 - 14:00	34	Viernes	8:00 - 9:00
14	Sábado	18:00 - 19:00	35	Viernes	8:00 - 9:00
15	Sábado	18:00 - 19:00	36	Viernes	11:00 - 12:00
16	Lunes	8:00 - 9:00	37	Sábado	8:00 - 9:00
17	Viernes	17:00 - 18:00	38	Miércoles	8:00 - 9:00
18	Viernes	17:00 - 18:00	39	Miércoles	8:00 - 9:00
19	Viernes	17:00 - 18:00			
20	Lunes	17:00 - 18:00			



En el paradero 0 el día viernes de 5:00 – 6:00 de la tarde se produjo el mayor tiempo de espera como máximo 1.55 minutos dentro del bus troncal.

En la ruta de ida hacia el centro de Guayaquil se analizó que el máximo tiempo de espera ocurrió en el paradero 16 “Gómez Rendón y Chile” el día lunes de 8:00 – 9:00 de la mañana.

La ruta de regreso a la terminal de integración se analizó que el máximo tiempo de espera ocurrió en el paradero 39 “Portete y Mons. César Mosquera” el día miércoles de 8:00 – 9:00 de la mañana.

Los motivos por los que se produjeron estos máximos tiempos de espera en los paraderos se analizará de una manera lógica de acuerdo a las razones antes mencionadas.

- No puede darse el caso de que el bus haya utilizado toda su capacidad (180 asientos) en el paradero 0 porque la máxima cola de espera fue de 11.48 personas.
- La posibilidad de que el bus se demoró en el paradero 0 esperando que finalice el proceso de bajadas es nulo, ya que en este paradero no existen bajadas, por ser el primer paradero de la ruta.

Descartando las dos posibilidades anteriores, se puede decir que:

- Las personas estaban esperando por subir al bus y el tiempo de espera del bus en el paradero ha finalizado, por lo tanto en el paradero se queda todavía gente en cola, los mismos que tienen que esperar al siguiente bus. Si este no es el caso, entonces la razón más probable es la siguiente:
- La persona llegó al paradero cuando el bus ha cerrado sus puertas, ya que el tiempo de espera del bus ha concluido, y debe esperar al siguiente.

Cantidad Máxima de Subidas al Bus

Analizando la cantidad máxima de subidas al bus troncal se podrá determinar que paradero es el que tiene mayor demanda de pasajeros ha ser transportados.

Se analizó en una semana de operación cual bus tuvo mayor número de ascensos de pasajeros, este proceso se realizó en todos los paraderos de la ruta Troncal 5.

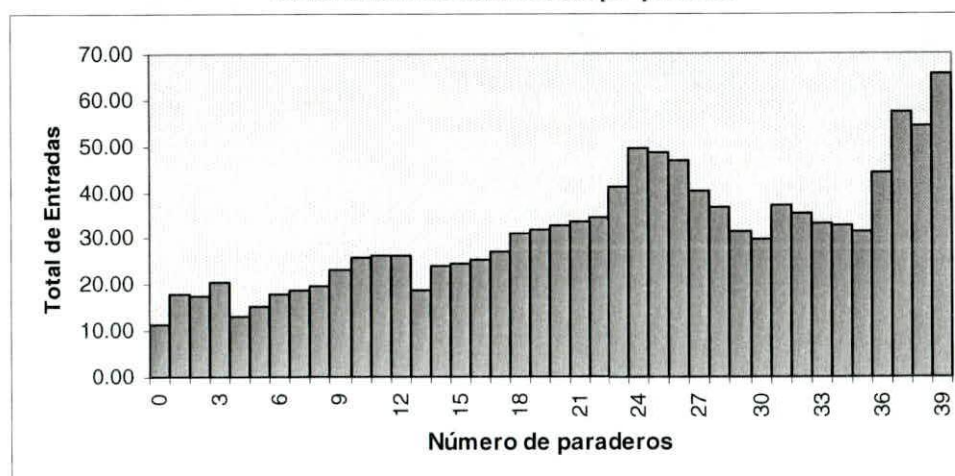
A continuación se muestran los resultados obtenidos de esta consulta en cada paradero:

Tabla 104
Cantidad máxima de subidas al bus por paraderos

No. Paradero	No. Max. Subidas	No. Paradero	No. Max. Subidas
0	11.48	21	33.53
1	17.77	22	34.37
2	17.67	23	41.26
3	20.61	24	49.34
4	13.33	25	48.54
5	15.50	26	46.62
6	17.99	27	40.44
7	18.92	28	36.93
8	19.50	29	31.37
9	23.09	30	29.84
10	25.85	31	37.12
11	26.38	32	35.49
12	26.04	33	33.30
13	19.02	34	32.83
14	24.15	35	31.66
15	24.52	36	44.04
16	25.17	37	57.18
17	27.08	38	54.04
18	31.09	39	65.66
19	32.00		
20	32.65		



Gráfico 4.19
Cantidad máxima de subidas al bus por paraderos



En el paradero 0 la cantidad máxima de subidas de los pasajeros al bus es de 11 personas.

En la ruta de ida hacia el centro de Guayaquil se analizó el paradero que tiene mayor aportación de pasajeros al sistema es el paradero 11 "Gómez Rendón y Lizardo Gracia" con un número máximo de subidas de 26 personas.

En el centro de Guayaquil se analizó que:

Los paraderos que aporta al sistema con un mayor número de subidas al bus fueron el paradero 21 "Av. Olmedo y Chile" y 22 "Chile y Febres Cordero" con 34 personas cada uno, tomando en cuenta que estos paraderos son los que dan el giro de retorno a la ruta Troncal 5.

La ruta de regreso a la terminal de integración se analizó que de los primeros paraderos de regreso, fue el paradero 24 que registró mayores subidas con un número de 24 personas, y finalizando la ruta el paradero que tuvo mayores subidas fue el 39 con un numero de 66 personas, puesto siendo este el último paradero no implica que las personas quieran llegar solo hasta la terminal, existe la posibilidad de que deseen llegar hasta la zona noroeste de la ciudad

por lo que desde este paradero las personas tomarían el bus para quedarse en la terminal tomar buses alimentadores y seguir la ruta hacia su destino final.

Máximo Tiempo de Subidas

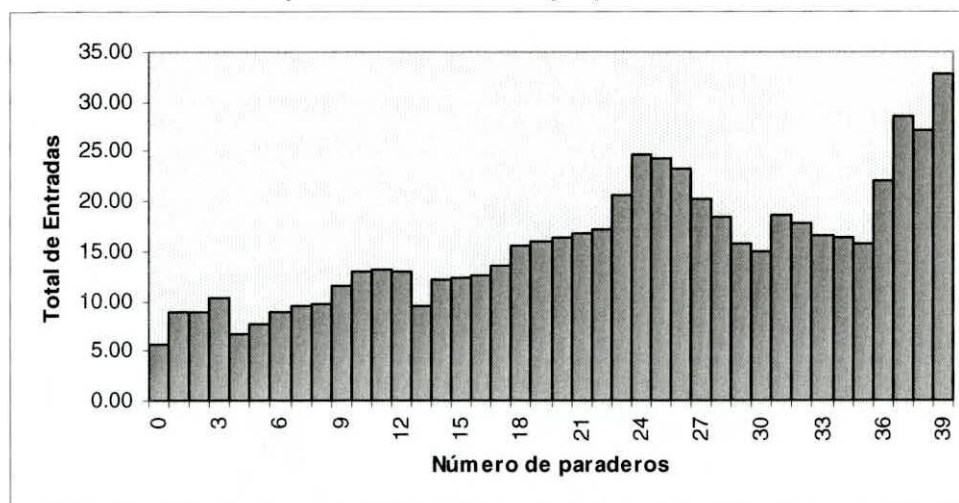
Según las políticas establecidas por el Municipio los buses troncales contarán con 8 puertas para ascensos y descensos de los pasajeros, de las cuales 4 son para subidas y 4 para bajadas. El tiempo que se demora una persona en subir al bus es de 2 segundos.

A continuación se muestran los resultados para el análisis de esta consulta.

Tabla 105
Tiempo máximo de subidas al bus por paraderos

No. Paradero	Tiempo Subidas (Segundos)	Tiempo Subidas (Minutos)	No. Paradero	Tiempo Subidas (Segundos)	Tiempo Subidas (Minutos)
0	5.74	0.10	21	16.77	0.28
1	8.89	0.15	22	17.19	0.29
2	8.84	0.15	23	20.63	0.34
3	10.31	0.17	24	24.67	0.41
4	6.67	0.11	25	24.27	0.40
5	7.75	0.13	26	23.31	0.39
6	9.00	0.15	27	20.22	0.34
7	9.46	0.16	28	18.47	0.31
8	9.75	0.16	29	15.69	0.26
9	11.55	0.19	30	14.92	0.25
10	12.93	0.22	31	18.56	0.31
11	13.19	0.22	32	17.75	0.30
12	13.02	0.22	33	16.65	0.28
13	9.51	0.16	34	16.42	0.27
14	12.08	0.20	35	15.83	0.26
15	12.26	0.20	36	22.02	0.37
16	12.59	0.21	37	28.59	0.48
17	13.54	0.23	38	27.02	0.45
18	15.55	0.26	39	32.83	0.55
19	16.00	0.27			
20	16.33	0.27			

Gráfico 4.20
Tiempo máximo de subidas al bus por paraderos



En el paradero 0 el tiempo que como máximo se toman los ascensos de las personas al bus troncal es de 5.74 segundos (0.10 minutos) y fue el que registro menor tiempo de subidas.

En la ruta de ida hacia el centro de Guayaquil se analizó el paradero que tiene mayor aportación de pasajeros al sistema es el paradero 11 "Gómez Rendón y Lizardo Gracia" con un tiempo máximo de subidas de 13.19 segundos (0.22 minutos).

En el centro de Guayaquil se analizó que:

Los paraderos que aporta al sistema con un mayor número de subidas al bus fueron el paradero 21 "Av. Olmedo y Chile" y 22 "Chile y Febres Cordero" con un tiempo máximo de subidas de



16.77 segundos (0.28 minutos) y 17.19 segundos (0.29 minutos) respectivamente.

La ruta de regreso a la terminal de integración se analizó que, de los primeros paraderos de regreso fue el paradero 24 el que registró mayores subidas con un tiempo máximo de 24.67 segundos (0.41 minutos), finalizando la ruta el paradero que tuvo mayores subidas fue el 39 con un tiempo máximo de 32.83 segundos (0.55 minutos).

Cantidad Máxima de Bajadas del Bus

Esta consulta permitirá saber cual es el paradero que registra mayor número de bajadas, lo que aportaría para que el usuario administrador tome decisiones en cuanto al diseño de la ruta, por ejemplo si un paradero x, tiene las mayores bajadas, se debería diseñar rutas que tengan como único destino ese paradero.

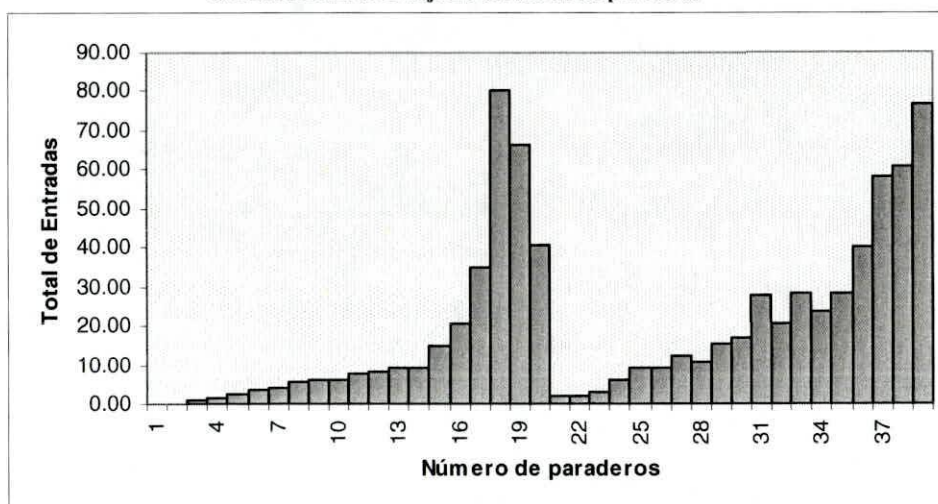
A continuación se muestran los resultados obtenidos de esta consulta:



Tabla 106
Cantidad máxima de bajadas del bus en los paraderos

No. Paradero	No. Max. Bajadas	No. Paradero	No. Max. Bajadas
1	0.00	21	1.98
2	0.00	22	2.02
3	1.06	23	3.06
4	1.46	24	6.31
5	2.47	25	9.11
6	3.75	26	9.04
7	4.00	27	12.55
8	5.54	28	10.71
9	6.13	29	15.31
10	6.17	30	17.22
11	7.56	31	27.56
12	8.42	32	20.71
13	9.21	33	28.54
14	9.23	34	23.64
15	14.95	35	28.33
16	20.55	36	40.31
17	35.04	37	58.35
18	80.02	38	60.48
19	66.09	39	76.39
20	40.55	0	164.32

Gráfico 4.21
Cantidad máxima de bajadas del bus en los paraderos



El paradero 0, es el que registra el mayor número de bajadas con un máximo de 164 personas, esto se da porque al terminar la ruta de la Troncal 5 existen paraderos que demandan cantidad de personas que desean llegar a la zona noroeste de Guayaquil, y para el diseño de esta ruta hasta el máximo punto que pueden avanzar es la terminal para luego tomar buses alimentadores que los lleven a su destino final.

El siguiente paradero que registra mayor descenso es el paradero 18 "Eloy Alfaro y Colón" ubicado en el centro de la ciudad, con una cantidad máxima de 80 personas, lo que indica que la mayoría de personas que salen de la zona oeste de Guayaquil tienen como destino el centro de la urbe.

El paradero 20 "Boyacá y Av. Olmedo registra un numero máximo de bajadas de 41 personas, siendo este el paradero que termina la ruta de ida y da el giro de regreso hacia la terminal.

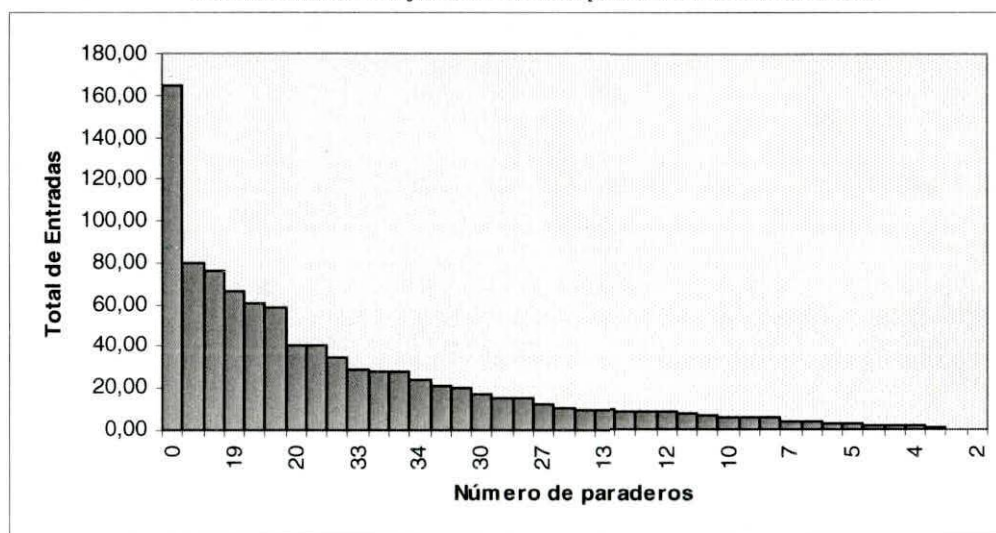
Se muestra gráficamente los paraderos que registraron mayores números de bajadas de personas en forma descendente a lo largo de toda la ruta Troncal 5:



Tabla 107
Cantidad máxima de bajadas del bus en los paraderos de forma descendente

No. Paradero	No. Max. Bajadas	No. Paradero	No. Max. Bajadas
0	164.32	14	9.23
18	80.02	13	9.21
39	76.39	25	9.11
19	66.09	26	9.04
38	60.48	12	8.42
37	58.35	11	7.56
20	40.55	24	6.31
36	40.31	10	6.17
17	35.04	9	6.13
33	28.54	8	5.54
35	28.33	7	4.00
31	27.56	6	3.75
34	23.64	23	3.06
32	20.71	5	2.47
16	20.55	22	2.02
30	17.22	21	1.98
29	15.31	4	1.46
15	14.95	3	1.06
27	12.55	1	0.00
28	10.71	2	0.00

Gráfico 4.22
Cantidad máxima de bajadas del bus en los paraderos de forma descendente



Máximo Tiempo de Bajadas

Esta consulta muestra el tiempo que como máximo el bus debe esperar para que terminen las bajadas de las personas, teniendo en cuenta lo establecido por el Municipio que el bus tendrá 8 puertas de las cuales 4 servirán para descensos, y el tiempo que toma en bajar del bus una persona es de 2 segundos.

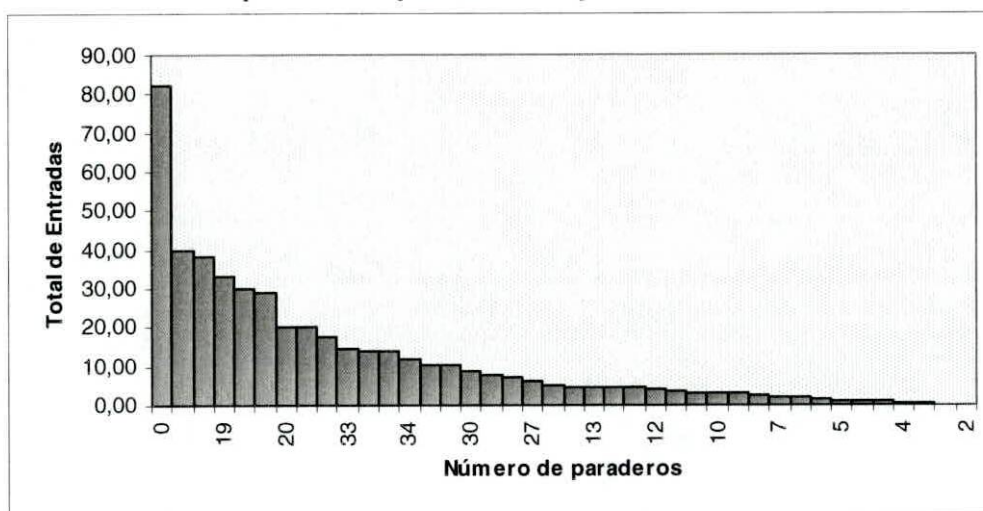
Para analizar los tiempos de bajadas se tomó la información de la máxima cantidad de personas que se bajaron en un paradero.

A continuación se presenta de forma descendente en los resultados obtenidos, en cada paradero durante la semana que opera la ruta Troncal 5.

Tabla 108
Tiempo máximo de bajadas del bus
en los paraderos de forma descendente

No. Paradero	Tiempo Max. Bajadas (Segundos)	Tiempo Max. Bajadas (Minutos)	No. Paradero	Tiempo Max. Bajadas (Segundos)	Tiempo Max. Bajadas (Minutos)
0	82.16	1.37	14	4.62	0.08
18	40.01	0.67	13	4.61	0.08
39	38.20	0.64	25	4.56	0.08
19	33.05	0.55	26	4.52	0.08
38	30.24	0.50	12	4.21	0.07
37	29.18	0.49	11	3.78	0.06
20	20.28	0.34	24	3.16	0.05
36	20.16	0.34	10	3.09	0.05
17	17.52	0.29	9	3.07	0.05
33	14.27	0.24	8	2.77	0.05
35	14.17	0.24	7	2.00	0.03
31	13.78	0.23	6	1.88	0.03
34	11.82	0.20	23	1.53	0.03
32	10.36	0.17	5	1.24	0.02
16	10.28	0.17	22	1.01	0.02
30	8.61	0.14	21	0.99	0.02
29	7.66	0.13	4	0.73	0.01
15	7.48	0.12	3	0.53	0.01
27	6.28	0.10	1	0.00	0.00
28	5.36	0.09	2	0.00	0.00

Gráfico 4.23
Tiempo máximo de bajadas del bus en los paraderos de forma descendente



El paradero 0, es el que registra el mayor número de bajadas, toma como máximo un tiempo de 82.16 segundos (1.37 minutos).

El siguiente paradero que registra mayor descenso es el paradero 18 “Eloy Alfaro y Colón” ubicado en el centro de la ciudad, y toma como máximo 40.01 segundos (0.67 minutos).

El paradero 39 “Portete y Mons. César Mosquera” registra un número máximo de bajadas de 41 personas, siendo este el ultimo paradero la ruta hacia la terminal, y el tiempo máximo registrado es de 20.28 segundos (0.64 minutos).



El paradero 20 "Boyacá y Av. Olmedo registra un número máximo de bajadas de 41 personas, siendo este el paradero que termina la ruta de ida y da el giro de regreso hacia la terminal, y el tiempo máximo registrado es de 38.20 segundos (0.34 minutos).

Tiempo Máximo de Espera del Bus en el Paradero

Esta consulta muestra el tiempo que el bus ha esperado en el paradero de acuerdo a los descensos y descensos de los pasajeros. Se debe tener en claro que si el tiempo de subidas es mayor que el tiempo que el bus debe esperar en el paradero (60 segundos), el bus interrumpirá el proceso de subidas y cerrará sus puertas, por el contrario si el tiempo de bajadas es mayor al tiempo que debe permanecer en el paradero, el bus deberá esperar a que el proceso de bajadas haya finalizado.

La espera del bus en el paradero dependerá del tiempo mayor que resulte entre la comparación de los tiempos de subidas y bajadas.

Cabe recalcar que si el proceso de bajadas ha concluido, el tiempo de permanencia del bus no llega a los 60 segundos y ya no hay personas en cola, el bus cerrará sus puertas y continuará con su

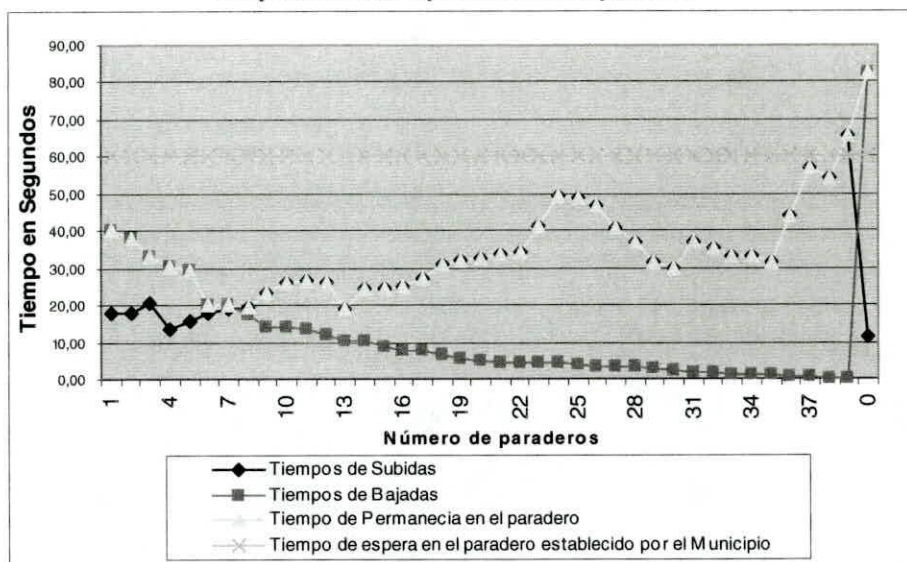
recorrido, por lo que en este caso el tiempo de permanencia del bus dependerá del tiempo que tome el proceso de bajadas.

A continuación se muestran los resultados de este análisis:

Tabla 109
Tiempos máximos de espera del bus en los paraderos

No. Paradero	Tiempos Máximos (Segundos)			No. Paradero	Tiempos Máximos (Segundos)		
	Subidas	Bajadas	Espera en Paradero		Subidas	Bajadas	Espera en Paradero
1	17.77	40.01	40.01	21	33.53	4.605	33.53
2	17.67	38.20	38.20	22	34.37	4.555	34.37
3	20.61	33.05	33.05	23	41.26	4.52	41.26
4	13.33	30.24	30.24	24	49.34	4.21	49.34
5	15.50	29.18	29.18	25	48.54	3.78	48.54
6	17.99	20.28	20.28	26	46.62	3.155	46.62
7	18.92	20.16	20.16	27	40.44	3.085	40.44
8	19.50	17.52	19.50	28	36.93	3.065	36.93
9	23.09	14.27	23.09	29	31.37	2.77	31.37
10	25.85	14.17	25.85	30	29.84	2	29.84
11	26.38	13.78	26.38	31	37.12	1.875	37.12
12	26.04	11.82	26.04	32	35.49	1.53	35.49
13	19.02	10.36	19.02	33	33.3	1.235	33.3
14	24.15	10.28	24.15	34	32.83	1.01	32.83
15	24.52	8.61	24.52	35	31.66	0.99	31.66
16	25.17	7.66	25.17	36	44.04	0.73	44.04
17	27.08	7.48	27.08	37	57.18	0.53	57.18
18	31.09	6.28	31.09	38	54.04	0	54.04
19	32.00	5.36	32.00	39	65.66	0	65.66
20	32.65	4.62	32.65	0	11.48	82.16	82.16

Gráfico 4.24
Tiempos máximos de espera del bus en los paraderos



Se puede observar gráficamente que:

En los paraderos de la ruta Troncal 5 desde el paradero 1 hasta el paradero 7 los tiempos de bajadas son mayores a los de subidas, pero estos se encuentran por debajo del límite de espera establecido por el Municipio.

Desde el paradero 8 hasta el paradero 38 los tiempos de subidas son mayores a los de bajadas, pero estos se encuentran por debajo del límite de espera establecido por el Municipio.

Se puede notar que los buses deben esperar más del tiempo establecido por el municipio (60 segundos), en el paradero 39 puesto que el tiempo máximo de bajadas es de 66 segundos

En el paradero 0 se registra el mayor tiempo de bajadas de las personas, este tiempo es de 82 segundos, siendo mayor a lo establecido por el Municipio, pero es aquí donde terminan las bajadas del bus, y en la terminal ya hay otros buses atendiendo las subidas de inicio de la ruta.

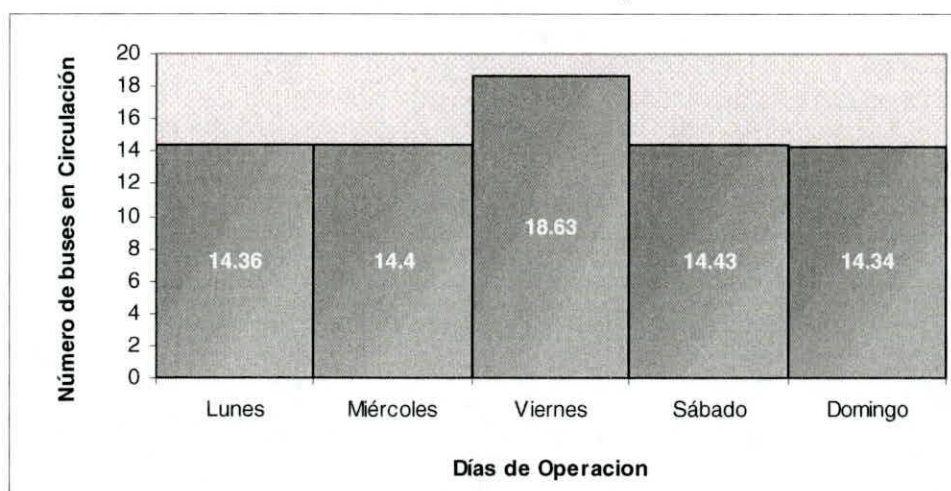
INFORMACIÓN DE LOS BUSES UTILIZADOS EN LA RUTA TRONCAL 5

Máxima Cantidad de Buses en Circulación

La consulta de la máxima cantidad de buses que se encuentran en circulación es de gran ayuda para el usuario administrador, puesto que le permitirá tomar decisiones de cuantas unidades debe poseer la ruta Troncal 5, para su óptimo funcionamiento.

A continuación se observa gráficamente el número de unidades en circulación cada uno de los días de operación de la Troncal 5:

Gráfico 4.25
Número de Buses en circulación durante los días de operación de la Troncal 5



El número máximo de buses en circulación para cada uno de los días de operación es la siguiente: el día lunes el número máximo fue de 14.36, el día miércoles 14.40 buses, el día viernes 18.63 buses, el sábado 14.43 buses y el domingo circularon 14.34 buses.

De la información obtenida se puede concluir que Sistema Metrovía Troncal 5 funcionará en promedio con 15 buses aproximadamente.

Total de Entradas de Buses a los Paraderos en una Hora

Esta consulta muestra el número de veces que ingresaron los buses a cada paradero, esta información se la obtiene de todos los ingresos máximos en cada hora de operación, durante toda la semana.

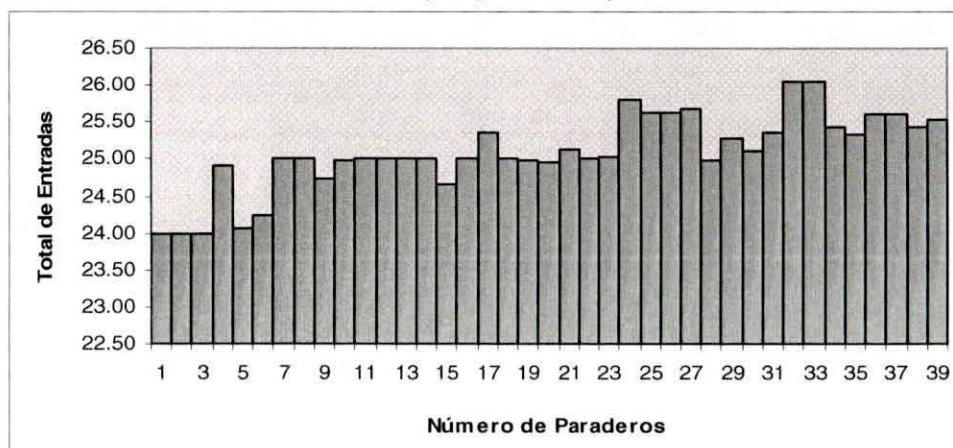


A continuación se muestran los resultados obtenidos del total de entradas de buses al los paraderos:

Tabla 110
Cantidad total de buses que ingresaron
a los paraderos en una hora

No. Paradero	Total de Entradas	No. Paradero	Total de Entradas
1	24.00	21	25.13
2	24.00	22	25.00
3	24.00	23	25.03
4	24.92	24	25.80
5	24.06	25	25.64
6	24.23	26	25.63
7	25.00	27	25.67
8	25.00	28	24.99
9	24.73	29	25.29
10	24.98	30	25.11
11	25.00	31	25.36
12	25.00	32	26.06
13	25.00	33	26.06
14	25.00	34	25.44
15	24.67	35	25.32
16	25.00	36	25.61
17	25.35	37	25.61
18	25.00	38	25.42
19	24.99	39	25.54
20	24.96		

Gráfico 4.26
Cantidad total de buses que ingresaron a los paraderos en una hora



Los paraderos que registraron mayor número de ingresos de buses fueron los paraderos 31 "Cuenca y Milagro" y 32 "Cuenca y Roberto Levi", con un número de entradas de 26.06.

El segundo paradero con mayor número de ingresos de buses es el paradero 24 "Cuenca y Pedro Moncayo" con 25.80 entradas.

Ingresos de 5:00-6:00

La ruta Troncal 5 comienza su operación a las 5:00 de la mañana lo que hace que los ingresos de buses en esos paraderos lejanos a la terminal sean menores, puesto que en la primera hora de operación no llegan hasta estos puntos.

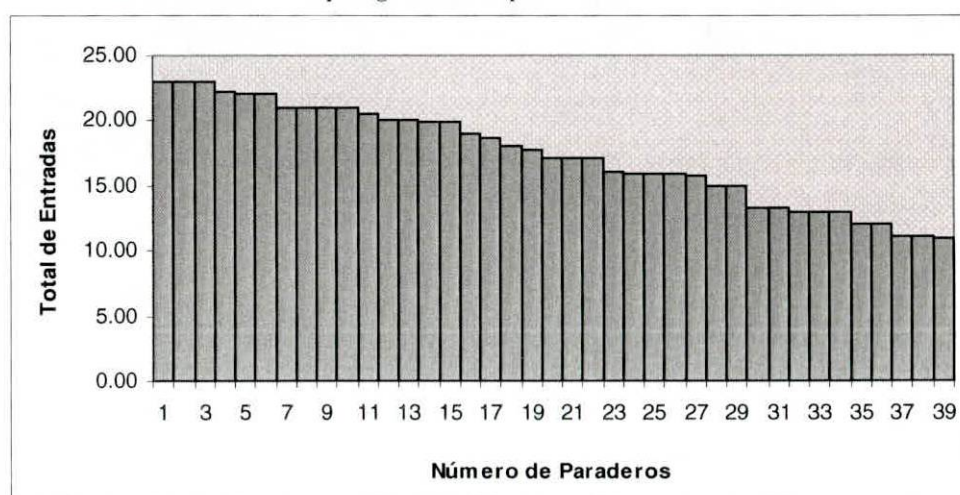
A continuación se muestra la información obtenida de ingresos de buses en la primera hora de operación:



Tabla 111
Cantidad total de buses que ingresaron
a los paraderos de 5:00 – 6:00 de la mañana

No. Paradero	Total de Entradas	No. Paradero	Total de Entradas
1	23.00	21	17.16
2	23.00	22	17.16
3	23.00	23	16.04
4	22.23	24	15.94
5	22.00	25	15.94
6	22.00	26	15.82
7	21.00	27	15.74
8	21.00	28	14.99
9	21.00	29	14.99
10	21.00	30	13.27
11	20.57	31	13.27
12	20.00	32	12.99
13	20.00	33	12.99
14	19.94	34	12.99
15	19.94	35	12.01
16	19.00	36	12.01
17	18.68	37	11.09
18	18.00	38	11.09
19	17.67	39	11.03
20	17.16		

Gráfico 4.27
Cantidad total de buses que ingresaron a los paraderos de 5:00 – 6:00 de la mañana



Se puede observar gráficamente que en la primera de operación 5:00-6:00 a.m. el número máximo de ingresos de buses disminuye de acuerdo a la distancia en que se encuentra el paradero.

En el paradero 1, el máximo ingreso fue de 23 buses, mientras que en el paradero 40, el máximo ingreso fue de 11 buses.

Máxima Utilización del Bus

Esta consulta se refiere a la cantidad máxima de asientos que estuvieron ocupados a lo largo de la semana de operación, cuando ingresaron a un paradero, al igual que, la cantidad máxima de asientos ocupados al salir de un paradero.

A continuación se muestran los resultados obtenidos de la cantidad máxima de utilización del bus en cada uno de los paraderos.



Tabla 112
Cantidad máxima de asientos ocupados que registra el bus
antes de ingresar a los paraderos

No. Paradero	Máxima Utilización	No. Paradero	Máxima Utilización
1	11.44	21	96.32
2	24.50	22	122.06
3	38.09	23	148.37
4	51.77	24	169.39
5	57.13	25	176.22
6	65.34	26	177.36
7	74.74	27	177.88
8	91.94	28	178.84
9	109.10	29	179.60
10	128.16	30	179.54
11	149.46	31	179.88
12	169.70	32	179.88
13	173.12	33	179.93
14	177.38	34	179.87
15	179.74	35	179.48
16	179.82	36	179.92
17	179.26	37	179.83
18	172.94	38	179.68
19	141.01	39	178.69
20	98.41		

Gráfico 4.28
Cantidad máxima de asientos ocupados que registra el bus antes de ingresar a los paraderos

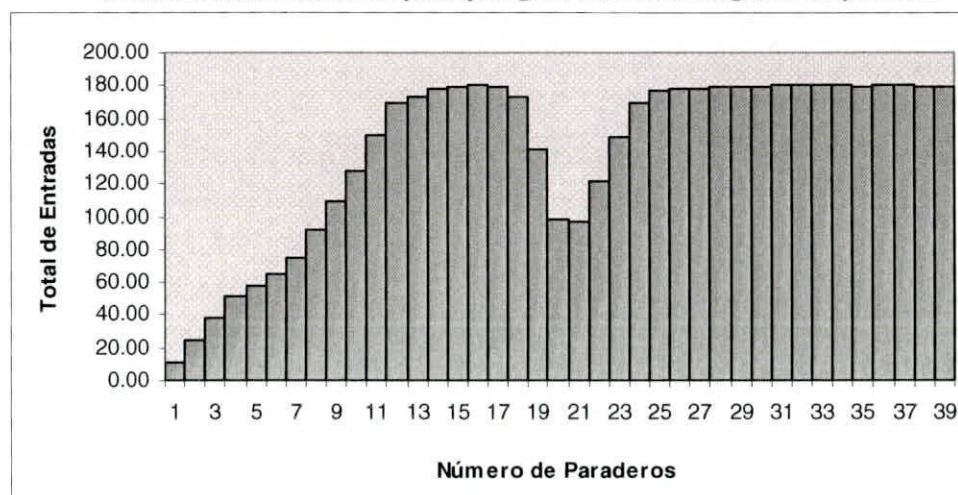
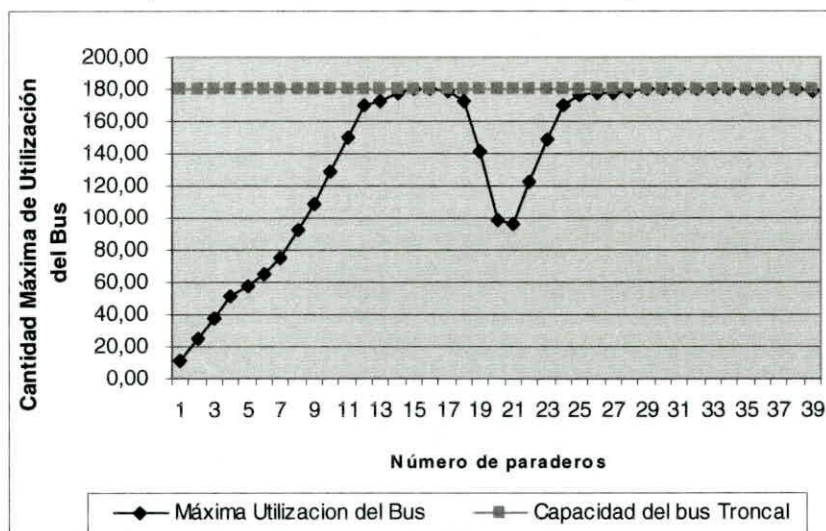


Gráfico 4.29
Comparación entre la máxima utilización del bus vs. la capacidad del bus



A el paradero 1 el bus registra una cantidad máxima de utilización de 11.44 asientos lo que indica que del paradero 0 el bus sale con esta cantidad de pasajeros.

La cantidad de asientos ocupados va en aumento a medida que el bus se acerca a los paraderos que se encuentran en el centro de la ciudad siendo este el recorrido de ida de la troncal 5 como por ejemplo el paradero 16 “Gómez Rendón y Chile”, en el cual la cantidad máxima de asientos ocupados es de 179.82, lo que indica que hasta este punto el bus se a utilizado en un 99%.

El bus llega al paradero 20 “Boyacá y Av. Olmedo” con una máxima ocupación de 98.41 asientos, la cual disminuye en relación a los

paraderos anteriores, por ser este el que finaliza la ruta de ida de la troncal 5, luego aumenta a medida que este toma la ruta de regreso a la terminal, como es el caso del paradero 28 "Cuenca y Leonidas Plaza" donde la máxima utilización que se registro fue de 178.84 asientos ocupados.

Cabe recalcar que en ningún caso se produjo que la máxima utilización del bus haya sobrepasado la capacidad del bus establecida por el Municipio

Colas de Espera de Buses para Ingresar a los Paraderos

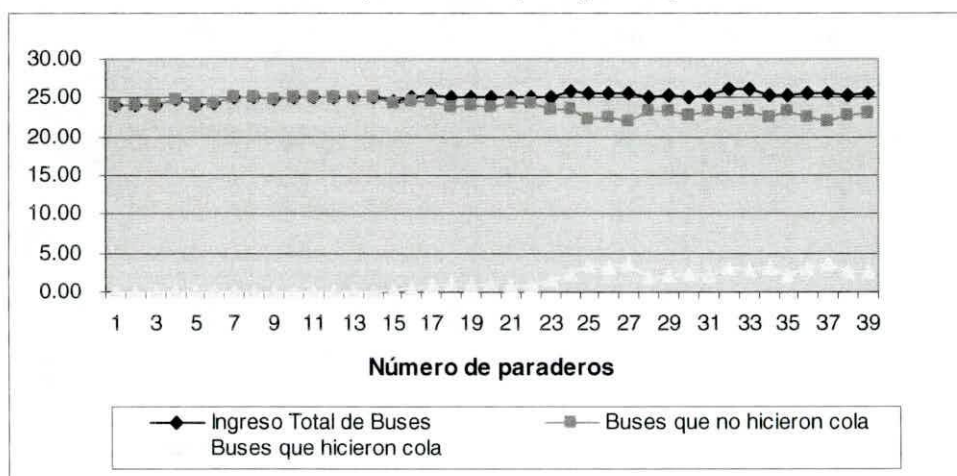
En los paraderos solo existe un espacio de estacionamiento para los buses, por lo que si este espacio esta ocupado, el bus que sigue debe esperar, y en ese momento se considera que el bus esta en haciendo cola.

A continuación se muestra la información relacionada a esta consulta donde se muestra cantidad de buses que hicieron cola, cantidad de buses que no hicieron cola y el total de buses que ingresaron a los paraderos.

Tabla 113
Cantidad máxima de buses que no hicieron cola vs. cantidad máxima
de buses que hicieron cola para ingresar al paradero

No. Paradero	Total de Entradas	Buses que no hicieron cola	Buses que hicieron cola	No. Paradero	Total de Entradas	Buses que no hicieron cola	Buses que hicieron cola
1	24.00	24.00	0.00	21	25.13	24.37	0.76
2	24.00	24.00	0.00	22	25.00	24.22	0.78
3	24.00	24.00	0.00	23	25.03	23.56	1.47
4	24.92	24.92	0.00	24	25.80	23.49	2.31
5	24.06	24.06	0.00	25	25.64	22.35	3.29
6	24.23	24.23	0.00	26	25.63	22.56	3.07
7	25.00	25.00	0.00	27	25.67	22.06	3.61
8	25.00	25.00	0.00	28	24.99	23.28	1.71
9	24.73	24.73	0.00	29	25.29	23.26	2.03
10	24.98	24.98	0.00	30	25.11	22.85	2.26
11	25.00	25.00	0.00	31	25.36	23.40	1.96
12	25.00	24.98	0.02	32	26.06	22.90	3.16
13	25.00	24.99	0.01	33	26.06	23.29	2.77
14	25.00	24.96	0.04	34	25.44	22.45	2.99
15	24.67	24.37	0.30	35	25.32	23.20	2.12
16	25.00	24.44	0.56	36	25.61	22.59	3.02
17	25.35	24.45	0.90	37	25.61	21.91	3.70
18	25.00	23.92	1.08	38	25.42	22.82	2.60
19	24.99	24.16	0.83	39	25.54	22.90	2.64
20	24.96	23.89	1.07				

Gráfico 4.30
Comparación de buses que no hicieron cola vs. cantidad máxima
de buses que hicieron cola para ingresar al paradero



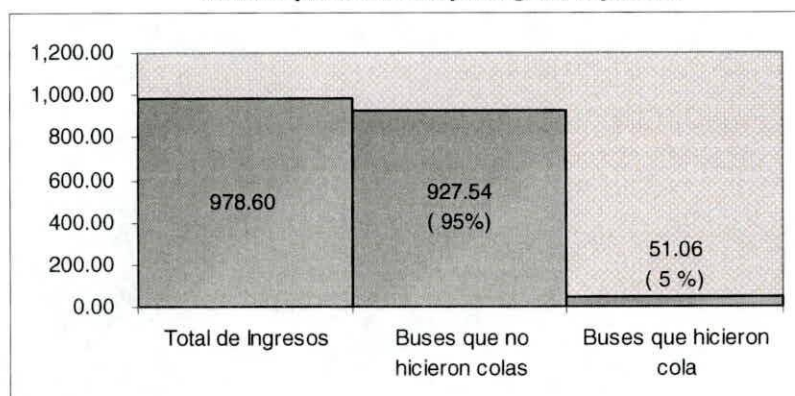
En los paraderos 18, 19 y 20 que se encuentran en el centro de la ciudad, estuvo un bus esperando que se desocupe el paradero para poder ingresar.



En los paraderos 27 “Cuenca y los Ríos” y 37 “Portete y Assad Bucaram” estuvieron 4 buses esperando que se desocupe el paradero para poder ingresar.

En el siguiente gráfico se observa el ingreso total de buses, el porcentaje de buses que no hicieron cola para ingresar al paradero, y el porcentaje de buses que hicieron cola para ingresar al paradero ya que lo encontraron ocupado.

Gráfico 4.31
Comparación entre los porcentajes de buses que no hicieron cola vs. los buses que hicieron cola para ingresar al paradero



Del máximo ingreso de buses a los paraderos (979 buses), como máximo un 95% (927 buses) ingresaron sin hacer cola, mientras que un 5% (51 buses) tuvo que hacer esperar para ingresar al paradero. En base a los resultados obtenidos se puede concluir que la capacidad que tienen los paraderos para albergar un solo bus es la

adecuada, ya que es mínimo el porcentaje de buses que tuvieron que hacer cola.

4.4. VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS EN EL SIMULADOR

El simulador ha sido construido con el propósito de analizar las políticas establecidas por la M. I. Municipalidad de Guayaquil para el nuevo sistema de transporte, pero se puede además probar con varias alternativas y comprobar el cambio en su comportamiento.

El principal objetivo de este software para la Ruta Troncal 5 del Sistema Metrovía para la ciudad de Guayaquil, es servir como una herramienta de apoyo para la toma de decisiones, con este sistema el Municipio, que es el principal usuario, realizará cambios en el comportamiento de operación de la Troncal para poder tomar las mejores decisiones, y así evitar gastos, ya que probando cambios en la realidad, le resultaría demasiado costoso.

Se analizará a la Ruta Troncal 5 con cambios en la política de salida de los buses de 2.5 minutos, con una variación de tiempo entre salidas de 1 y 2 minutos.

LONGITUD MÁXIMA DE COLA DE ESPERA DE PASAJEROS EN LOS PARADEROS

Variación 1: Salida de Buses cada 2 minutos

Variación 2: Salida de Buses cada minuto.

Tabla 114
Variación de resultados de la variable "Longitud Máxima de cola de espera"

	Política M.I. Municipalidad	Variación 1		Variación 2	
Datos Utilizados	Resultado Obtenido	Resultado Obtenido	Porcentaje de Variación	Resultado Obtenido	Porcentaje de Variación
Excluyendo datos hora 1 (5:00 - 6:00)	25.92	32.12	Aumenta 23.92%	19.12	Disminuye 26.23%
Incluido todos los datos	90.05	74.16	Disminuye 17.65%	50.13	Disminuye 44.34%

Para el análisis de esta variable se dividió a la información en dos partes, primero excluyendo los datos de la primera hora de operación y luego todas las horas de operación. Se excluye a la primera hora de operación puesto que con esta hora se notarán colas de espera de pasajeros demasiado grandes en los paraderos lejanos a la terminal, esto ocurre porque desde las 5:00 – 6:00 de la mañana que es la primera hora de operación los buses no han llegado hasta esos puntos y no recogen a las personas que se encuentran esperando.

Incluyendo todas las horas de operación se obtuvo que las colas de espera disminuyen de acuerdo a la variación 1 y 2 con respecto a las políticas del Municipio, pero de igual manera las colas son demasiado altas por la intervención de la hora 1.



Excluyendo la hora 1 se obtuvo que las colas de pasajeros en los paraderos aumento en un 23.92% de acuerdo a la variación 1, esto ocurre porque a menor tiempo entre salida mas buses se encuentran operando en el sistema y se producen colas de buses, por lo que causa que las personas estén esperando en los paraderos hasta que llegue un bus, por el contrario con la variación 2 se registro que las colas de pasajeros disminuyen en un 26.23%, puesto que las salidas de los buses es cada minuto y el tiempo que esperan en el paradero es de 1 minuto, por lo que existen pocas colas de buses y hace mas rápido el sistema.

TIEMPO MÁXIMO DE COLA DE ESPERA DE PASAJEROS EN LOS PARADEROS

Variación 1: Salida de Buses cada 2 minutos

Variación 2: Salida de Buses cada minuto.

Tabla 115
Variación de resultados de la variable "Tiempo Máximo de espera"

	Política M.I. Municipalidad	Variación 1		Variación 2	
Tiempo	Resultado Obtenido	Resultado Obtenido	Porcentaje de Variación	Resultado Obtenido	Porcentaje de Variación
Segundos	788.73	662.15	Disminuye 16.05%	754.24	Disminuye 4.37%
Minutos	13.15	11.04		12.57	

Los tiempos máximos de cola de espera de pasajeros, disminuyen de acuerdo a la variación 1 y 2 en un 16.05% y 4.37% respectivamente

con relación a las políticas del municipio, puesto que los buses tienen un tiempo entre salidas menor lo que hace que existan mayor número de buses que retiren a pasajeros de los paraderos y su tiempo de espera es menor.

NUMERO MÁXIMO DE SUBIDAS A LOS PARADEROS

Variación 1: Salida de Buses cada 2 minutos

Variación 2: Salida de Buses cada minuto.

Tabla 116
Variación de resultados de la variable "Número Máximo de Subidas"

Política M.I. Municipalidad	Variación 1		Variación 2	
Resultado Obtenido	Resultado Obtenido	Porcentaje de Variación	Resultado Obtenido	Porcentaje de Variación
65.66	51.33	Disminuye 21.82%	62.12	Disminuye 5.39%

El número máximo de subidas disminuye de acuerdo a la variación 1 y 2 en un 21.82% y 5.39% respectivamente, esto se da porque los buses reciben menos pasajeros en los paraderos por existir mas unidades en circulación, por su tiempo entre salida menor.

TIEMPO MÁXIMO DE SUBIDAS A LOS PARADEROS

Variación 1: Salida de Buses cada 2 minutos

Variación 2: Salida de Buses cada minuto.



Tabla 117
Variación de resultados de la variable "Tiempo Máximo de Subidas"

	Política M.I. Municipalidad	Variación 1		Variación 2	
Tiempo	Resultado Obtenido	Resultado Obtenido	Porcentaje de Variación	Resultado Obtenido	Porcentaje de Variación
Segundos	32.83	25.67	Disminuye 21.81%	31.05	Disminuye 5.42%
Minutos	0.55	0.43		0.52	

El tiempo máximo de subidas disminuye de acuerdo a la variación 1 y 2 en un 21.81% y 5.42% respectivamente, este tiempo esta relacionado al número máximo de subidas al paradero, por lo tanto los como los buses reciben menos pasajeros en los paraderos el tiempo de subidas será menor.

NUMERO MÁXIMO DE BAJADAS A LOS PARADEROS

Variación 1: Salida de Buses cada 2 minutos

Variación 2: Salida de Buses cada minuto.

Tabla 118
Variación de resultados de la variable "Número Máximo de bajadas"

Política M.I. Municipalidad	Variación 1		Variación 2	
Resultado Obtenido	Resultado Obtenido	Porcentaje de Variación	Resultado Obtenido	Porcentaje de Variación
164.32	108.22	Disminuye 34.14%	102.41	Disminuye 37.68%

El número máximo de bajadas disminuye de acuerdo a la variación 1 y 2 en un 34.14% y 37.68% respectivamente, esto se da porque los buses reciben menos pasajeros en los paraderos y van dejando a lo

largo de la ruta menos cantidad de personas, ya que exististe mas unidades en circulación por su tiempo entre salida menor.

TIEMPO MÁXIMO DE BAJADAS A LOS PARADEROS

Variación 1: Salida de Buses cada 2 minutos

Variación 2: Salida de Buses cada minuto.

Tabla 119
Variación de resultados de la variable "Tiempo Máximo de bajadas"

	Política M.I. Municipalidad	Variación 1		Variación 2	
Tiempo	Resultado Obtenido	Resultado Obtenido	Porcentaje de Variación	Resultado Obtenido	Porcentaje de Variación
Segundos	82.16	54	Disminuye 34.27%	51.133	Disminuye 37.76%
Minutos	1.37	0.90		0.85	

Como el número de bajadas disminuyen el tiempo máximo de bajadas en los paraderos también disminuye, ya que estas variables están directamente relacionadas, el porcentaje de disminución es de 37.27% con la variación 1 y 37.76% con la variación 2.

TIEMPO DE PERMANENCIA DEL BUS EN EL PARADERO

Variación 1: Salida de Buses cada 2 minutos

Variación 2: Salida de Buses cada minuto.

Tabla 120
Variación de resultados de la variable "Tiempo permanencia en el paradero"

Política M.I. Municipalidad	Variación 1		Variación 2	
	Resultado Obtenido	Porcentaje de Variación	Resultado Obtenido	Porcentaje de Variación
82.16	54	Disminuye 34.27%	51.13	Disminuye 37.77%

El tiempo que un bus espera en el paradero disminuye de acuerdo a la variación 1 y 2, en un 34.27% y 37.77%, esto ocurre debido a que el tiempo de bajadas y subidas son menores, lo que genera que el bus permanezca menos tiempo en el paradero, por no tener otra función que hacer si no seguir su ruta.

CANTIDAD MÁXIMA DE BUSES EN CIRCULACIÓN

Variación 1: Salida de Buses cada 2 minutos

Variación 2: Salida de Buses cada minuto.



Tabla 121
Variación de resultados de la variable "Cantidad Máxima de buses en circulación"

Política M.I. Municipalidad	Variación 1		Variación 2	
	Resultado Obtenido	Porcentaje de Variación	Resultado Obtenido	Porcentaje de Variación
18.63	22.63	Aumenta 21.47%	32	Aumenta 71.77%

De acuerdo a las variaciones 1 y 2 el número de buses que circulan por la ruta aumenta en un 21.47% y 71.77% respectivamente, esto ocurre porque el tiempo entre salidas de la terminal disminuye y salen

mas unidades desde este punto, lo que ocasiona que exista mayor número de buses dando vueltas.

TOTAL DE INGRESOS DE BUSES A LOS PARADEROS

Variación 1: Salida de Buses cada 2 minutos

Variación 2: Salida de Buses cada minuto.

Tabla 122
Variación de resultados de la variable "Total de ingreso de buses a los paraderos"

Política M.I. Municipalidad	Variación 1		Variacion 2	
Resultado Obtenido	Resultado Obtenido	Porcentaje de Variacion	Resultado Obtenido	Porcentaje de Variacion
25.54	31.3	Aumenta 22.55%	65	Aumenta 154.50%

Se observa un aumento en la cantidad de buses en circulación, esto implica que el total de ingresos de buses aumente también, aquí se muestra como con la variación 1 y 2 en el total de ingresos aumento con un 22.55% y 154.50 % respecto a las políticas establecidas.

Esto ocurre porque el tiempo entre salidas de la terminal disminuye y salen más unidades desde este punto, lo que ocasiona que exista mayor número de buses dando vueltas que pasen por los distintos paraderos.

MÁXIMA UTILIZACIÓN DE LOS BUSES

Variación 1: Salida de Buses cada 2 minutos

Variación 2: Salida de Buses cada minuto.

Tabla 123
Variación de resultados de la variable "Máxima Utilización del Bus"

Política M.I. Municipalidad	Variación 1		Variacion 2	
	Resultado Obtenido	Porcentaje de Variacion	Resultado Obtenido	Porcentaje de Variacion
	25.54	Disminuye 9.87%	21.04	Disminuye 17.62%

La utilización de los buses disminuye de acuerdo a la variación 1 y variación 2 en un 9.87% y 17.62%, puesto que como hay mas unidades en circulación en los paraderos ya no habrá mucha gente que transportar y su tiempo de espera será menor, por lo que implica que la utilización de este disminuirá.

COLAS DE LOS BUSES

Variación 1: Salida de Buses cada 2 minutos

Variación 2: Salida de Buses cada minuto.

Tabla 124
Variación de resultados de la variable "Colas de Buses"

Política M.I. Municipalidad	Variación 1		Variacion 2	
	Resultado Obtenido	Porcentaje de Variacion	Resultado Obtenido	Porcentaje de Variacion
	3.61	Aumenta 16.34%	5.1	Aumenta 41.27%



Si los tiempos entre salidas de buses disminuyen las colas de buses aumentan, ya que habrá mayor cantidad de buses en circulación y las unidades se encontraran mas seguido en los paraderos, una disminucion de la variación 1 y 2 realiza un aumento de colas de buses en los paraderos de 16.34% y 41.27%.

CAPÍTULO 5

1. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES



En esta sección se presentan las conclusiones principales de la investigación realizada en la Ruta Torcal 5 “Puente Portete – Centro”.

Anteriormente, en el capítulo 2 se determinó el diseño elaborado por el Municipio de Guayaquil Ruta Troncal 5, obteniéndose 46 paraderos ubicados desde la zona oeste de Guayaquil hasta el centro de la urbe.

INFORMACIÓN GENERAL

- 1.- El presente estudio se lo realizó en una semana de agosto del 2004, el estudio de campo se lo efectuó en medidas continuas, personas por minuto, y en cuestionarios origen destino. Debe observarse que no se encuentran establecidos los paraderos de la ruta Troncal 5, por lo que este levantamiento de información fue realizado en las paradas que existen actualmente.
- 2.- La ruta se encuentra dividida en dos partes, *la ruta de ida* desde la Terminal junto a Policía Judicial, hasta el centro de la ciudad por la calle "Gomez Rendón", y *la ruta de regreso* desde la Av. Olmedo hasta la Terminal por la calle Cuenca.
- 3.- Del total de 40 paraderos que se establecieron para la Ruta Troncal 5, se levanto información solo en 45% de estos para validar el Simulador, los cuales fueron determinados de acuerdo a la mayor demanda que estos registraban por la falta de recursos para obtener información de todos los paraderos.
- 4.- El paradero que tuvo mayor afluencia en la ruta de ida hacia el centro de personas fue el paradero 3 "Portete y Assad Bucaram" donde registró un máximo de entradas de 297 personas, el paradero 18 es el que registra el mayor número de bajadas con un máximo de 80.02, por ser este el que da por terminada la ruta de ida, por encontrarse ya en centro que es el

destino final de la ruta Troncal 5, lo que indica que estos paraderos son de gran aporte al Sistema de transporte.

- 5.- Finalizando la ruta el paradero que tiene mayor afluencia es el paradero 39 "Portete y Mons. César Mosquera", donde se registro un máximo de 66 personas, las mismas que tendrán como destino final el paradero 0, puesto que esos son los límites establecidos.
- 6.- Se obtuvo que el tiempo máximo de recorrido a lo largo de toda la ruta fue de 32.12 minutos.
- 7.- Las máximas colas de pasajeros que se registraron a lo largo de la semana de operación del sistema, tuvo que ser analizada en dos formas primero tomando todas las horas incluyendo la primera hora de operación del sistema, aquí se registraron colas demasiado altas, esto ocurre debido a que en los paraderos lejanos a la terminal llegan personas pero no pueden ser atendidas puesto que el bus no llega hasta ese punto aún, en este caso el número de máximo de colas fue de 90 personas, luego se tomo la información excluyendo esta hora y se obtuvo que el máximo tamaño de la cola fue de 26 personas.
- 8.- Los buses cuentan con un solo espacio para estacionar el bus en el paradero, lo que produjo que exista colas de espera de buses, el paradero que registro la máxima cola de buses fue en el paradero 37 "Portete y Assad Bucaram" con un número de 4 buses.

que registro la máxima cola de buses fue en el paradero 37 "Portete y Assad Bucaram" con un número de 4 buses.

- 9.- Se registraron un total máximo de ingresos de 25 buses a los paraderos, por lo que se concluye que para la Troncal 5 como mínimo deberán existir 25 buses mas los 6 que permanecerán en la terminal de acuerdo a lo establecido por el municipio para que no existan intervalos de tiempos en que no salga ningún bus.
- 10.- El porcentaje de utilización del bus en promedio por semana de operación fue del 77% lo que indica que los buses de 180 pasajeros establecidos por el Municipio sería factible.
- 11.- El máximo tiempo de subidas a los buses fue de 0.55 minutos y el máximo tiempo de bajadas fue de 1.37 minutos, de lo que se puede decir que el tiempo máximo que el bus permaneció en el paradero fue de 1.37 minutos, tiempo que debería esperar porque el bus no puede irse si todavía tiene personas en el proceso de descensos.

VARIACIÓN DE LA POLÍTICA DE SALIDA DE BUSES

Recordemos que los resultados antes mencionados fueron analizados con las políticas establecidas por el Municipio como la de salidas de buses de la terminal cada 2.5 minutos; con escasa información que se pudo levantar como



- 12.- El tiempo máximo que los pasajeros esperan en el paradero para ser atendidos si la salida de los buses es cada 2 minutos, disminuye en 4.37%, si la salida de los buses es cada 1 minuto, el porcentaje en el que disminuye el tiempo de espera es de 16.05%, en relación a la política establecida por el Municipio esto ocurre porque cada vez que los tiempos entre salidas de los buses sea mas corto, los buses llegan a los paraderos en menor tiempo, y esto no permite que formen colas de pasajeros en espera.
- 13.- El número máximo de subidas al bus disminuye si la salida de los buses es cada 1 y 2 minutos, en un 21.82% y 5.39% respectivamente en relación a la política del Municipio, esto se da porque los buses reciben menos pasajeros en los paraderos por existir más unidades en circulación.
- 14.- La utilización de los buses disminuye de acuerdo al tiempo entre salida de 2 minutos y 1 minuto en un 9.87% y 17.62%, en relación a la política establecida por el Municipio puesto que como hay mas unidades en circulación en los paraderos ya no habrá mucha gente que transportar en los paraderos, porque los buses llegan en menor tiempo y no permite que se formen colas de espera de pasajeros lo que implica que la utilización del bus disminuirá.

15.- De lo que se concluye que el Simulador "MetroSys T5", ha sido desarrollado para el funcionamiento de la Troncal 5, y validado con datos reales que le corresponden a la ruta con la política de operación de la Troncal establecida por el Municipio, notando que el simulador responde coherentemente a las variaciones de las políticas de operación de la ruta y a la establecida por el Municipio lo que indica que puede ser una herramienta de ayuda para la toma de decisiones.

RECOMENDACIONES

En esta sección se presentan las recomendaciones propuestas en base a las conclusiones presentadas anteriormente que tienen como objetivo mostrar el funcionamiento políticas de operación para el diseño de la Ruta Troncal 5 del sistema de transportes Metrovía.

1.- Una de las recomendaciones sería que de acuerdo a las máximas colas generadas en el horario de 5:00 – 6:00 de la mañana, lo mejor sería que la ruta empezara a operar con buses en circulación desde el centro para evitar colas de espera muy grandes.



- 2.- Tomando en cuenta que el máximo número de colas de buses que se registro para entrar a los paraderos fue de 4 buses, podría recomendarse que los paraderos sigan con ese diseño o cambien a un máximo de dos espacios para que los buses puedan ingresar y disminuya el tamaño de la cola.
- 3.- Una de las opciones que plantea el Municipio es de que en la Terminal de Integración existan 6 buses troncales esperando por personas, pero según lo analizado en este estudio el número máximo de personas que se subirán en la Terminal de Integración serán 11 personas, lo que sería gastar recursos innecesarios. Con un bus troncal de capacidad para 180 personas sería suficiente.
- 4.- Se sugiere para mejorar el uso del Simulador creado para Ruta Troncal 5, realizar un estudio más profundo en cuanto a la toma de datos para alimentar las variables del sistema, puesto que este estudio no fue posible hacerlo por falta de recursos y esto no permite hacer una mejor toma de decisiones.

A N E X O S

MANUAL DE USUARIO

UTILIZACION DEL SIMULADOR DE LA RUTA TRONCAL 5

“METROSYS T5”

INTRODUCCIÓN

A continuación se presenta de manera ilustrativa, cada una de las opciones que tiene el Simulador “MetroSys T5”, para el análisis de la troncal No.5 del Sistema de Transporte masivo “METROVIA”, detallando el uso de cada una de las pantallas tomando en cuenta que Visual Basic es una herramienta de ayuda al usuario para interactuar de manera sencilla con el programa de Simulación GPSS (General Purpose Simulation System) que es la base del sistema.

PRESENTACION DEL SISTEMA METROSYS T5:

Menú Principal: *Entorno de trabajo de MetroSys T5*

Al ejecutar “MetroSys T5”, se obtiene la pantalla principal Figura 1, que es el marco inicial que se utilizará para, elegir una simulación existente, crear una nueva simulación, introducir datos, elegir las políticas que se requieran para el análisis.

En la primera línea se muestra la *barra de menú* que contiene el menú general de MetroSys T5 con todas sus opciones (Archivo, Ingresos, Políticas, Ejecución, Consultas, Reportes, Ventana y Ayuda). Cada una de estas opciones contendrá distintos procedimientos para el trabajo de simulación.

La segunda y tercera línea presenta la *barra de herramientas*, cuyo contenido son diferentes iconos que permiten acceder rápidamente a los procedimientos más comunes en el trabajo con la aplicación, sin necesidad de acudir al menú general (ver la figura 2).



Figura 1

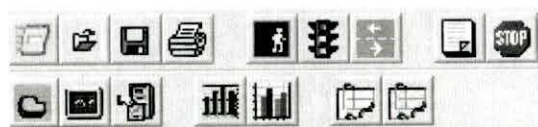


Figura 2

En la primera y segunda fila, por orden de colocación de izquierda a derecha, los iconos de la barra de herramientas significan lo siguiente:

Primera Fila:

- Nueva Simulación
- Abrir Simulación
- Guardar Archivo
- Imprimir
- Ingreso de Paraderos
- Ingreso de Semáforos
- Ingreso de Secuencia de Objetos
- Selección de Políticas
- Ingreso de Paraderos en Mapa

Segunda Fila:

- Compilar Simulación
- Ejecutar Simulación
- Almacenar datos de la Simulación
- Consulta General de Paraderos
- Consulta General de Semáforos
- Reporte General de Paraderos
- Reporte General de Semáforos

Opciones de la barra del Menú Principal

A continuación se explica la finalidad de las distintas opciones que aparecen en la barra del menú del simulador. Esta aplicación presenta el tipo de menú despegable, que facilita la tarea con el simulador.

La opción **Archivo** de la barra de menú principal presenta las siguientes subopciones (Figura 3):

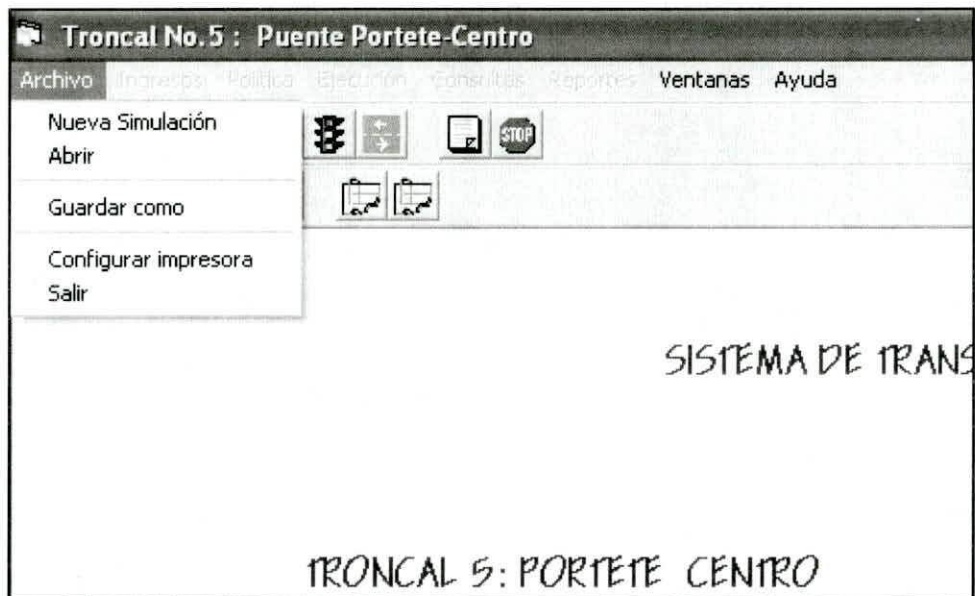


Figura 3

- **Nueva Simulación** (Crea una simulación a la que se le incluyen diferentes opciones.
 - **Abrir** (Abre una simulación almacenada)
 - **Guardar Como** (Guarda toda una simulación actual)
 - **Configurar Impresora** (Ordena el formato de impresión)
 - **Salir** (Salir del Simulador)

Opción Nueva Simulación:

Crea una simulación con: nombre, opciones y políticas diferentes que el usuario desee adicionar. (Figura 5.4)



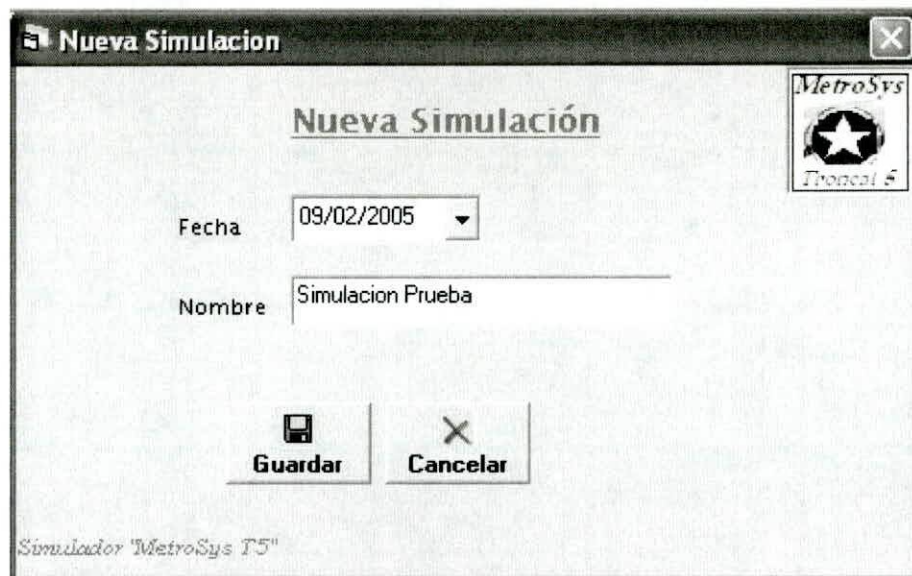


Figura 4

Esta pantalla cuenta con dos campos: fecha y nombre.

El campo *fecha*, se almacena la fecha actual de la simulación.

El campo *nombre*, se almacena el nombre de la simulación actual.

Luego de ingresar el nombre de la simulación se pulsa el botón guardar, saldrá una pantalla que informa que la simulación ha sido almacenada para poder operar sobre esta

Opción Abrir:

Abre una simulación existente, sobre la cual se pueden modificar o adicionar datos para la operación de esta. (Figura 5)

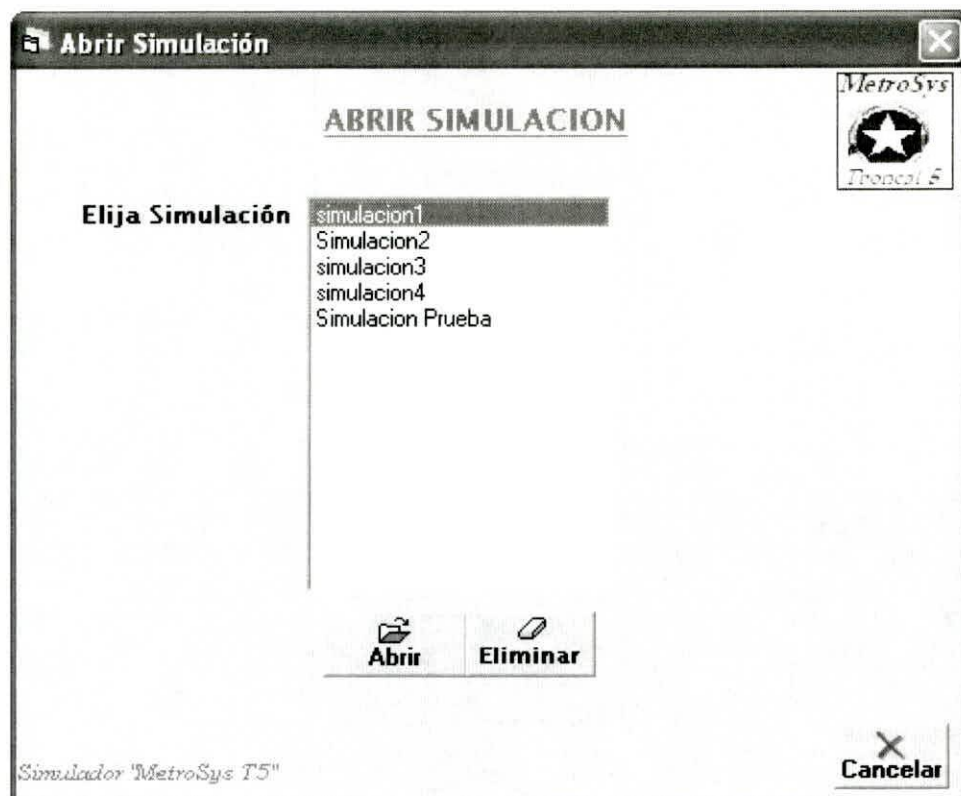


Figura 5

Esta pantalla muestra una lista de las diferentes simulaciones creadas sobre las que se puedes seleccionar para poder abrir y operar en cada una de ellas.

Luego de seleccionar una, se pulsa el botón *abrir* para hacer uso de una simulación, si lo que se desea es eliminarla luego de ser seleccionada se pulsa el botón *eliminar*.

La opción **Ingreso** de la barra de menú principal presenta las siguientes subopciones (Figura 6):

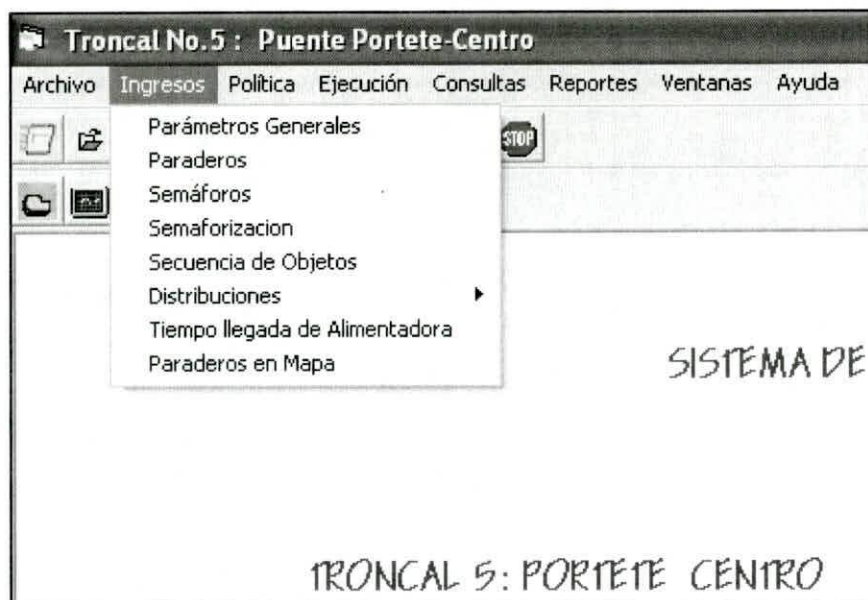


Figura 6

Una vez seleccionada una simulación para la cual se operara, la barra de menú habilitara las demás opciones.

- **Parámetros Generales** (Ingreso de No. de horas y días a simular)
- **Paraderos** (Ingreso de paraderos con sus características)
- **Semáforos** (Ingreso de semáforos con sus características)
- **Semaforización** (Ingresos de tiempos de los semáforos).
- **Secuencia de Objeto** (Ingreso de secuencia de semáforos y paraderos)
- **Distribuciones** (Ingreso de distribuciones para cada paradero)
- **Tiempo de Llegada de alimentadora**
- **Paraderos en el mapa** (Ingreso de paraderos en la mapa de la Troncal No. 5)

Opción Parámetros Generales:

Para cada simulación se tiene que establecer el número de horas y los días que se incluirán para el desarrollo de la operación. (Figura 7)

Parámetros Generales

No. horas a simular: 7

Días a Simular

☒ Lunes	☐ Martes	☒ Miércoles
☐ Jueves	☒ Viernes	☒ Sábado
☒ Domingo		

Aceptar **Cancelar**

Simulador "MetroSys T5"

Figura 7

En esta pantalla se almacena el número de horas y se selecciona los días de la semana que el usuario desea simular.

Una vez elegidas las opciones se presiona el botón aceptar y las opciones estarán incluidas en la simulación actual.

Opción Paraderos:

Para cada simulación se asigna el número de paraderos con su descripción.

Al ingresar a la pantalla de Paraderos todas las opciones están deshabilitadas, si la simulación es creada por primera vez. Para hacer uso de esta opción se presiona primero el botón agregar y saldrá automáticamente el número del paradero (Figura 8). Esta pantalla además cuenta con los siguientes campos:

Dirección: ingresa el nombre de la calle donde está ubicado dicho paradero.

Dimensión: ingresa el tamaño del paradero.

Existen dos opciones de paradero si es de una vía o doble vía, que serán elegidos según el diseño de la calle donde se encuentra ubicado.

Además se hace un clic si el paradero es terminal de transferencia si no lo es se deja en blanco.

INGRESO DE PARADEROS

Número:

Dirección:

Dimensión:

Tipo de Paradero: ☒ Una Vía ☐ Doble Vía

☐ Terminal_Transferencia

Paraderos

Agregar Modificar Guardar Eliminar Cancelar

Simulador MetroSys T5

Figura 8



Una vez ingresado el paradero se presiona el botón guardar y queda almacenado el paradero en la simulación actual, los campos quedan deshabilitados pero muestra la información ingresada si se desea modificar una opción se presiona el botón modificar y se podrá realizar los cambios.

En esta pantalla se incluye una barra en la que se puede recorrer cada uno de los paraderos ingresados (figura 9), y así modificarlos o eliminarlos presionando los botones *Modificar* o *Eliminar*.

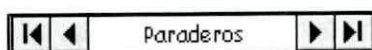


Figura 5.9

Opción Semáforo:

Para cada simulación se asigna el número de semáforos con su respectiva descripción.

Al ingresar a la pantalla de Semáforos todas las opciones están deshabilitadas, si la simulación es creada por primera vez. Para hacer uso de esta opción se presiona primero el botón agregar y saldrá automáticamente el número del semáforo (Figura 10). en el campo ***Dirección*** se ingresa el nombre de la calle donde esta ubicado dicho semáforo.

En esta pantalla se incluye una barra en la que se puede recorrer cada uno de los Semáforos ingresados (figura 11), y así modificarlos o eliminarlos presionando los botones *Modificar* o *Eliminar*.

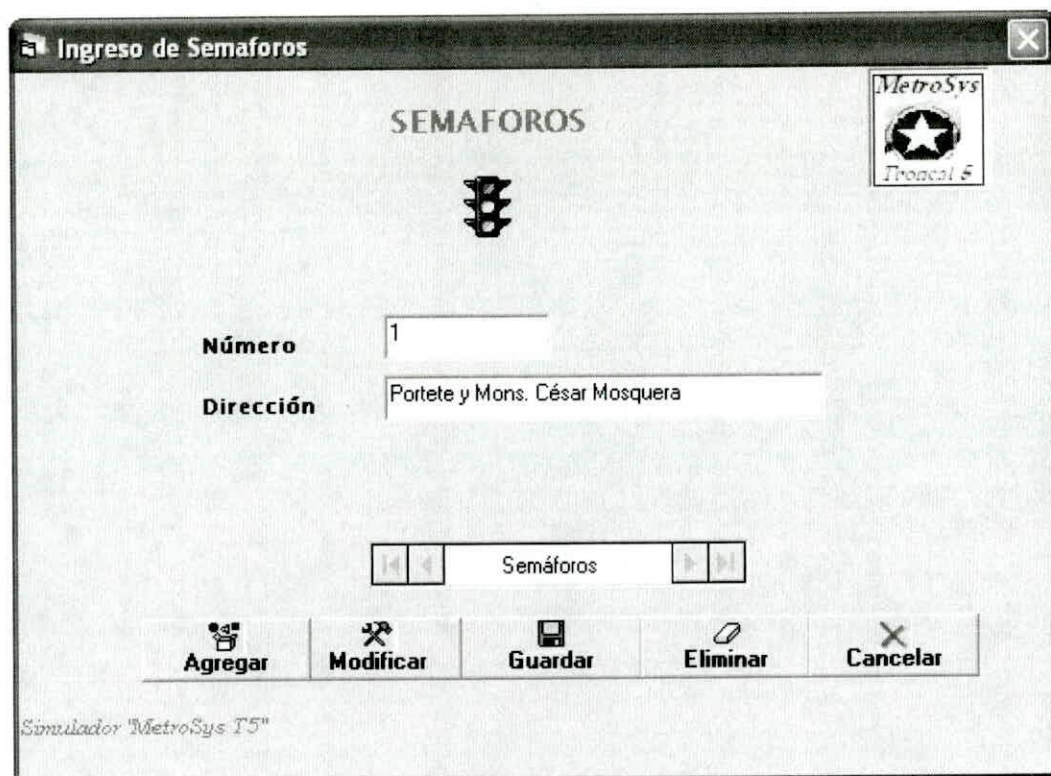


Figura 10

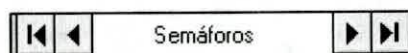


Figura 11

Opción Semaforización:

Una vez ingresados los todos semáforos, para cada simulación, se debe asignar los tiempos de cada estado, es decir ingreso de tiempo en estado rojo y tiempo en estado verde.

Al ingresar a la pantalla de Semaforización, los semáforos ingresados se cargan a una lista de datos mostrando el número que les corresponde con su respectiva dirección como se muestra en la figura 12.

Ingreso de Tiempos de Semáforos

Tiempos de Semáforos

Semáforo

Número	Dirección
1	Portete y Mons. César Mosquera
2	Portete y Assad Bucaram
3	Assad Bucaram y Fco. de Marco
4	Gomez Rendón y Milagro
5	Gomez Rendón y Av. del Ejercito

Tiempo Estado Verde  45

Tiempo Estado Rojo  31

Retraso Inicial 0

	Estado Verd	Estado Rojo	Retraso
Semaforo 1	45	32	0
Semaforo 2	47	32	5
Semaforo 3	42	35	10
Semaforo 4	43	32	15
Semaforo 5	45	31	0

Guardar Eliminar

Guardar Tiempos Cancelar

Simulador MetroSys T5

Figura 12

Para el ingreso de los datos, se selecciona un semáforo luego se llenan los campos descritos, y se presiona sobre el botón *Guardar*. En los campos numéricos *tiempo de estado rojo y verde* se ingresa el tiempo designado en para cada uno en segundos.

En el campo *retraso inicial*, se ingresa un tiempo de referencia de retraso con respecto a un semáforo para indicar en la simulación, que los semáforos no empezarán su operación en un mismo tiempo, puesto que en la realidad los semáforos no empiezan en tiempos iguales.



Si se requiere eliminar tiempos se selecciona las filas de la malla de Semáforos vs. Tiempos y se presiona el botón *eliminar*. (Figura 13)

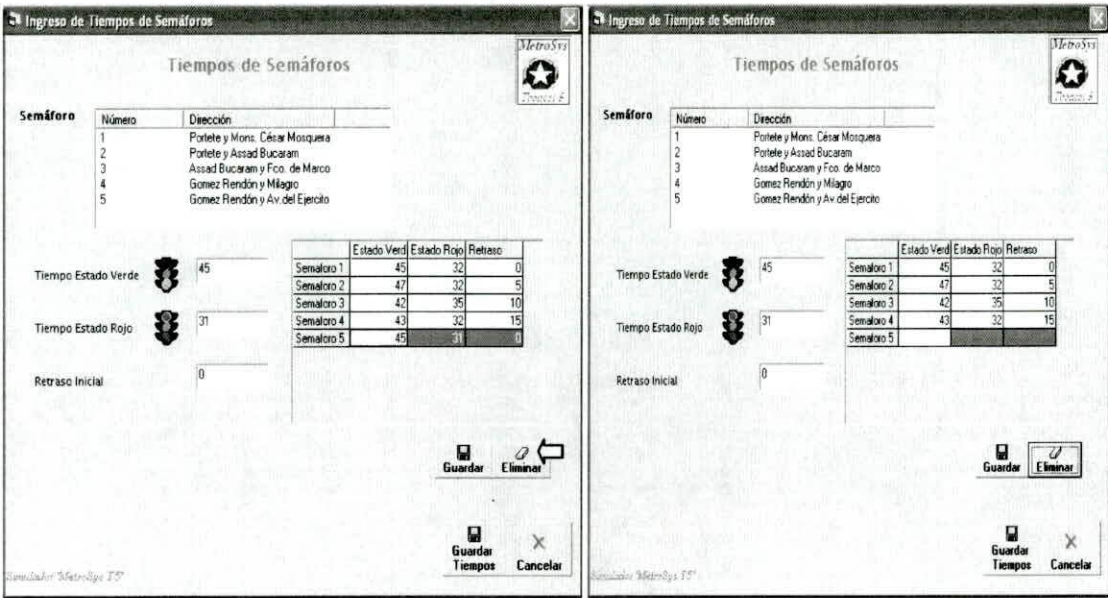


Figura 13

Cuando se tenga toda la información de los semáforos y no se precisen cambios se presiona el botón *Guardar Tiempos* y toda la información queda almacenada para la simulación.

Opción Secuencia Objeto:

Para iniciar la simulación es necesario ingresar el orden de los objetos que conforman la ruta, encendiéndose por objetos los semáforos y paraderos.

En la pantalla *secuencia objetos* aparecerá dos listas de semáforos y paraderos ingresados anteriormente para poder elegir a cada objeto y crear la secuencia como se muestra en la figura 14.

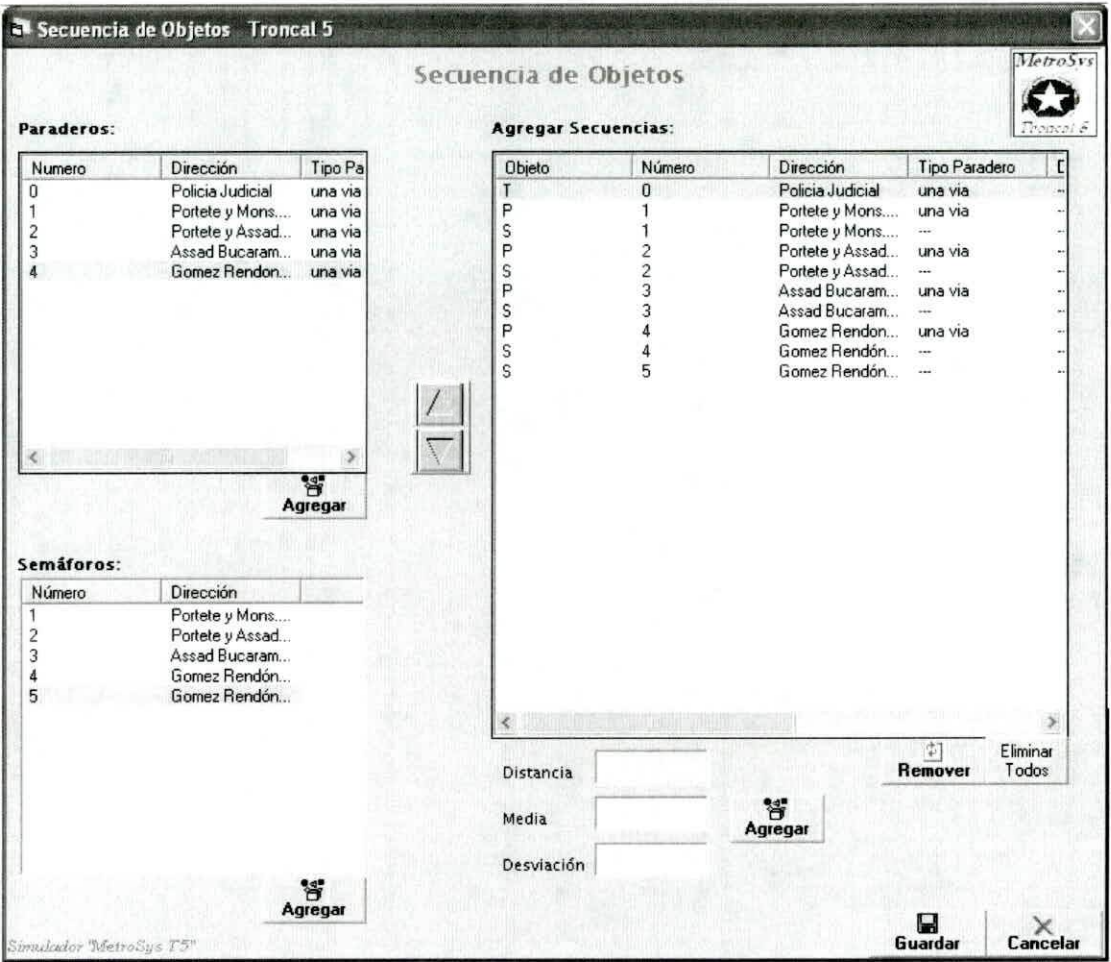


Figura 14

Se selecciona de cada una de las listas a un semáforo o un paradero de acuerdo al diseño de la ruta, luego se presiona sobre el botón *agregar* y este se ubicará en la lista de secuencias. Si se desea eliminar a un objeto de la lista secuencia, se selecciona el objeto y se presiona el botón *remove*, o si se desea eliminar toda la secuencia se presiona sobre el botón *eliminar todos* y la lista quedará vacía.



Para ingresar las distancias que existe entre objetos es necesario seleccionar el objeto que se encuentra en la lista de secuencias, una vez seleccionado el objeto se ingresa en el campo *distancia* la longitud que existe entre el objeto seleccionado y el anterior.

Para efectos de la simulación, la transacción que se mueve entre la secuencia de objetos es la *transacción bus*, como el simulador no entiende en medidas de longitud sino en tiempo entonces la distancia debe ser convertida en segundos, este no será fijo porque dependerá de la velocidad del bus, por lo que será ingresado en intervalos con su media y desviación.

Cuando se ingresen todos los campos requeridos se presiona sobre el botón *guardar*, entonces la secuencia de objetos para la simulación estará lista.

Opción Distribuciones:

Para poder ejecutar el simulador es necesario ingresar distribuciones de llegada de pasajeros caminando, llegada de pasajeros por alimentadora y bajada de pasajeros en los distintos paraderos, para así poder alimentar el simulador y con estos datos poder predecir el funcionamiento de la ruta.

En la opción *distribuciones*, se muestran tres distribuciones requeridas mencionadas anteriormente (*Figura 15*), estas ingresarán a un mismo formato de pantalla para que ser llenados, estas se muestra en la *figura 16*.

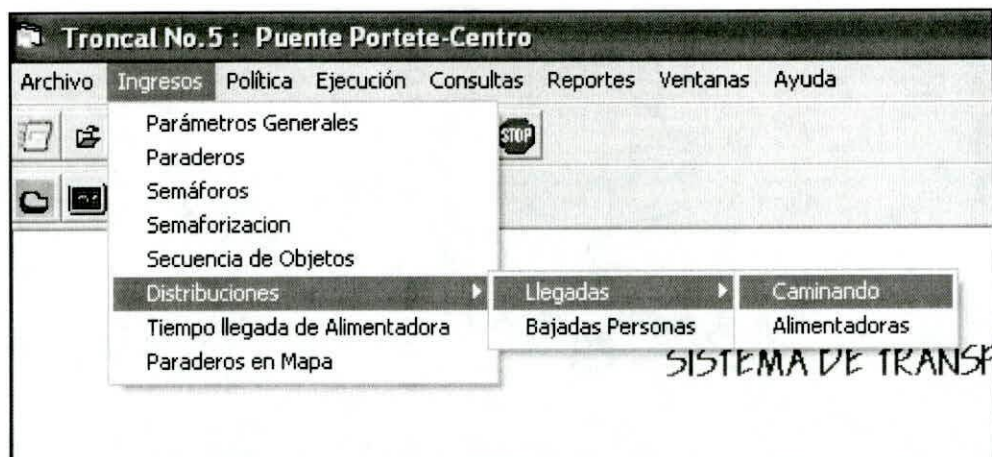


Figura 15

Ingreso de Distribuciones

Ingreso de Distribuciones:

Paradero

N.	Dirección	Dimensión	Tipo Paradero	Terminal
0	Policia Judicial	200	una via	No
1	Portete y Mons...	200	una via	No

Día

Lunes
Miércoles
Viernes

Distribuciones

Hora: 05:00 - 06:00
06:00 - 07:00
07:00 - 08:00
08:00 - 09:00
09:00 - 10:00
10:00 - 11:00
11:00 - 12:00

Función de Distribución

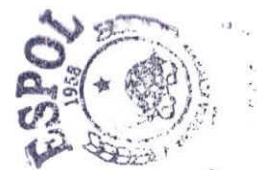
Hora	Funcion	Parametros
05:00 - 06:00		
06:00 - 07:00		
07:00 - 08:00		
08:00 - 09:00		
09:00 - 10:00		
10:00 - 11:00		

Guardar Eliminar

Almacenar Distribuciones Cancelar

Simulador "MetroSys T5"

Figura 16



Cuando se carga la pantalla de Distribuciones, se muestran en las listas los paraderos, días y horas ingresados para la simulación, para así poder ingresar para cada uno de ellos las distribuciones necesarias.

Se debe seleccionar un paradero, un día y una hora donde se va a ingresar la distribución, luego se selecciona sobre el "combo" *función de distribución* una de las distribuciones que se encuentran en la lista *figura 17*.

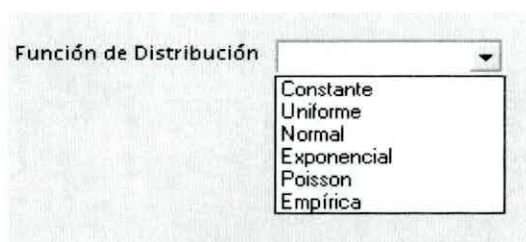


Figura 17

Si se elige las funciones de distribución; Constante, Uniforme, Normal, Exponencial o Poisson se abrirá una ventana de dos campos para ingresar la media y desviación correspondiente como se muestra en la *figura 18*.

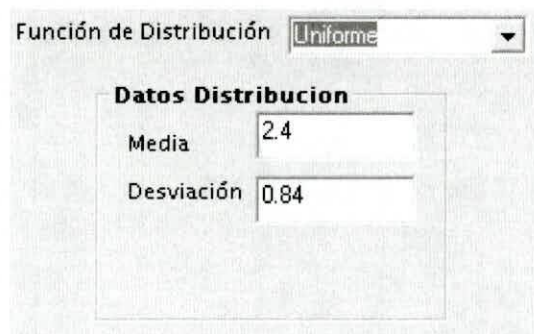


Figura 18

Si se elige la función de distribución Empírica se abrirá una nueva ventana *figura 19* donde se elegirá si la función a ingresar es continua o discreta.

Función de Distribución Empírica

Empírica

Tipo Distribucion
☒ Discreta ☐ Continua

Datos Distribucion Empirica

Valor

Probabilidad

 **Guardar**  **Eliminar**

Valor	Probabilidad

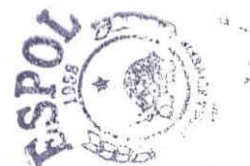
Frecuencia Acumulada

Figura 19

Si los datos no se ajustan a una distribución teórica conocida, los datos se ingresarán como una distribución empírica discreta, es decir se ingresa a cada valor que puede tomar una variable con su probabilidad, en los campos *valor* y *probabilidad*, luego se presiona sobre el botón *guardar*, y se llena la malla de los datos. El campo frecuencia acumulada como su nombre lo indica acumula las probabilidades hasta que el total sume 1.

Si los datos se ajustan a una distribución teórica que no esta establecida en el simulador, los datos se ingresarán como una distribución empírica continua, para que el GPSS pueda hacer una interpolación de estos datos.

El usuario puede consultar las distribuciones una vez que esten todas almacenadas, puede seleccionar paraderos, días y horas y luego presionar sobre el botón *consultar* (figura 20).



Ingreso de Distribuciones:

Paradero					Dia	
N.	Direccion	Dimension	Tipo Paradero	Terminal Trz		
0	Policia Judicial	200	una via	No		
1	Portete y Mons....	200	una via	No		
2	Portete y Assad...	200	una via	No		
3	Assad Bucaram...	200	una via	No		
4	Gomez Rendon...	200	una via	No		

Consultar

Distribuciones

Hora:
 05:00 - 06:00
 06:00 - 07:00
 07:00 - 08:00
 08:00 - 09:00
 09:00 - 10:00
 10:00 - 11:00
 11:00 - 12:00

Función de Distribución

Figura 20

Opción Paraderos en el Mapa:

Cuando se ha ejecutado el simulador con todos sus datos, es posible ubicar en el mapa de la Troncal No.5 los diferentes paraderos que la conforman, a cada uno de estos paraderos se puede consultar sobre los eventos ocurridos al terminar la simulación como por ejemplo, consultar el numero máximo o el promedio de subidas de pasajeros en el paradero entre otros. Para hacer uso de esta consulta es necesario seleccionar un paradero una hora y un día como se muestra en la *figura 21*, y así poder obtener la información específica del paradero.

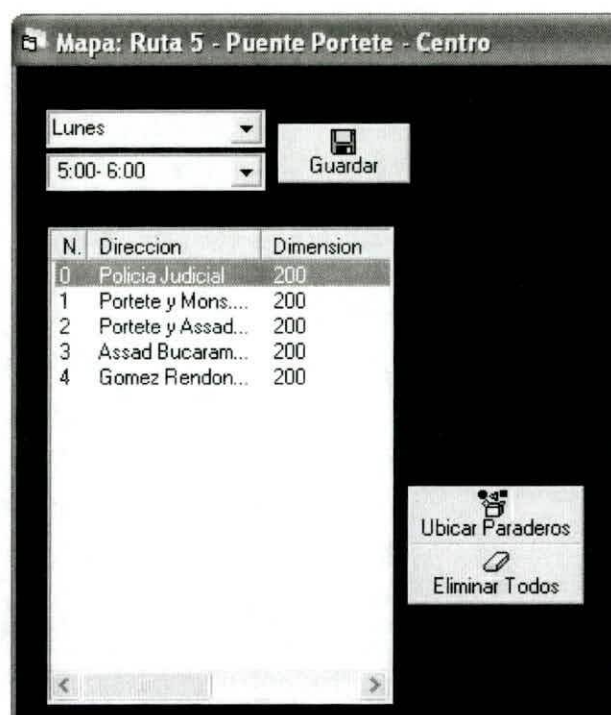


Figura 21

Si se ha seleccionado el paradero el día y la hora, se presiona sobre el botón *ubicar paraderos* y saldrá un objeto que indica el número del paradero y a este se lo puede mover a través de la mapa y ubicarlo en su intersección, cuando todos los paraderos estén ubicados se presiona sobre el botón *guardar* y el diseño quedará establecido (*figura 22*).



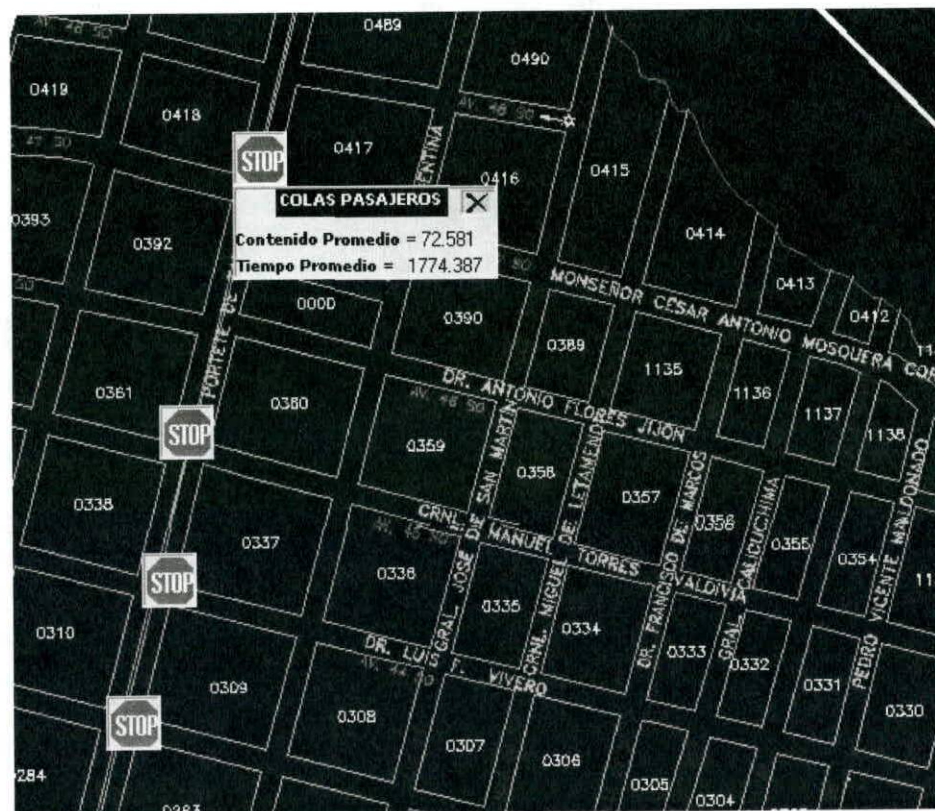


Figura 22

La opción **Política** de la barra de menú principal presenta las siguientes subopciones (Figura 23):

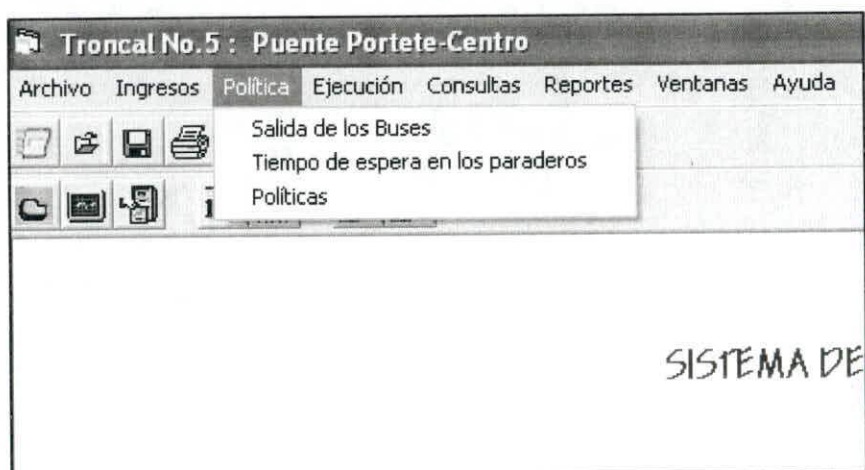


Figura 23

Una vez seleccionada una simulación para la cual se operara, la barra de menú habilitara las demás opciones.

- **Salida de los buses** (Tiempo de salida de los buses del terminal)
- **Tiempo de espera en los paraderos**(Espera de buses en paraderos)
- **Políticas** (Elección de políticas de operación del sistema)

Opción Salida de Buses:

Es necesario para la operación del sistema ingresar en tiempo entre salida de los buses desde el terminal.

Las opciones de salidas pueden ser: Salidas constantes, Salidas dependientes del día, salidas dependientes del día y la hora.

En la *figura 24*, se muestra la opción salidas constantes, en donde se seleccionan todos los días y todas las horas de la simulación sobre la que se esta trabajando, en el campo *salidas de buses cada.....segundos*, se ingresa el tiempo en que salen los buses del terminal luego se presiona el botón guardar y se llena la matriz horas/días, para elegir esta política se presiona el botón *aceptar política*.

	Lunes	Miércoles	Viernes	Sábado
05:00 - 06:00	2.5	2.5	2.5	2
06:00 - 07:00	2.5	2.5	2.5	2
07:00 - 08:00	2.5	2.5	2.5	2
08:00 - 09:00	2.5	2.5	2.5	2
09:00 - 10:00	2.5	2.5	2.5	2
10:00 - 11:00	2.5	2.5	2.5	2
11:00 - 12:00	2.5	2.5	2.5	2

Figura 24

Política de Salida de Buses

Politica Salidas Buses

☐ Salidas Constantes
 ☒ Salidas dependientes del Día
 ☐ Salidas dependientes del Día y la Hora

Día

Lunes
 Miércoles
 Viernes
 Sábado
 Domingo

Hora

05:00 - 06:00
 06:00 - 07:00
 07:00 - 08:00
 08:00 - 09:00
 09:00 - 10:00
 10:00 - 11:00
 11:00 - 12:00

Salida de Buses Cada Segundos

	Lunes	Miércoles	Viernes	Sábado
05:00 - 06:00	1.5			
06:00 - 07:00	1.5			
07:00 - 08:00	1.5			
08:00 - 09:00	1.5			
09:00 - 10:00	1.5			
10:00 - 11:00	1.5			
11:00 - 12:00	1.5			

Guardar

Eliminar

Aceptar Política

Cancelar

Simulador "MetroSys T5"

Figura 25

En la *figura 25*, se muestra la opción salidas dependientes del día, en donde se seleccionan un día y todas las horas de la simulación sobre la que se esta trabajando, en el campo *salidas de buses cada.....segundos*, se ingresa el tiempo en que salen los buses de la terminal luego se presiona el botón guardar y se llena la matriz horas/días, para elegir esta política se presiona el botón *aceptar política*.

Política de Salida de Buses

Política Salidas Buses

☐ Salidas Constantes
 ☐ Salidas dependientes del Día
 ☒ Salidas dependientes del Día y la Hora

Día

Día
Lunes
Miercoles
Viernes
Sábado
Domingo

Hora

Hora
05:00 - 06:00
06:00 - 07:00
07:00 - 08:00
08:00 - 09:00
09:00 - 10:00
10:00 - 11:00
11:00 - 12:00

	Lunes	Miercoles	Viernes	Sábado
05:00 - 06:00	2.5			
06:00 - 07:00	1.75			
07:00 - 08:00	1.75			
08:00 - 09:00	2.5			
09:00 - 10:00	2.5			
10:00 - 11:00	2.5			
11:00 - 12:00	2			

Salida de Buses Cada Segundos

Simulador "MetroSys T5"

Figura 26

En la *figura 26*, se muestra la opción salidas dependientes del día y la hora, donde se seleccionan por cada día y hora de la simulación sobre la que se esta trabajando y en el campo *salidas de buses cada.....segundos*, se ingresa el tiempo en que salen los buses de la terminal en ese día y hora especifico luego se presiona el botón guardar y se llena la matriz horas/días, para elegir esta política se presiona el botón *aceptar política*.



Si se desea eliminar los tiempos que se han establecido en la matriz horas/días, se seleccionan el campo del tiempo y se presiona el botón eliminar, y quedarán los espacios en blanco para volverlos a llenar (Figura 27).

	Lunes	Miércoles	Viernes	Sábado
05:00 - 06:00	2.5			
06:00 - 07:00	1.75			
07:00 - 08:00	1.75			
08:00 - 09:00	2.5			
09:00 - 10:00	2.5			
10:00 - 11:00	2.5			
11:00 - 12:00	2			

Buttons: Guardar, Eliminar, Aceptar Política, Cancelar

Figura 5.27

Opción Tiempo de espera en los paraderos:

Es necesario para la operación del sistema ingresar en tiempo de espera de los buses en el paradero.

Las opciones de espera pueden ser: Espera constantes, Espera depende de paradero, día y hora de simulación.



Tiempos de Espera en Paraderos

Políticas de Espera en el Paradero

☒ Espera Constante
 ☐ Espera Depende del Paradero, Día y Hora de Simulación

Paradero	Numero	Direccion	Dimension	Tipo Paradero
	0	Policia Judicial	200	una via
	1	Portete y Mons....	200	una via
	2	Portete y Assad...	200	una via

Día: Lunes Miercoles Viernes Sábado Domingo

Hora: 5:00-6:00 6:00-7:00 7:00-8:00 8:00-9:00 9:00-10:00

Tiempo de Espera: 1.5

Simulador "MetroSys T5"

Figura 28

En la figura 28, se muestra la opción de esperas constantes, en donde se seleccionan todos los días y todas las horas de la simulación sobre la que se está trabajando, y en el campo *tiempo de espera*, se ingresa el tiempo (en segundos) que los buses esperan en el paradero luego se presiona el botón guardar y se llena la matriz horas/días, para elegir esta política se presiona el botón *aceptar política*.



Tiempos de Espera en Paraderos

Políticas de Espera en el Paradero

☐ Espera Constante
 ☒ Espera Depende del Paradero, Día y Hora de Simulación

Paradero	Numero	Direccion	Dimension	Tipo Paradero
	0	Policial Judicial	200	una via
	1	Portete y Mons...	200	una via
	2	Portete y Assad...	200	una via

Día: Lunes Miercoles Viernes Sábado Domingo

Hora: 7:00- 8:00 8:00- 9:00 9:00- 10:00 10:00- 11:00 11:00- 12:00

Tiempo de Espera: 150

	Lunes	Miercoles	Viernes	Sábado
5:00- 6:00	150	200	150	
6:00- 7:00	150	0	0	
7:00- 8:00	200	0	0	
8:00- 9:00	225	0	0	
9:00- 10:00	225	0	0	
10:00- 11:00	250	0	0	
11:00- 12:00	150	0	0	

Simulador MetroSys T5

Figura 29

En la *figura 5.29*, se muestra la opción espera depende del paradero, día y hora, donde se selecciona cada paradero, día y hora de la simulación sobre la que se esta trabajando y en el campo *tiempo de espera*, se ingresa el tiempo en que los buses esperan en el paradero en el paradero, día y hora especificado luego se presiona el botón guardar y se llena la matriz horas/días, para elegir esta política se presiona el botón *aceptar política*.

	Lunes	Miércoles	Viernes	Sábado
5:00- 6:00	150	200	150	
6:00- 7:00	150	0	0	
7:00- 8:00	200	0	0	
8:00- 9:00	225	0	0	
9:00- 10:00	225	0	0	
10:00- 11:0	250	0	0	
11:00- 12:0	150	0	0	

Figura 30

Si se desea eliminar los tiempos que se han establecido en la matriz horas/días, se seleccionan el campo del tiempo y se presiona el botón eliminar, y quedarán los espacios en blanco para volverlos a llenar (Figura 30).

Opción Políticas:

En esta opción (figura 31) se muestran las diferentes políticas de operación para el sistema, el usuario podrá combinarlas y conseguir diferentes escenarios sobre los que se puede desarrollar la ruta No. 5, y así poder analizar cual seria la mejor.



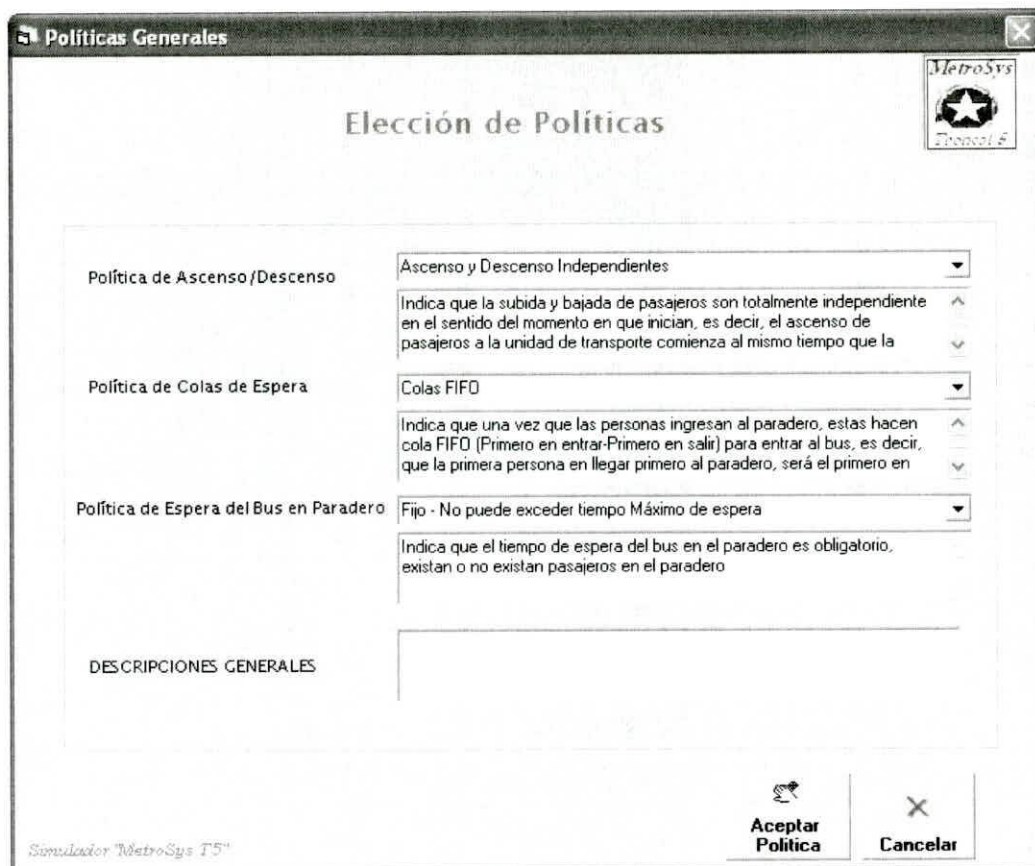


Figura 5.31

Esta pantalla presenta tres políticas que necesita el simulador para operar, las cuales pueden tomar diferentes alternativas estas son:

- Política de Ascenso y Descenso:

○ **Ascenso y Descenso Independiente:**

Indica que la subida y bajadas de pasajeros son totalmente independientes, al momento que inician, es decir, el ascenso de pasajeros a la unidad de transporte comienza al mismo tiempo que la bajada de pasajeros.

- **Primero Ascenso y Segundo Descenso:**

Indica que el descenso y el ascenso de pasajeros son dependientes al momento en que inician, ya que el ascenso de pasajeros a la unidad de transporte comienza una vez que el descenso de pasajeros ha terminado.

- **Política de Colas de Espera:**

- **Colas FIFO:**

Indica que una vez que las personas ingresan al paradero, estas hacen cola FIFO (Primero en entrar-Primero en salir) para entrar al bus, es decir, que la primera persona en llegar primero al paradero, será el primero en subir al bus.

- **Colas Aleatorias:**

Indica que una vez que las personas ingresan al paradero, su subida a los buses es totalmente aleatoria, es decir no existen colas físicas en el paradero, por tanto el hecho de llegar primero no siempre implicara subirse primero.

- **Política Espera del bus en el Paradero:**

- **Fijo-No puede exceder tiempo máximo de espera:**

Indica que el tiempo de espera del bus en el paradero es obligatorio, existan o no existan pasajeros en el paradero.

- **Fijo- Si puede exceder tiempo máximo de espera:**

Indica que el bus tiene que esperar en el paradero como mínimo el tiempo establecido, pero en caso de existir personas en el paradero y al mismo tiempo existir capacidad en el bus, este tiempo se extenderá.

- **Flexible- No puede exceder tiempo máximo de espera:**

Indica que el bus tiene que esperar como máximo el tiempo establecido, es decir que en caso de no existir pasajeros en el paradero, el bus puede continuar, pero si al terminar el tiempo el paradero aún tiene pasajeros, el bus no esperará su ascenso.

- **Flexible- Si puede exceder tiempo máximo de espera:**

Indica que el bus tiene que esperar como máximo el tiempo establecido, es decir que en caso de no existir pasajeros en el paradero, el bus puede continuar, pero si al terminar el tiempo el paradero todavía tiene pasajeros, el bus esperará su ascenso

La opción **Ejecución** de la barra de menú principal presenta las siguientes subopciones (Figura 32):



Figura 32



Una vez seleccionada una simulación para la cual se operara, la barra de menú habilitara las demás opciones.

- **Compilar Simulador**
- **Ejecutar Simulador**
- **Almacenar Datos**

Opción Compilar Simulador:

Se debe hacer uso de la opción compilar simulador cuando estén ingresados todos los datos que alimentan al sistema en las opciones de **Ingresos** y **Políticas**, al hacer click en esta opción se mostrará la ventana que se muestra en la *figura 33* donde se presionará sobre el botón *compilar* y comenzará el proceso de transformación de los datos ingresados en Visual Basic a código del simulador GPSS, por medio de data stream (archivos de texto).

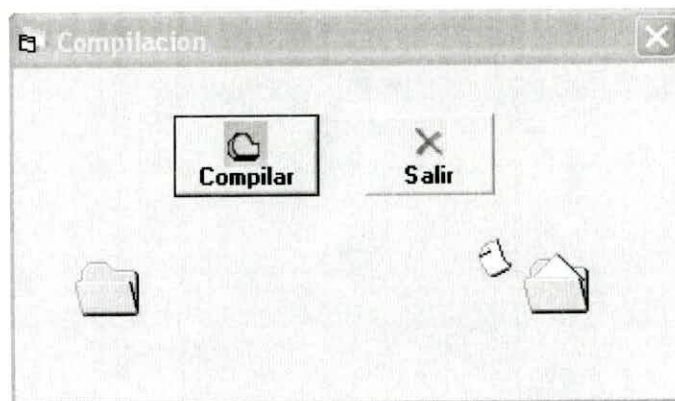


Figura 5.33

Opción Ejecutar Simulador:

Cuando el código esté compilado, es decir, esté transformado en código de lenguaje GPSS, entonces se puede ejecutar al Simulador, llamando a los archivos de texto creados en compilación, cuando se presiona sobre la opción de *ejecución* se muestra la ventana de ingreso de iteraciones *figura 34*, en donde se escribirá el número de veces que el usuario desea simular para tener una mejor precisión de la estimación, luego se presiona el botón OK, y se mostrara la ejecución del GPSS.

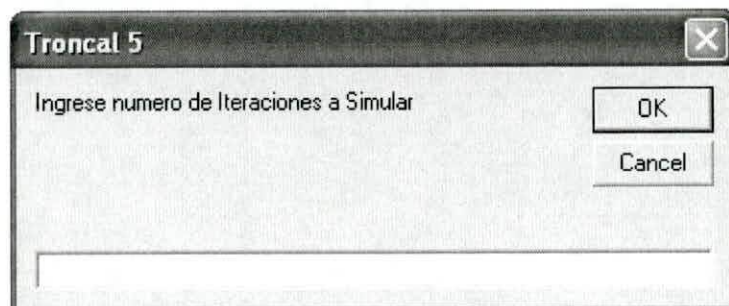


Figura 34

Opción Almacenar Datos:

Cuando el simulador termina su ejecución, el usuario deberá hacer uso de la opción almacenar Datos, para que todos los resultados que el GPSS ha generado se almacenen en la base de datos y poder hacer uso de sus resultados teniendo como intermediario para su interpretación a Visual Basic.

La opción **Consulta** de la barra de menú principal presenta las siguientes subopciones (*Figura 35*):





Figura 35

Una vez seleccionada una simulación para la cual se operara, la barra de menú habilitara las demás opciones.

- **Consultas Generales** (Consultas de Datos de Paraderos y Semáforos)
- **Consultas Buses**
- **Consultas Paraderos**

Opción Consultas Generales:

Esta opción permite consultar los datos generales de los objetos paradero y semáforo (figura 36) como el número, dirección, dimensión.

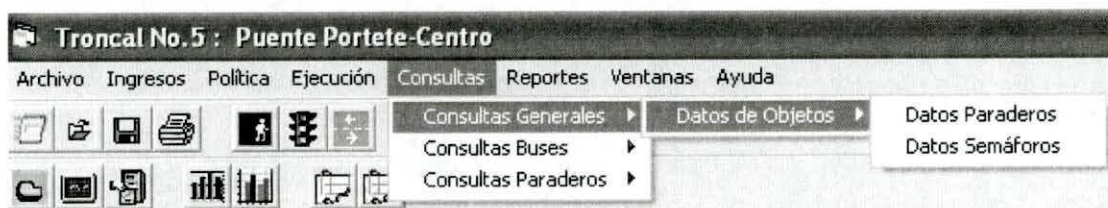


Figura 36

La opción de *consulta datos paraderos* se muestra en la figura 37, se ingresa el nombre de la calle que se desea consultar luego se presiona sobre el botón *consultar* y mostrará todos aquellos paraderos que se encuentren en la dirección ingresada.

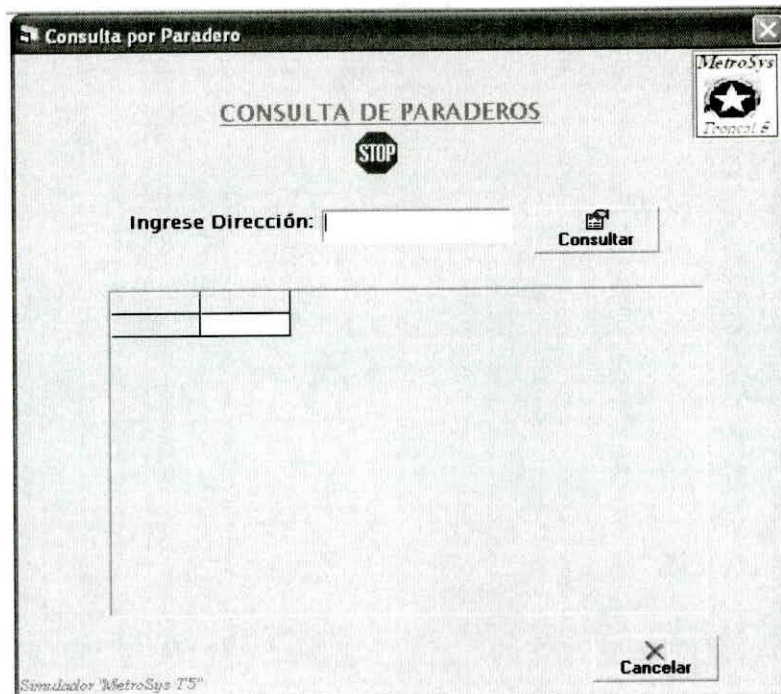


Figura 37

La opción de *consulta datos semáforos* se muestra en la *figura 38*, se ingresa el nombre de la calle que se desea consultar luego se presiona sobre el botón *consultar* y mostrará todos aquellos semáforos que se encuentren en la dirección ingresada.

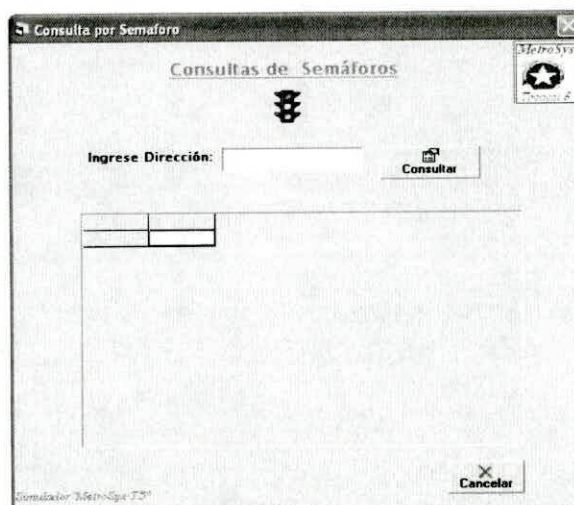


Figura 38



Opción Consultas Buses:

Con esta opción el usuario puede analizar todas las acciones que realizó el bus a lo largo de la simulación y así tomar decisiones sobre las políticas elegidas. Esta consulta detalla: Matriz general de recorridos, Tiempo recorrido desde el terminal hasta cada paradero, Tiempo de recorrido Total, Buses en circulación, Vueltas Buses, utilización de los buses. (Figura 39).

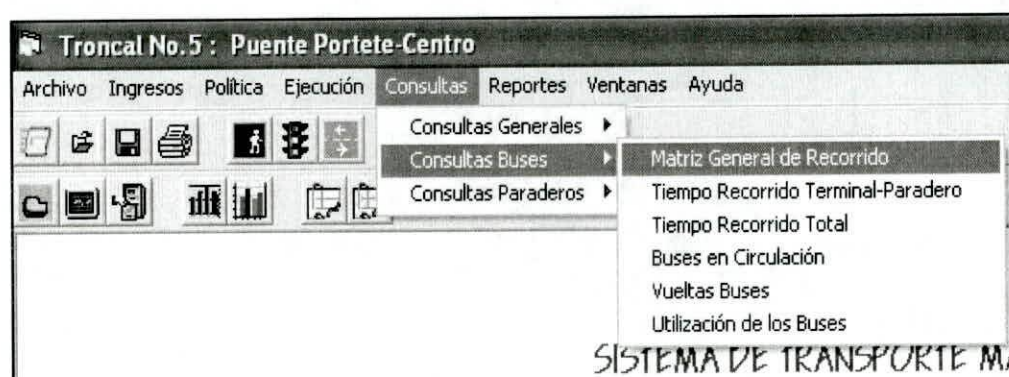


Figura 39

Matriz General de Recorrido:

Esta consulta muestra de forma matricial el tiempo de recorrido desde un paradero a otro, permitiendo al usuario saber que tiempo le toma llegar desde un punto hacia su destino.

Tiempo Recorrido Terminal - Paradero:

Esta consulta muestra al usuario el tiempo que los buses en promedio se toman en recorrer desde la terminal hasta cada uno de los paraderos, permitiendo hacer comparaciones gráficas entre: paraderos, horas, días, horas/días y paraderos/horas/días (Figura 41).

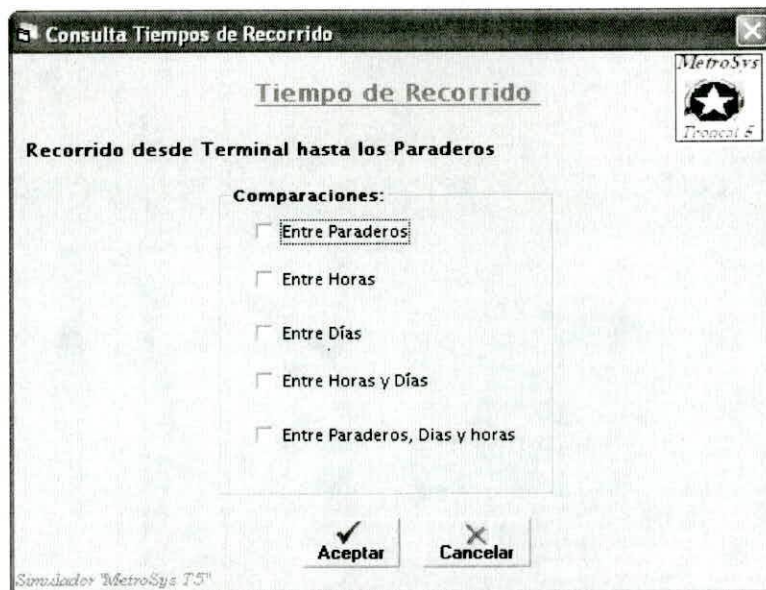


Figura 41

Entre Paraderos:

Si el usuario hace uso de ésta opción aparecerá el gráfico que se muestra en la figura 42 que es la comparación entre paraderos de la opción *tiempo promedio de recorrido desde el terminal hasta los distintos paraderos* donde el eje de las *x* representa los paraderos a comparar y el eje de las *y* representa el tiempo en unidades de segundo y en la parte superior del gráfico se puede elegir a los días y horas que el usuario requiera consultar.

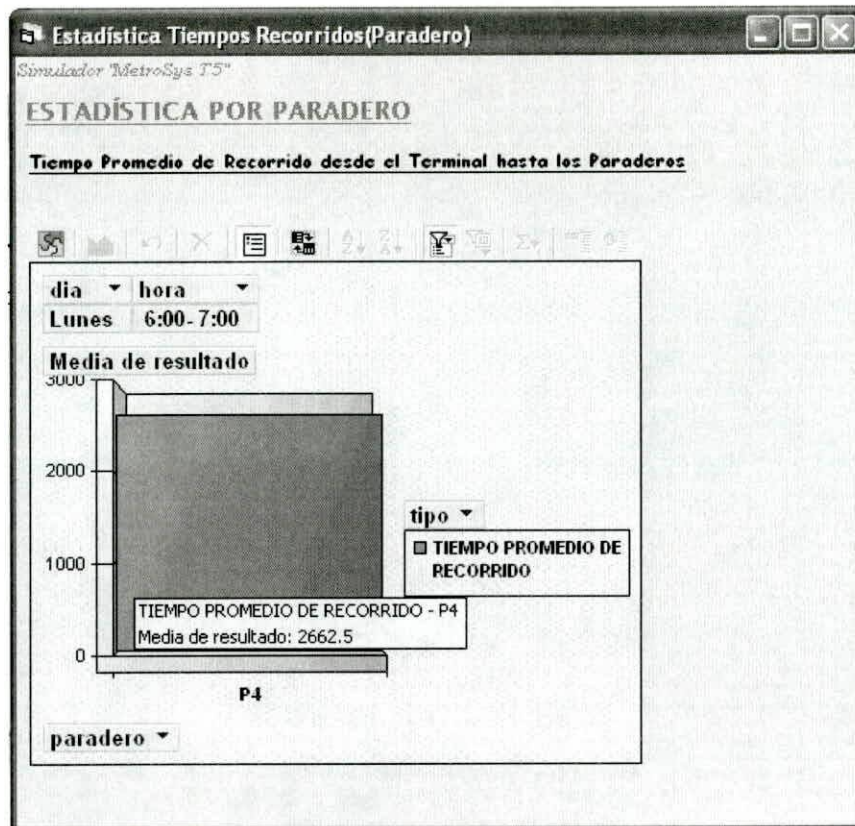


Figura 42

La figura 42 como ejemplo indica que el tiempo promedio de recorrido del bus desde el terminal al paradero número 4, el día lunes de 6:00 a 7:00 de la mañana fue de 2662.5 segundos es decir 44 minutos.

Entre Horas:

Si el usuario hace uso de ésta opción aparecerá el gráfico que se muestra en la figura 43 que es la comparación entre horas de la opción *tiempo promedio de recorrido desde el terminal hasta los distintos paraderos* donde el eje de las x representa las horas a comparar y el eje de las y representa el tiempo en unidades



de segundo y en la parte superior del gráfico se puede elegir a los paraderos y días que el usuario requiera consultar.

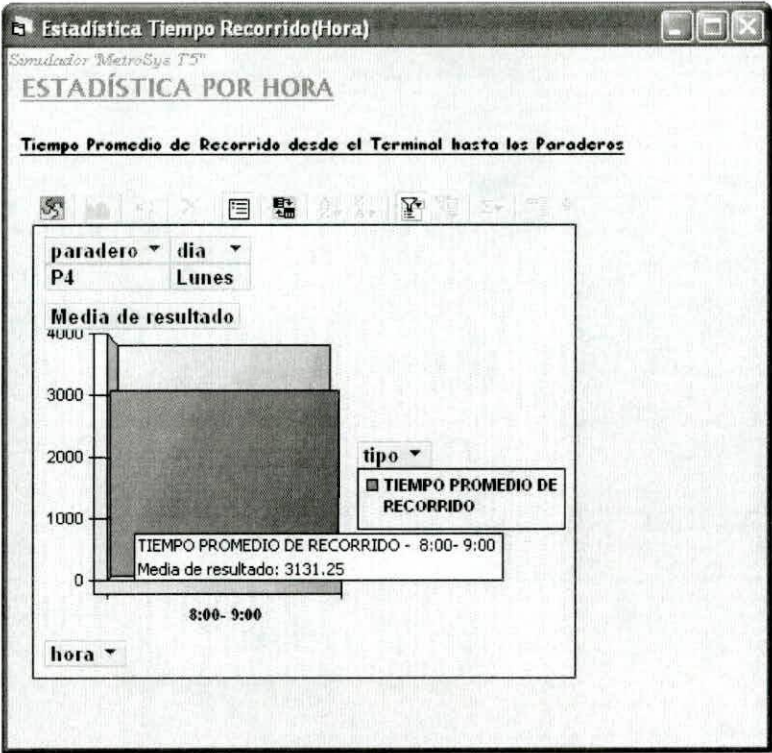


Figura 43

La figura 43 como ejemplo indica que la hora de 8:00 – 9:00 de la mañana el tiempo promedio de recorrido del bus desde el terminal al paradero número 4, el día lunes fue de 3131.25 segundos es decir 52 minutos.

Entre Días:

Si el usuario hace uso de ésta opción aparecerá el gráfico que se muestra en la *figura 44* que es la comparación entre días de la opción *tiempo promedio de recorrido desde el terminal hasta los distintos paraderos* donde el eje de las x representa las días a comparar y el eje de las y representa el tiempo en unidades de segundo y en la parte superior del gráfico se puede elegir a los paraderos y horas que el usuario requiera consultar.

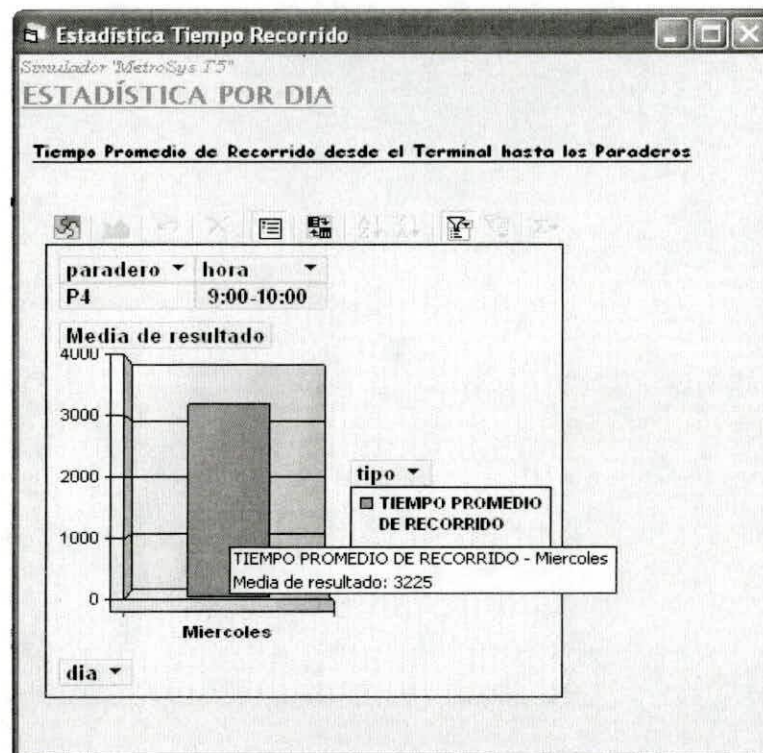


Figura 44

La *figura 44* como ejemplo indica que el día miércoles el tiempo promedio de recorrido del bus desde el terminal al paradero número 4 desde las 9:00 – 10:00 de la mañana, fue de 3225 segundos es decir 54 minutos.

Entre Horas/Días:

Si el usuario hace uso de ésta opción aparecerá el gráfico que se muestra en la *figura 5.45* que es la comparación combinada entre días y horas de la opción tiempo promedio de recorrido desde el terminal hasta los distintos paraderos donde el eje de las x esta representada por la combinación a comparar, y el eje de las y representa el tiempo en unidades de segundo, en la parte superior del gráfico se puede elegir a los paraderos que el usuario requiera consultar.

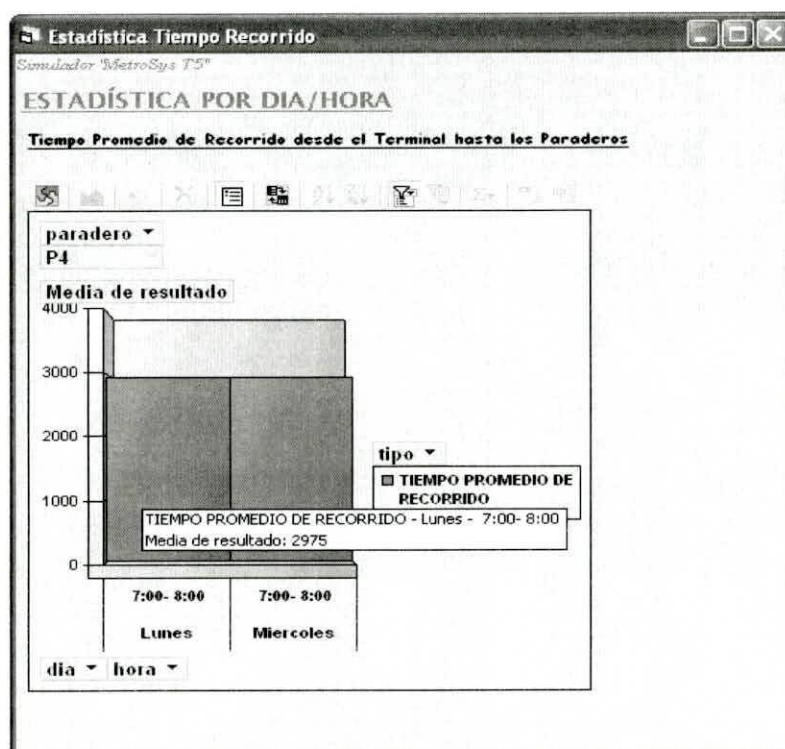


Figura 45

La *figura 45* como ejemplo indica la comparación entre el día lunes y el miércoles desde las 7:00 – 8:00 de la mañana mostrando el tiempo promedio de recorrido del bus desde el terminal al paradero número 4, que para este ejemplo el tiempo promedio es 2975 segundos es decir 50 minutos para los dos días .

Entre Paraderos/Días/Horas:

Si el usuario hace uso de ésta opción aparecerá el gráfico que se muestra en la *figura 46* que es la comparación combinada entre paraderos, días y horas de la opción tiempo promedio de recorrido desde el terminal hasta los distintos paraderos, donde el eje de las x esta representada por la combinación, y el eje de las y representa el tiempo en unidades de segundo.

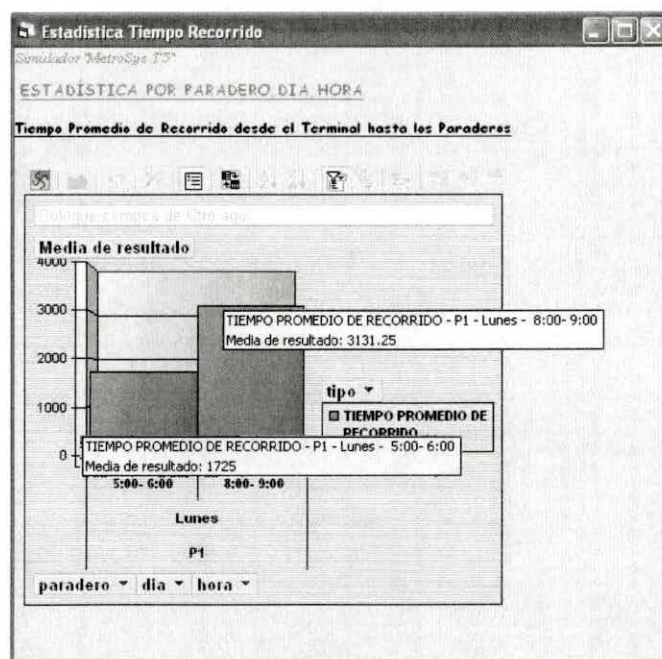


Figura 46

La *figura 46* como ejemplo indica la combinación del paradero 1 y el día lunes en las horas de 5:00 – 6:00 y 8:00 – 9:00 de la mañana mostrando el tiempo promedio de recorrido del bus desde el terminal a dicho paradero, y que se obtiene en promedio en el horario de 5:00 – 6:00 de 1725 segundos es decir 29 minutos y para la hora 8:00 – 9:00 el promedio es de 3131.25 segundos es decir 52 minutos .

Tiempo Recorrido Total:

Esta consulta muestra al usuario el tiempo que los buses en promedio se toman en recorrer toda la ruta es decir de terminal a terminal, permitiendo hacer comparaciones gráficas entre: horas, días y horas/días (Figura 47).

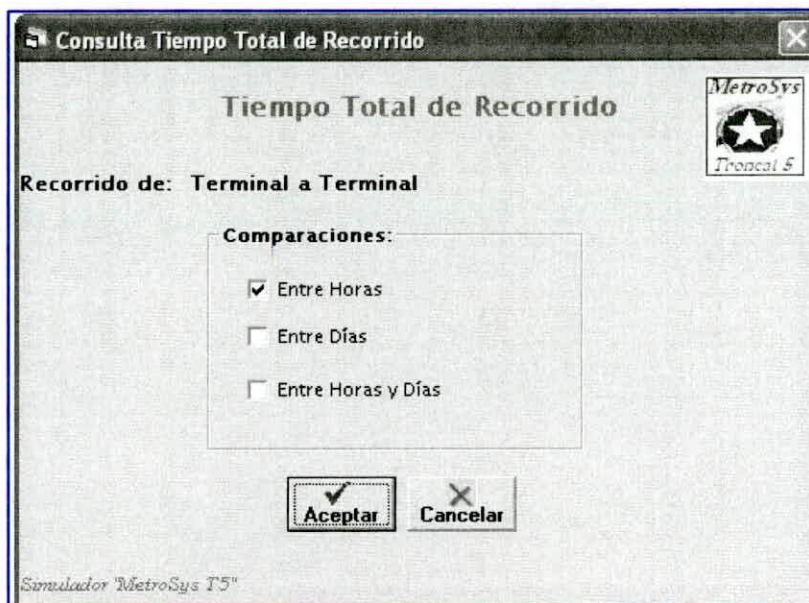
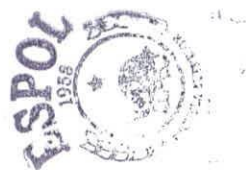


Figura 47

Entre Horas:

Si el usuario hace uso de ésta opción aparecerá el gráfico que se muestra en la figura 48 que es la comparación entre horas de la opción *tiempo promedio de recorrido total* donde el eje de las x representa las horas a comparar y el eje de las y representa el tiempo en unidades de segundo y en la parte superior del gráfico se puede elegir a los días que el usuario requiera consultar y el único paradero que aparecerá el terminal.



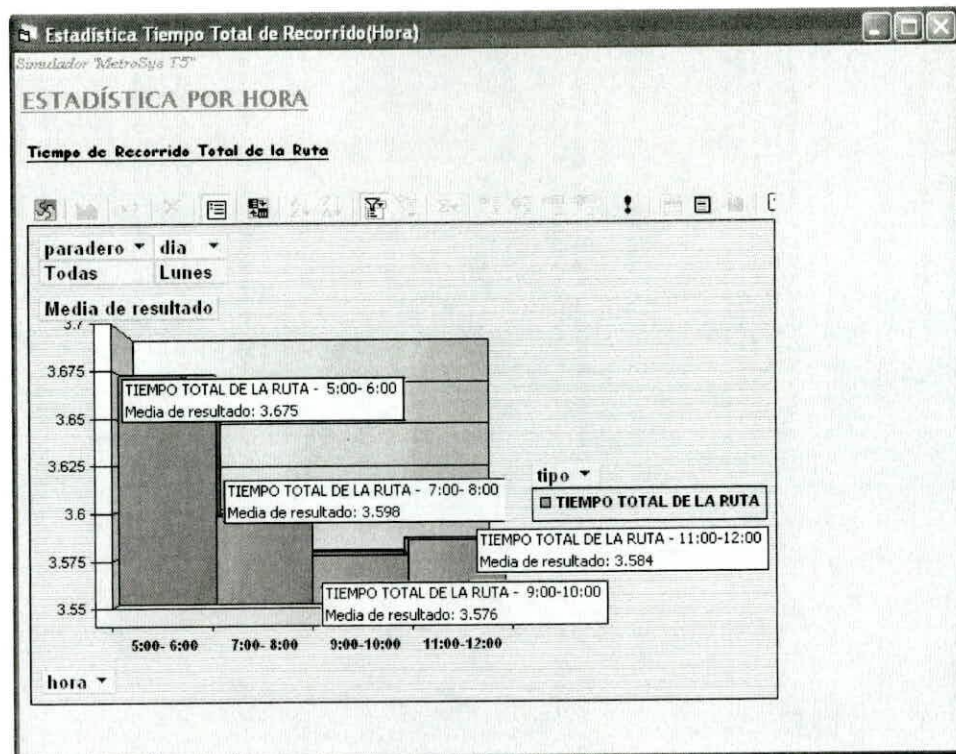


Figura 48

La figura 48 como ejemplo muestra la comparación de las 4 primeras horas del día lunes en la mañana mostrando el tiempo promedio de recorrido total del bus desde el terminal hasta el terminal, y se obtiene en promedio de 5:00 – 6:00 de la mañana el bus se demoró en recorrer toda la ruta 3675 segundos es decir 62 minutos, de 7:00 – 8:00 de la mañana 3598 segundos es decir 59 minutos y así para cada una de las horas siguientes.

Entre Días:

Si el usuario hace uso de ésta opción aparecerá el gráfico que se muestra en la figura 49 que es la comparación entre horas de la opción tiempo promedio de recorrido total donde el eje de las x representa las horas a comparar y el eje de las y representa el tiempo en unidades de segundo y en la parte superior del gráfico se

puede elegir a los días que el usuario requiera consultar y el único paradero que aparecerá el terminal.

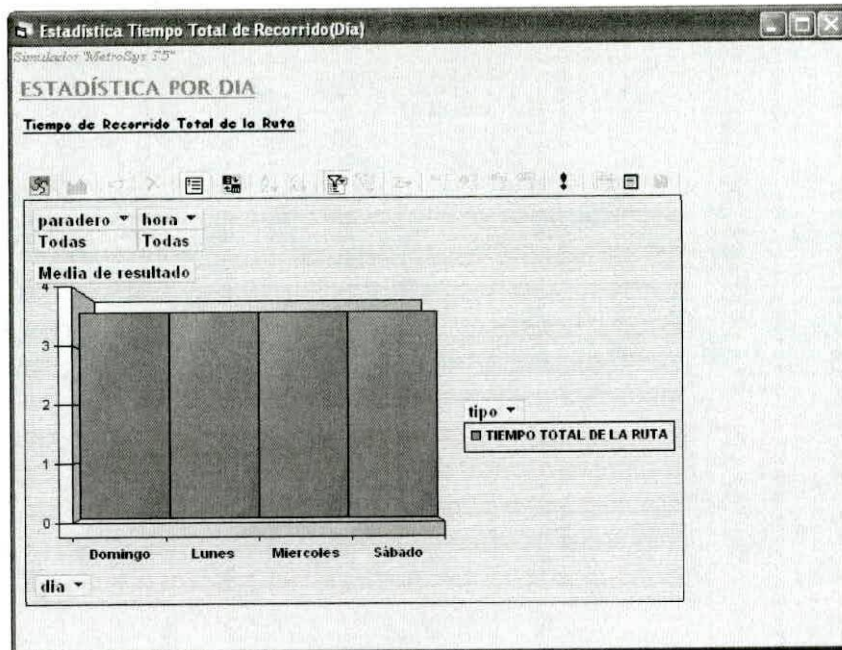


Figura 49

Entre Horas/Días:

Si el usuario hace uso de ésta opción aparecerá el gráfico que se muestra en la figura 50 que es la comparación entre horas y días de la opción tiempo promedio de recorrido total donde el eje de las x representa la combinación días/horas a comparar y el eje de las y representa el tiempo en unidades de segundo y en la parte superior del gráfico aparecerá el único paradero a consultar, la terminal.



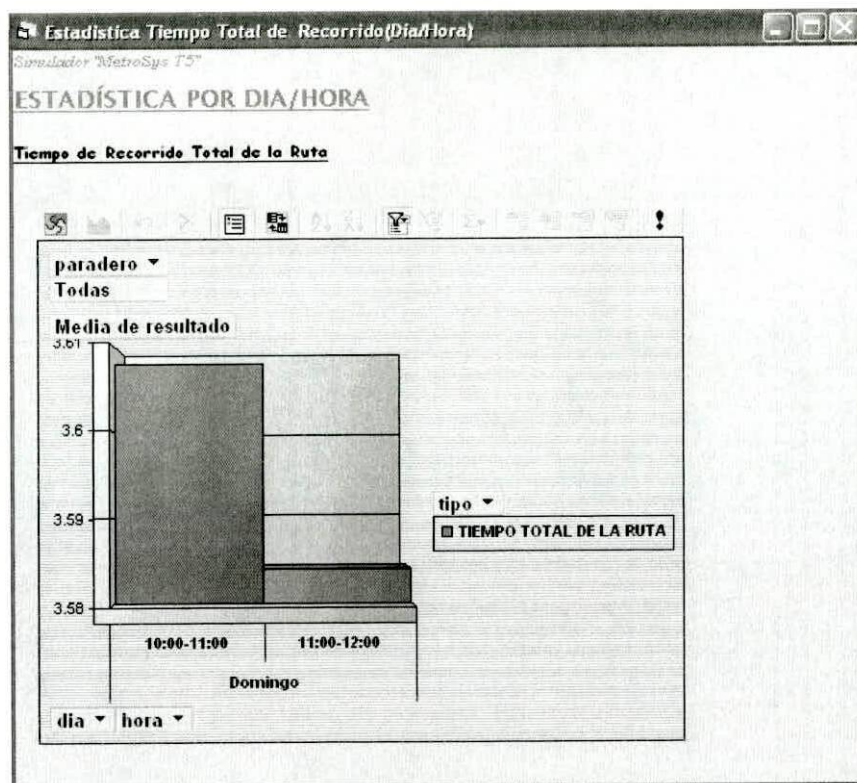


Figura 50

Buses en Circulación:

Esta consulta muestra al usuario el número de buses en promedio que se encuentran circulando en el sistema en una determinada hora, permitiendo hacer comparaciones gráficas entre: horas, días y horas/días (Figura 51).

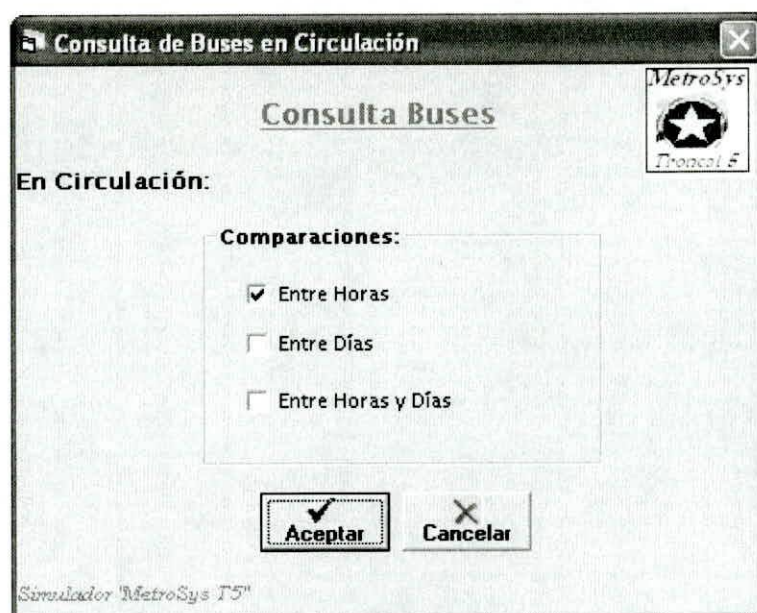


Figura 5.51

Entre Horas:

Si el usuario hace uso de ésta opción aparecerá el gráfico que se muestra en la *figura 52* que es la comparación entre horas de la consulta *buses en circulación* donde el eje de las x representa las horas a comparar y el eje de las y representa el promedio de número de buses, en la parte superior del gráfico aparecerá los días que se desee consultar.

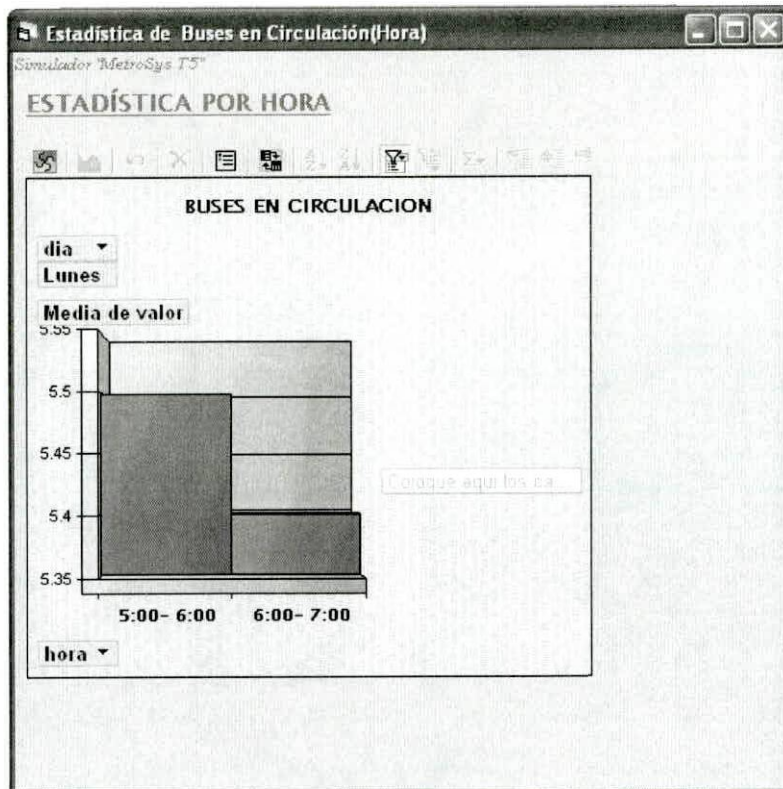


Figura 52

La *figura 52* como ejemplo muestra la comparación de las 2 primeras horas del día lunes en la mañana mostrando el número de buses que en promedio están circulando. Desde las 5:00 – 6:00 de la mañana el número de buses es 6 y desde las 6:00 - 7:00 el número de buses es de 5.

Entre Días:

Si el usuario hace uso de ésta opción aparecerá el gráfico que se muestra en la *figura 53* que es la comparación entre días de la consulta *buses en circulación* donde el eje de las x representa los días a comparar y el eje de las y representa el promedio de número de buses, en la parte superior del gráfico aparecerá las horas que se desee consultar.

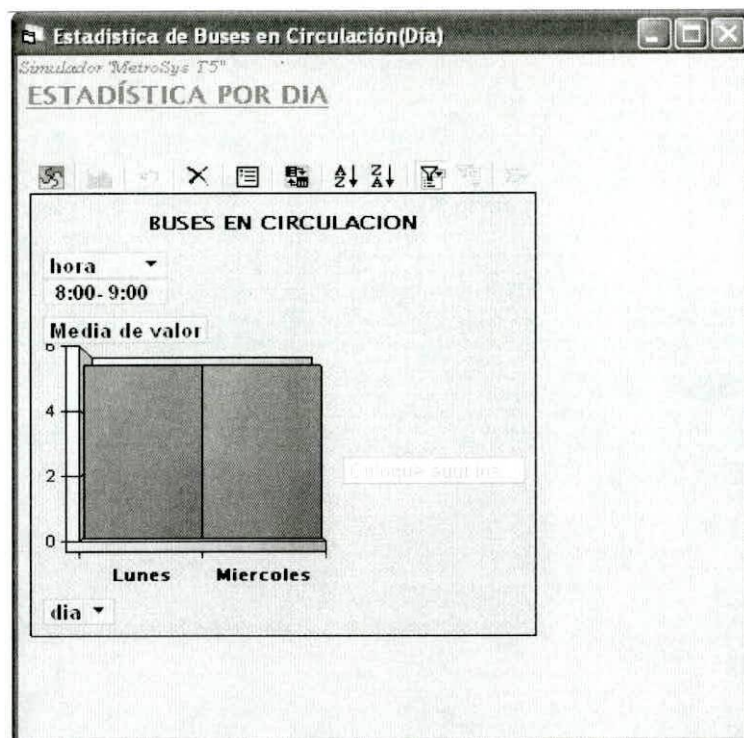


Figura 53

Entre Horas/Días:

Si el usuario hace uso de ésta opción aparecerá el gráfico que se muestra en la figura 54 que es la combinación entre días/horas de la consulta *buses en circulación* donde el eje de las x representa la combinación a comparar y el eje de las y representa el promedio de número de buses.



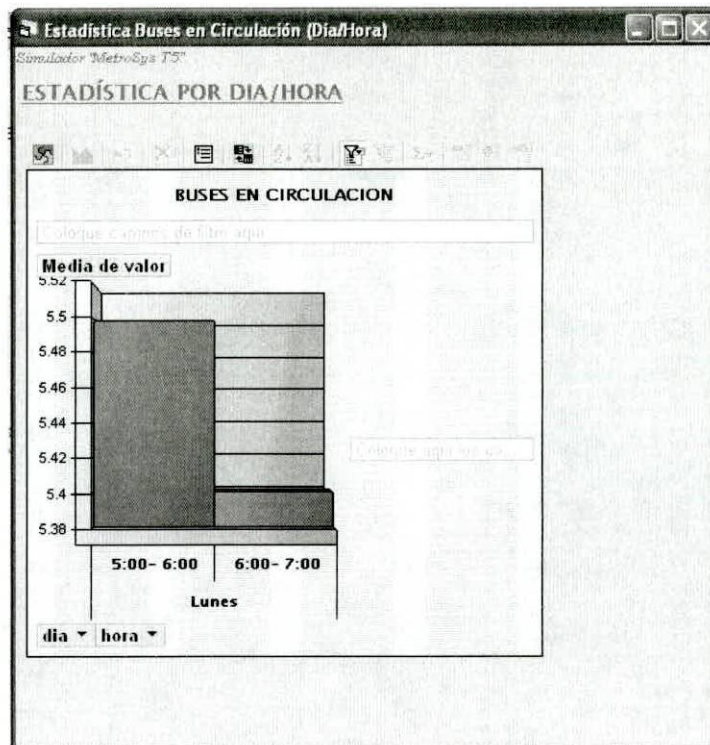


Figura 54

Vueltas Buses:

Esta consulta muestra al usuario el número de vueltas que los buses en promedio han dado a largo de toda la ruta, permitiendo hacer comparaciones gráficas entre: horas, días y horas/días (*Figura 55*).

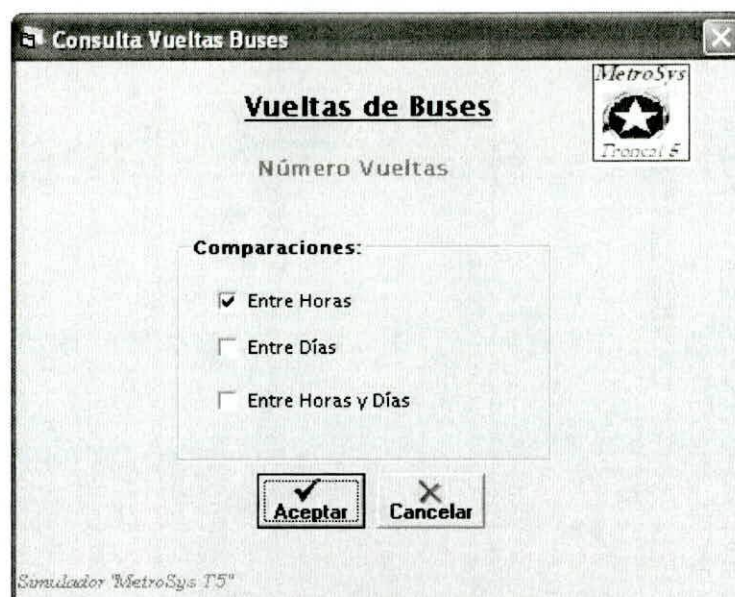


Figura 55

Entre Horas:

Si el usuario hace uso de ésta opción aparecerá el gráfico que se muestra en la figura 56 que es la comparación entre horas de la consulta *vueltas buses* donde el eje de las x representa las horas a comparar y el eje de las y representa el promedio de vueltas de los buses, en la parte superior del gráfico aparecerá los días que se desee consultar.



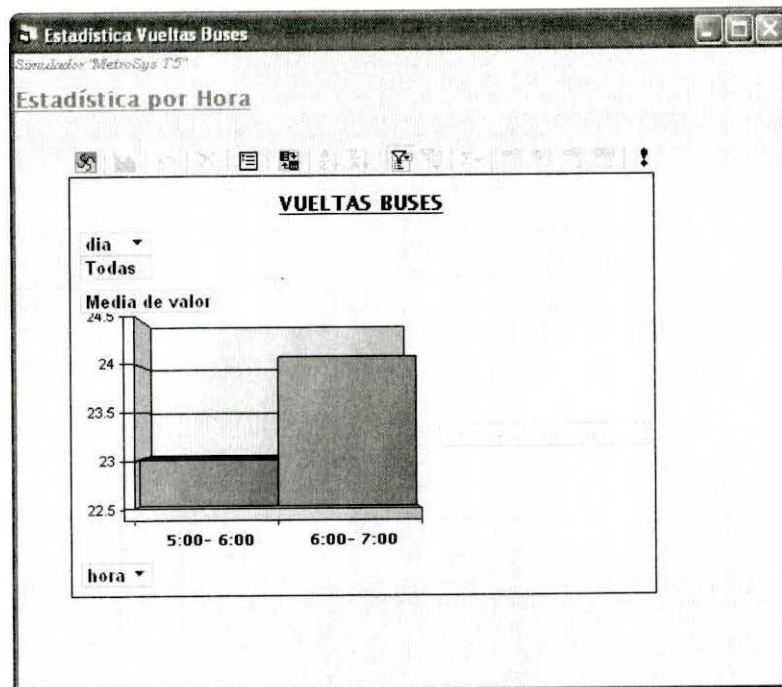


Figura 56

Entre Días:

Si el usuario hace uso de ésta opción aparecerá el gráfico que se muestra en la figura 57 que es la comparación entre días de la consulta *vueltas buses* donde el eje de las x representa los días a comparar y el eje de las y representa el promedio de vueltas de buses, en la parte superior del gráfico aparecerá las horas que se desee consultar.



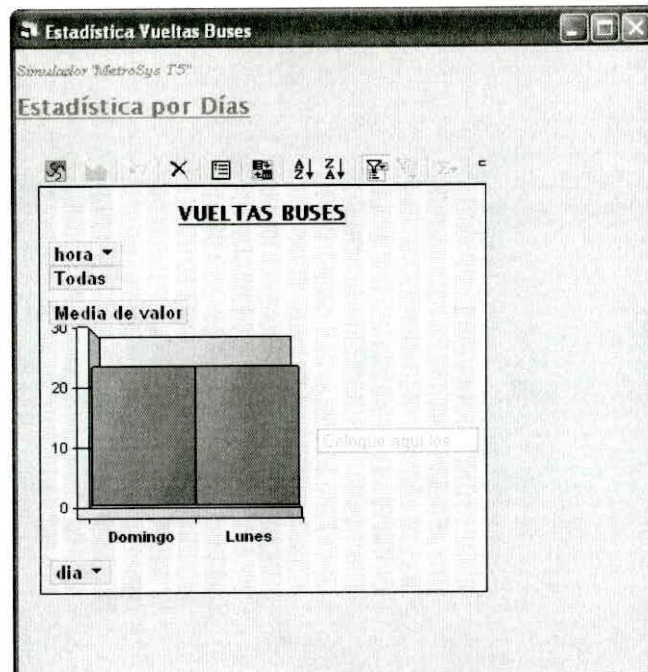


Figura 57

Entre Horas/Días:

Si el usuario hace uso de ésta opción aparecerá el gráfico que se muestra en la figura 58 que es la combinación entre días/horas de la consulta *vueltas buses* donde el eje de las x representa la combinación a comparar y el eje de las y representa el promedio de vueltas de buses.

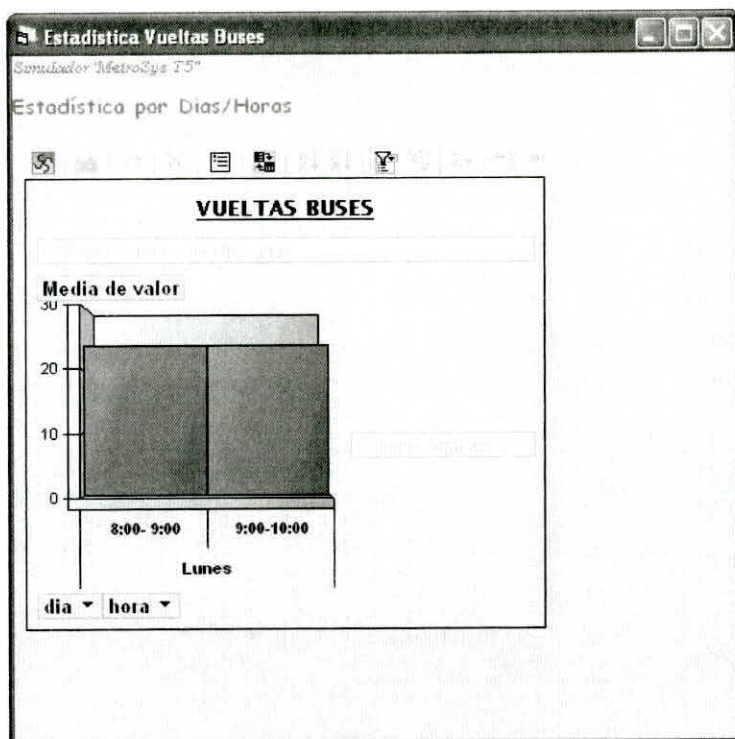
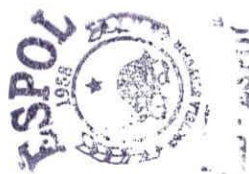


Figura 58

Utilización de los Buses:

Esta consulta muestra al usuario el porcentaje promedio y la cantidad máxima de asientos utilizados por los pasajeros permitiendo hacer comparaciones gráficas entre: paraderos, horas, días, horas/días y paraderos/horas/días. (Figura 59).



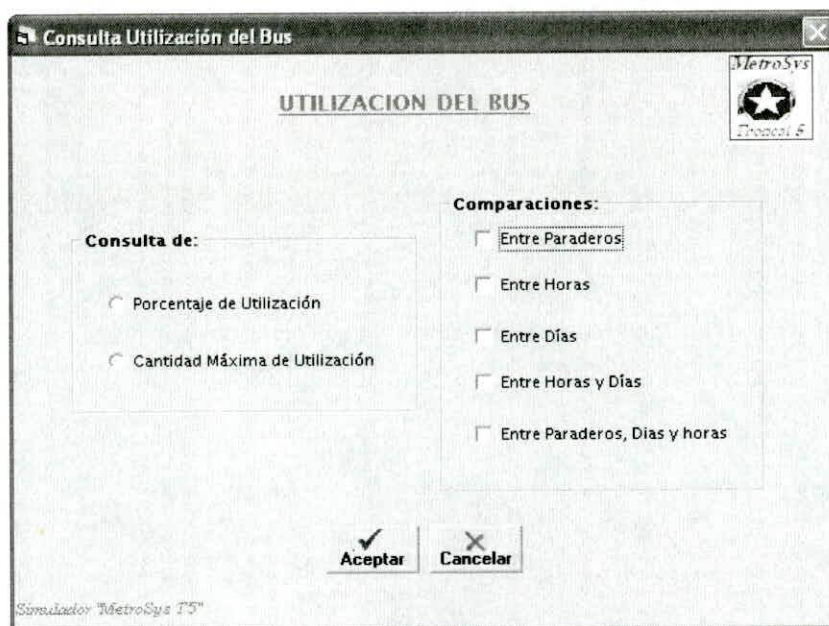


Figura 59

El usuario puede elegir dos consultas:

- Porcentaje de Utilización
- Cantidad Máxima de Utilización

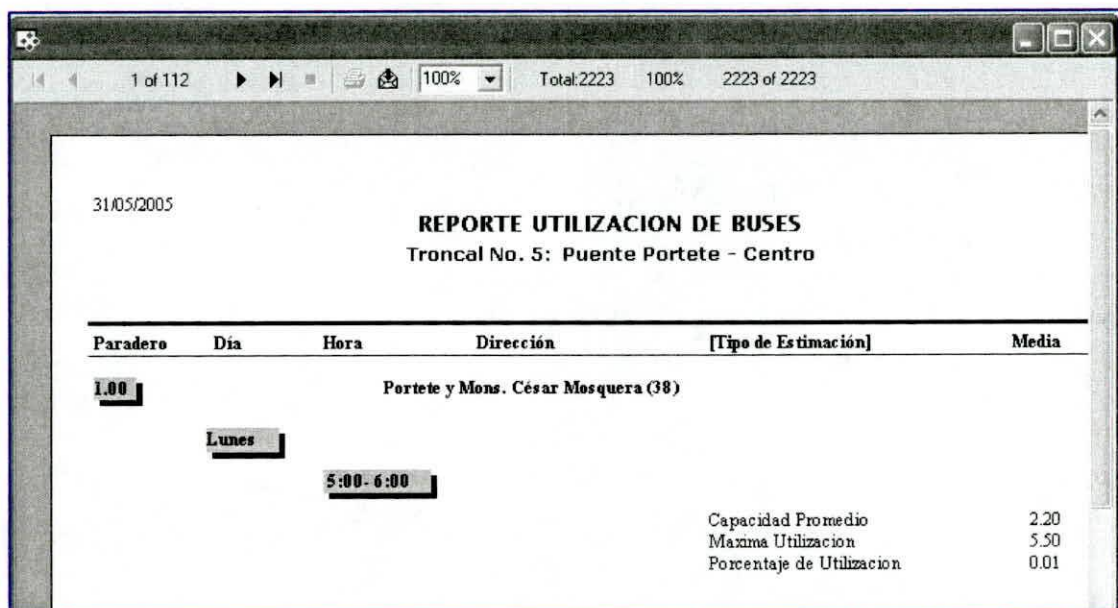
Cuando elija la consulta puede hacer la comparación entre paraderos, días, días y horas.

Opción Reportes:

Como en la opción de consultas no se puede imprimir la información los reportes contienen los mismos datos de la consultas pero estos si pueden ser impresos. Esta opción permite crear reportes de los datos generales de los objetos paradero y semáforo, además reportes de la información obtenida por paradero y buses. Figura 60.

Reportes Buses:

En este reporte se muestra la información obtenida del simulador, es decir todas las variables de interés, como máxima utilización del bus, número de buses que hicieron cola etc., a continuación se muestra un modelo de reporte de buses figura 62:



31/05/2005

REPORTE UTILIZACION DE BUSES
Troncal No. 5: Puente Portete - Centro

Paradero	Dia	Hora	Dirección	[Tipo de Estimación]	Media
1.00			Portete y Mons. César Mosquera (38)		
	Lunes	5:00 - 6:00			
				Capacidad Promedio	2.20
				Maxima Utilizacion	5.50
				Porcentaje de Utilizacion	0.01

Figura 5.62

Reportes Paraderos:

En este reporte se muestra la información obtenida del simulador, es decir todas las variables de interés del desempeño del paradero, como las colas de pasajeros, tiempos de subidas, tiempos de bajadas, máxima utilización del bus, número de buses que hicieron cola, tiempo de pasajeros en cola, pasajeros sin ser atendidos etc., a continuación se muestra un modelo de reporte de paraderos en la figura 63:

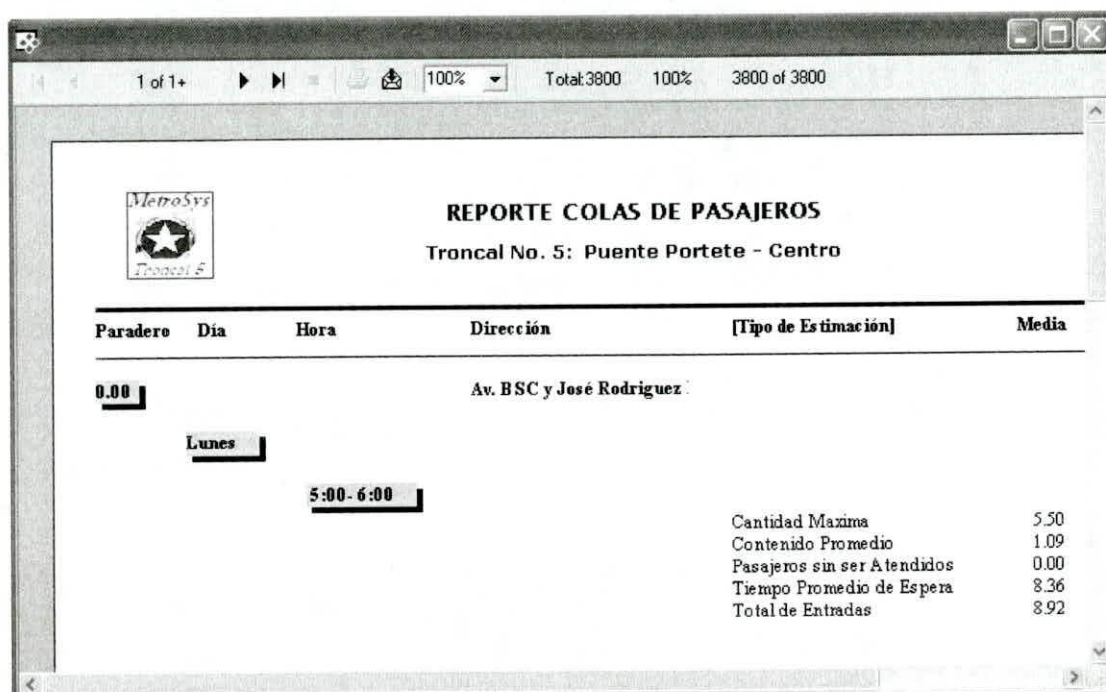


Figura 63

BIBLIOGRAFÍA

1. **FREUND J., WALPOLE R.** (1990), "*Estadística Matemáticas con Aplicaciones*". Prentice – Hall Hispanoamericana, S.A. México.
2. **JOHN E. FREUD, IRWIN MILLER, MARYLESS MILLER** (2000), "*Estadística Matemática con Aplicaciones*".
3. **AZARANG M., GARCÍA E.** (1996), "*Simulación y Análisis de Modelos Estocásticos*". McGraw - Hill. México.
4. **COSS R.,** (1991), "*Simulación un enfoque práctico*". Limusa Noriega Editores. México.
5. **DIRECVENTAS** (2003), "*Recorridos, Guía de la ciudad y de transporte*". SENEFELDER. Guayaquil – Ecuador.
6. **M.I. Municipalidad de Guayaquil** (2004), "*Nuevo Sistema de Transporte Masivo Urbano de la ciudad de Guayaquil*".
<http://www.guayaquil.gov.ec>
7. **M.I. Municipalidad de Guayaquil,** "*Plan de Transporte Masivo Urbano de la Ciudad de Guayaquil, implantación del Corredor Troncal No.1*", Diciembre del 2002.
8. **M.I. Municipalidad de Guayaquil,** "*Elaboración de Prediseños y Diseños definitivos de las Paradas del Sistema Troncalizado de Transporte Público de la Ciudad de Guayaquil: Primera Etapa*", Julio del 2002.

9. **M.I. Municipalidad de Guayaquil**, *"Información sobre el Sistema de Transporte Masivo de Pasajeros de la ciudad de Guayaquil – Metrovía"*, Octubre del 2003.
10. **M.I. Municipalidad de Guayaquil**, *"Informe del Plan de Racionalización del Transporte Público Masivo de la Ciudad de Guayaquil – Metrovía"*, Octubre del 2004.
11. **M.I. Municipalidad de Guayaquil**, *"Ordenanza que Crea y Reglamenta el Sistema Integrado de Transporte Masivo Urbano de la Ciudad de Guayaquil – Sistema Metrovía"*, Diciembre del 2004.
12. **El Universo** (2004), *"Sistema de Transporte Urbano – Metrovía Troncal 1"*. <http://www.eluniverso.com>