

# 8.

## Programación del Servicio

La calidad de un servicio de transporte público es un concepto amplio que engloba varios aspectos, entre los que se incluyen consideraciones relativas a la comodidad y seguridad dentro de la unidad de transporte, los tiempos empleados en la realización del viaje y la conveniencia y existencia de infraestructura que apoye al servicio.

Sin embargo, al revisar el servicio que se presta en una ruta de transporte no es factible considerar un buen número de aspectos cualitativos, pero si es factible tomar en cuenta las variables mas importantes para el usuario. De esta manera, entre los principales parámetros relativos a la calidad del servicio y que se incluyen en el dimensionamiento de un servicio de transporte, se encuentran:

- capacidad del vehículo
- intervalo
- horarios de servicio
- la elaboración de itinerarios
- la determinación del tipo de vehículo

La cantidad de vehículos es el parámetro que mejor refleja el equilibrio entre la oferta y la demanda del transporte colectivo. Así por ejemplo, en el caso de contar con mas autobuses en servicio que los requeridos se produce un exceso de oferta y una ociosidad del equipo, lo cual conduce a un alto costo en la operación que invariablemente se traduce en tarifas excesivas para el usuario. Este es un caso que se ha generalizado en los últimos años en nuestro país.

Por otra parte, si se cuenta con un parque vehicular por abajo de los requerimientos reales, se presenta una mala calidad del servicio que se traduce en molestias e inseguridad al usuario. Es por ello que tanto el área encargada de la operación dentro de la empresa como las autoridades correspondientes tendrán la difícil tarea de encontrar el balance adecuado entre la oferta y la demanda.

El conocimiento de las necesidades de la población y el uso de las técnicas de planeación del servicio y su dimensionamiento evitan el desperdicio de recursos, tanto humanos como económicos y contribuyen a lograr un ajuste racional dentro del sistema de transporte o la empresa misma.

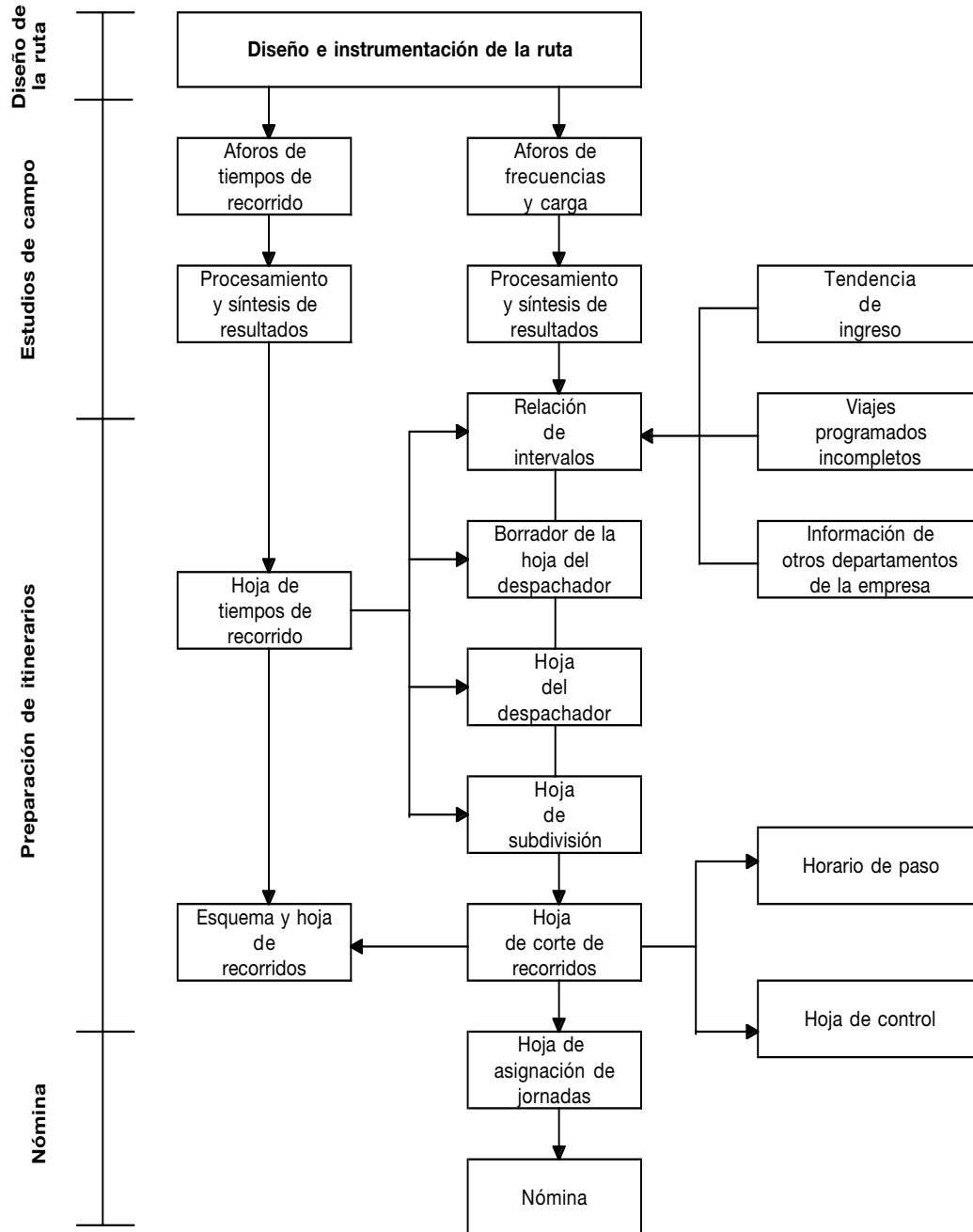
El procedimiento general que se sigue para la programación del servicio se muestra en la Figura 8.1, cuyos conceptos se desarrollarán a lo largo del capítulo. Como se observa en la figura anterior, se abordarán temas relativos al dimensionamiento del servicio, la preparación de itinerarios, la asignación de las jornadas de trabajo, entre otros aspectos, considerándose que el trazo de la ruta ya está definida.

## 8.1 Dimensionamiento de una ruta de transporte

El dimensionamiento de una ruta de autobuses o la elaboración de su esquema de operación puede ser realizado manualmente siguiendo los procedimientos señalados a continuación o bien mediante la utilización de programas informáticos que permiten definir los intervalos óptimos de una determinada ruta, entre los que se encuentran los programas HASTUS, EPON, Busman y Rucus [1]. El uso de alguno de los programas de cómputo anteriores, con mayor o menor dificultad, permiten atender varias áreas de interés [1] en la planeación del transporte público y de su operación. Entre estas áreas se encuentran:

- el análisis de las variaciones en los costos de operación debido a los cambios en el *Contrato Colectivo de Trabajo*, en el nivel de servicio o en la forma de operación,
- la traducción de la demanda a horarios de operación factibles,
- la asignación de jornadas económicas para el operador.

Sin embargo, en cualquier caso es indispensable entender los elementos básicos que intervienen en el diseño por lo que los autores consideran pertinente desarrollar las bases del dimensionamiento y programación del servicio mas que a una descripción o análisis de los programas anteriores.



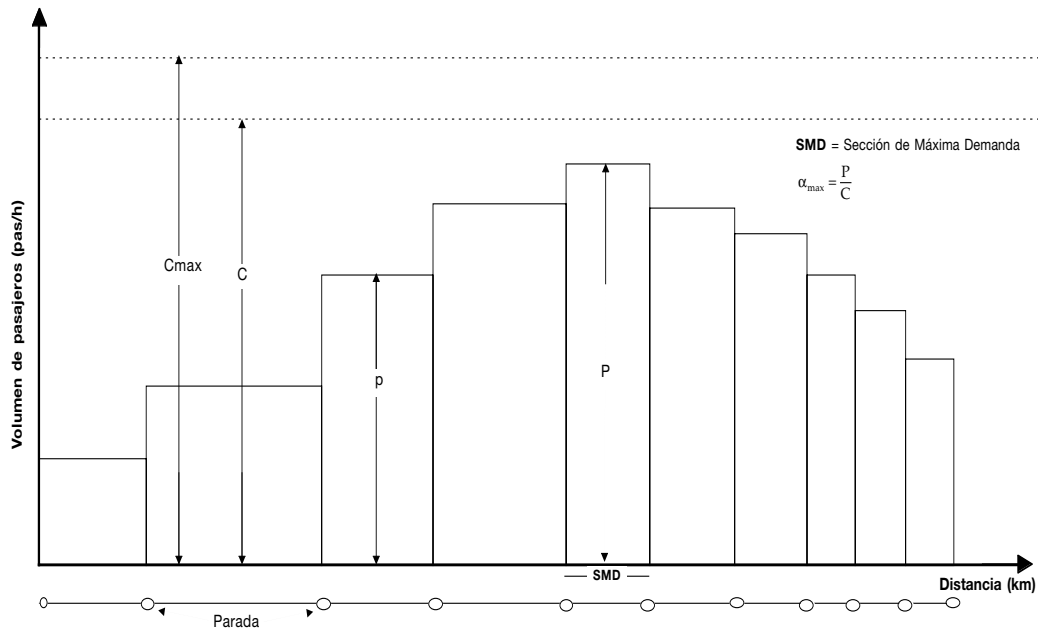
**Figura 8.1.**  
Procedimiento para la elaboración de itinerarios.

### 8.1.1 Definición de elementos básicos

Las Figuras 8.2 y 8.3 muestran las representaciones gráficas comúnmente utilizadas en la operación de rutas de transporte público, las cuales contienen los elementos básicos que se definen a continuación [2, 3, 4, 5, 6,7].

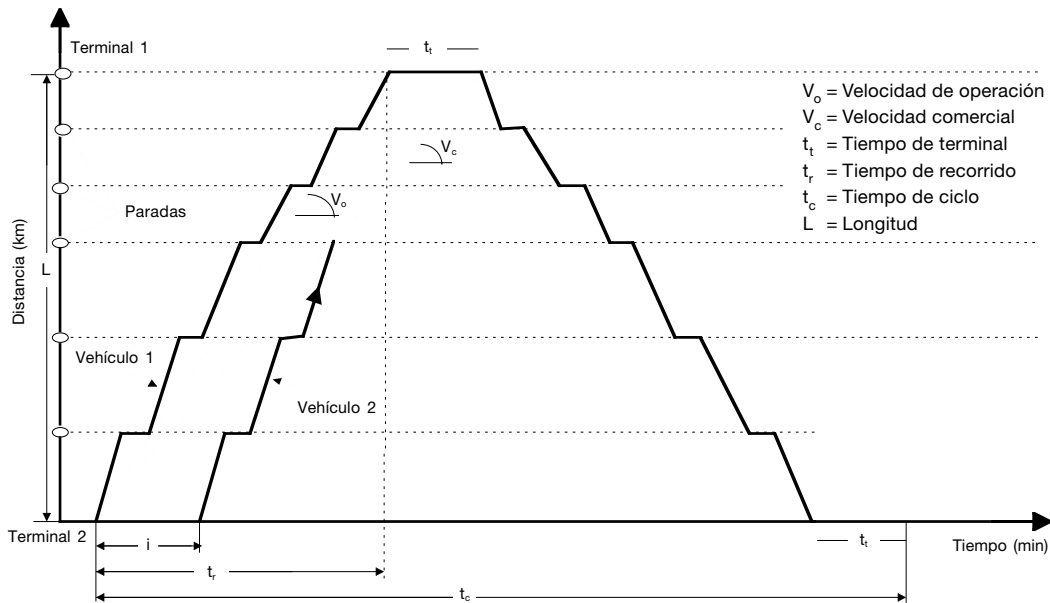
#### 8.1.1.1 Intervalo

El intervalo (i) es la porción de tiempo, comúnmente expresada en minutos, entre dos salidas sucesivas de vehículos de transporte público en una ruta. El usuario está interesado en contar con un servicio con intervalos cortos para minimizar el tiempo de espera en la parada. Sin embargo, para un volumen de pasajeros dado por hora, resulta más barato operar un número más pequeño de vehículos grandes que un número mayor de vehículos pequeños, por lo que el *transportista* está interesado en operar con vehículos de mayor capacidad a intervalos más grandes. Consecuentemente, los intervalos son determinados como un trueque entre el tiempo que espera el usuario en la parada y los costos de operación que afronta la empresa transportista.



**Figura 8.2.**

Representación gráfica de términos relativos a la distribución de la demanda de pasajeros y capacidad.



**Figura 8.3.**  
Representación gráfica de los parámetros relacionados al recorrido de los vehículos y a su programación.

El punto a lo largo de la ruta donde los intervalos mínimos posibles entre vehículos sucesivos son los mayores, determina el intervalo mínimo para toda la ruta. Por ello, el intervalo mínimo posible en una línea o ruta ( $i_{\min}$ ), se presenta en paradas con un gran número de ascensos/descensos de pasajeros, siendo el intervalo mayor de todos el crítico y por ende representa el intervalo mínimo posible en la ruta.

### 8.1.1.2 Frecuencia de servicio

La frecuencia ( $f$ ) es el número de unidades que pasan un punto dado en la ruta durante una hora (o cualquier período de tiempo considerado), siendo éste el inverso del intervalo. Ambos están relacionados por la expresión:

$$f = \frac{60}{i}$$

donde:

- 60 = Factor de conversión de minutos a horas
- $f$  = Frecuencia [vehículos/hora]
- $i$  = Intervalo [minutos]

La frecuencia máxima de llegadas de vehículos ( $f_{\max}$ ) se determina por el intervalo mínimo como:

$$f_{\max} = \frac{60}{i_{\min}}$$

#### 8.1.1.3 Capacidad vehicular

La capacidad vehicular ( $C_v$ ) es el número total de espacios en el vehículo. Se calcula sumando el número de asientos más los espacios de pie. Esta definición es aceptable para el metro, autobuses urbanos y líneas de trolebuses. Para trenes y autobuses regionales y foráneos, con longitudes de viaje promedio considerables y baja rotación de pasaje así como para taxis de ruta fija (colectivos), la capacidad de asientos es la que determina la capacidad vehicular ya que en el primer caso los tiempos de recorrido son grandes y va en detrimento de su comodidad y en el segundo el diseño mismo de las unidades evita el transporte, dentro de normas de seguridad y comodidad, de usuarios de pie.

#### 8.1.1.4 Volumen de pasajeros

El volumen de pasajeros ( $p$ ) es el número de usuarios que pasan por un punto fijo durante una hora, u otro período de tiempo específico. El volumen de pasajeros varía a lo largo de la ruta conforme las variaciones de la hora del día, día de la semana y época del año.

#### 8.1.1.5 Sección de máxima demanda

Es la sección (SMD) o punto dentro de la ruta donde ocurre la máxima demanda de pasajeros abordo de la unidades y establece el volumen de diseño de la ruta. La SMD se muestra en la Figura 8.2 anterior.

#### 8.1.1.6 Volumen de diseño

El volumen de diseño ( $P$ ) es el que se presenta en la sección de máxima demanda de una ruta, y en consecuencia, el mayor volumen de cualquier parada o sección a lo largo de la ruta, como se muestra en la Figura 8.2 anterior. Este volumen es el parámetro básico para determinar la capacidad de línea que debe ofrecerse.

### 8.1.1.7 Capacidad de línea ofrecida

La capacidad de línea (C) es el número total de espacios ofrecidos en un punto fijo de una ruta durante una hora. La capacidad de línea es básica para la planeación y diseño del transporte público y es resultado del producto de la frecuencia y la capacidad vehicular. Naturalmente, se debe proveer de una capacidad igual o mayor que el volumen de diseño P.

$$C = f \times C_v$$

donde:

C = Capacidad de línea [pasajeros/hora]

f = Frecuencia [vehículos/hora]

C<sub>v</sub> = Capacidad del vehículo [pasajeros/vehículo]

### 8.1.1.8 Capacidad de línea máxima

La capacidad de línea máxima (C<sub>max</sub>) es el número máximo de pasajeros por hora que una línea puede llevar con el intervalo mínimo posible. Este parámetro se obtiene como el producto de la frecuencia máxima y la capacidad del vehículo:

$$C_{\max} = f_{\max} \times C_v = \frac{60 \times C_v}{i_{\min}}$$

### 8.1.1.9 Tiempo de recorrido

El tiempo de recorrido (t<sub>r</sub>) es el intervalo de tiempo programado entre salidas de un vehículo de una terminal (cierre de circuito) y su llegada a la terminal opuesta en una ruta, o en su caso, a la misma terminal de partida. El tiempo de recorrido se expresa usualmente en minutos.

### 8.1.1.10 Velocidad de operación

La velocidad de operación (V<sub>o</sub>) es la velocidad promedio de una unidad de transporte, en la cual se incluye el tiempo de parada en estaciones o paradas así como las demoras esperadas por razones de tránsito.

Se calcula como la relación entre la longitud en un sentido (L) en kilómetros y el tiempo que tarda la unidad en recorrer dicha longitud, en minutos:

$$V_o = \frac{60 \times L}{t_r}$$

donde:

$V_o$  = Velocidad de operación [km/h]

$L$  = Longitud de la ruta [km]

$t_r$  = Tiempo de recorrido [min]

#### 8.1.1.11 Tiempo de terminal

Es el tiempo adicional ( $t_t$ ) que un vehículo espera en la terminal o en el cierre de circuito al tiempo requerido para el ascenso y descenso normal de pasajeros. Su propósito es contar con tiempo para dar vuelta al vehículo o cambio de cabina de mando; para dar un descanso al operador y; para permitir los ajustes necesarios en el horario. Este tiempo permite además de las consideraciones anteriores, mantener un intervalo uniforme y/o recuperar las demoras a las que se ha incurrido.

Por ello, el tiempo de terminal generalmente está determinado en función de los descansos de los operadores, del tiempo requerido para efectuar las actividades de chequeo por parte del despachador y de la propensidad a demoras en la ruta. Normalmente, el tiempo mínimo de descanso es fijado dentro del *Contrato Colectivo de Trabajo* en base a estudios de tiempos necesarios para la recuperación de la fatiga, mientras que los tiempos de descanso y de recuperación de demoras está en función de del tiempo que la unidad está en operación, por lo que el tiempo de terminal para sistemas de superficie se expresa a través de un cociente  $\gamma$  que relaciona el tiempo terminal y el de recorrido:

$$\gamma = \frac{t_t}{t_r}$$

El rango para este coeficiente  $\gamma$  se ubica entre 0.12 y 0.18, mismo que depende de las condiciones de trabajo, del tránsito, de las variaciones en el volumen de pasajeros y otros factores locales. En ciertas líneas y durante ciertos períodos del día donde el congestionamiento es serio, el tiempo de recorrido varía considerablemente por lo que en algunos casos se permiten tiempos terminales mayores, lográndose con ello que la hora de salida del viaje de regreso pueda mantenerse y se puedan conservar los horarios aún cuando sucedan demoras moderadas.



Para el metro u otros sistemas de gran confiabilidad de horarios, el tiempo de terminal es independiente del tiempo de recorrido y longitud de línea, pudiendo ser mucho más corto que para rutas superficiales que operan en tránsito mixto.

#### 8.1.1.12 Tiempo de ciclo o vuelta

El tiempo de ciclo ( $t_c$ ) es el tiempo total de viaje redondo para una unidad de transporte, esto es, el tiempo que tarda en volver a pasar la misma unidad por un punto determinado, el cual se expresa normalmente en minutos. Este tiempo está dado, en el caso de que sus tiempos de recorrido y terminal sean iguales en cada dirección, por:

$$t_c = 2(t_r + t_t)$$

#### 8.1.1.13 Velocidad comercial

Es la velocidad promedio ( $V_c$ ) que una unidad de transporte mantiene para dar una vuelta completa.

$$V_c = \frac{120 \times L}{t_c}$$

donde:

$V_c$  = Velocidad comercial [km/h]

$t_c$  = Tiempo de ciclo [min]

La velocidad comercial determina directamente (junto con el intervalo) el tamaño requerido del parque vehicular y los costos de operación. La velocidad comercial siempre será menor que la velocidad de operación ya que la primera incluye los tiempos terminales, por lo que:

$$V_c < V_o$$

#### 8.1.1.14 Tamaño del parque vehicular

El tamaño del parque vehicular ( $N_p$ ) es el número total de unidades que operan en una ruta y la suma de éstas representa el parque total con que cuenta la empresa de transporte. El tamaño del parque vehicular consiste del núme-

ro de vehículos requeridos para el servicio durante la hora de máxima demanda en todas las rutas ( $N$ ); los vehículos en reserva ( $N_r$ ) y; los vehículos que están en mantenimiento y reparación ( $N_m$ ). Este valor se expresa por la siguiente fórmula:

$$N_p = N + N_r + N_m$$

#### 8.1.1.15 Parámetros de eficiencia

En la elaboración de un programa de servicio se presentan cuatro indicadores de eficiencia que, en conjunto, nos dan un indicador del rendimiento del personal ubicándose éste entre 0.4 y 0.6 [3]. Este indicador se representa de la siguiente manera:

$$\eta = \eta_v \times \eta_d \times \eta_s \times \eta_t$$

donde:

- $\eta$  = factor de eficiencia del personal
- $\eta_v$  = factor de eficiencia del itinerario
- $\eta_d$  = factor de eficiencia en la asignación del personal
- $\eta_s$  = factor de eficiencia por aspectos de vacaciones, enfermedad, días feriados, personal de reserva
- $\eta_t$  = factor de eficiencia por normas de trabajo debido a la consideración de los rendimientos de sábado y domingo

La estimación del factor de eficiencia del personal indica el porcentaje del tiempo que los operadores están realmente prestando servicio y se estima de la siguiente manera:

$$\eta_v = \frac{t_r}{t_c} = \frac{1}{1 + \gamma} = \frac{V_c}{V_o}$$

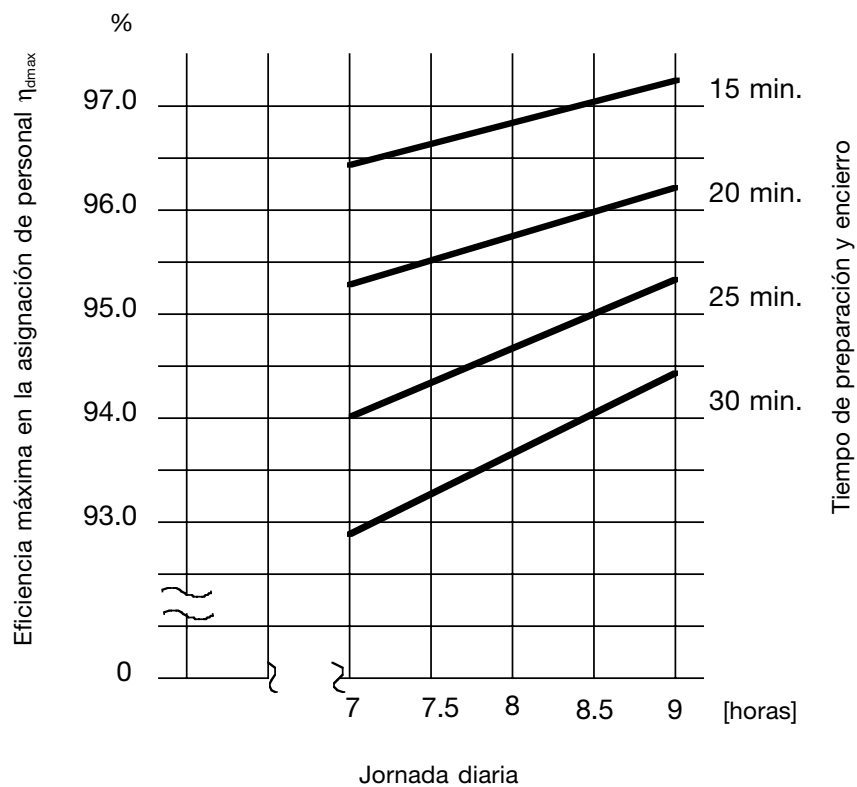
donde:

- $t_r$  = tiempo de recorrido
- $t_c$  = tiempo de ciclo
- $\gamma$  = cociente del tiempo de terminal entre el tiempo de recorrido
- $V_o$  = velocidad de operación
- $V_c$  = velocidad comercial

Por otra parte, el factor de eficiencia en la asignación de personal ( $\eta_d$ ) representa el tiempo improductivo que normalmente se paga dentro de un itinerario. Como ejemplo tenemos los tiempos de preparación y encierro de las unidades, los tiempos muertos o en vacío, los tiempos de descanso, los tiempos de relevo, la compensación en las asignaciones de personal, entre otros.

La Figura 8.4. muestra la eficiencia máxima en la asignación del personal en función de la duración de la jornada de trabajo y de los tiempos de preparación y encierro de las unidades. Estos dos últimos tiempos son los que afectan mayormente la eficiencia en la asignación de personal.

A su vez, el factor de eficiencia por aspectos inherentes al personal ( $\eta_s$ ) considera los aspectos de los periodos de las vacaciones y las enfermedades entre otros está compuesto principalmente por los dos factores siguientes:



Fuente: A partir de referencia [4].

**Figura 8.4.**

Influencia del tiempo de preparación y encierro de una unidad en la eficiencia de la asignación de personal.

- *Vacaciones.* El factor de pérdida de horas de trabajo debidos a los periodos vacacionales se estima a partir de la siguiente relación:

$$\mu = \frac{U \cdot t_x}{X \cdot d} \times 100$$

donde:

- $\mu$  = pérdida porcentual por vacaciones [%]
- $U$  = días de vacaciones anuales [días]
- $t_x$  = jornada promedio de trabajo [horas]
- $X$  = duración de la jornada semanal [horas]
- $d$  = horas semanales pagadas al personal [h]

- *Enfermedad.* El factor de pérdidas de horas de trabajo debido a enfermedades se estima a partir de la siguiente expresión.

$$E = \frac{X \cdot K}{7 \cdot D} \times 100$$

donde:

- $K$  = días enfermedad en la empresa anuales [días]
- $X$  = duración de la jornada semanal [h]
- $D$  = horas anuales de trabajo pagadas al personal
- $E$  = pérdida porcentual debido a enfermedades

El Cuadro 8.1 muestra algunos rangos que se pueden considerar dentro del factor de eficiencia por aspectos inherentes al personal.

FACTOR	PORCENTAJE [%]
Vacaciones	de 8 al 9
Enfermedad	de 5 al 7
Personal de reserva	de 3 al 4
Ausencias	de 0.2 al 0.3
Días hábiles feriados	de 2 al 3
<b>Total</b>	<b>de 18.2 al 23.3</b>

Fuente: A partir referencia [4].

**Cuadro 8.1.**  
*Factores inherentes al personal.*

El factor de eficiencia por aspectos inherentes al personal se ubica normalmente entre 0.818 y 0.767. Sin embargo, estos valores dependerán de la empresa y de las condiciones particulares que presente sus *Contratos Colectivos de Trabajo*.

Finalmente, el factor de eficiencia por normas en el trabajo debidas a los rendimientos de los sábados y domingos depende de los días hábiles y del porcentaje de personal que labore los sábados y los domingos. Así se tiene:

$$\eta_t = \frac{5 + \lambda_s + \lambda_d}{7}$$

donde:

$\lambda_s$  = porcentaje de personal que labora los sábados

$\lambda_d$  = porcentaje de personal que labora los domingos

### 8.1.2 Criterios para determinar los elementos básicos de dimensionamiento

Los criterios básicos están enfocados a los aspectos de intervalos, factores de ocupación, tamaño del parque vehicular y la capacidad vehicular, principalmente. A continuación se presentan los criterios mas importantes a considerar:

#### 8.1.2.1 Intervalos

Los requerimientos para determinar los intervalos son los siguientes:

- Proveer de una capacidad adecuada que permita cumplir con la demanda de usuarios.
- Ofrecer cierta frecuencia mínima con el fin de mantener un servicio.

La frecuencia que dará la capacidad necesaria para cumplir con la demanda se obtiene dividiendo la carga en la sección de máxima demanda entre el número promedio de pasajeros asignados a cada vehículo a través de la selección de un valor para el factor de ocupación ( $\alpha$ ). Esta frecuencia se expresa como:

$$f = \frac{P}{\alpha \cdot C_v}$$

o bien:

$$i = \frac{60 \cdot \alpha \cdot C_v}{P}$$

Para facilitar la memorización del intervalo y la elaboración de horarios, es recomendable que los intervalos mayores de 6 min se repitan cada hora. Por lo tanto, el intervalo debe ser divisible como número entero entre 60, esto es:

$$i = 6, 7.5 (7/8), 10, 12, 15, 20 \text{ y } 30$$

Al utilizar intervalos mayores de 30 min es recomendable el manejo de valores de 40, 45 y 60 min por lo que el intervalo debe ser redondeado hacia abajo al valor más cercano a estos valores.

En el caso de las horas de baja demanda u horas valle, durante los fines de semana o en aquellas rutas con poca demanda, normalmente se maneja una frecuencia mínima requerida para mantener el servicio y por ello las empresas y/o autoridad fijan un intervalo mínimo. Este intervalo se le conoce como intervalo mínimo de servicio ( $i_s$ ) el cual, en zonas urbanas, no debe ser mayor que una hora y es recomendable que no sea mayor a los 30 min.

Si se calcula el intervalo a las horas de mínima demanda en función de las cargas y factores de ocupación con la meta de alcanzar cargas en la unidad iguales a la capacidad de asientos, se logran ahorros en cuanto a la cantidad de servicio ofrecido (vehículos-kilómetros) y operado (vehículos-horas). Sin embargo, el número de unidades se verá reducido y los intervalos de espera del usuario se verán incrementados. Es por ello que este intervalo mínimo de servicio depende de la posibilidad financiera de la empresa de prestar el servicio, de las metas sociales que persiga la autoridad y del tamaño de la fuerza laboral existente durante las horas de máxima demanda y con la que se cuenta durante las horas valle.

#### 8.1.2.2 Factor de ocupación

El factor de ocupación ( $\alpha$ ) es el cociente del número de pasajeros en un vehículo entre la capacidad del vehículo. Un valor alto de  $\alpha$  indica que la unidad de transporte está saturada, haciendo factible que algunas unidades

no cuenten con la capacidad suficiente para recoger a todos los usuarios que esperan (remanente).

El valor de este factor influye en las siguientes características de la operación del transporte público:

- *El nivel de comodidad del usuario.* Un valor alto de  $\alpha$  trae como resultado un número considerable de usuarios de pie y la sobrecarga del vehículo.
- *Costos de operación.* El uso de un valor alto de  $\alpha$ , implica un menor número de unidades para transportar un número dado de usuarios que en el caso de utilizar un valor bajo de  $\alpha$ . A su vez, una menor cantidad de unidades operando da en consecuencia una menor frecuencia y con ello mayores tiempos de espera al usuario. Finalmente, un valor alto de  $\alpha$  resulta en un mayor tiempo de ascenso/descenso, con lo cual se reduce la velocidad de operación y afecta directamente a los costos de operación.

La selección de un valor de  $\alpha$  debe ser realizada de tal forma que se logre un balance entre los factores antes mencionados [2]. El operador o empresario al determinar el valor de  $\alpha$  considera también los siguientes factores que influyen en la comodidad del usuario y en los costos de operación.

Condiciones que requieren un valor $\alpha$ bajo	Condiciones que requieren un valor $\alpha$ alto
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Variaciones grandes en el volumen de usuarios</li> <li>• Se desea una relación asientos/de pie mayor</li> <li>• Longitud promedio de recorrido grande</li> <li>• Alto porcentaje de usuarios de la tercera edad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Volumen mas o menos constante de usuarios</li> <li>• Se desea una relación asientos/de pie menor</li> <li>• Longitud promedio de viaje pequeña</li> <li>• Alto porcentaje de niños en edad escolar</li> </ul>

Es usual que el operador determine un valor para  $\alpha$  para cada período de programación de horarios (mayor para las horas pico, menor para las horas

valle) calculando primeramente el cociente del número de asientos y la capacidad total del vehículo  $C_s/C_v$  y a partir de los valores encontrados se utilizan los siguientes lineamientos:

- El valor mínimo de  $\alpha$  debe ser un poco menor que la relación  $C_s/C_v$ . Este valor garantiza asientos a todos los usuarios excepto por algunos períodos cortos.
- El valor máximo de  $\alpha$  recomendable es de 0.9 el cual debe ser utilizado para horas de máxima demanda en el caso de contar con una sección de máxima demanda corta y en donde volumen de pasajeros no varía significativamente de un día a otro [2]. En algunas ciudades mexicanas este factor desgraciadamente se mantiene por arriba del 0.9, sobrepasando la capacidad nominal del vehículo con las consecuentes molestias al usuario y la fatiga de las unidades.

#### 8.1.2.3 **Tamaño del parque vehicular y la capacidad del vehículo**

Para un volumen dado de pasajeros en una línea, el servicio puede ser proporcionado por una cantidad pequeña de unidades de gran capacidad o bien, por una cantidad mayor de unidades de baja capacidad. La segunda combinación resulta en una mayor frecuencia, pero requiere una inversión y costos de operación mayores que la primera combinación.

Es saludable que una empresa de transporte realice un análisis detallado de los costos de operar determinado tipo de unidad; establezca las condiciones en que operará el equipo y evalúe la calidad del servicio que resultará del uso de cada tipo de vehículo antes de efectuar cualquier compra de unidades. Es fundamental que la empresa especifique y establezca las condiciones más importantes que deben cumplir las unidades y en función de estos resultados determine el kilometraje y vida útil esperada.

Al planear la compra de unidades nuevas, la empresa de transporte debe examinar las posibles compromisos entre un vehículo pequeño y uno grande. Si se compara las ventajas (+) y desventajas (–) que presentan tanto las unidades de gran capacidad contra las de baja capacidad, se tiene que las segundas presentan el siguiente esquema:

- + El costo de operación por vehículo-km es menor para las unidades de baja capacidad. Esto implica que por el mismo costo total de opera-



ción la empresa puede operar intervalos más cortos con unidades más pequeñas y por lo tanto atraer más pasajeros al ser sus tiempos de espera menores y contar con un servicio mas frecuente.

- + Los recorridos a través de zonas congestionadas son más rápidos y sencillos.
- El costo total de adquisición y el costo de operación del parque vehicular de minibuses es mayor ya que se deben comprar y operar más de ellos para cubrir el volumen de pasajeros que se presenta a la hora de máxima demanda.

### 8.1.3 Ejemplo del dimensionamiento de una ruta

La naturaleza misma del procedimiento para dimensionar una ruta se facilita al mostrar los pasos que se deben seguir a partir de un ejemplo, el cual se desarrolla a continuación:

#### 8.1.3.1 Recolección de la información requerida

Los parámetros principales que deben tenerse presente para el dimensionamiento de una ruta son los siguientes:

- Longitud de la ruta en una dirección  $L = 10$  km.
- Tiempo de recorrido  $t_r = 45$  minutos hora de máxima demanda (HMD)  
 $t_r = 40$  minutos hora valle (HV)
- Volumen de diseño  $P = 375$  usuarios hora pico (HMD y en la SMD)
- Capacidad del vehículo  $C_v = 45$  asientos + 25 de pie = 70 espacios

#### 8.1.3.2 Determinación de los factores operativos que inciden en la ruta

Como primer paso se estima la velocidad a la que operarán las unidades dentro de la ruta, a partir de la siguiente ecuación:

$$V_o = \frac{60 \times L}{t_r}$$

con lo que resultan las siguientes velocidades:

$V_o = 13.3$  km/h para la hora de máxima demanda (HMD)

$V_o = 15.0$  km/h para la hora valle (HV)

En función de los valores  $\alpha$ ,  $i_s$  y  $t_t$  manejados en otras rutas similares, la empresa establece los siguientes supuestos, mismos que se ajustarán durante el proceso de dimensionamiento de la ruta. Para nuestro ejemplo, estos valores iniciales son:

- Factor de ocupación  $\alpha = 0.70$
- Intervalo mínimo de servicio  $i_s = 15$  minutos
- Tiempo de terminal mínimo  $t_t = 6$  minutos

#### 8.1.3.3 Determinación del intervalo

Se calcula el intervalo a partir de la siguiente ecuación:

$$i = \frac{60 \cdot \alpha \cdot C_v}{P} = \frac{60 \times 0.7 \times 70}{375} = 7.84 \text{ minutos}$$

El valor del intervalo debe ser redondeado hacia abajo al valor práctico más cercano. Si el valor obtenido es mayor de seis minutos, es recomendable utilizar los siguientes valores: 7.5, 10, 12, 15, 20, 30, 40, 45 y 60. Con ello se logra que los tiempos de salida de las unidades se repitan cada hora, excepto para los intervalos de 40 y 45 minutos.

Por otra parte, el intervalo calculado debe ser comparado con el intervalo mínimo de servicio  $i_s$  para el período que se esté programando del servicio, seleccionándose el menor de los dos. Ya que en este caso el valor calculado del intervalo es de  $i = 7.84$  y este es más pequeño que  $i_s = 15$  minutos, entonces el valor de 7.5 minutos es el que se considera como intervalo a la hora de máxima demanda y 15 minutos durante la hora valle. Naturalmente, el valor  $i_s$  puede estimarse en caso de conocer la carga en la SMD durante la hora valle.

#### 8.1.3.4 Cálculo del tiempo de ciclo

El tiempo de ciclo se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$\begin{aligned}
 t_c &= 2(t_r + t_t) \\
 &= 2(45 + 6) = 102 \text{ minutos para la HMD} \\
 &= 2(40 + 6) = 92 \text{ minutos para la HV}
 \end{aligned}$$

### 8.1.3.5 Determinación del tamaño del parque vehicular

El parque vehicular se determina mediante la aplicación de la siguiente expresión:

$$N = \frac{t_c}{i}$$

Ya que el parque vehicular  $N$  debe ser un valor entero, el resultado de la expresión anterior se redondea hacia arriba al siguiente número entero. Para el ejemplo:

$$\begin{aligned}
 N_{\text{HMD}} &= \frac{102}{7.5} = 13.6 \approx 14 \text{ vehículos en HMD} \\
 N_{\text{HV}} &= \frac{92}{15} = 6.3 \approx 7 \text{ vehículos en HV}
 \end{aligned}$$

A partir de estos nuevos resultados, se requiere ajustar el nuevo tiempo de ciclo a partir de los valores estimados del parque vehicular, lo que implica:

$$\begin{aligned}
 t_c &= N \cdot i \\
 &= 14 \times 7.5 = 105 \text{ minutos HMD} \\
 &= 7 \times 15 = 105 \text{ minutos HV}
 \end{aligned}$$

Si bien en el ejemplo el tiempo de ciclo resulta igual para los dos periodos bajo consideración, estos tiempos normalmente varían uno de otro. A continuación, se calcula un nuevo tiempo de terminal ( $t_t$ ) a partir de la expresión:

$$\begin{aligned}
 t_t &= \frac{t_c - 2t_r}{2} \\
 &= \frac{105 - 2(45)}{2} = 7.5 \text{ minutos HMD} \\
 &= \frac{105 - 2(40)}{2} = 12.5 \text{ minutos HV}
 \end{aligned}$$

Finalmente, con los datos anteriores se calcula la velocidad comercial  $V_c$ .

$$V_c = \frac{120 \cdot L}{t_c}$$

$$V_{cHMD} = \frac{120(10)}{105} = 11.4 \text{ km / h para la HMD}$$

$$V_{cHV} = \frac{120(10)}{105} = 11.4 \text{ km / h para la HV}$$

Los resultados anteriores permiten dimensionar la ruta, sintetizando los parámetros de dimensionamiento de la manera siguiente:

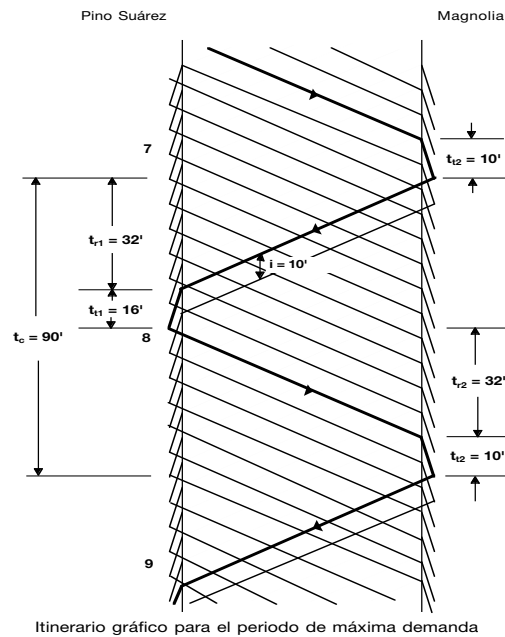
Concepto	Hora de máxima demanda	Hora valle
Intervalo	7.5 min	15 min
Tiempo de ciclo	105 min	105 min
Tiempo de terminal	7.5 min	12.5 min
Tamaño de la flota	14 veh	7 veh
Velocidad comercial	11.4 km/h	11.4 km/h
Eficiencia itinerario	0.86	0.76
$t_i/t_o (\gamma)$	0.08	0.16

La Figura 8.5 muestra un ejemplo de como se puede presentar este análisis así como los parámetros para su dimensionamiento.

#### 8.1.4 Intervalos en rutas troncales

La unión de dos o más rutas o ramales a una sección troncal común crea el problema de mantener intervalos uniformes y cargas iguales entre las diferentes unidades que transitan por el tramo troncal. El análisis de la frecuencia en el tramo troncal es importante ya que representa el valor crítico para la capacidad de todas las líneas que convergen. Para ello:

- Si se tienen  $n$  ramales con volúmenes de usuarios similares, se programa su operación con el mismo intervalo.
- Si las unidades provienen de rutas diferentes y se alternan en el tramo troncal, entonces efectúan sus recorridos con intervalos  $i/n$ .



CONCEPTO	SIMBOLOGIA	UNIDAD DE MEDIDA	EJEMPLO	
			(HMD)	(HV)
Volumen del diseño	P	pas/h	294	115
Capacidad del vehículo	$C_v$	espacios	70	70
Factor de ocupación	$\alpha$	----	0.7	0.41
Tiempo recorrido c - p	$t_{r1}$	min	32	30
Tiempo recorrido p - c	$t_{r2}$	min	32	30
Tiempo recorrido total	$t_r$	min	$t_{r1}+t_{r2}=64$	60
Tiempo de terminal	$t_t$	min	$t_{t1}+t_{t2}=16+10=26$	26
Tiempo de ciclo	$t_c$	min	$t_r+t_t=64+26=90$	86
Longitud (ida+vuelta)	L	km	21.3	21.3
Velocidad de operación	$V_o$	km/h	20.0	21.3
Velocidad comercial	$V_c$	km/h	14.2	14.9
$t_t/t_o$	$\gamma$	----	$26/64 = 0.41$	$26/60=0.43$
Intervalo	i	min	10	15
Número de unidades requeridas	$N=t_c/i$	veh	$90/10=9$	$86/15=5.7\approx 6$
Eficiencia del itinerario	$\eta_v=t_r/t_c$	----	$64/90=0.71$	$60/86=0.70$
	$\eta_v=V_c/V_o$	----	$14.2/20=0.71$	$14.9/21.3=0.70$
	$\eta_v=1/(1+\gamma)$	----	$1/1.41=0.71$	$1/1.43=0.70$

Fuente: A partir de referencia [5].

**Figura 8.5.**  
Ejemplo de presentación del dimensionamiento de una ruta.

- Si los ramales presentan volúmenes de pasajeros diferentes, entonces no es posible lograr la operación con intervalos uniformes y cargas uniformes en la línea troncal. En tales casos, se opera el tramo troncal con distintas cargas en las unidades o bien, sin un intervalo uniforme para todos los ramales.

El intervalo promedio en el tramo troncal se calcula mediante la siguiente expresión:

$$i_{t\min} = \frac{60}{f_t} = \frac{60}{f_1 + f_2 + f_3 + \dots + f_n}$$

donde:

$f_t$  = frecuencia en el tramo troncal  
 $f_1, f_2, f_n$  = frecuencias en los ramales.

## 8.2 Preparación de itinerarios o programas de servicio

Dentro de la operación del transporte tal vez no existe un aspecto mas importante que las actividades de control y preparación de itinerarios. La comodidad y conveniencia del usuario, las compensaciones y las condiciones de trabajo de los operadores y las finanzas de la misma empresa están afectadas directa y significativamente por la programación de la operación.

Por este motivo, se considera importante destacar la importancia de la elaboración de programas de servicio o itinerarios así como el procedimiento detallado para su definición.

### 8.2.1 Importancia de los itinerarios

La programación del servicio se revierte en la comodidad y la conveniencia que experimenta el usuario al conocer el servicio que recibe, el cual depende en gran medida del cuidado y habilidad con que son preparados los itinerarios así como su grado de aceptación. La importancia de los mismos radica en que:

- Un itinerario establece la cantidad de servicio que se presta durante los diferentes periodos del día, conforme a la demanda esperada, per-

mitiendo asegurar una oferta adecuada de servicio. En los casos donde los itinerarios son adecuados y los intervalos se mantienen, el usuario experimenta la conveniencia y comodidad de un buen servicio. En los casos donde los intervalos irregulares son resultado de una planeación de la operación o prácticas operativas deficientes, y se produce una sobredemanda en algunas unidades.

- Los itinerarios determinan los intervalos entre vehículos para diferentes periodos del día y su preparación está relacionada con el tiempo que el usuario tiene que esperar en la parada para abordar una unidad. Por ello, se deben mantener intervalos cortos durante los periodos de máxima demanda para cubrir las necesidades de transporte y, por otra parte, deben mantenerse dentro de rangos aceptables durante los otros periodos y por la noche para satisfacer otras necesidades.
- Los itinerarios señalan los tiempos que se requieren para que un usuario se traslade de un punto a otro dentro de la ruta. Por ello, la eficiencia de los itinerarios afectará al usuario en cuanto a su velocidad de traslado y por ende al tiempo de recorrido que emplea en su viaje.
- Los itinerarios son importantes para el personal de operación de la empresa ya que cuando se presentan intervalos irregulares o mal calculados debido a deficiencias de la programación de la operación, algunos de los operadores realizan un mayor trabajo que el que les corresponde.
- Los itinerarios señalan las horas de trabajo para cada operador permitiéndoles conocer con anticipación la cantidad de trabajo que deben realizar con un inicio y terminación conocidos.
- Los itinerarios permiten a los operadores seleccionar los tipos de viajes que cada uno prefiere, conforme a los derechos de selección que señale su *Contrato Colectivo de Trabajo*. A su vez, señalan la cantidad exacta de horas (y por ende, ingresos) que cada operador debe recibir por jornada regular de trabajo y por tiempos extras.
- Los itinerarios son importantes para la empresa puesto que son la base para una operación ordenada y controlada. La operación de unidades a intervalos inadecuados o irregulares; la operación a bajas velocidades y con *sentadas*<sup>1</sup> continuas y; la asignación de un número inadecua-

---

1. Proceso que sigue el operador para ir haciendo tiempo a lo largo de la ruta con la finalidad de acaparar un mayor número de usuarios

do de unidades para satisfacer la demanda dan como resultado un servicio poco atractivo a los usuarios a la vez de redituar un menor ingreso a la empresa o al transportista.

- Los itinerarios son útiles a la empresa puesto que constituyen la especificación de la operación del servicio. Su publicación y desarrollo sistemático facilita la supervisión del servicio al conocerse los tiempos en que las unidades pasan los puntos de control, pudiéndose observar las desviaciones en estos tiempos por el personal de supervisión y facilitando la aplicación de medidas correctivas.
- Al conocer y entender los involucrados las condiciones de trabajo y las limitaciones existentes en cada jornada es factible que se cuente con mejores operadores ya que inhibe la participación de aquéllos que prefieren tener trabajos menos definidos.
- El aspecto mas significativo del proceso de la programación de la operación desde el punto de vista de la empresa se relaciona con los costos de operación al estar éstos relacionados con la cantidad de servicio prestado.
- La importancia de los salarios y otros elementos del costo de operación hace que sea fundamental, para la administración de una empresa, la provisión de la cantidad exacta de servicio. Una operación inadecuada y descuidada así como un itinerario ineficiente resulta normalmente en el uso de un mayor parque vehicular, con el consecuente desperdicio del servicio y gasto ineficiente del presupuesto de operación. Una adecuada atención al control y la preparación de itinerarios asegura contar con una administración que realiza todo lo posible para absorber la máxima demanda al menor costo de operación.

### 8.2.2 ¿Cuál es un buen itinerario?

Fundamentalmente son tres los indicadores que hacen que un itinerario sea el adecuado [8], siendo éstos:

- la *ocupación promedio* por unidad durante el periodo de máxima demanda debe ser similar a la norma establecida para este parámetro
- los *intervalos* de los periodos valle y nocturno no deben ser demasiado grandes
- las *velocidades de operación* deben ser altas y dentro de rangos de seguridad



Estos tres indicadores son vistos de diferentes formas, dependiendo del punto de vista del usuario, del operador del servicio o de la empresa misma de transporte. Así, en cuanto a la ocupación promedio, el usuario considera como un buen itinerario aquél que provee a cada pasajero con un asiento durante el periodo de máxima demanda. Sin embargo, este criterio no es económicamente posible de ofrecer a una tarifa razonable durante los periodos de máxima demanda, por lo que se requiere transportar pasajeros de pie.

Por su parte, el personal de operación considera que un itinerario es el adecuado si éste incluye un alto porcentaje de recorridos regulares y/o un alto porcentaje de recorridos continuos o pocos relevos vespertinos, o bien que el tiempo de relevo sea tan corto como sea posible o que éste sea grande para permitir al operador relevado vaya a su casa con tiempo suficiente para regresar a su actividad. El personal de operación también considera como un buen itinerario aquél que incluye un gran número de jornadas de altos ingresos, o aquéllas con tiempos de recorrido lentos y tiempos de terminal muy largos.

Finalmente, un indicador de un buen itinerario es aquél que hace que la operación se realice al menor costo posible sin desalentar el uso del transporte público.

### 8.2.3 Clasificación de los itinerarios

La clasificación, mas sencilla está basada en función del día en que se presta el servicio, contándose con itinerarios para días hábiles; sábados y domingos y; días festivos. En algunos casos, la variación en los volúmenes diarios de usuarios es diferente que justifica la preparación de itinerarios para varios días hábiles de tal forma que se logre una mayor economía. Por ello, puede haber un itinerario de lunes a jueves, uno especial para el viernes, así como otros para los sábados y domingos. Bajo este orden de ideas, es importante señalar que la cantidad de oferta en un sábado dependerá en gran medida de los hábitos de trabajo de la comunidad. Si prevalece la semana de 48 horas en contraste con la de 40 horas, ésta tendrá una influencia sobre el itinerario de los sábados. A su vez, una jornada completa de trabajo en día sábado en contraposición a media jornada tendrá un efecto notorio en un itinerario sabatino.

Los itinerarios de días festivos se verán afectados por el número anual de días que se consideren como tales así como la presencia o ausencia de eventos especiales a lo largo de la red de transporte que promuevan una cantidad

adicional de viajes. En muchos casos, se acostumbra utilizar el itinerario del domingo para un día festivo y en otros, se requieren de itinerarios para servicios especiales como pueden ser para servir a las ferias, estadios, maquiladoras o necesidades de urgencia.

Los itinerarios también pueden clasificarse como itinerarios para periodos vacacionales (Semana Santa, Navidad) e itinerarios para periodos laborales. Estos itinerarios reflejarán los cambios en la demanda debido a las variaciones en su utilización y por los efectos de las actividades que se llevan a cabo en dichos periodos. El cierre de escuelas durante julio y agosto, la presencia o salida de un número de vacacionistas, las variaciones horarias en el cierre de fábricas o comercios, tienen un efecto considerable sobre los itinerarios. Baste señalar que en México la reducción de la demanda durante los periodos vacacionales se estima entre el 20 y el 30% de la demanda total.

Finalmente, es importante señalar la necesidad de contar con los itinerarios que sean necesarios para operarlos a lo largo del día ya que permite a la empresa la oportunidad de ajustar la oferta a la demanda actual, de tal forma que se logre la máxima eficiencia operativa. Es un gran error –realizado frecuentemente en nuestro medio– preparar un juego de itinerarios y permitir que su validez se mantenga indefinidamente sin una verificación y adecuación continúa.

#### **8.2.4 Modificaciones en los itinerarios**

Los itinerarios son un proceso que continuamente debe actualizarse y modificarse, por lo que se pueden establecer dos tipos de modificaciones:

- cambios normales o de rutina
- cambios anormales o fuera de lo común

Los cambios normales o de rutina se presentan por dos tipos de causas:

- la variación en la demanda
- la variación según el periodo del día

Estas variaciones son detectables a través de aforos regulares y sistemáticos en las rutas que inducen a cambios periódicos en la demanda manejada por una ruta y en su distribución temporal y pueden deberse a:

- cambios en el nivel de prosperidad de la comunidad
- cambios de las fuentes de empleo o de sus horarios
- cambios en los hábitos de viaje

Los cambios anormales en los itinerarios se presentan por cambios en la ruta debido al abandono parcial o total de la misma; a modificaciones en su recorrido o a la ampliación del servicio; a cambios temporales debidos a obras viales o de otra índole y; al cambio en el tipo o tamaño de vehículo.

En cuanto a este último aspecto, el cambio en el tamaño del vehículo trae consigo modificaciones en el itinerario debido a que la capacidad de asientos y pasajeros de pie varían de una unidad a otra. La utilización de un nuevo tipo de unidad generalmente afecta las características de desempeño del equipo desde los puntos de vista de su aceleración, frenado y sus características de velocidad afectando los tiempos de recorrido, por lo cual se requiere la preparación de un nuevo paquete de itinerarios.

Esto conduce a que el área operativa conozca lo que está ocurriendo en la red de transporte y realice un programa sistemático y regular de aforos de cargas y tiempos de recorrido con el fin de que se aprovechen las economías temporales o permanentes.

Es recomendable que el área operativa realice los siguientes pasos como una rutina regular y sistemática antes de modificar los itinerarios:

- Revisar las ocupaciones de la ruta, con el fin de medir la efectividad del itinerario vigente.
- Revisar los tiempos de recorrido de la ruta, con el fin de verificar si el tiempo asignado entre puntos de control sigue siendo adecuado para los diferentes periodos del día.
- Revisar la ruta para detectar viajes incompletos programados, cruzándose la información de los distintos reportes y determinando si estos viajes incompletos se deben a deficiencias del itinerario o a otras causas.
- Revisar la ruta para detectar las tendencias de ingreso, ingreso por veh-hr, pasajeros totales y pas-veh-hr, manteniéndose esta información al día.

### 8.2.5 Información básica de control y armado de itinerarios

El área operativa debe contar con información [3, 4, 9] sobre las tendencias que se presentan en la empresa en cuanto a varios indicadores, recomendán-

dose contar para el análisis de los programas de servicio la información que se presenta en el Cuadro 8.2.

A su vez, el armado de un programa de servicio o itinerario para una ruta de transporte público, requiere de los siguientes datos básicos:

- Conocimiento del área por servir, incluyendo los hábitos de viaje de los usuarios de la línea (encuesta de origen y destino así como recorrido por cada una de las rutas).
- La longitud de la ruta, en conjunción con las distancias entre puntos de control.
- Tipos y tamaños de los vehículos con que opera la empresa.
- Tipo y tamaño del vehículo idóneo para cada tipo de ruta.
- Capacidad de asientos para la unidad que será utilizada.
- Capacidad de personas de pie para la unidad a utilizarse.

RUTA	LONGITUD [Km]	TIEMPOS [min]			$\gamma$	EFICIENCIA DEL PROGRAMA DE SERVICIO	VELOCIDAD [Km/h]		INTERVALO [min]	PARQUE VEHICULAR [veh]
		recorrido	terminal	ciclo			comercial	operación		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)=(3)+(4)	(6)= $\frac{(4)}{(3)}$				(10)	
105	21	64	26	90	0.41	0.71	14.0	19.7	6	15
TOTAL	$\Sigma$	-	-	-	-	-	-	-	-	$\Sigma$
PROMEDIO	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$					

RUTA	CAPTACION PROMEDIO DIARIA [pas/día/veh]	DISTANCIA PROMEDIO RECORRIDA POR USUARIO [km]	PERIODO DE SERVICIO [min]	DESEMPEÑO DE LA RUTA	
				veh · km	pas · km
(1)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
105	933	3.8	600		
TOTAL				$\Sigma$	$\Sigma$
PROMEDIO	$\bar{x}$	$\bar{x}$			

*Nota: Las cifras entre paréntesis permiten relacionar los conceptos que intervienen en cada ecuación.*

#### Cuadro 8.2.

Información para el análisis de un programa de servicio o itinerario.

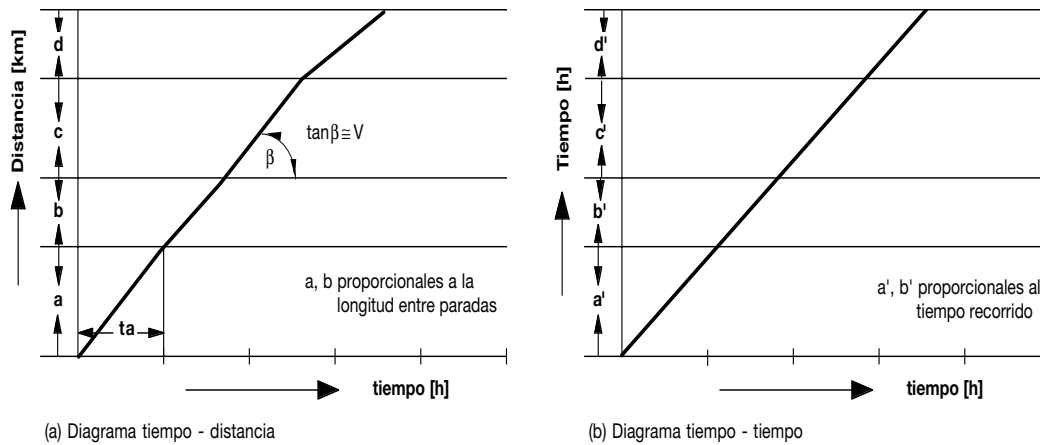
- Indicadores de ocupación a ser empleados durante los periodos de máxima demanda y valle y un conocimiento pleno de los problemas locales particulares que pueden afectar los indicadores de ocupación.
- La demanda durante las horas de máxima demanda y valle, en conjunto con su distribución en periodos de 15 o 30 min, dependiendo del tamaño de la ruta y de las horas del día.
- La velocidad de operación de las unidades durante los periodos de máxima demanda y valle.
- El tiempo de recorrido entre terminales durante diferentes periodos del día.
- La flexibilidad de la ruta desde el punto de vista de absorber cambios menores en los tiempos de recorrido de un viaje a otro.
- Los tiempos de terminal en los cierres de circuito.
- El tiempo de ciclo requerido a lo largo de varios periodos del día.

### 8.3 Elaboración de un programa de servicio o itinerario

La elaboración de un programa de servicio se puede realizar mediante dos procedimientos, siendo éstos:

- **Itinerario gráfico**, el cual consiste en la representación gráfica de toda la programación del servicio en el que se señalan los aspectos principales para cada uno de los recorridos que realiza cada unidad de transporte. Este itinerario gráfico tiene la ventaja de que se visualiza el esquema operacional total a lo largo del día de la ruta en cuestión, pudiéndose determinar:
  - las unidades necesarias
  - el momento de entrada y salida de servicio de cada unidad
  - las velocidades de operación y comerciales en cada sentido
  - las características particulares de cada periodo de servicio
  - la detección de problemas operacionales
  - los tiempos de terminal así como los tiempos muertos
  - la ubicación de cada unidad a lo largo del día

La Figura 8.6 ilustra las formas en que se pueden representar gráficamente un itinerario, siendo la opción (b) la que facilita su trazo gráfi-



**Figura 8.6.**  
Representación gráfica de itinerarios.

co y permite a su vez construir y sincronizar los viajes. La opción (a) permite, además de sincronizar los viajes, la detección de viajes que se amontonan así como unidades que rebasan a otras [10]. A su vez la Figura 8.7 muestra un ejemplo de la representación gráfica de un itinerario para una ruta de transportes.

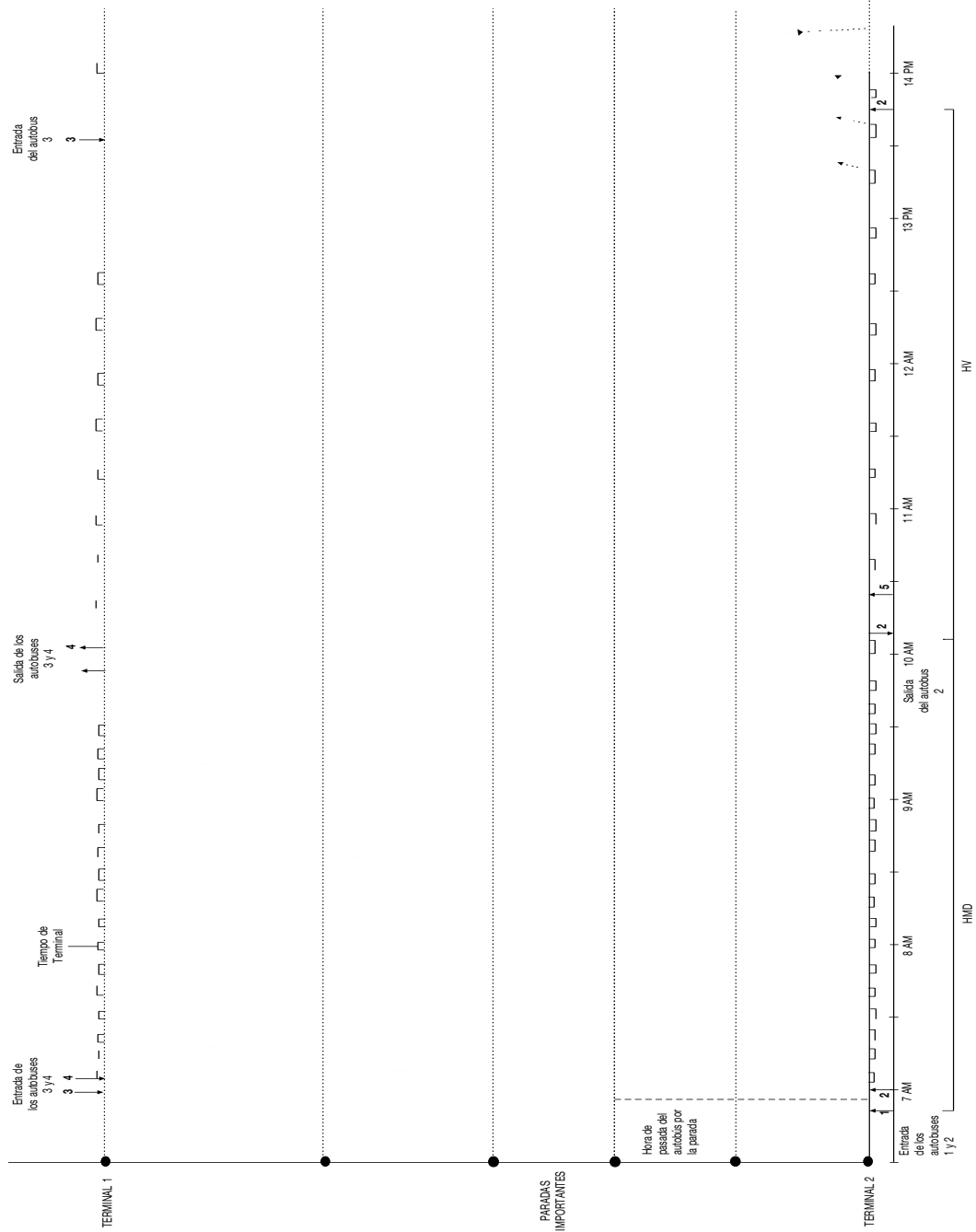
- **Itinerario analítico**, el cual consiste en integrar varios análisis, destacando entre ellos, los siguientes:
  - Relación de intervalos
  - Hoja del despachador
  - Asignación de jornadas

Algunas empresas transportistas generan primeramente el itinerario gráfico ya que permite visualizar la operación de la ruta a lo largo del día y la hoja del despachador o tabla de horarios la derivan fácilmente de ésta.

Con el fin de contar con una panorámica de los procedimientos anteriores, primeramente se describirá el procedimiento gráfico para continuar con una explicación mas detallada del procedimiento analítico.

### 8.3.1 Itinerario gráfico

El itinerario gráfico mostrado en la Figura 8.7 ilustra parcialmente el recorrido que sigue cada unidad a lo largo del día. Este diagrama permite la deriva-



**Figura 8.7.**  
Representación gráfica de un itinerario.

ción de los tiempos exactos en que aparece cada unidad en diferentes puntos de control a lo largo de la ruta, previamente identificados. Normalmente, se establecen estos puntos de control para el transporte público de superficie a una distancia entre 1.5 a 5 km, mientras que en sistemas confinados como el metro, cada estación se considera como un punto de control y por ende con sus propios tiempos programados.

A cada unidad en operación se le designa un número de secuencia y su operación a lo largo del día se representa por una línea en zigzag en el diagrama que conecta las terminales extremas (cierres de circuito), teniendo como pendiente en cada sección, la velocidad de operación. Si las velocidades de operación varían de una sección a la siguiente, la pendiente varía en la trayectoria del vehículo de una terminal a otra. Con el fin de evitar estos cambios de pendiente, es común utilizar el diagrama tiempo-tiempo (Figura 8.6b) Los tiempos en las paradas o estaciones se incluyen dentro del tiempo de recorrido, pero los tiempos de terminal se grafican en el diagrama.

Una vez graficado el primer recorrido, se procede a graficar los siguientes recorridos con una separación horizontal igual al intervalo entre unidades, repitiéndose el procedimiento para todos los vehículos asignados a la ruta durante el periodo en que el intervalo es válido. Ya que el tiempo del ciclo es un múltiplo integral del intervalo, entonces se mantiene el intervalo entre el tiempo de salida del último vehículo en operación y el tiempo en que el primer vehículo sale para su segundo recorrido de ida y vuelta.

Posteriormente, se intercalan las unidades adicionales que servirán durante las horas de máxima demanda o que corresponden a ajustes en los intervalos, a recortes en los recorridos o servicios de frecuencia intensiva y otras variaciones. Todas estas variaciones deben indicarse en el itinerario gráfico, traduciéndose posteriormente este diagrama a un horario de servicio.

### 8.3.2 Itinerario analítico

Los itinerarios analíticos u hojas del despachador son tablas de horarios que contienen todos los tiempos de salidas de todos los puntos de control a lo largo del día y que se traducen posteriormente en información de horarios al público. La complejidad de estas hojas se reduce al utilizar intervalos divisibles en una hora y la designación de un intervalo constante durante un período dado.

Las actividades a realizar [3, 8] en este análisis consisten en el establecimiento de una relación de intervalos así como de la hoja del despachador, aspectos que se tratan a continuación:



### 8.3.2.1 Relación de intervalos

La relación de intervalos para una ruta representa el eslabón entre la información recopilada en campo; los numerosos cálculos que de ellos se derivan y; la elaboración final del itinerario. Por tal motivo, es una actividad que se debe efectuar por personal conocedor, tanto del procedimiento como de las características de la red y de la ruta en estudio.

Esta relación de intervalos señala, en el caso de rutas con pequeños problemas, las instrucciones específicas que se han de seguir para corregir tales anomalías. En el caso de rutas no redituables o sociales, presenta las medidas que permiten reducir las pérdidas a las que se incurre, pudiéndose determinar la necesidad de cortar parcial o totalmente el servicio; la sustitución del tipo de unidad con la que se opera; el cambio de derrotero; por citar algunos ejemplos, de tal forma que reduzcan las condiciones desfavorables que presentan.

Para elaborar la relación de intervalos se requiere conocer los tiempos de recorrido a lo largo de cada periodo del día, conforme a los procedimientos presentados en el *Capítulo 7* de este libro. A su vez, se requiere contar con los aforos de cargas en la sección de máxima demanda conforme a las indicaciones señaladas en el capítulo anteriormente mencionado. Finalmente, el personal encargado del diseño de los itinerarios debe conocer la capacidad vehicular de las unidades que operan en la ruta.

La Figura 8.8 muestra un ejemplo del formato en el que se señala la relación de intervalos requeridos para la ruta que servirá de ejemplo a lo largo de lo que resta del capítulo. En este formato se muestra lo siguiente:

- hora de salida de la primera y última unidad
- intervalo durante los diferentes periodos del día
- número de unidades utilizadas para los diferentes periodos del día
- tiempo de recorrido

Los valores del intervalo así como el parque vehicular requerido para cada uno de los periodos del día se obtienen conforme el procedimiento señalado en el inciso 8.1.2.1. de este capítulo, y sus resultados permiten elaborar la especificación de los intervalos requeridos para la ruta a lo largo del día.

HOJA DE RELACION DE INTERVALOS				
Departamento de Itinerarios				
ustran				
Itinerario #:		Orden #:		
Ruta: 15 Metro Tasqueña - Tenorios		Itinerario de: día hábil		
		Hoja 1 de 2		
Cantidad de vehículos	Tiempo de recorrido	Intervalo (min) hasta las	Cierre de circuito Terminal	Observaciones
1		4:44	Metro Tasqueña	
2		20	5:04	Metro Tasqueña
3		15	5:34	Metro Tasqueña
4		12	5:46	Metro Tasqueña
5		10	5:56	Metro Tasqueña
6		8	6:04	Metro Tasqueña
7		7	6:18	Metro Tasqueña
8		6	6:03	Metro Tasqueña
9		5	6:45	Metro Tasqueña
10		4:30	6:54	Metro Tasqueña
11		4	6:58	Metro Tasqueña
12		3	7:19	Metro Tasqueña
13		2:30	7:49	Metro Tasqueña
14		3	7:52	Metro Tasqueña
15		2:30	7:57	Metro Tasqueña
16	15	3	8:00	Metro Tasqueña
17		2:30	8:05	Metro Tasqueña
18		3	8:08	Metro Tasqueña
19		2:30	8:13	Metro Tasqueña
20		3	8:28	Metro Tasqueña
21		3:30	8:42	Metro Tasqueña
22		4	9:06	Metro Tasqueña
23		4:30	9:33	Metro Tasqueña
24		5	9:43	Metro Tasqueña
25	6	37	6-6:30	14:31
26		5:30	14:53	Tenorios
27		5	15:23	Tenorios
28		4:30	15:32	Tenorios
29		4	15:44	Tenorios
30		3:30	15:58	Tenorios
31		3	16:43	Tenorios
32		2:30	16:45:30	Tenorios
33		2	16:47:30	Tenorios
34		2:30	16:05	Tenorios
35		2	16:52	Tenorios
36		2:30	16:54:30	Tenorios
37		2	16:56:30	Tenorios
38		2:30	16:59	Tenorios
39	18	2	17:01	Tenorios
40				

Revisado por: P Heras

Fecha: 5 septiembre 1994

Transmitido a: A González

Enviado: 3 septiembre 1994

Remitido: 4 septiembre 1994

HOJA DE RELACION DE INTERVALOS				
Departamento de Itinerarios				
ustran				
Itinerario #:		Orden #:		
Ruta: 15 Metro Tasqueña - Tenorios		Itinerario de: día hábil		
		Hoja 2 de 2		
Cantidad de vehículos	Tiempo de recorrido	Intervalo hasta las	Cierre de circuito Terminal	Observaciones
41			17:01	Tenorios
42		2:30	17:03:30	Tenorios
43		2	17:05:30	Tenorios
44		2:30	17:08	Tenorios
45		2	17:30	Tenorios
46		2:30	17:33:30	Tenorios
47		2	17:34:30	Tenorios
48		2:30	17:37	Tenorios
49		2	17:39	Tenorios
50		2:30	17:41:30	Tenorios
51		2	17:43:30	Tenorios
52		2:30	17:46	Tenorios
53		2	17:48	Tenorios
54		2:30	17:50:30	Tenorios
55		2	17:52:30	Tenorios
56		2:30	18:00	Tenorios
57		2	18:08	Tenorios
58		2:30	18:18	Tenorios
59		3	18:21	Tenorios
60		3:30	18:28	Tenorios
61		4	18:32	Tenorios
62		5	18:47	Tenorios
63	7	37	5 - 5:30	20:06
64		5:30	20:28	Tenorios
65		6	20:34	Tenorios
66	5	35	7	22:26
67		7:30	22:41	Tenorios
68		8	22:49	Tenorios
69	4	35	8:30 - 9	23:50
70		10	0:00	Tenorios
71		15	0:30	Tenorios
72		20	0:50	Tenorios
73		27	1:17	Tenorios
74		60	4:17	Tenorios
75				
76				
77				
78				
79				
80				

Revisado por: P Heras

Fecha: 5 septiembre 1994

Transmitido a: A González

Enviado: 3 septiembre 1994

Remitido: 4 septiembre 1994

Fuente: A partir de Referencia [8].

**Figura 8.8.**

Relación de intervalos.

### 8.3.2.2 Hoja del despachador

La *hoja del despachador* consiste en las salidas de todas las unidades de los cierres de circuito o terminales de la ruta, ordenados de una manera progresiva. Esta hoja del despachador es el horario básico que gobierna la operación del servicio y programa la salida de las unidades de las terminales de tal manera que cubran adecuadamente las necesidades de la ruta y de la sección de máxima demanda. La Figura 8.9 muestra una hoja de despachador para la ruta que servirá de ejemplo en el desarrollo de este inciso.

Itinerario N° 2985 Fecha edición: 15 septiembre 1984 Sustituye itinerario 2637 Entorno: Telepico											
Departamento de Itinerarios urban											
Nombre de la ruta: Metro Tasqueña - Tenorios # de ruta: 15 Tipo itinerario: día hábil											
Número económico	Hora de salida	TENORIOS									
1	4:36	4:44	5:19	5:36	6:35	7:13	7:52	8:31:30	9:10:30	9:49	10:26
2	7:08										
3	5:56	6:04	6:40	7:19	7:57	8:35	9:15	9:55	10:32	11:09	11:46
4											
5	7:13										
6	6:37	7:24	8:02:30	8:40:00	9:19:30	9:53	10:01	10:28	11:15	11:52	12:29
7	7:18										
8	5:26	5:34	6:11	6:48:30	7:28	8:08	8:46	9:24	10:01	10:38	11:15
9											
10											
11											
12	6:46										
13											
14	7:26										
15	6:10										
16	6:53										
17	7:33										
18	6:56										
19	6:59										
20	6:22										
# económico 2 21:08 21:43 22:18:30 23:00 23:35 0:17 1:01 2:01 3:01 4:01 4:32*											
5 21:15 21:50 22:26 22:57 6 21:22 21:57 22:34 23:09 23:45 0:16* 9 21:29 22:04 22:42:30 23:17:30 23:46* 20 21:36 22:11 22:51 23:26 0:01 0:37 1:05*											
Número económico	Hora de salida	METRO TASQUEÑA									
1	5:00	5:35	6:12	6:53	7:31	8:10	8:48:30	9:27:30	10:06	10:43	11:20
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8	5:50	6:29	7:07:30	7:47	8:26	9:04	9:41	10:18	10:55	11:32	12:09
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
# económico 2 21:23 21:58 22:33:30 23:15 23:50 0:20 1:17 2:17 3:17 4:17											

Figura 8.9.  
Hoja del despachador.

Esta hoja define y organiza la cantidad de trabajo que debe realizarse por cada unidad y ofrece una base definitiva para dividir el periodo de operación a realizarse por las unidades en segmentos o jornadas de trabajo. A su vez, la hoja informa al operador de la unidad la hora de salida de cada terminal en cada uno de los recorridos sucesivos que conforman su jornada de trabajo. En conjunto con la *hoja de tiempos de recorridos* (ver Figura 7.18 del capítulo anterior), le informa de los horarios que están programados para llegar a los puntos de control y es la guía de su jornada diaria, en cuanto a sus actividades programadas en servicio.

Esta hoja representa a su vez la guía básica para el supervisor de ruta en su tarea de observar que el servicio se preste conforme al programa de servicio previamente acordado. Su manejo, conjuntamente con la *hoja de recorridos* permite verificar que las unidades lleguen a los puntos de control a tiempo y con ello contar con una base para justificar acciones disciplinarias hacia los operadores o bien, de modificación a los itinerarios.

Finalmente, la combinación de la *hoja del despachador* y la *hoja de tiempos de recorrido* permiten contar con la base para ofrecer al usuario información sobre los horarios y permite ofrecer un servicio conveniente tanto al usuario cautivo como a turistas y a usuarios no habituales del servicio.

**Elaboración de la hoja.** La hoja del despachador se elabora a partir de la hoja de tiempos de recorrido presentada en el *Capítulo 7* y de la relación de intervalos. Básicamente, de la hoja del despachador se obtiene la siguiente información:

- Nombre de la ruta
- Tipo de itinerario (día hábil, sábado, domingo)
- Número de itinerario
- Fecha de validez del itinerario
- Número del itinerario que substituye
- Nombre del garaje o encierro
- Nombre de los cierres de circuito
- Número económico de las unidades que operarán la ruta
- Hora en que las unidades salen del garaje o encierro
- Tiempos de salida de unidades sucesivas del cierre de circuito o terminal central
- Tiempos de salida de unidades sucesivas del cierre de circuito o terminal periférica

- Horarios en que las unidades regresan al garaje o encierro
- Tiempo total que cada unidad está en servicio
- Tiempo total de todas las unidades en servicio

Estas hojas del despachador pueden ser para la totalidad de las unidades que operan en la ruta o bien para una unidad en particular.

Antes de la elaboración final de la hoja de despachador, se requiere armar la misma a partir de un borrador, cuyos pasos y actividades se irán describiendo a partir de un numeral, los cuales aparecen en las hojas que ilustra el ejemplo. Los pasos a seguir son:

### ***Paso 1. Armado del esqueleto***

Consiste en armar la hoja de partida, para lo cual se colocan las características señaladas en la Figura 8.10. Esto implica señalar el nombre de la ruta para una referencia futura (1); el tipo de itinerario (2); número económico de la unidad (3); hora de salida del garaje o encierro (4); hora de regreso al garaje o encierro y tiempo total de operación (5); encabezado con el nombre de las terminales (6). Inicialmente y de manera temporal, se anotan dentro del encabezado referente al número económico una secuencia de valores, por ejemplo, del 1 al 40 (7).

### ***Paso 2. Inicio del llenado del borrador***

La Figura 8.11 muestra las actividades a efectuar en esta figura, siendo las siguientes:

- A partir de la relación de intervalos, se selecciona la hora en que inicia el servicio en la terminal periférica. Este tiempo se ubica inmediatamente después del número económico 1, a la derecha de la hora de salida del encierro (8).
- Con ayuda de la hoja de tiempos, se estima la hora en que la unidad 1 saldrá de la terminal central, valor que se anota en el encabezado referente a la terminal central (9). La estimación se realiza sumando los tiempos de recorrido y terminal (si lo hay) a la hora de inicio del servicio. Así por ejemplo, si el tiempo de recorrido es de 16 min y no se tiene tiempo de terminal en este punto, este valor se suma a la hora de salida (04:44), con lo que se tiene una nueva salida de la terminal central a las 05:00.
- La unidad 1 estará lista para salir de la terminal periférica para su segundo viaje al sumar el tiempo de recorrido de regreso y el tiempo

#### 434 Programación del Servicio

Nombre ruta: Metro Tasqueña - Tenorios		Formato relación de intervalos #: 3583	ustran
Número ruta: 15		Hoja tiempo de recorrido #: 2323	Departamento de Operación
Tipo itinerario: día hábil		Elaboró: Torres	Borrador hoja despachador
Fecha elaboración: 15 agosto 94		Aprobó: Pérez	

Terminal periférica: Tenorios	Terminal central: Metro Tasqueña
-------------------------------	----------------------------------

Salida encierro	Número económico	Hora inicio corrida	Número económico	Hora inicio corrida	Regreso encierro	Tiempo en operación
	1		1			
	2		2			
	3		3			
	4		4			
	5		5			
	6		6			
	7		7			
	8		8			
	9		9			
	10		10			
	11		11			
	12		12			
	13		13			
	14		14			
	15		15			
	16		16			
	17		17			
	18		18			
	19		19			
	20		20			
	21		21			
	22		22			
	23		23			
	24		24			
	25		25			
	26		26			
	27		27			
	28		28			
	29		29			
	30		30			
	31		31			
	32		32			
	33		33			
	34		34			
	35		35			
	36		36			
	37		37			
	38		38			
	39		39			
	40		40			

Fuente: A partir de Referencia [8].

**Figura 8.10.**  
Formato para armar el borrador de la hoja del despachador.

Nombre ruta: Metro Tasqueña - Tenorios		Formato relación de intervalos #: 3583		ustran	
Número ruta: 15		Hoja tiempo de recorrido #: 2323		Departamento de Operación	
Tipo itinerario: día hábil		Elaboró: Torres		Borrador hoja despachador	
Fecha elaboración: 15 agosto 94		Aprobó: Pérez			

Terminal periferia: Tenorios			Terminal central: Metro Tasque		
------------------------------	--	--	--------------------------------	--	--

Salida encierro	Número económico	Hora inicio corrida		Número económico	Hora inicio corrida	Regreso encierro	Tiempo en operación
	1	04:44	05:19	10	1	05:00	
	2				2		
	3				3		
	4	8	14		4	9	
	5				5		
	6				6		
	7				7		
	8				8		
	9				9		
	10				10		
	11				11		
	12	14			12		
	13				13		
	14				14		
	15	05:34			15		
	16				16		
	17				17		
	18				18		
	19				19		
	20				20		
	21				21		
	22				22		
	23				23		
	24				24		
	25				25		
	26				26		
	27				27		
	28				28		
	29				29		
	30				30		
	31				31		
	32				32	12	
	33	15			33		
	34				34		
	35	05:04	05:46		35	05:20	
	36				36		
	37	11			37		
	38				38		
	39				39		
	40				40		

**Figura 8.11.**  
Paso 2: Llenado del formato.

de terminal que se dé en este extremo. Si el tiempo de recorrido de regreso es de 15 min y el tiempo de terminal de 4 min, se tiene un total de 19 min antes de que la unidad 1 vuelva a salir con dirección a la base. Esto implica que la salida será a las 05:19, valor que se anota temporalmente en el extremo derecho del encabezado correspondiente (10).

- Se consulta la relación de intervalos y se selecciona la siguiente unidad que mantenga el intervalo requerido. Así por ejemplo, se requiere proporcionar un intervalo de 20 min después de la salida de la unidad 1, lo que implica que 04:44 mas 20 min da una hora de salida de 05:04. Este hora de salida de la terminal periférica se anota a un lado de la unidad 35 (seleccionada arbitrariamente) de tal forma que se ofrezca suficiente espacio entre esta anotación y la unidad 1 para las salidas subsecuentes de unidades (11).
- Se calcula el tiempo en que saldrá la unidad 35 de la terminal central y se coloca este valor en su encabezado correspondiente (12). Su cálculo se explica en el punto (9) y resulta en un valor de 16 min mas 05:04, o bien, 05:20.
- Se procede a estimar la hora en que la unidad 35 estará lista para salir de la terminal periférica en su segundo viaje, anotándose éste en la porción derecha del encabezado correspondiente (13). Su estimación es similar a la realizada en el punto 10 y resulta en un valor de 19 min mas 05:20 o bien, 05:39.
- La relación de intervalos señala un intervalo de 15 min entre las 05:04 y las 05:34. Esto implica que una unidad debe salir de la terminal periférica a las 05:19 (05:04 mas 15 min) y otra mas a las 05:34 horas (05:19 mas 15 min). Al observar el *tiempo marginal*<sup>2</sup> anotado para la unidad 1 (punto 10), se observa que esta unidad estará lista para salir a las 05:19, por lo que la unidad 1 puede efectuar dicha corrida (14). A su vez, al observar el *tiempo marginal* de la unidad 35 (punto 13) se tiene que no estará disponible para salir de la terminal periférica hasta las 05:39 horas, por lo que no podrá cubrir la corrida de las 05:34. Esto implica necesariamente sacar otra unidad nueva a servicio de la terminal periférica a las 05:34 horas, lo que conduce a realizar dos anotaciones:

---

2. Se entiende por tiempo marginal el tiempo provisional que se anota en el borrador de la hoja del despachador para conocer el tiempo de salida esperado de la unidad.



- anotar la hora de salida 05:19 a un lado de la primera salida de la unidad 1 y borrar el *tiempo marginal* anotado temporalmente a la derecha del encabezado (14)
- anotar la hora 05:34 a un lado de la unidad 15, bajo el mismo criterio señalado anteriormente (14)
- La relación de intervalos indica un intervalo de 12 minutos después de la corrida que sale de la terminal a las 05:34, es decir, la unidad 15. Al sumar esta hora al intervalo señalado se tiene una hora de salida de 05:46 (12 min mas 05:34). Al observar el *tiempo marginal* de la unidad 35 (punto 13) se tiene que estará listo para salir de la terminal periférica a las 05:39. Si se ofrece un tiempo terminal adicional de 7 min, la unidad 35 puede ser programada para salir a servicio nuevamente a las 05:46 horas. Este valor se coloca a un lado del primer viaje (15) y se borra de su ubicación temporal.

### ***Paso 3. Continuación del llenado del borrador***

La Figura 8.12 muestra los siguientes pasos en la elaboración del borrador, los cuales son:

- Se procede a calcular el tiempo de recorrido de la unidad 1 en su segunda corrida (16), la cual es 16 min de tiempo de recorrido mas la hora de salida 05:19, dando una hora de salida de las 05:35 horas. Este valor se anota en el encabezado de la terminal correspondiente.
- Se estima el tiempo de salida de la terminal periférica para la unidad 1 en su tercer viaje, siendo éste de 19 min de tiempo de recorrido y terminal mas la hora de salida de la terminal opuesta, o bien 05:19. El valor de 05:54 se anota de manera temporal en el extremo derecho del encabezado correspondiente (17).
- Se calcula el tiempo de salida de la terminal central para la unidad 15 en su primera vuelta, siendo éste de 16 min mas 05:34, o bien, 05:50. Este valor se anota en el encabezado correspondiente a la terminal central (18), a un lado de la unidad 15.
- Se calcula el tiempo de salida de la terminal periférica para segunda vuelta de la unidad 15, el cual es de 19 min de tiempo de recorrido y terminal mas 05:50 horas, implicando con ello una salida a las 06:09 horas (19), valor que se anota temporalmente en su encabezado correspondiente.

438 Programación del Servicio

Nombre ruta: Metro Tasqueña - Tenorios		Formato relación de intervalos #: 3583		ustran	
Número ruta: 15		Hoja tiempo de recorrido #: 2323		Departamento de Operación	
Tipo itinerario: día hábil		Elaboró: Torres		Borrador hoja despachador	
Fecha elaboración: 15 agosto 94		Aprobó: Pérez			

Terminal periferia: Tenorios			Terminal central: Metro Tasque			
Salida encierro	Número económico	Hora inicio corrida	Número económico	Hora inicio corrida	Regreso encierro	Tiempo en operación

	1	04:44	05:19	05:56		05:54
	2					
	3					
	4					
	5					
	6					
	7					
	8					
	9					
	10					
	11					
	12					
	13					
	14					
	15	05:34	06:11			06:09
	16					
	17					
	18					
	19					
	20					
	21					
	22					
	23					
	24					
	25					
	26					
	27					
	28					
	29					
	30					
	31					
	32					
	33					
	34					
	35	05:04	05:46	06:24		06:21
	36					
	37					
	38					
	39					
	40					

1	05:00	05:35			
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	05:20	06:02			
36					
37					
38					
39					
40					

**Figura 8.12.**  
Paso 3: Llenado del formato.

- Se estima el tiempo de salida de la terminal central para la unidad 35 en su segunda vuelta. Esto implica agregar los 16 min de tiempo de recorrido a 05:46, dando como resultado las 06:02 horas. Este valor se anota en el encabezado correspondiente a la terminal central (20), a un lado de la unidad 35.
- Se calcula el tiempo de salida del cierre de circuito periférico para la unidad 35 en su tercera vuelta, dando como resultado las 06:21 horas. Este valor se anota temporalmente (21) a un lado de la unidad 35.
- La relación de intervalos señala un intervalo de 10 min a partir de la vuelta que se inicia a las 05:46 horas. Por ello, la siguiente salida se debe presentar a las 05:46 mas 10 min, o bien, a las 05:56 horas. El *tiempo marginal* de la unidad 1 (05:54 horas) muestra que esta unidad puede ser utilizada (22) por lo que este tiempo se coloca a un lado de la unidad 1 y el tiempo estimado de 05:54 se borra de su ubicación temporal.
- A su vez, la relación de intervalos establece 8 min a partir de la vuelta que inicia a las 05:56. Esto implica una hora de salida de 05:56 mas 8 min, resultando en una hora de salida de 06:04 horas de la terminal periférica. El *tiempo marginal* de la unidad 15 (06:09 horas) muestra que no está disponible para esta vuelta, por lo que debe asignarse una nueva unidad al servicio, de tal forma que salga de la terminal a las 06:04 horas. Este valor se anota en la terminal correspondiente (23) a la altura de la hora 05:56 y en el renglón correspondiente a la unidad 5.
- Nuevamente, la relación de intervalos señala 7 min hasta las 06:18 horas. Esto implica la salida de una unidad de la terminal periférica a las 06:04 mas 7 min (06:11 horas) y otra saliendo a las 06:11 mas 7 min (06:18 horas) dando como resultado dos actividades:
  - El *tiempo marginal* de la unidad 15 (ver puntos 18 y 19) muestra que está disponible a las 06:09 horas, por lo que con dos minutos adicionales de tiempo de terminal puede cubrir la vuelta que inicia a las 06:11 horas. Esta hora se anota (24) a un lado de la unidad 15 y se borra la hora 06:09.
  - Puesto que la unidad 35 no está disponible hasta las 06:21 horas (ver puntos 20 y 21), se requiere asignar una nueva unidad a servicio por lo que la unidad 29 cubrirá el servicio que se inicia con la vuelta de las 06:18 horas.
- Al revisar nuevamente la relación de intervalos se observa la necesidad de proporcionar 6 min entre las 06:18 y las 06:30 horas, o bien,

unidades que salgan de la terminal periférica a las 06:24 y 06:30 horas. En este caso, la unidad 35 con *tiempo marginal* de 06:21 puede cubrir la vuelta que se inicia a las 06:24 horas (25) y se anota en el renglón correspondiente a la unidad 35, borrando el valor de 06:21 de su posición temporal. La vuelta que se inicia a las 06:30 se comentará dentro del siguiente paso.

#### ***Paso 4. Continuación del llenado del borrador***

La Figura 8.13 muestra los siguientes pasos en la formulación del borrador, los cuales son:

- Se calculan los tiempos de salida de la terminal central para las unidades 1, 5, 15, 29 y 35 y se colocan en los renglones y columnas apropiadas dentro del encabezado correspondiente a la terminal central (26). A partir de la vuelta que inicia a las 05:56 horas, el tiempo de recorrido cambia conforme a la hoja de tiempos de ciclo por lo que este valor se subraya, correspondiendo a la unidad 1. Por lo tanto, para la unidad 15 que parte de la terminal periférica a las 06:11, se utiliza el tiempo de recorrido hacia el centro correspondiente, como se muestra en la columna B del Cuadro 8.3. Esto implica que 06:11 mas 18 min del nuevo tiempo de recorrido equivale a 06:29, valor (26) que se anota en el área correspondiente a la terminal central y renglón de la unidad 15.
- Los *tiempos marginales* para estas unidades se calculan y se anotan temporalmente en el borrador (27). Al igual que en el caso anterior, es necesario modificar los tiempos de recorrido para las corridas que van hacia la periferia a partir de las 06:29 horas, conforme a lo señalado en el Cuadro 8.3. Esto se indica subrayando el valor correspondiente a la unidad 15 de las 06:29 e implica que la unidad 29 que sale de la terminal central a las 06:36, tendrá su salida de la terminal opuesta a las 06:36 mas 20 min del nuevo tiempo de recorrido y terminal. Como resultado se tiene, *tiempo marginal* que se anota una hora de salida de 06:56 en el renglón correspondiente a la unidad 29. A su vez, los *tiempos marginales* para las corridas correspondientes a las unidades 1, 5, 15 y 35 son 06:31, 06:40, 06:48 y 07:02 respectivamente (27).
- Al final del paso 3, se señaló que la relación de intervalos requiere que salga de la terminal periférica un viaje a las 06:30. Al observar el *tiempo marginal* de la unidad 1 (06:31) se detecta que la diferencia es un

Nombre ruta: Metro Tasqueña - Tenorios		Formato relación de intervalos #: 3583		ustran	
Número ruta: 15		Hoja tiempo de recorrido #: 2323		Departamento de Operación	
Tipo itinerario: día hábil		Elaboró: Torres		Borrador hoja despachador	
Fecha elaboración: 15 agosto 94		Aprobó: Pérez			
Terminal periferia: Tenorios				Terminal central: Metro Tasque	
Salida encierro		Número económico		29 Hora inicio corrida	

Figura 8.13.  
Paso 4: Llenado del formato.

## 442 Programación del Servicio

<div> <div> Itinerario #: 2985  Fecha aplicación: 15 septiembre 1994  Sustituye itinerario: 2837  Encierro: Tetepilco </div> <div> Departamento de Itinerarios  ustran </div> <div> Nombre de la ruta: Metro Tasqueña - Tenorios  # de ruta: 15  Tipo itinerario: día hábil </div> </div>													
PUNTO DE CONTROL	DISTANCIA (km)	TIEMPO DE RECORRIDO	VELOCIDAD	TIEMPO DE RECORRIDO	VELOCIDAD	TIEMPO DE RECORRIDO	VELOCIDAD	TIEMPO DE RECORRIDO	VELOCIDAD	TIEMPO DE RECORRIDO	VELOCIDAD	TIEMPO DE RECORRIDO	VELOCIDAD
		A		B		C		D		E		F	
		de 04:44 a 05:56		de 06:04 a 08:58		de 09:02 a 15:41 y de 18:15 a 20:11		de 15:44 a 18:11		de 20:18 a 23:45		de 0:01 a 04:01	
Terminal Tasqueña													
a Calz. Miramontes - Av Santa Ana	1.228	4	18.42	4	18.42	4	18.42	4	18.42	4	18.42	3	24.56
a Av Santa Ana - Eje 3 Oriente	0.965	---		3	19.30	3		3		2		---	
a Eje 3 Oriente - Calz de las Bombas	1.163	6	21.28	4	17.45	6	3	21.28	6	3	21.28	5	25.54
a Terminal Tenorios	1.577	6	15.77	7	13.52	7		13.52	7		13.52	6	15.77
<b>TOTAL DIRECCION PERIFERIA</b>	4.933	16	18.50	18	16.44	17		17.41	17		17.41	15	19.73
		de 05:00 a 06:29		de 06:30 a 08:59		de 09:00 a 15:59 y 18:30 a 20:29		de 16:00 a 18:29		de 20:30 a 00:30		de 00:50 a 04:17	
Terminal Tenorios													
a Calz de las Bombas - Eje 3 Oriente	1.685	6	16.85	6	16.85	6		16.85	7	14.44	6	16.85	5
a Eje 3 Oriente - Av Santa Ana	1.187	3	23.74	4	17.81	4		17.81	4	17.81	4	17.81	4
a Av Santa Ana - Calz Miramontes	0.932	3	18.64	3	18.64	3		18.64	3	18.64	3	18.64	3
a Terminal Metro Tasqueña	1.109	3	22.18	3	22.18	3		22.18	3	22.18	3	22.18	3
<b>TOTAL DIRECCION CENTRO</b>	4.913	15	19.65	16	18.42	16		18.42	17	17.34	16	18.42	15
<b>TOTAL IDA Y VUELTA</b>	9.846	31	19.06	34	17.38	33		17.90	34	17.38	31	19.06	28
Tiempo de terminal o de ajuste del intervalo		4		4		4		4		4		32	
Tiempo total de recorrido		35		38		37		38		35		60	
Velocidad comercial			16.88		15.55		15.97		15.55		16.88		9.85

**Cuadro 8.3.**  
Hoja de tiempos de recorrido.

minuto y que su asignación a esta unidad afecta el tiempo de terminal. Por ello, se asigna otra unidad para que maneje la vuelta que se inicia a las 06:30, anotando este valor (28) en el renglón correspondiente a la unidad 39. Con ello se pueden estimar los tiempos de salida de la terminal central (06:48) y el *tiempo marginal* (07:08) de la terminal periférica.

- La relación de intervalos señala cinco minutos entre las 06:30 y las 06:45, representando con ello salidas de la terminal exterior a

las 06:35, 06:40 y 06:45 horas. Al observar los *tiempos marginales* en la Figura 8.13 anterior se tiene que la unidad 1 (06:31) puede cubrir la vuelta que inicia a las 06:35; la unidad 5 la vuelta de las 06:40, mientras que se requiere asignar a servicio la unidad 11 para que cubra el servicio de las 06:45 horas. Estos valores se anotan en el borrador de la hoja del despachador (29) y se borran los *tiempos marginales* correspondientes.

- El borrador continúa llenándose de manera similar a lo señalado en los puntos anteriores de tal forma que queden cubiertas las salidas para los puntos señalados con los números 30, 31 y 32, conforme al formato de relación de intervalos correspondiente.

#### ***Paso 5. Continuación del llenado del borrador***

La Figura 8.14 muestra los siguientes pasos en la preparación del borrador, los cuales son:

- Hasta el momento, las horas de salida de la terminal central para las unidades 1, 5, 11, 15, 26, 29, 31, 35, 37 y 39 han sido calculadas y anotadas en el borrador así como los *tiempos marginales* para las corridas hacia el centro (33). Es muy importante tener presente los valores de los tiempos de recorrido y hacer uso del valor correcto.
- Se prosigue el llenado de la hoja bajo los mismos criterios anteriores y asignando nuevas unidades al servicio cuando las existentes no pueden cubrir las horas de salida estipuladas. Estas anotaciones se muestran en la Figura 8.14 (puntos 34 y 35) anterior.

#### ***Paso 6. Revisión del borrador***

La Figura 8.15 muestra las actividades a realizar en la elaboración del borrador de la hoja del despachador, los cuales son:

- Conforme se avanza en la elaboración del borrador, el diseñador del itinerario debe revisar los resultados con el fin de determinar la exactitud de su trabajo (36).
- Se calcula para una columna determinada de tiempos de salida de la terminal periférica (por ejemplo la columna correspondiente a las 08:13) los tiempos de salida correspondientes a la terminal central (36A). Esta verificación se muestra a en el Cuadro 8.4.

## 444 Programación del Servicio

Nombre ruta: Metro Tasqueña - Tenorios			Formato relación de intervalos #: 3583			ustran	
Número ruta: 15			Hoja tiempo de recorrido #: 2323			Departamento de Operación	
Tipo itinerario: día hábil			Elaboró: Torres			Borrador hoja despachador	
Fecha elaboración: 15 agosto 94			Aprobó: Pérez				

Terminal periférica: Tenorios			Terminal central: Metro Tasque				
Salida encierro	Número económico	Hora inicio corrida		Número económico	Hora inicio corrida	Regreso encierro	Tiempo en operación

		1	04:44	05:19	05:56	06:35	07:13																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
--	--	---	-------	-------	-------	-------	-------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**Figura 8.14.**  
Paso 5: Llenado del formato.



Nombre ruta: Metro Tasqueña - Tenorios		Formato relación de intervalos #: 3583		ustran			
Número ruta: 15		Hoja tiempo de recorrido #: 2323		Departamento de Operación			
Tipo itinerario: día hábil		Elaboró: Torres		Borrador hoja despachador			
Fecha elaboración: 15 agosto 94		Aprobó: Pérez					
Terminal periferia: Tenorios		Terminal central: Metro Tasque					
Salida encierro	Número económico	Hora inicio corrida		Número económico	Hora inicio corrida	Regreso encierro	Tiempo en operación
		1 04:44 05:19 05:56 06:35 07:13		1	05:00 05:35 06:12 06:53 07:31		
		2		2			
		3 07:16 36A		3	07:34 36A-B		
		4		4			
		5 06:04 06:40 07:19		5	06:21 06:58 07:37		
6				6			
7				7			
8				8			
9		07:21		9	07:39		
10				10			
	11	06:45 07:24		11	07:03 07:42 36A-B		
	12			12			
	13	07:26		13	07:44		
	14			14			
	15	05:34 06:11 06:49 07:29		15	05:50 06:29 07:07 07:47		
16				16			
17				17			
18				18			
19				19			
20				20			
	21			21			
	22			22			
	23			23			
	24			24			
	25			25			
	26	06:54 07:31		26	07:12 07:49		
	27	07:34		27	07:52 36A-B		
	28			28			
	29	06:18 06:58 07:36		29	06:36 07:16 07:54		
	30			30			
	31	07:01 07:39		31	07:19 07:57		
	32			32			
	33	07:41		33	07:59 36A-B		
	34			34			
	35	05:04 05:46 06:24 07:04 07:44		35	05:20 06:02 06:42 07:22 08:02		
36				36			
37		07:07 07:46		37	07:25 08:04 36A		
38				38			
39		06:30 07:10 07:49		39	06:48 07:28 08:07 36B		
40				40			

Revisar

Figura 8.15.

Paso 6: Revisión del borrador de la hoja del despachador.

Unidad	Hora salida terminal exterior	Tiempo recorrido dirección centro	Hora salida terminal central
1	07:13	18	07:31
3	07:16	18	07:34
5	07:19	18	07:37
9	07:21½	18	07:39½
11	07:24	18	07:42
13	07:26½	18	07:44½
15	07:29	18	07:47
26	07:31½	18	07:49½
27	07:34	18	07:52
29	07:36½	18	07:54½
31	07:39	18	07:57
33	07:41½	18	07:59½
35	07:44	18	08:02
37	07:46½	18	08:04½
39	07:49	18	08:07

**Cuadro 8.4.**

*Verificación de los tiempos de salida.*

- De una manera similar, se determinan los tiempos de salida de la terminal central de las unidades, mediante la adición sucesiva del tiempo de intervalo (36B), tal y como se muestra en el Cuadro 8.5.
- Si los cálculos han sido realizados correctamente, la hora de salida de la terminal central de la última unidad (unidad 39 a las 08:07 horas) debe ser igual para los dos métodos de cálculo (36C).

### ***Paso 7. Continuación del llenado del borrador***

Se continúa con el llenado del borrador mediante la realización de los cuatro pasos referidos en los párrafos anteriores, siendo éstos:

- Establecer el intervalo en la terminal correspondiente a partir de la relación de intervalos.
- Calcular la hora de salida de la terminal opuesta mediante la adición

Unidad	Hora salida terminal central	Intervalo especificado	Hora salida terminal central
1 (inicio)	07:31	———	———
3	———	3	07:34
5	———	3	07:37
9	———	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	07:39 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
11	———	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	07:42
13	———	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	07:44 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
15	———	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	07:47
26	———	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	07:49 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
27	———	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	07:52
29	———	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	07:54 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
31	———	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	07:57
33	———	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	07:59 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
35	———	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	08:02
37	———	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	08:04 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
39	08:07	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	08:07

**Cuadro 8.5.**

Verificación de los tiempos de salida.

del tiempo de recorrido y revisándolo conforme al procedimiento descrito.

- Determinar el *tiempo marginal* en la primera terminal mediante los métodos antes descritos.
- Consultar a lo largo de todo el proceso la hoja de tiempos de recorrido para ver los cambios que se tienen previstos en ambas direcciones. Estos cambios se señalan en el borrador de la hoja del despachador mediante el subrayado de las horas de salida de la unidad que utiliza el tiempo de recorrido previo.

### ***Paso 8. Remoción de unidades del servicio después de la HMD***

La Figura 8.16 muestra los pasos siguientes en la formulación del borrador bajo la situación de remover unidades del servicio una vez que pasa la hora de máxima demanda. Los pasos sugeridos son:

## 448 Programación del Servicio

Nombre ruta:		Metro Tasqueña - Tenorios		Formato relación de intervalos #:		3583		ustran	
Número ruta:		15		Hoja tiempo de recorrido #:		2323		Departamento de Operación	
Tipo itinerario:		día hábil		Elaboró:		Torres		Borrador hoja despachador	
Fecha elaboración:		15 agosto 94		Aprobó:		Pérez			

Terminal periférica: Tenorios				Terminal central: Metro Tasque					
Salida encierro		Número económico		Hora inicio corrida		Regreso encierro		Tiempo en operación	

		1	04:44	05:19	05:56	06:35	07:13	07:52	08:31	08:30	1	05:00	05:35	06:12	06:53	07:31	08:10		
		2									2								
		3					07:16	07:54	08:32	08:32	3				07:34	08:12	40		
		4									4								
		5			06:04	06:40	07:19	07:57	08:35	08:35	5			06:21	06:58	07:37	08:15		
	6										6								
	7										7								
	8										8								
	9						07:21	08:00	08:38	08:38	9				07:39	08:18			
	10										10								
		11					06:45	07:24	08:02	08:42	11				07:03	07:42	08:20		
		12									12								
		13					07:26	08:05	08:39	08:43	13				07:44	08:23			
		14									14								
		15	05:34	06:11	06:49	07:29	08:08	08:46	08:46	08:46	15			05:50	06:29	07:07	07:47	08:26	
	16										16								
	17										17								
	18										18								
	19										19								
	20										20								
	21										21								
	22										22								
	23										23								
	24										24								
	25										25								
	26						06:54	07:31	08:10	08:50	26				07:12	07:49	08:28		
	27							07:34	08:13	08:47	27				07:52	08:31			
	28										28								
	29						06:18	06:58	07:36	08:16	29				06:36	07:16	07:54	08:34	
	30										30								
		31					07:01	07:39	08:19	08:58	31				07:19	07:57	08:37		
		32									32								
		33					07:41	08:16			33				07:59				
		34									34								
		35	05:04	05:46	06:24	07:04	07:44	08:22	08:52	09:00	35	05:20	06:02	06:42	07:22	08:02	08:40		
	36										36								
	37						07:07	07:46	08:25	08:59	37				07:25	08:04	08:43	40	
	38										38								
	39						06:30	07:10	07:49	08:28	39				06:48	07:28	08:07	08:46	
	40										40								

**Figura 8.16.**

Paso 8: Remoción de unidades del servicio después de la HMD.

- Para esta remoción, el diseñador del itinerario considera la sexta columna de la Figura 8.16 anterior correspondiente a la unidad 1, teniendo el Cuadro 8.6.
- Al observar el formato de relación de intervalos se tiene necesidad de proveer el servicio cada 3.5 min entre las 08:28 y las 08:42 así como un intervalo de 4 min entre las 08:42 y las 09:06. Los *tiempos marginales* estimados y mostrados en el punto anterior están previstos para intervalos de 2.5 y 3 min. Por ello, se elabora el Cuadro 8.7 que muestra las consideraciones para las salidas de las unidades señaladas y que cubren las especificaciones de los intervalos:
- En las consideraciones anteriores, la decisión de mandar la unidad al encierro o integrarlo con otras unidades queda pendiente hasta que se completa el proceso de *integración de unidades*. Esto se comentará mas adelante y se señala en la relación anterior con un *asterisco*. Igualmente, la hora señalada con una (a) en la columna correspondiente a las 08:31<sup>1</sup>/<sub>2</sub> horas de la hoja del despachador es el *tiempo de llegada* a la terminal, puesto que estas unidades no gozarán de tiempo de terminal si se envían al encierro.

Unidad	Hora salida terminal exterior	Tiempo recorrido dirección centro	Hora salida terminal central	Tiempo recorrido dirección exterior	Tiempo marginal
1	08:52	18	08:10	20	08:30
3	08:54 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	18	08:12 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	20	08:32 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
5	08:57	18	08:15	20	08:35
9	08:00	18	08:18	20	08:38
11	08:02 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	18	08:20 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	20	08:40 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
13	08:05	18	08:23	20	08:43
15	08:08	18	08:26	20	08:46
26	08:10 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	18	08:28 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	20	08:48 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
27	08:13	18	08:31	20	08:51
29	08:16	18	08:34	20	08:54
31	08:19	18	08:37	20	08:57
35	08:22	18	08:40	20	09:00
37	08:25	18	08:43	20	09:03
39	08:28	18	08:46	20	09:06

**Cuadro 8.6.***Horas de salida y tiempos de recorrido.*

Unidad	Tiempo marginal	Consideraciones
1	08:30	Hace la corrida hacia el centro a las 08:31 $\frac{1}{2}$ horas
3	08:32 $\frac{1}{2}$ (a)	No se necesita *
5	08:35	Hace la corrida hacia el centro a las 08:35 horas
9	08:38	Hace la corrida hacia el centro a las 08:38 $\frac{1}{2}$ horas
11	08:40 $\frac{1}{2}$	Hace la corrida hacia el centro a las 08:42 horas
13	08:43 (a)	No se necesita *
15	08:46	Hace la corrida hacia el centro a las 08:46 horas
26	08:48 $\frac{1}{2}$	Hace la corrida hacia el centro a las 08:50 horas
27	08:51 (a)	No se necesita *
29	08:54	Hace la corrida hacia el centro a las 08:54 horas
31	08:57	Hace la corrida hacia el centro a las 08:58 horas
35	09:00	Hace la corrida hacia el centro a las 09:02 horas
37	09:03 (a)	No se necesita *
39	09:06	Hace la corrida hacia el centro a las 09:06 horas

**Cuadro 8.7.**

*Consideraciones para la salida de las unidades.*

- El proceso se repite hasta que se reduce al número de unidades necesarias. En el caso que nos concierne, este valor es de seis unidades entre las 10:00 y las 14:31 horas en la terminal central.
- La cantidad de unidades vuelve a crecer gradualmente durante la tarde en función de la relación de intervalos y siguiendo el procedimiento descrito (8 a 39).
- Después de la hora de máxima demanda vespertina el volumen nuevamente decrece en función de la relación de intervalos y siguiendo el procedimiento descrito (40). Este proceso continúa hasta que se cuenta con un servicio nocturno o se da por terminado el servicio.

### ***Paso 9. Integración de recorridos***

La Figura 8.17 muestra el borrador de la hoja del despachador parcialmente terminada. Normalmente, en este momento se hace necesario revisar la hoja con la finalidad de integrar o combinar las corridas de las unidades de tal manera que faciliten la asignación posterior de jornadas de trabajo. Esta actividad

Itinerario n. 2985 Fecha aplicación: 15 septiembre 1994 Sustituye itinerario: 2837 Excepción: Telepílico										Departamento de Itinerarios salmon										Metro Tasqueña - Tenorios # de rutas: 15 Tipo Itinerario: día hábil													
Número secuencial		Hora de salida		Número		Hora de		Hora de		Número		Hora de		Hora de		Número		Hora de		Hora de		Número		Hora de		Hora de		Número		Hora de		Hora de	
1	444	5:19	5:56	6:35	7:13	7:52	8:31:30	9:10:30	9:49	10:26	11:03	11:40	12:17	12:54	13:31	14:08	14:46	15:23	16:02	16:39:30	17:30	17:56	18:35	19:12	19:49	20:26	21:01	21:36	22:11	22:51	23:26	0:01	
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																																	
40																																	
41																																	

Figura 8.17.

Paso 9: Integración de corridos (borrador parcialmente terminado). (Continúa...).

Departamento de Itinerarios																																	
salom																																	
Itinerario n. 2985																																	
Fecha aplicación: 15 septiembre 1994																																	
Sustituye itinerario: 2837																																	
Excierto: Telepílo																																	
Nombre de la ruta: Metro Tasqueña - Tenorios																																	
# de paradas: 15																																	
Tipo Itinerario: día hábil																																	
METRO TAXQUEÑA																																	
Número económico	Hora de salida															Hora de regreso servicio																	
1	5:00	5:35	6:12	6:53	7:31	8:10	8:49:30	9:27:30	10:06	10:43	11:20	11:57	12:34	13:11	13:48	14:25	15:03	15:40	16:19	16:56:30	17:34:30	18:13	18:52	19:29	20:06	20:41	21:16	21:51	22:26	23:06	23:41	0:15	
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																																	
40																																	
41																																	

Figura 8.17.

Paso 9: Integración de corridos (borrador parcialmente terminado).

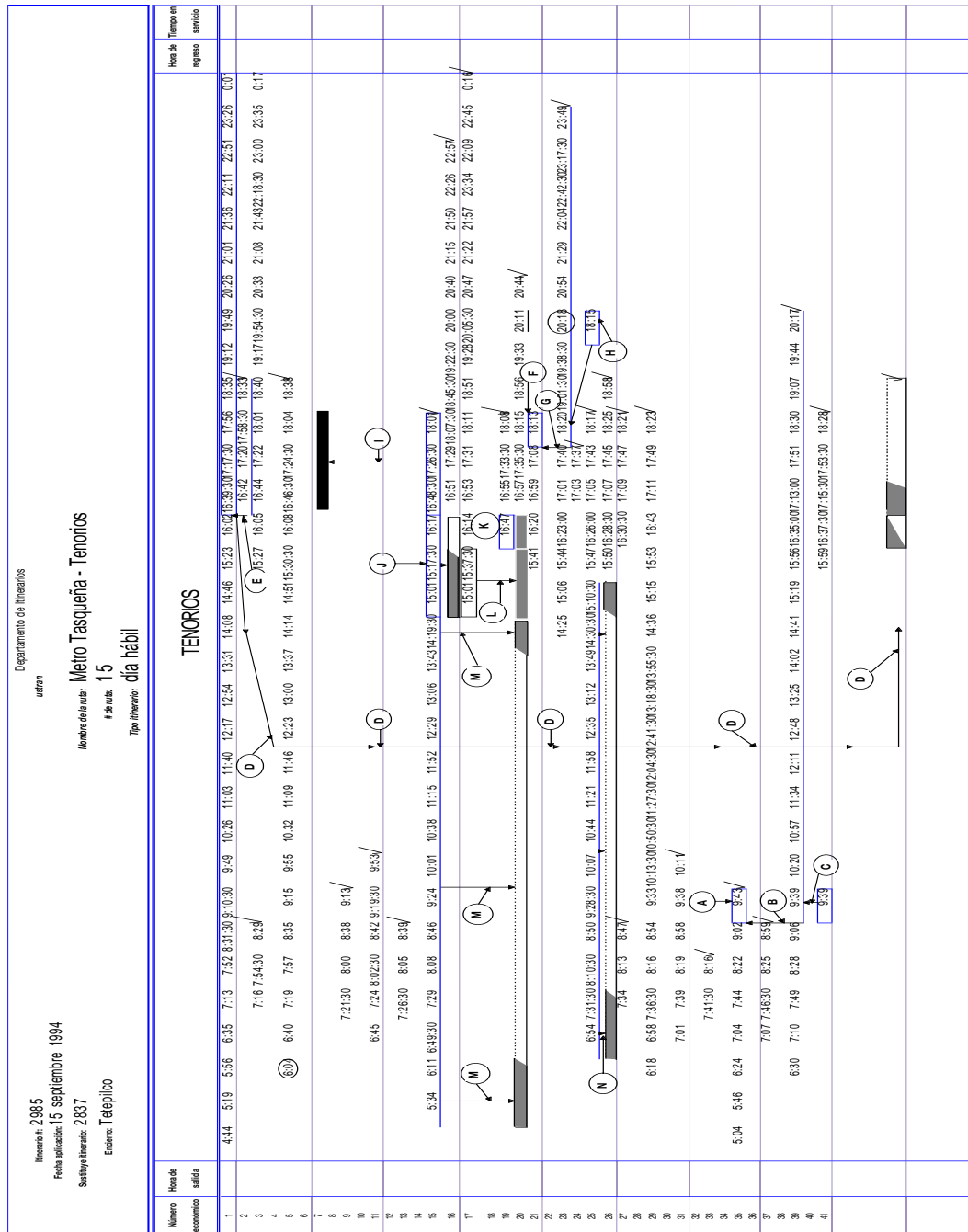


implica conocer los aspectos fundamentales del *Contrato Colectivo de Trabajo* y el diseñador de itinerarios debe buscar que se logren las siguientes condiciones:

- Que los recorridos continuos matutinos o vespertinos en un nuevo itinerario sean iguales o mayores que el número que se presenta en el itinerario actual, manteniendo las demás condiciones iguales
- Que las *unidades base* salgan a servicio lo mas temprano posible de tal manera que efectúen el mayor número posible de vueltas, al reducirse con ello el tiempo improductivo de las unidades.
- Que los recorridos continuos estén dentro de la duración de las jornadas prevista dentro del *Contrato Colectivo de Trabajo*. Es deseable que el mayor número posible de recorridos duren entre 7 y 8 horas, según el tipo de jornada.

La Figura 8.18 es el borrador de la hoja del despachador en la que se muestra el proceso de integración de recorridos. En la práctica, este tipo de hoja no existe ya que la integración se realiza a partir de una serie de cambios y reordenaciones que dan como resultado el borrador final de la hoja del despachador. Esta reordenación resulta de la experiencia y del conocimiento que tenga el diseñador de itinerarios de la empresa en general y de la ruta en particular. En lo posible, se tratará de explicar el proceso mental que sigue el diseñador conforme integra los recorridos.

- Una primera actividad consiste en examinar la hoja del despachador e identificar los recorridos matutinos continuos así como los recorridos posibles de ser integrados para formar recorridos continuos. Una vez realizada esta actividad, se busca que las unidades base cubran el servicio lo mas temprano posible, con el fin de colocar el mayor número posible de vueltas en las unidades regulares y reducir la cantidad de recorridos compuestos.
- Con la revisión anterior, el diseñador de itinerarios está listo para iniciar la integración de los viajes matutinos, para lo cual el lector deberá referirse a la Figura 8.18 anterior (puntos A, B y C).
  - La primera acción consiste en borrar de la hoja del despachador la hora 09:36 correspondiente a la unidad 35 y que representa la hora de llegada a la terminal periférica en su último viaje (A).
  - A continuación, los tiempos de salida de la terminal periférica correspondientes a los viajes de la unidad 39 (de 09:43 a 20:17 horas)



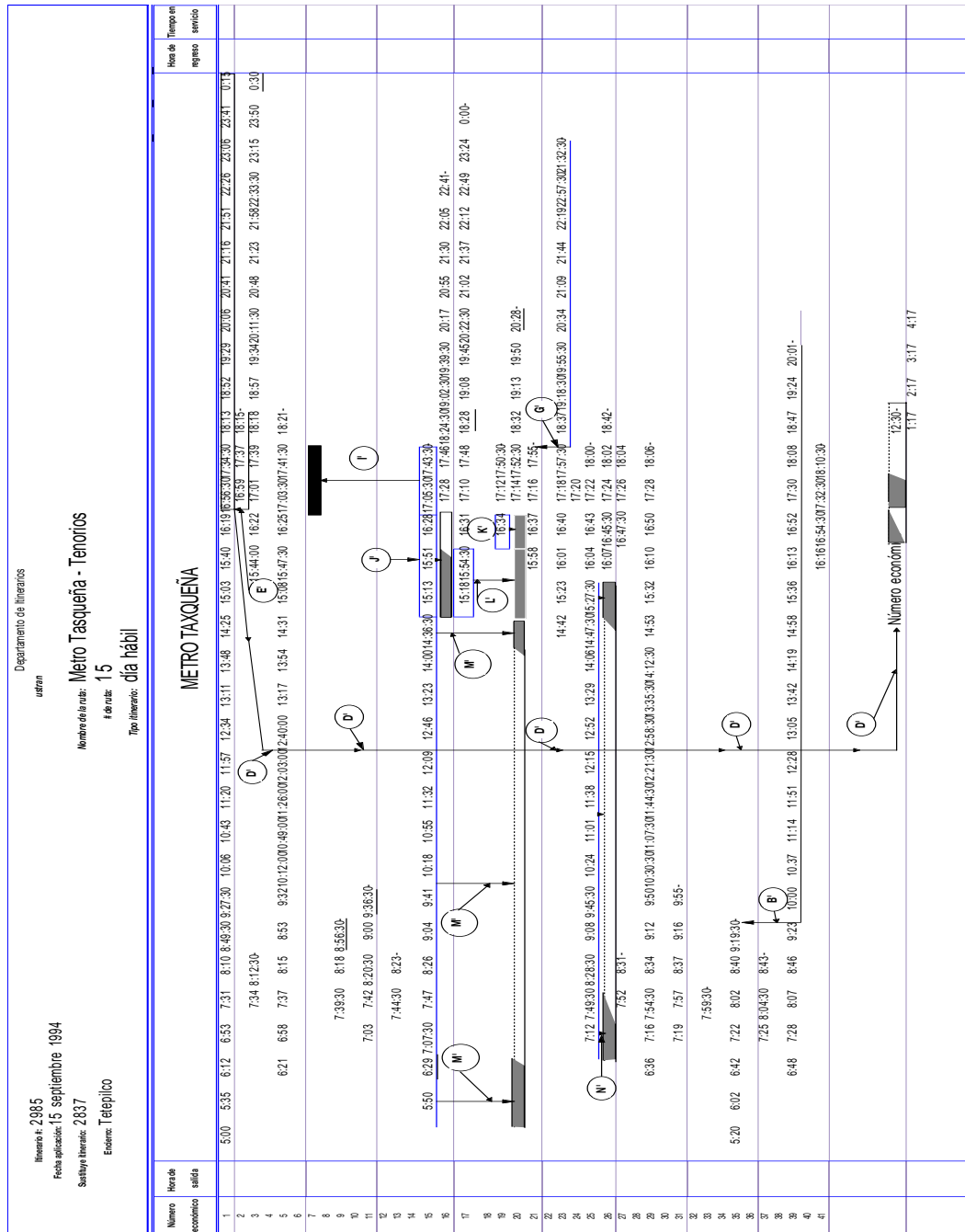


Figura 8.18.  
Integración de recorridos.

se integran *hacia arriba* colocándolos inmediatamente después de la hora 09:02 correspondiente a la unidad 35 (B).

- Se calcula un nuevo tiempo de llegada a la terminal periférica para la unidad 39 (09:06 mas 17 min correspondientes al tiempo de recorrido con dirección centro mas 16 min de tiempo de recorrido de regreso a la terminal exterior resulta en una hora de llegada de 09:39). A esta hora, la unidad 39 regresa al encierro (no se consideran tiempos de terminal). Esta hora se anota a continuación de la hora 09:06 correspondiente al renglón de la unidad 39 y se indica, por ejemplo, con una marca (✓) que esta unidad se retira de servicio (C).
- Como resultado de esta integración, se tiene que la unidad 35 pasa a ser una *unidad base* con dos vueltas mas temprano que la unidad 39. El tiempo total de operación, sin considerar los tiempos muertos entre encierro y terminal, es de 15:13 horas, valor cercano a dos jornadas regulares de 8 horas y mucho mas cercano a las 13:47 horas que manejaba anteriormente la unidad 39. Con ello, ha sido posible crear un recorrido continuo matutino. Este mismo resultado se puede lograr en caso de eliminar los dos primeros viajes de la unidad 35 y pasarlos a la unidad 39. En este caso, se prefiere la primera opción puesto que implica un menor tiempo de terminal total.
- Con las acciones anteriores, el diseñador de itinerarios ha logrado formar cinco recorridos continuos matutinos en el itinerario nuevo, el cual, comparado con el anterior, implica la ganancia de un recorrido preferible. De esta manera, las unidades 1 y 35 (después de la integración) así como la 15, 29 y 5 presentan recorridos continuos matutinos.
- Para el caso de la porción vespertina, el diseñador sigue el mismo procedimiento esbozado anteriormente, buscando como meta el logro del mayor número posible de recorridos continuos. Las actividades realizadas se señalan en los puntos D al M. El resultado final implica contar con ocho recorridos continuos vespertinos en comparación con los siete logrados anteriormente. Estos recorridos están asociados a las unidades 3, 26 (unidad 25 después de la integración), 39 (unidad 35 después de la integración matutina), 1 (conforme a la integración hacia abajo), 23 (conforme a la combinación con la unidad 21), 16, 17 y 20 ( resultado de una integración múltiple).
- Con estos ajustes, el diseñador de itinerarios integra la porción derecha del borrador para compatibilizar los cambios efectuados en la porción izquierda. Estos cambios, se señalan en los puntos B', D'-E', G',

I'-J', K'-L'-M' y N', señalados en la Figura 8.18 anterior. Estas letras corresponden a las letras del lado opuesto de la hoja.

### ***Paso 10. Borrador final***

La Figura 8.19 muestra el borrador final de la hoja del despachador. En ella, los números económicos temporales de las unidades han sido substituidos por los números reales de las unidades fijas en una ruta o bien, por números económicos asignados al recorrido y no a la unidad. Queda solo por completar los aspectos referentes a la hora de salida y regreso de las unidades al encierro (44) así como el tiempo total de operación (45), actividades que se describen a continuación:

- Por ello, se determinan los tiempos muertos o en vacío requeridos para llevar y regresar las unidades del encierro a la(s) terminal(es), mismos que pueden variar conforme la hora del día. Así por ejemplo tenemos:
  - La unidad 8 tiene un tiempo muerto de 8 minutos en la mañana, por lo que la unidad debe salir del encierro a las 05:26 horas para estar listo para salir a realizar su primera vuelta a las 05:34 horas. A su vez, esta unidad también presenta un tiempo muerto en la noche de 8 minutos, por lo que deberá salir de la terminal periférica a las 20:44 horas y llegar al encierro a las 20:52 horas.
  - La unidad 14 presenta un tiempo muerto en la HMD de 8 minutos. Su tiempo de regreso después de la hora pico es también de 8 minutos. Es importante observar la marca (✓) después de las 08:47 horas, la cual indica que la unidad sale de la terminal periférica al encierro a esta hora y llega al encierro a las 08:55 horas (el valor ubicado inmediatamente después de la señal).
  - La unidad 14 presenta un tiempo muerto de  $8\frac{1}{2}$  minutos durante la HMD vespertina (el  $\frac{1}{2}$  minuto adicional con la finalidad de permitir que el tiempo de salida sea en un minuto entero). Esta situación se señala con la palabra *sale* seguida por la hora (16:22), un espacio y la hora de la primera vuelta en dirección centro (16:30 $\frac{1}{2}$ ). Al final de su jornada, la unidad sale de la terminal exterior a las 18:21 horas hacia el encierro y llega 8 minutos después (18:29), valor se anota en la hora de regreso al encierro.
- El tiempo total de operación se calcula y se anota en su columna respectiva. Esta columna se suma para obtener la cantidad total de vehículos-horas requeridas para proporcionar el servicio durante el día.

**Figura 8.19.**  
*Paso 10: Borrador final.*

Departamento de Itinerarios			
usuan			
Número de Itinerario: 2985			
Fecha aplicación: 15 septiembre 1994			
Sustituye itinerario: 2837			
Ejemplar: Teleplico			
Número de Itinerario: 15			
Tipo Itinerario: día hábil			
TENOROS			
Número económico	Hora de salida	Hora de llegada	Tiempo en servicio
1	4:30	4:44	5:19
2	7:08	7:16	7:54
3	5:36	6:40	7:19
4			
5	7:13	7:21	8:00
6	6:37	6:45	7:24
7	7:18	7:26	8:05
8	5:28	5:34	6:11
9			
10			
11			
12			
13	6:46	6:54	7:31
14	7:26	7:34	8:13
15	6:10	6:18	6:58
16	6:53	7:01	7:39
17	7:33	7:41	8:16
18	4:58	5:04	5:46
19	6:59	7:07	7:46
20	6:22	6:30	7:10
Número económico: 2:01 3:01 4:01 4:32/			

[illegible]

**Figura 8.19.**  
*Paso 10: Borrador final.*

- Finalmente, el borrador final pasa a revisión y se procede a su captura e impresión. Se anota el número de itinerario, la fecha en que empieza a aplicarse y el itinerario al que substituye, el nombre del encierro del que provienen las unidades así como otras características ya señaladas en el borrador.

### ***Paso 11. Cálculo de índices de eficiencia***

La eficiencia que se logre en la elaboración de la hoja del despachador dependerá de la relación existente entre el servicio requerido y la velocidad de operación y el tiempo de terminal. Específicamente, la relación entre el servicio requerido y la velocidad de operación determina el valor del tiempo de terminal. Cuanto más pequeño sea este tiempo tanto mejor para la empresa que opere el servicio [3, 8]. Estos índices han sido tratados con anterioridad y se mencionan nuevamente para redondear el procedimiento, siendo éstos:

- *Indice de la eficiencia en la programación de recorrido*, el cual se define como la relación del tiempo total que las unidades se encuentran operando entre la duración total del servicio. En un sistema de autobús este valor se encuentra entre el 70 y el 85%. Para el caso del tren ligero este valor está dentro del rango de 75 y 90%.
- *Indice de eficiencia en la asignación del personal*, el cual se define como la relación entre el tiempo total de los recorridos y el tiempo que se paga. Para el caso de los autobuses el valor se sitúa entre el 80% y el 90% mientras que para el tren ligero este valor oscila entre el 75 y 85% y el cálculo de estos tiempos se define mas adelante.
- *La eficiencia total del itinerario* se obtiene por el producto del índice de eficiencia en la programación de recorrido y el índice de asignación del personal. Así se tiene que el valor recomendado tanto para el sistema de autobuses como de trenes ligeros se encuentra dentro del rango del 55 y 75%.

## **8.4 Asignación de personal (roles de trabajo)**

El proceso de asignación de personal es esencialmente un procedimiento de dividir o cortar los itinerarios mostrados en la hoja del despachador en recorridos que puedan integrarse en jornadas de trabajo para que éstas sean distribuidas entre el personal de operación.



La importancia de preparación de las jornadas de trabajo involucra una adecuada relación laboral además del aspecto económico. La habilidad de la empresa para combinar exitosamente estos dos elementos de una manera constructiva, determina el éxito o fracaso de la prestación del servicio. Esta importancia reside en dos aspectos:

- La publicación de las asignaciones de personal forma la base con la que el personal de operación selecciona su trabajo al determinarse en estos documentos las horas de trabajo de cada operador. Asimismo, establece la cantidad exacta de pagos que cada operador recibe por su trabajo regular y extra.
- A su vez, determina las horas pagadas que la empresa debe cubrir para lograr las horas productivas de trabajo requeridas para prestar el servicio. Asimismo, presenta la cantidad de horas improductivas así como las horas trabajadas en periodo regular y extra junto con varias compensaciones y sanciones relacionadas con el *Contrato Colectivo de Trabajo*.

#### 8.4.1 Factores de control

La elaboración de los recorridos involucra el balancear los elementos de costo que aparecen en el contrato laboral en un esfuerzo para lograr la combinación mas económica dentro de las limitaciones que imponen las condiciones de trabajo. Por este motivo, el *Contrato Colectivo de Trabajo* es la base de partida para esta actividad y requiere de un entendimiento pleno de sus condiciones, requerimientos y disposiciones. A modo de ejemplo se señalan algunos de los aspectos que normalmente se consideran, *mismos que varían de un contrato a otro*, siendo éstos:

- Los itinerarios deben ser ordenados de tal manera que permitan a los operadores trabajar seis días a la semana y aproximadamente ocho horas al día.
- Todos los recorridos regulares deben presentar una duración de aproximadamente ocho horas.
- Ningún recorrido regular debe exceder las 8:45 horas excepto para el 5% del total de recorridos, los cuales no podrán exceder dicho valor por mas de 15 minutos.
- Los recorridos regulares que exceden las 8:45 horas deberán pagar el tiempo adicional una y media veces.

- Todos los recorridos regulares que se operan menos de ocho horas serán pagados como ocho horas.
- Ningún recorrido regular debe dividirse en mas de dos partes, excepto por un 10% del total de recorridos que pueden dividirse en tres partes.
- Debe haber tantos recorridos completos como económicamente sea posible.
- El tiempo entre porciones de recorrido debe ser lo mas corto que sea posible.
- Todos los recorridos nocturnos o tecolote deben ser considerados como recorridos continuos.
- Cualquier recorrido, servicio aislado o jornada especial menor a las 5 horas 20 minutos pagarán el tiempo empleado mas un medio del mismo.
- Cualquier recorrido, servicio aislado o jornada especial mayor a las 5 horas 20 minutos y menor a las ocho horas pagarán ocho horas.
- Cualquier recorrido, servicio aislado o jornada especial mayor a las 8 horas y menor a las 8 horas y 45 minutos pagarán el tiempo empleado.
- En ningún servicio aislado o viaje especial se deberá pagar menos de una hora en función del tiempo mas un medio (excepto en los casos que establezca el Contrato).
- Para recorridos integrados por dos partes y con duración del tiempo de servicio de once horas y no mas de 14 horas, se considerarán los siguientes pagos adicionales:
  - Recorridos con tiempo de servicio entre 11:00 y 11:30 horas: \$0.15 por día.
  - Recorridos con tiempo de servicio entre 11:30 y 12:00 horas: \$0.30 por día.
  - Recorridos con tiempo de servicio entre 12:00 y 12:30 horas: \$0.50 por día.
  - Recorridos con tiempo de servicio entre 12:30 y 13:00 horas: \$0.70 por día.
  - Recorridos con tiempo de servicio entre 13:00 y 13:30 horas: \$0.95 por día.
  - Recorridos con tiempo de servicio entre 13:30 y 14:00 horas: \$1.10 por día.
- Los recorridos con tiempos de servicio mayores a las 13 horas no podrán presentarse en mas del 7% de los recorridos y ningún caso deberá ser mayor a las 14 horas.

- En el caso de hacer relevos en otros puntos distintos al encierro, se le deberá pagar al operador el tiempo que requiere de ir desde/hacia el punto de relevo y el encierro.
- No se paga el tiempo de preparación de la unidad, tanto antes de salir del encierro como al regresar al mismo.

Al asignar las jornadas de trabajo, el encargado de su preparación debe tener presente los siguientes objetivos:

- Generar el mayor número posible de recorridos continuos matutinos como le sea posible.
- Generar el mayor número posible de recorridos continuos vespertinos como le sea posible.
- Mantener la jornada de trabajo cercana a las ocho horas *ya que la diferencia es tiempo improductivo*.
- Mantener la compensación por el tiempo de servicio en un mínimo.
- Mantener los servicios aislados dentro de un mínimo. Es preferible trabajar lo mas posible con recorridos regulares.
- Hacer el itinerario lo mas conveniente posible para los operadores mediante:
  - La limitación de los relevos entre las 09:00 y las 22:00 horas
  - El mantenimiento de tiempos cortos de relevo (por ejemplo, de 15 a 20 minutos) o bien, darle una duración amplia para que el operador pueda ir a su hogar y regresar.
  - El balanceo de las porciones que componen un recorrido de dos partes de tal forma que ninguno de los dos sea una porción corta
  - El mantenimiento en un mínimo el tiempo de servicio entre los recorridos que tienen una duración total menor de 11 horas.

#### 8.4.2 Hoja de subdivisión de recorridos

Esta hoja de apoyo facilita la labor de corte de recorridos la cual establece el tiempo en que cada unidad pasa por el punto de relevo, ya se ubique éste en las terminales o a lo largo de la ruta. Su elaboración requiere de mucho cuidado al basarse la hoja de corte de recorridos en esta hoja. Finalmente, sirve de hoja de revisión para el proceso de corte y para su preparación requiere de la hoja de tiempos de recorrido (Cuadro 8.3) y la hoja del despachador (Figura 8.9).

La ventaja que presenta la hoja de subdivisión es que señala la totalidad de los tiempos de relevo posibles para la ruta en estudio y permite visualizar los momentos en que cada corrida termina mediante una inspección rápida y directa en la hoja en lugar de calcular el tiempo de recorrido al punto de relevo en cada paso. Por lo tanto, esta hoja muestra los tiempos de relevo potenciados en cada dirección. El proceso para su elaboración se describe a continuación:

- Se anota en una hoja similar a la mostrada en la Figura 8.20 el nombre y número de la ruta, el tipo de itinerario, los números económicos de las unidades y la hora de salida de cada unidad, conforme a lo señalado en la hoja del despachador. A su vez, se establecen en el margen derecho las columnas correspondientes a la hora de regreso y el tiempo total en operación.
- El espacio entre las columnas ya establecidas se completa alternando columnas con los encabezados de *C (centro)* y *P (periferia)*, utilizando itálicas o colores con la finalidad de identificar la dirección del viaje rápidamente. Con estos encabezados queda la hoja de subdivisión lista para ser llenada.
- Conforme al requerimiento de no propiciar relevos antes de las 09:00 y después de las 22:00 horas, estos tiempos no se calculan antes o después de dichas horas. En el ejemplo, el señalamiento de relevos se inicia a las 10:00 horas y termina a las 16:00 horas, a excepción del servicio nocturno.
- Los tiempos de relevo se calculan de la siguiente manera:
  - A la hora de salida de la terminal periférica se le agrega el tiempo de recorrido de la terminal periférica al punto de relevo para la corrida en dirección centro
  - A la hora de salida de la terminal central se le agrega el tiempo de recorrido entre la terminal central y el punto de relevo para la corrida en dirección a la periferia.
  - El tiempo de recorrido utilizado debe ser el que se señala para el periodo en consideración, según la hoja de tiempos de recorrido.
- Se facilita el llenado de esta hoja si se anotan primeramente todos los tiempos de relevo en una dirección, por ejemplo, en dirección al centro y posteriormente los que se obtienen en la dirección contraria.
- A manera de ejemplo y utilizando la Figura 8.20 como base de cálculo y tomando los datos correspondientes a la unidad 3, los pasos a seguir son los siguientes:

[illegible]

- Al observar la hoja del despachador se tiene que la hora de salida de la terminal periférica para esta unidad son las 09:55 horas. A este valor le agregamos 7 minutos de tiempo de recorrido hasta el punto de relevo conforme a la hoja de tiempos de recorrido (Cuadro 8.3) dando lugar a que el relevo se efectúe a las 10:02, valor que se coloca en la primera columna *C (centro)* en el renglón correspondiente a la unidad 3 (1).
- La siguiente corrida de la unidad 3 con dirección centro sale a las 10:32, valor al que se le agrega 7 minutos para dar un tiempo de relevo de 10:39. Este valor se anota en la segunda columna *C (centro)* en el renglón correspondiente a la unidad 3 (2).
- Este procedimiento se repite las veces necesarias y se detiene su cálculo en función del momento en que, por experiencia, normalmente no se presentan mas relevos (3, 4).
- Por su parte, a las corridas con dirección periferia se les da el mismo tratamiento anterior. Así, la primera salida en dirección periferia de la terminal central se presenta a las 10:12 horas. Si el tiempo requerido para llegar al punto de relevo es de 10 minutos, entonces la hora de relevo será las 10:22 horas. Este valor se anota en la columna *P (periferia)* correspondiente al tiempo de relevo en dirección periferia, en el renglón dedicado a la unidad 3.
- Al igual que en el caso anterior, este proceso se repite hasta detenerse en el momento en que, por experiencia, ya no se presentarán mas relevos (5, 6, 7, 8).
- El proceso anterior se realiza para todos los recorridos continuos, tales como las unidades 1, 8, 13, 15, 18 y 2.
- Naturalmente, no se presentan tiempos de relevos para la primera o última corrida puesto que el operador está llegando en ese momento al encierro o bien, está empezando a trabajar.
- No se estiman los tiempos de relevo para aquellos recorridos compuestos por unas cuantas corridas. Estas unidades normalmente están a cargo de un operador que saca la unidad del encierro hasta el momento en que la unidad regresa al finalizar su recorrido. Sin embargo, se anota la hora de salida, de regreso y el tiempo total de operación. Así por ejemplo, la unidad 5 sale del encierro a las 07:13 horas y regresa al encierro a las 09:21 horas. Esta misma unidad vuelve a salir a las 14:48 horas y regresa al encierro a las 23:05 horas. En estos casos no se presentan tiempos de relevo, puesto que éste se da en el encierro.

- De acuerdo con la experiencia que tenga el diseñador de itinerarios se puede prescindir de esta hoja de subdivisiones. Sin embargo, esta hoja permite ordenar y hacer mas metódico y exacto el proceso de corte de recorridos, por lo cual se recomienda su uso.

### 8.4.3 Hoja de corte de recorridos

La Figura 8.21 muestra un ejemplo del formato de corte de recorridos, la cual puede dividirse en tres partes:

- **Encabezado**, en la cual se anota información referente al tipo y número de itinerario, la fecha en que se hace efectivo y al que substituye; el nombre del encierro y de la ruta así como su número, la persona que lo autoriza y los puntos de relevo, tanto en dirección centro como en dirección periferia.
- **Contenido**, el cual se subdivide en la parte izquierda correspondiente a los recorridos matutinos y la porción derecha referente a los recorridos vespertinos. A su vez, cada porción se subdivide en columnas, las cuales contienen información relativa al número de recorrido, los tiempos de inicio y terminación de las jornadas así como el tiempo trabajado por jornada, las horas de trabajo (reales, improductivas y pagadas), la duración del servicio y su pago.
- **Resumen**, en la cual se recapitula los resultados de los recorridos y del corte de los mismos. En esta sección se señalan los periodos en que se efectúan los recorridos y sus tipos, así como el número de recorridos, el total de horas de trabajo reales y tiempo permitido, horas pagadas, pagos totales del servicio y tiempos de viajes para cada tipo y periodo.

Con el fin de simplificar el proceso de elaboración de la hoja de corte, se han agregado algunas marcas que facilitan el entendimiento pero que no necesariamente deben integrarse en la hoja a la vez que los tiempos en lugar de aparecer a puño y letra han sido maquinados con el fin de facilitar su lectura. Asimismo, se hará referencia a la celda en cuestión señalando el número y letra correspondiente al renglón y columna, respectivamente.

El diseñador del itinerario deberá contar con una hoja de subdivisión y trabajará con ella conforme el proceso avanza señalando las jornadas que se van utilizando y revisando el tiempo total a lo largo del proceso.

468 Programación del Servicio

HOJA DE CORTE DE RECORRIDOS														
Departamento de Itinerarios										ustran				
Itinerario #:														
Fecha aplicación:														
Sustituye itinerario:														
Encierro:														
		# de ruta:		Tipo Itinerario:		Aprobado: _____ dirección centro: _____ Punto de relevo: _____ dirección periferia: _____								
		Nombre de la ruta: _____												

RECORRIDOS MATUTINOS										RECORRIDOS VESPERTINOS									
Recomido #	Tiempo				Cantidad de horas			Periodo de servicio		Recomido #	Tiempo				Cantidad de horas			Periodo de servicio	
	#	Salida	Trabajado	Regreso	Reales	Improductivas	Pagadas	Horas	Pagado		#	Salida	Trabajado	Regreso	Reales	Improductivas	Pagadas	Horas	Pagado
H	eco	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	eco	R	S	T	U	V	W	X	Y
1	A									1	A								
	B										B								
2	A									2	A								
	B										B								
3	A									3	A								
	B										B								
4	A									4	A								
	B										B								
5	A									5	A								
	B										B								
6	A									6	A								
	B										B								
7	A									7	A								
	B										B								
8	A									8	A								
	B										B								
9	A									9	A								
	B										B								
10	A									10	A								
	B										B								
11	A									11	A								
	B										B								
12	A									12	A								
	B										B								
13	A									13	A								
	B										B								
14	A									14	A								
	B										B								
15	A									15	A								
	B										B								
16	A									16	A								
	B										B								
17	A									17	A								
	B										B								
18	A									18	A								
	B										B								
19	A									19	A								
	B										B								
20	A									20	A								
	B										B								
21	A									21	A								
	B										B								
22	A									22	A								
	B										B								
23	A									23	A								
	B										B								
24	A									24	A								
	B										B								
25	A									25	A								
	B										B								
26	A									26	A								
	B										B								
27	A									27	A								
	B										B								
28	A									28	A								
	B										B								
29	A									29	A								
	B										B								
30	A									30	A								
	B										B								
31	A									31	A								
	B										B								
32	A																		
	B																		
33	A																		
	B																		
34	A																		
	B																		
35	A																		
	B																		
36	A																		
	B																		
37	A																		
	B																		

RESUMEN DE RECORRIDOS									
Periodo del día	Tipo de recorrido	Cantidad de recorridos	Tiempo Real	Operadores			Horas pagadas	Pago tiempo servicio	Tiempo viaje relevo
				Tiempo a 8 horas	Tiempo improductivo	TOTAL			
Mañana	Continuo								
	Aislado								
Tarde	Continuo								
	Aislado								
TOTAL									

S = Salida del encierro    R = Regreso al encierro

**Figura 8.21.**  
Formato para armar el borrador de la hoja de corte.



Al iniciar esta actividad, se desconoce el número de recorridos y las características que tendrán. Es común que se busquen periodos promedio de ocho horas para los recorridos regulares al inicio del corte, siendo recomendable sobrepasar las ocho horas como meta en un inicio, para que el diseñador pueda balancear estos recorridos regulares contra los particionados.

La forma de estimar un parámetro del número deseable de recorridos es dividiendo la cantidad de servicio ofrecido en vehículo-horas entre un número de recorridos. Si suponemos, por ejemplo un total de 20 recorridos regulares y un tiempo de servicio de 164:54 veh-horas tendremos jornadas promedio de 8:15 horas, valor cercano a la meta de 8:00 horas. Por ello, el objetivo del diseñador para este caso es lograr un total de 20 recorridos, mismo que se señala en el borrador de corte.

A continuación, el diseñador enfoca su atención a la porción izquierda de la hoja y empieza a anotar, a partir de la hoja de subdivisión, las primeras unidades conforme van saliendo del encierro. Para ello, se anotan en la mitad superior del renglón correspondiente al recorrido (A), lo cual permite dejar un espacio para las anotaciones posteriores de recorridos y jornadas (B). Las actividades a realizar son las siguientes:

### ***Paso 1. Porción matutina o izquierda de la hoja***

Las actividades que implica este paso son las siguientes, mismas que se muestran en la Figura 8.22, la cual muestra parcialmente la hoja de trabajo:

- Se inicia el proceso anotando la primera salida del encierro correspondiente a la unidad 1 a las 04:36 horas, anotándose este valor en la celda 1A-I y se coloca una marca a continuación de la hora 04:36 en la hoja de subdivisión para indicar que esta anotación ya ha sido efectuada en la hoja de corte.
- A su vez, la segunda unidad que sale del encierro es la unidad 18 a las 04:56 horas, valor que se anota en la celda 2A-I, revisándose este valor contra lo señalado en la hoja de subdivisión.
- Esta actividad se repite para las demás unidades en el orden correspondiente a su salida y se verifica, efectuando el marcaje correspondiente, en la hoja de subdivisión.
- En el caso de unidades con dos jornadas (por ejemplo la unidad 20), la primera salida se verifica a las 06:22 horas valor que se anota en la celda 6A-I y se anota en la hoja de subdivisión. La primera hora de encierro de la unidad 20 es a las 09:47 horas, la cual se anota en la

470 Programación del Servicio

Itinerario #:										HOJA DE CORTE D		RECORRIDOS	
Fecha aplicación:										Departamento d		Itinerarios	
Sustituye itinerario:										ustran			
Encierro:										# de ruta: 15		Tipo itinerario: día	
										Nombre de la ruta: Metro Tasqueña - Tenorios		abil	
RECORRIDOS MATUTINOS													
Recorrido #	#	Salida	Tempo	Regreso	Cantidad de horas			Periodo de servicio		Recorrido #			
H	eco	I	J	K	Reales	Improductivas	Pagadas	Horas	Pagado	Q			
1	A	1	4:36							1			
	B									A			
2	A	18	4:56							2			
	B									B			
3	A	8	5:26							3			
	B									A			
4	A	3	5:56							4			
	B									B			
5	A	15	6:10							5			
	B									A			
6	A	20	6:22	3:25	9:47R					6			
	B									B			
7	A	6	6:37	3:24	10:01R					7			
	B									A			
8	A	13	6:46							8			
	B									B			
9	A	16	6:53	3:26	10:19R					9			
	B									A			
10	A	19	6:59	2:08	9:07R					10			
	B									B			
11	A	2	7:08	1:29	8:37R					11			
	B									A			
12	A	5	7:13	2:08	9:21R					12			
	B									B			
13	A	7	7:18	1:29	8:47R					13			
	B									A			
14	A	14	7:26	1:29	8:55R					14			
	B									B			
15	A	17	7:33	0:51	8:24R					15			
	B									A			
16	A									16			
	B									B			
17	A									17			
	B									A			
18	A									18			
	B									B			
19	A									19			
	B									A			
20	A									20			
	B									B			
21	A									21			
	B									A			
22	A									22			
	B									B			
23	A									23			
	B									A			
24	A									24			
	B									B			
25	A									25			
	B									A			
26	A									26			
	B									B			
27	A									27			
	B									A			
28	A									28			
	B									B			
29	A									29			
	B									A			
30	A									30			
	B									B			
31	A									31			
	B									A			
32	A									32			
	B									B			
33	A									33			
	B									A			
34	A									34			
	B									B			
35	A									35			
	B									A			
36	A									36			
	B									B			
37	A									37			
	B									A			

S = Salida del encierro R = Regreso al encierro

Figura 8.22.

Paso 1: Porción matutina (ampliada).

celda 6A-K. El tiempo trabajado en esta jornada se calcula mediante la resta del tiempo de llegada y el de salida (3:25 horas) y se anota en la celda 6A-J. Este valor también se anota en la hoja de subdivisión a un lado de la jornada matutina correspondiente a la unidad 20, para referencias y revisiones futuras. Esta primera información le indica al diseñador que eventualmente requerirá de una jornada de aproximadamente 4.5 horas para agregársela a la porción matutina de la unidad 20 de tal forma que pueda integrar un recorrido regular de aproximadamente ocho horas de duración.

- La anotación siguiente corresponde a la unidad 6, la cual sale del encierro a las 06:37 horas y regresa a las 10:01 horas, con un tiempo trabajado de 3:24 horas. Estos valores se anotan en las celdas 7A-I, 7A-K y 7A-J, respectivamente y a su vez, se marcan los valores correspondientes de salida y regreso en la hoja de subdivisión y se anota el tiempo trabajado, encerrado en un círculo, en el renglón correspondiente a la unidad 6 a un lado del tiempo de regreso.
- Se prosigue con el procedimiento para todas las unidades matutinas (unidades 13, 16, 19, 2, 5, 7, 14 y 17). Es importante observar que todas, menos la unidad 13, son unidades matutinas que regresan al encierro. Por tal motivo, las celdas correspondientes a la unidad 13 (8A-J y 8A-K) se quedan vacías hasta que se efectúe el cálculo de relevos. En todos los casos se marca en la hoja de subdivisión la selección de dichos valores así como los tiempos trabajados de las unidades (Figura 8.23) para futuras referencias.

### ***Paso 2. Porción vespertina o derecha de la hoja***

Las actividades que implica este paso son las siguientes, las cuales se muestran en la Figura 8.24, la cual muestra parcialmente la hoja de trabajo:

- Una vez finalizada la porción izquierda, el diseñador prosigue a rellenar la porción derecha o vespertina para lo cual enlista todas las unidades que encierran después de las 21:00 horas, ordenándolo progresivamente. Estos valores se anotan en la porción inferior del renglón correspondiente (B) de cada recorrido individual de tal forma que permita dejar espacio para jornadas vespertinas particionadas que pudieran generarse.
- A partir de la hoja de subdivisión, el diseñador encuentra que el primer autobús encierra a las 23:05 horas, siendo la unidad 5 y que, a su

**Figura 8.23.**  
*Hoja de subdivisión auxiliar.*

[illegible]

HOJA DE CORTE DE RECORRIDOS											
Departamento de Itinerarios											
ustran											
Tipo itinerario: día hábil					Aprobado: <input type="text"/>						
Metro Taxqueña - Tenorios					dirección centro: <input type="text"/>						
					Punto de relevo: <input type="text"/>						
					dirección periferia: <input type="text"/>						
Periodo de servicio		Recorrido #	RECORRIDOS VESPERTINOS				Cantidad de horas			Periodo de servicio	
Horas	Pagado		#	Salida	Tiempo	Regreso	Reales	Improductivas	Pagadas	Horas	Pagado
O	P	Q	eco	R	S	T	U	V	W	X	Y
		1 A									
		B	5 S	14:48		23:05 R	8:17				
		2 A									
		B	9 S	15:33		23:57 R	8:24				
		3 A									
		B	6 S	16:06		0:24 R	8:18				
		4 A									
		B	20 S	16:31		1:13 R	8:42				
		5 A									
		B	2	20:21:30		4:40 R	8:19				
		6 A									
		B									
		7 A									
		B									
		8 A									
		B									
		9 A									
		B									
		10 A									
		B									
		11 A									
		B									
		12 A									
		B									
		13 A									
		B									
		14 A									
		B									
		15 A									
		B									
		16 A									
		B									
		17 A									
		B									
		18 A									
		B									
		19 A									
		B									
		20 A									
		B									
		21 A									
		B									
		22 A									
		B									
		23 A									
		B									
		24 A									
		B									
		25 A									
		B									
		26 A									
		B									
		27 A									
		B									
		28 A									
		B									
		29 A									
		B									
		30 A									
		B									
		31 A									
		B									

RESUMEN DE RECORRIDOS									
Periodo del día	Tipo de recorrido	Cantidad de recorridos	Operadores				Horas pagadas	Pago tiempo servicio	Tiempo viaje relevo
			Tiempo Real	Tiempo improductivo a 8 horas	tiempo	TOTAL			
Mañana	Continuo								
	2 porciones								
Tarde	Aislado								
	Continuo								
	2 porciones								
	Aislado								
	TOTAL								

S = Salida del encierro R = Regreso al encierro

Figura 8.24.  
Paso 2: Porción vespertina (ampliada).

vez, salió del encierro a las 14:48 con un tiempo trabajado real para esta unidad de 08:17 horas, por lo que estos valores se anotan en las celdas 1B-R, 1B-T y 1B-U en la porción derecha de la hoja. Todos los valores que se anotan en la columna R están precedidos por el número de la unidad y la letra S (salida). A su vez, se revisa el tiempo de llegada en la hoja de subdivisión; se anota el tiempo trabajado (8:17 horas) a un lado del tiempo de corte de 14:48 horas. El tiempo de 8:17 anterior se suma a las 2:08 horas de tiempo trabajado de la porción matutina de esta misma unidad, lo que da un total de tiempo trabajado de 10:25 horas. Este valor coincide con el tiempo total de 10:25 horas de la hoja de subdivisión, mismo que se marca para señalar que las dos porciones que componen el recorrido de la unidad 5 están correctas y que se ha utilizado todo el tiempo asignado a dicha unidad.

- Se procede de la misma manera para las unidades 9, 6 y 20.
- La siguiente anotación corresponde a la unidad 2 que representa un servicio nocturno, encerrando a las 04:40 horas y cuyo valor se anota en la celda 5B-T. Puesto que el diseñador tiene en mente que los recorridos deben ser aproximadamente de 8 horas, busca un tiempo apropiado para efectuar este relevo para lo cual se *regresa* hacia atrás y selecciona *temporalmente* el tiempo de relevo hacia la periferia de las 20:21 $\frac{1}{2}$  horas y anota este valor en la celda 5B-R. Es importante observar que *no se anota la letra S (salida), ya que se busca indicar un relevo en contraposición a una unidad que sale del encierro*. El tiempo trabajado (8:19 horas) se anota en la celda 5B-U y se señala en la hoja de subdivisión la hora de relevo (20:21 $\frac{1}{2}$ ) y se anota el tiempo trabajado al final del renglón para indicar la cantidad de tiempo de esta unidad que ha sido transferida a la hoja de corte. La hora 04:40 se cancela de la hoja de subdivisión.
- El tiempo de relevo de las 20:21 $\frac{1}{2}$  en la unidad 2 se considera ahora como la hora de encierro en el listado de unidades de la hoja de corte. Esto se relaciona, naturalmente, con el listado de la porción matutina de la unidad 2.

### ***Paso 3. Listado de las unidades restantes***

Las actividades que implica este paso son las que se muestran en la Figura 8.25:

- El diseñador regresa a la porción matutina de la hoja e inicia el listado de cada unidad que regresa antes de las 21:00 horas y que no ha sido

HOJA DE CORTE DE RECORRIDOS														
Departamento de Itinerarios										Aprobado: _____				
ustrian										dirección centro: _____				
# de ruta: 15      Tipo itinerario: día hábil										Punto de relevo: _____				
Nombre de la ruta: Metro Tasqueña - Tenorios										dirección periferia: _____				
RECORRIDOS MATUTINOS														
Recorrido #	Tiempo				Cantidad de horas			Periodo de servicio						
	#	Salida	Trabajado	Regreso	Reales	Improductivas	Pagadas	Horas	Pagado					
H	eco	I	J	K	L	M	N	O	P					
1	A	1	4:36											
	B													
2	A	18	4:56											
	B													
3	A	8	5:26											
	B													
4	A	3	5:56											
	B													
5	A	15	6:10											
	B													
6	A	20	6:22	3:25	9:47R									
	B													
7	A	6	6:37	3:24	10:01R									
	B													
8	A	13	6:46											
	B													
9	A	16	6:53	3:26	10:19R									
	B													
10	A	19	6:59	2:18	9:17R									
	B													
11	A	2	7:08	1:29	8:37R									
	B													
12	A	5	7:13	2:08	9:21R									
	B													
13	A	7	7:18	1:29	8:47R									
	B													
14	A	14	7:26	1:29	8:55R									
	B													
15	A	17	7:33	0:51	8:24R									
	B													
16	A													
	B													
17	A													
	B													
18	A	2 S	15:19	5:02	20:21:30									
	B													
19	A	18			20:25R									
	B													
20	A	8			20:52R									
	B													
21	A													
	B													
22	A													
	B													
23	A													
	B													
24	A													
	B													
25	A													
	B													
26	A													
	B													
27	A													
	B													
28	A													
	B													
29	A													
	B													
30	A													
	B													
31	A													
	B													
32	A													
	B													
33	A													
	B													
34	A													
	B													
35	A													
	B													
36	A													
	B													
37	A													
	B													

RECORRIDOS VESPERTINOS														
Recorrido #	Tiempo				Cantidad de horas			Periodo de servicio						
	#	Salida	Trabajado	Regreso	Reales	Improductivas	Pagadas	Horas	Pagado					
Q	eco	R	S	T	U	V	W	X	Y					
1	A													
	B	5 S	14:48	23:05R	8:17									
2	A													
	B	9 S	15:33	23:57R	8:24									
3	A													
	B	6 S	16:06	0:24R	8:18									
4	A													
	B	20 S	16:31	1:13R	8:42									
5	A													
	B	2	20:21:30	4:40R	8:19									
6	A													
	B													
7	A													
	B													
8	A													
	B													
9	A													
	B													
10	A													
	B													
11	A													
	B													
12	A													
	B													
13	A													
	B													
14	A													
	B													
15	A													
	B													
16	A													
	B													
17	A													
	B													
18	A													
	B													
19	A													
	B													
20	A													
	B													
21	A													
	B													
22	A													
	B													
23	A													
	B													
24	A													
	B													
25	A													
	B													
26	A													
	B													
27	A													
	B													
28	A													
	B													
29	A													
	B													
30	A													
	B													
31	A													
	B													

RESUMEN DE RECORRIDOS									
Periodo del día	Tipo de recorrido	Cantidad de recorridos	Operadores				Pago tiempo servicio	Tiempo viaje relevo	
			Tiempo Real	Tiempo improductivo a 8 horas	Tiempo TOTAL	Horas pagadas			
Mañana	Continuo								
	Aislado								
Tarde	Continuo								
	Aislado								
TOTAL									

S = Salida del encierro

R = Regreso al encierro

Figura 8.25.

Paso 3: Listado de las unidades restantes.

anotada. Al revisar la hoja de subdivisión detecta que se requiere anotar 15 unidades mas, además de la porción no utilizada del recorrido nocturno (unidad 2).

- Asimismo, al revisar la hoja de corte observa que es factible integrar 10 u 11 de las 15 unidades con las porciones matutinas anotadas en los renglones 5 al 15 de la sección matutina. En consecuencia quedan pendientes de anotar cuatro unidades (15 existentes menos 11 posibles), por lo que se deja cuatro renglones para efectuar estas anotaciones.
- Al observar nuevamente la hoja de subdivisión, el diseñador detecta que el último regreso antes del límite de las 21:00 horas corresponde a la unidad 8 y ocurre a las 20:52. Al presentar esta unidad un periodo de servicio de 15:26 horas, eventualmente será posible hacer un recorrido continuo matutino y un recorrido continuo vespertino de él. El valor correspondiente a esta unidad se anota en la celda 19B-K (20:52 regreso). Solamente se cancela el tiempo de encierro en la hoja de subdivisión.
- La siguiente unidad a anotarse, corresponde a la 18, la cual encierra a las 20:25 horas. Se anota el valor en la celda 18B-K y se checa el tiempo de encierro en la hoja de subdivisión.
- La siguiente anotación corresponde al tiempo de relevo de las 20:21½ (unidad 2), mismo que se trata como un tiempo de llegada. Este valor se anota en la celda 17B-K, omitiéndose la letra R puesto que en realidad es un tiempo de relevo. Se anota para esta unidad la hora de salida de las 15:19 en la celda 17B-I, mientras que el tiempo trabajado de 5:02 horas (20:21½ menos 15:19 horas) se anota en la celda 17B-J así como en la porción superior de la unidad 2 en la hoja de subdivisión. Al sumar las tres porciones de esta unidad que ha sido transferida a la hoja de corte (1:29 mas 5:02 mas 8:19 horas) se tiene un periodo de servicio de 14:50 horas que corresponde al tiempo total de la unidad 2 en la hoja de subdivisión.

#### ***Paso 4. Porciones de servicio aislado***

Las actividades que implica este paso son las que se muestran en la Figura 8.26:

- Hasta el momento, se tienen enlistados 23 recorridos, es decir, tres mas de los necesarios. Esto hace que el promedio por recorrido se ubique por abajo del promedio esperado de ocho horas (164:54 horas programadas de servicio entre 23 resulta 7:10 horas). Por lo tanto, se deja de



HOJA DE CORTE DE RECORRIDOS														
Departamento de Itinerarios										Aprobado: _____				
ustran										dirección centro: _____				
# de ruta: 15    Tipo itinerario: día hábil										Punto de relevo: _____				
Nombre de la ruta: Metro Tasqueña - Tenorios										dirección periferia: _____				
RECORRIDOS MATUTINOS														
Recorrido #	Tiempo				Cantidad de horas			Periodo de servicio						
	#	Salida	Trabajado	Regreso	Reales	Improductivas	Pagadas	Horas	Pagado					
H	eco	I	J	K	L	M	N	O	P					
1	A	1	4:36											
	B													
2	A	18	4:56											
	B													
3	A	8	5:26											
	B													
4	A	3	5:56											
	B													
5	A	15	6:10											
	B													
6	A	20	6:22	3:25	9:47R									
	B													
7	A	6	6:37	3:24	10:01R									
	B													
8	A	13	6:46											
	B													
9	A	16	6:53	3:26	10:19R									
	B													
10	A	19	6:59	2:18	9:17R									
	B													
11	A													
	B													
12	A	5	7:13	2:08	9:21R									
	B													
13	A													
	B													
14	A													
	B													
15	A													
	B													
16	A													
	B													
17	A	2 S	15:19	5:02	20:21:30									
	B													
18	A													
	B	18			20:25R									
19	A													
	B	8			20:52R									
20	A													
	B													
21	A													
	B													
22	A													
	B													
23	A													
	B													
24	A													
	B													
25	A													
	B													
26	A													
	B													
27	A													
	B													
28	A													
	B													
29	A													
	B													
30	A													
	B													
31	A													
	B													
32	A													
	B													
33	A													
	B													
34	A													
	B													
35	A													
	B													
36	A													
	B													
37	A													
	B													

RECORRIDOS VESPERTINOS														
Recorrido #	Tiempo				Cantidad de horas			Periodo de servicio						
	#	Salida	Trabajado	Regreso	Reales	Improductivas	Pagadas	Horas	Pagado					
Q	eco	R	S	T	U	V	W	X	Y					
1	A													
	B	5 S	14:48	23:05R	8:17									
2	A													
	B	9 S	15:33	23:57R	8:24									
3	A													
	B	6 S	16:06	0:24R	8:18									
4	A													
	B	20 S	16:31	1:13R	8:42									
5	A													
	B	2	20:21:30	4:40R	8:19									
6	A													
	B													
7	A													
	B													
8	A													
	B													
9	A													
	B													
10	A													
	B													
11	A													
	B													
12	A													
	B													
13	A													
	B	2	7:08	8:37R	1:29									
14	A													
	B	7	7:18	8:47R	1:29									
15	A													
	B	14	7:26	8:55R	1:29									
16	A													
	B	17	7:33	8:24R	0:51									
17	A													
	B				5:18									
18	A													
	B													
19	A													
	B													
20	A													
	B													
21	A													
	B													
22	A													
	B													
23	A													
	B													
24	A													
	B													
25	A													
	B													
26	A													
	B													
27	A													
	B													
28	A													
	B													
29	A													
	B													
30	A													
	B													
31	A													
	B													

RESUMEN DE RECORRIDOS									
Periodo del día	Tipo de recorrido	Cantidad de recorridos	Operadores				Pago tiempo servicio	Tiempo viaje relevo	
			Tiempo Real	Tiempo improductivo a 8 horas	Tiempo	TOTAL			
Mañana	Continuo								
	Aislado								
Tarde	Continuo								
	Aislado								
TOTAL									

S = Salida del encierro

R = Regreso al encierro

Figura 8.26.

Paso 4: Porción de servicios aislados.

enlistar las unidades y se empiezan a quitar los servicios aislados, transfiriéndolos al *tablero de extras*<sup>3</sup> para reducir el número de recorridos. El objetivo consiste en remover el tiempo correspondiente a los servicios aislados, empezando por los recorridos mas cortos. Al observar la hoja de corte de la Figura 8.25, es factible elaborar el Cuadro 8.8, el cual muestra que los recorridos de menor duración son:

Unidad	inicia/termina	Tiempo trabajado
17	07:33 - 08:24	0:51 horas
2	07:08 - 08:37	1:29 horas
7	07:18 - 08:47	1:29 horas
14	07:26 - 08:55	1:29 horas
	<b>Total</b>	<b>5:18 horas</b>

**Cuadro 8.8.**

*Recorridos de menor duración.*

- Si se remueven estos recorridos, implicarán 19 recorridos regulares y en este ajuste de 20 a 19 recorridos, se transferirá el equivalente de un recorrido (8 horas) al *tablero de extras*. Hasta el momento con estos cuatro servicios aislados matutinos, se han removido 5:18 horas quedando pendiente el traslado de aproximadamente tres horas en servicios aislados vespertinos al *tablero de extras* para compensar la revisión de su objetivo. En este momento, la cantidad inscrita en un círculo en la porción superior de la hoja de corte se modifica de 20 a 19, siendo el nuevo objetivo de recorridos regulares totales.
- Se comprueba la duración promedio de cada recorrido bajo el nuevo esquema, teniéndose una reducción de 5:18 horas de servicios aislados matutinos del tiempo total programado de servicio (164:54 horas), resultando un total de 159:36 horas o bien, 8:11 horas para cada uno de los 19 recorridos. Este promedio se antoja un poco alto, indicando la necesidad de transferir mas tiempo de los recorridos regulares a servicios aislados que se presten en el periodo vespertino.

3. Se le llama *tablero de extras* al área de la hoja de corte donde se anotan los servicios aislados, tanto matutinos como vespertinos.

- Se transfiere a la porción central derecha de la hoja de corte los cuatro servicios aislados señalados anteriormente y se borran estos recorridos de su posición original, tal y como se presenta en la Figura 8.26 anterior. En esta transferencia de datos se anotan como tiempos actuales en la columna U los tiempos trabajados.
- Con estas acciones se cuenta con 14 recorridos en la porción matutina mas 5 en la porción vespertina, cumpliéndose con el objetivo de cantidad de recorridos regulares. Por ello, todas las unidades restantes y las porciones de recorridos que se vayan a transferir de la hoja de subdivisión deben combinarse de alguna manera con los 19 recorridos ya enlistados.

### ***Paso 5. Integración de unidades***

Las actividades que implica este paso son las siguientes, las cuales se muestran en la Figura 8.27:

- Al observar la hoja de subdivisión se tiene que la unidad 2 es la última que aparece enlistada con un tiempo de relevo de 20:21½ horas. La siguiente unidad que regresa al encierro es la 13 a las 19:06, representando un tiempo total de 12:20 horas. Por ende, el diseñador trata de encontrar una porción de recorrido en el periodo matutino cercano a las 4 horas de duración para que, al agregársela a la unidad 13, sumen aproximadamente las 16 horas, o bien, dos recorridos. El diseñador asume que es factible integrar con ventajas la porción final de la unidad 13 con la unidad 5 y anota la hora de encierro de la unidad 13 (19:06) en la celda 12B-K, dejando temporalmente estos cambios y marcando este valor en la hoja de subdivisión.
- La siguiente unidad que llega en orden decreciente de tiempo es la unidad 3, encerrando a las 18:46 y un tiempo total de operación de 12:50 horas. El diseñador busca ahora un servicio de aproximadamente tres horas de duración que al agregarse a las 12:50 horas de servicio de la unidad 3, resulte en dos recorridos de 8 horas. Una posibilidad es la unidad 16 en la mañana con un tiempo total de 3:26 horas, dando como resultado esta integración 16:16 horas, o el equivalente a dos recorridos. El encierro de la unidad 3 (18:46 horas) se anota en la hoja de corte en la celda 9B-K y se marca en la hoja de subdivisión.
- A continuación, se revisa la unidad 1, la cual encierra a las 18:41 y presenta un tiempo total de 14:05 horas. Si se combina con la porción

**Figura 8.27.**  
*Paso 5: Integración de unidades.*

matutina de servicio de 2:08 horas de la unidad 19, se tendrá 16:13 horas, o dos recorridos posibles de 8 horas. La hora de encierro de la unidad 1 (18:41 horas) se anota en la celda 10B-K y se marca esta hora en la hoja de subdivisión.

- La siguiente unidad que llega al encierro es la unidad 19, encerrando a las 18:36 y con un tiempo de operación de 2:45 horas. Si se considera nuevamente la unidad 13, celda 12B-K, se tiene que existe un intento de integración para enlazar la unidad 13 con la unidad 5, pero si la porción de 2:45 horas de la unidad 19 puede adicionarse a este total, se tendrá una combinación de 17:13 horas, o bien, poco mas de dos recorridos de ocho horas. Bajo esta circunstancia, el diseñador trata de combinar temporalmente la porción vespertina de la unidad 19 con la correspondiente a la unidad 13. Los tres valores de la unidad 19 en su porción vespertina se anotan en las celdas 8B- I, J y K, mientras que el tiempo utilizado se anota en la hoja de subdivisión, sumado al tiempo utilizado en la porción matutina de la unidad 19 y se confronta con el tiempo total de la unidad 19, efectuando los marcajes necesarios.
- La unidad 15 regresa al encierro a las 18:31 con un tiempo trabajado de 12:21 horas. El diseñador requiere de 3.5 horas para lograr dos recorridos de 8 horas y observa que la porción matutina de la unidad 6 (celda 7A) tiene una duración de 3:24 horas. Este tiempo mas las 12:21 horas para la unidad 15 dan 15:45 horas, o aproximadamente dos recorridos de 8 horas. Con ello, se anota el tiempo de encierro de la unidad 15 en la celda 7B-K y se marca en la hoja de subdivisiones.
- Por otra parte, la unidad 14 regresa al encierro a las 18:29 pero el diseñador sabe que debe asignar mas tiempo de servicios aislados al *tablero de extras* con el fin de balancear la misma ( $\pm 3$  horas). Puesto que el recorrido de la unidad 14 es corto (2:07 horas), empieza a detectar la necesidad de estudiar los recorridos restantes de la tarde y transferir las tres horas restantes al tablero en función de los viajes mas cortos.
- El servicio aislado mas corto de la tarde corresponde a la unidad 11 con 50 minutos de duración por lo que se realizan las anotaciones respectivas en el *tablero de extras* como un servicio vespertino aislado en las celdas 20B-R, T y U. El tiempo trabajado se anota en la hoja de subdivisión y se marca la hora de encierro y el total.
- Una revisión a la hoja de subdivisión detecta la presencia de otros dos servicios aislados correspondientes a las unidades 4 y 7, cada uno con

1:29 horas de duración. Estos valores se anotan en las celdas 21B-R, T y U así como 22B-R, T y U respectivamente y se marcan en la hoja de subdivisión.

- La adición de los tiempos trabajados de estos tres servicios aislados (unidades 11, 4 y 7) suman 3:48 horas, representando aproximadamente las tres horas requeridas para transferir al *tablero de extras*.
- Si se dejan libres los cuatro recorridos continuos matutinos que no pueden ser tocados (celdas 1, 2, 3 y 4) sin reducir el número recorridos de esta naturaleza y que aparecen en el itinerario existente, solo quedan dos opciones bajo el objetivo de lograr 19 recorridos. Estos corresponden a las unidades 15 y 20. Sin embargo, existen 3 unidades que deben ser transferidas de la hoja de subdivisión (unidades 10, 12 y la porción vespertina de la 14) donde se detuvo el proceso al adicionar recorridos regulares a la hoja de corte. Por lo menos una de las unidades deberá ir al *tablero de extras* bajo el objetivo actual. Por lo tanto, habrá por lo menos cuatro servicios vespertinos aislados.
- El diseñador pasa a la hoja de corte y analiza la unidad 20 (renglón 6), la cual representa una porción de 3:25 horas por lo que se requiere entre 4 y 4.5 horas para completar un recorrido de aproximadamente 8 horas. La unidad 10 sale a las 14:17 y regresa a las 18:23 con una duración de 4:06 horas, por lo que esta unidad *se engancha* con la unidad 20 en el renglón 6 para lograr un recorrido de 7:31 horas de duración, como se muestra en las celdas 6B-I, J, K y L. Como en ocasiones anteriores, se anotan y marcan los valores apropiados para la unidad 10 en la hoja de subdivisión.
- Quedan pendientes dos unidades, la 12 y la 14, de las cuales solo una puede ser integrada con una unidad matutina. El diseñador selecciona la mas corta (unidad 14 con 2:07 horas) y la adiciona a los servicios aislados vespertinos en el tablero de extras (renglón 23B y columnas R, T y U). A su vez, anota y checa los valores en la hoja de subdivisión.
- La unidad 12 se anota en la porción matutina de la hoja de corte en las celdas 5B-I, J y K y se checa en la hoja de subdivisiones. A esta altura es recomendable revisar que todas las unidades vespertinas han sido transferidas adecuadamente a la hoja de corte.
- Anteriormente se ha señalado que el diseñador tiene como objetivo lograr recorridos regulares promedio de 8:15 horas. Sin embargo, du-

rante el proceso de ajuste este promedio se modificó a 8:11 horas o menos por lo que se recomienda revisar el promedio actual que se tiene al momento. Esto implica servicios aislados matutino y vespertino por 11:13 horas (5:18 mas 5:55 correspondientes a la celda 17U y 24U), los cuales al ser restados del tiempo total de la hoja del despachador resulta en 153:41 horas de tiempo de recorridos regulares. Este valor al dividirse entre los 19 recorridos da como resultado 8:06 horas, valor cercano al objetivo original de 8:15 horas.

- Con esta última actividad, se tiene que todas las unidades están anotadas en la hoja de corte quedando todo listo para que el diseñador inicie el corte o reparto de recorridos.

### ***Paso 6. Corte de recorridos***

Un aspecto importante es que éste es un proceso dinámico y que nada está predeterminado, por lo que debe prepararse para efectuar tantos cambios como sean necesarios de tal forma que obtenga el mejor resultado del corte de recorridos. La Figura 8.27 anterior muestra la hoja de corte al inicio de este proceso mientras que la Figura 8.28 ilustra las actividades realizadas al finalizar el paso 6. Las actividades que se realizarán son las siguientes:

- En función de su experiencia, el diseñador consideró adecuado iniciar el recorte con la unidad 1, la cual presenta un recorrido de 14:05 horas. Si se integra con una porción de 2 horas en la mañana se obtendrá un recorrido continuo matutino así como otro recorrido regular de 8 horas de duración. La porción factible corresponde a la unidad 19 (celda 10A) con una duración de 2:08 horas, lográndose con ello un recorrido de 16:13 horas. Por lo tanto, la unidad 1 puede ser cortada en dos porciones: una matutina de 8 horas y una porción de 6 horas la cual se puede integrar con la unidad 19.
- Se debe revisar la hoja de subdivisión para encontrar el tiempo de relevo mas cercano que permita un recorrido continuo matutino. De esta manera se identifica que la unidad 1 sale del encierro a las 04:36 horas y el operador puede ser relevado a las 12:44 en su recorrido hacia la periferia con lo que se tiene un recorrido de 8:08 horas de duración. Con el fin de llevar un seguimiento detallado, el diseñador coloca una marca sobre el valor de 12:44 en la hoja de subdivisión y anota el tiempo trabajado al lado izquierdo de la marca. A su vez, se completan las anotaciones en la hoja de corte para la unidad 1 al rellenar la hora de

## 484 Programación del Servicio

HOJA DE CORTE DE RECORRIDOS														
Departamento de Itinerarios										ustran				
Itinerario #: _____		Aprobado: _____												
Fecha aplicación: _____		dirección centro: _____												
Sustituye itinerario: _____		Punto de relevo: _____												
Encierro: _____		dirección periferia: _____												
		# de ruta: 15		Tipo itinerario: día hábil										
		Nombre de la ruta: Metro Tasqueña - Tenorios												

RECORRIDOS MATUTINOS										RECORRIDOS VESPERTINOS											
Recorrido #	H	Tiempo			Cantidad de horas			Periodo de servicio		Recorrido #	Q	Tiempo			Cantidad de horas			Periodo de servicio			
		#	Salida	Trabajado	Regreso	Reales	Improductivas	Pagadas	Horas			Pagado	#	Salida	Trabajado	Regreso	Reales	Improductivas	Pagadas	Horas	Pagado
		eco	I	J	K	L	M	N	O	P			eco	R	S	T	U	V	W	X	Y
1	A	1	4:36		12:44						1	A									
	B					8:08					2	B	5 S	14:48		23:05R	8:17				
2	A	18	4:56		12:38							A									
	B					7:42						B	9 S	15:33		23:57R	8:24				
3	A	8	5:26		13:13							A									
	B					7:47						B	6 S	16:06		0:24R	8:18				
4	A	3	5:56		14:04							A									
	B					8:08						B	20 S	16:31		1:13R	8:42				
5	A	15	6:10		11:17:30							A									
	B	12 S	15:39	2:46	18:25R	7:53						B	2	20:21:30		4:40R	8:19				
6	A	20	6:22	3:25	9:47R	7:31						A									
	B	10 S	14:17	4:06	18:23R							B									
7	A	6	6:37	3:24	10:01R	7:53						A									
	B	15	14:02:30	4:29:00	18:31R							B									
8	A	13	6:46	5:56	12:42							A									
	B	19 S	15:51	2:45	18:36R	8:41						B									
9	A	16	6:53	3:26	10:19R							A									
	B	3	14:04	4:42	18:46R	8:08						B									
10	A	19	6:59	2:08	9:07R							A									
	B	1	12:44	5:57	18:41R	8:05						B									
11	A											A									
	B											B									
12	A	5	7:13	2:08	9:21R							A									
	B	13	12:42	6:24	19:06R	8:32						B									
13	A											A									
	B											B	2	7:08		8:37R	1:29				
14	A											A									
	B											B	7	7:18		8:47R	1:29				
15	A											A									
	B											B	14	7:26		8:55R	1:29				
16	A											A									
	B											B	17	7:33		8:24R	0:51				
17	A	15	11:17:30	2:45	14:02:30							A									
	B	2 S	15:19	5:02	20:21:30	7:47						B									
18	A											A									
	B	18	12:38		20:25R	7:47						B									
19	A											A									
	B	8	13:13		20:52R	7:39						B									
20	A											A									
	B											B									
21	A											A	11 S	16:55		17:45R	0:50				
	B											B	4 S	16:40		18:09R	1:29				
22	A											A									
	B											B	7 S	16:47		18:16R	1:29				
23	A											A									
	B											B	14 S	16:22		18:29R	2:07				
24	A											A									
	B											B									
25	A											A									
	B											B									
26	A											A									
	B											B									
27	A											A									
	B											B									
28	A											A									
	B											B									
29	A											A									
	B											B									
30	A											A									
	B											B									
31	A											A									
	B											B									
32	A											A									
	B											B									
33	A											A									
	B											B									
34	A											A									
	B											B									
35	A											A									
	B											B									
36	A											A									
	B											B									
37	A											A									
	B											B									

RESUMEN DE RECORRIDOS									
Periodo del día	Tipo de recorridos	Cantidad de recorridos	Operadores				Pagos	Tiempo viaje	Tiempo relevo
			Tiempo Real	Tiempo improductivo a 8 horas	Tiempo	TOTAL			
Mañana	Continuo								
	Aislado								
Tarde	Continuo								
	Aislado								
TOTAL									

S = Salida del encierro

R = Regreso al encierro

**Figura 8.28.**  
Paso 6: Corte de recorridos.



relevo (12:44) y el tiempo trabajado de la unidad (8:08) en las celdas 1A-K y L correspondientes.

- El diseñador está ahora en posibilidad de completar la unidad 19 (renglón 10) puesto que la hora de relevo de la unidad 1 es conocida. El tiempo de relevo de la unidad 1 (12:44) se anota en la celda 10B-I y se calcula el tiempo trabajado entre la hora de regreso (18:41 horas) y la hora de relevo (12:44 horas), valor que se anota en la celda 10B-J y que corresponde a 5:57 horas. A su vez, este valor se suma a las 2:08 horas de la unidad 19 con lo que se obtiene un tiempo total trabajado de 8:05 horas (celda 10B-L). La duración de esta porción de la unidad 1 (5:57) se anota en la hoja de subdivisión a la derecha de la marca correspondiente a la hora de relevo y se suma a su porción matutina para obtener 14:05 horas y si el tiempo total concuerda, se marca en la hoja de subdivisión.
- Si se observa la porción matutina de la hoja de corte en su renglón 2A se tiene que la unidad 18, con una duración de 15:29 horas es susceptible de convertirlo en un recorrido continuo matutino. Al no haber porciones disponibles que permitan una combinación para incrementar su duración, es factible cortarlo en dos recorridos continuos de  $\pm 7:45$  horas cada uno. Con esta idea en mente, el diseñador revisa la hoja de subdivisión para identificar los tiempos de relevo, seleccionando tentativamente un relevo a las 12:38 como hora de corte. Esto resulta en un tiempo trabajado de 7:42 horas (de 04:56 a 12:38 horas) y se coloca una marca sobre esta hora de relevo en la hoja de subdivisión, anotándose el tiempo trabajado a la izquierda de dicha marca. A su vez, el tiempo de relevo se anota en la celda 2A-K así como el tiempo trabajado en la celda 2A-L para completar las anotaciones.
- La porción restante de la unidad 18 se anota en la celda 18B, celda donde ya ha sido apuntando el tiempo de encierro (20:25 horas). El tiempo de relevo (12:38 horas) se anota en la celda 18B-I, mientras que la duración del recorrido se anota en la celda 18B-L (7:47 horas). Este último valor también se apunta en la hoja de subdivisión a la derecha de la marca correspondiente. La suma de este valor con el tiempo trabajado por la unidad 18 durante el periodo matutino da como resultado 15:29 horas, valor que debe ser igual al mostrado en la hoja de subdivisión y por ende marcado.
- Para la unidad 8 se sigue el mismo proceso anterior, mientras que la unidad 3 se puede integrar con la unidad 16, lográndose un tiempo

de 16:16 horas. Como en los casos anteriores se revisa la hoja de subdivisión para una hora de relevo apropiada y se efectúan las anotaciones correspondientes, tanto en la hoja de corte como en la de subdivisión.

- Al revisar el renglón 5 correspondiente a la unidad 15, el tiempo total de esta unidad en la hoja de subdivisión es de 12:21 horas. Si el diseñador combina esta porción con la porción vespertina de la unidad 12 (2:46 horas) y la porción matutina de la unidad 6 (3:24 horas) se tiene un recorrido total de 18:31 horas, valor que resulta muy alto. Por ello, el diseñador busca otra combinación que le permita mantenerse dentro del promedio de las ocho horas. El renglón 17 correspondiente a la unidad 2 muestra una porción de 5:02 horas. Si es factible remover una porción de 2.5 horas de una combinación de las unidades 15, 12 y 6 para ofrecer a la unidad 2 un recorrido cercano a las ocho horas, tal vez esta combinación se reduzca a dos recorridos de aproximadamente ocho horas cada uno. Al observar detenidamente, el diseñador detecta que la unidad 12 (celda 5B-J) es una porción vespertina de 2:46 horas de duración. En el caso de quitar 5 horas a la porción matutina de la unidad 15 y combinarla con la unidad 12, se tendrá un recorrido cercano a las 8 horas. Con ello en mente, procede a revisar la hoja de subdivisión y selecciona un relevo a las 11:17<sup>1</sup>/<sub>2</sub> que da una duración de 5:07 horas para esta porción. Estos valores se anotan en las celdas 5A-K y 5A-J, respectivamente, mientras que el tiempo total trabajado (5:07 mas 2:46, equivale a 7:53 horas) se anota en la celda 5B-L. Como es costumbre, se colocan las marcas y valores correspondientes en la hoja de subdivisión para señalar el intercambio con la unidad 15.
- El diseñador continúa con la repartición de la unidad 15 para lo cual considera el renglón 17 correspondiente a la unidad 2 y con una porción de 5.02 horas. Anota la unidad 15 y su tiempo de relevo en la celda 17A-I, consultando nuevamente la hoja de subdivisión para establecer otra hora de relevo que le ofrezca una porción de aproximadamente 3 horas. El relevo en dirección centro a las 14:02<sup>1</sup>/<sub>2</sub> ofrecerá una porción de 2:45 horas, la cual en combinación con la porción de 5:02 horas de la unidad 2, suma un total de 7:47 horas. Se anota en la celda 17A-K la nueva hora de relevo (14:02 horas) así como el tiempo trabajado (2:45) y el tiempo total (7:47) en las celdas 17A-J y L, respectivamente. Se deben señalar estos valores en los lugares correspondientes de la hoja de subdivisión.

- Se prosigue con el recorte de la unidad 15 para lo cual se detecta que el renglón 7A correspondiente a la unidad 6 puede ser una posibilidad. Se tiene un remanente de tiempo de 4:29 horas para la unidad 15 que, al sumarse a la porción matutina de 3:24 horas de la unidad 6, ofrece la posibilidad de un recorrido regular de 7:53 horas, por lo que se anotan estos valores en la hoja de corte (celdas 7B-I, J y L) así como en la hoja de subdivisión.
- Es importante señalar que la unidad 15 en vez de ser utilizada como un recorrido continuo matutino se partió en tres porciones en un intento de recorte que permitiera cubrir las unidades 12, 6 y 2 y que apoyara en la construcción de un recorrido regular conformado por dos porciones de aproximadamente 8 horas de duración. Las tres porciones de la unidad 15 se combinan para ofrecer las 12:21 horas de esta unidad, cancelándose la anotación del tiempo total en la hoja de subdivisión. La partición lograda se muestra en el Cuadro 8.9.
- A estas alturas, el diseñador ha considerado 17 de los 19 recorridos regulares que busca lograr, por lo que los valores de la hora de relevo y duración correspondientes a los renglones 8 y 12 de la unidad 13 se integran a las unidades 19 y 5. La unidad 13 tiene un recorrido de 12:20 horas, mientras que la duración del recorrido de la unidad 19 es de 2:45 horas a la vez que la unidad 5 presenta una duración de 2:08 horas. Esta combinación de unidades suma un total de 17:13 horas, o bien dos recorridos de 8:36 horas. Se selecciona un relevo en dirección centro a las 12:42 para la unidad 13 y se efectúan las anotaciones correspondientes en la hoja de subdivisión así como en la hoja de corte (celdas 8A-J, K y L y 12B-I, J y L). La duración de estos recorridos es aceptable completándose con esta actividad el recorte de recorridos.

Tiempo trabajado	Combinación con la unidad
5:07 horas	12
4:29 horas	6
2:45 horas	2
<b>12:21 horas (total)</b>	

**Cuadro 8.9.**  
Partición del recorrido de la unidad 15.

**Paso 7. Cálculo del tiempo de servicio<sup>4</sup> y pagos**

El siguiente paso consiste en calcular el tiempo trabajado para todos los recorridos regulares integrados por dos porciones de tal forma que se conozca el tiempo de pago por la jornada de servicio. Los criterios se señalaron en el inciso 8.4.1 y se aplicarán para llenar las columnas O y P de la hoja de corte, como se muestra en la Figura 8.29. A manera de ejemplo, se tiene el Cuadro 8.10:

Celda	Hora de	
5A-I	salida	06:10 horas
5B-K	regreso	18:25 horas
Tiempo total de servicio		12:15 horas
Pago total de servicio		\$0.50

**Cuadro 8.10.**  
*Tiempo de servicio.*

La información anterior se anota en las celdas 5O y 5P y se realiza el cálculo anterior para todos los recorridos conformados por dos porciones. En el caso de la celda 17, el tiempo de servicio es de 9:04, valor menor a las 11 horas por lo que no se considera pago adicional y se procede a colocar un guión en la celda 17P. La suma de estos pagos se anota en la celda 20P.

**Paso 8. Intercambio de porciones para reducir el pago de servicio y el tiempo improductivo<sup>5</sup>**

El siguiente paso consiste en reducir el pago del servicio y decrementar la cantidad de tiempo improductivo mediante la combinación de diferentes porciones en la hoja de corte. Las actividades a efectuar son las siguientes:

- El diseñador inicia con el último recorrido en la porción matutina de la hoja que muestra anotaciones en la columna P, correspondiendo en este caso a la combinación de recorridos del renglón 12. Procede a

4. Por tiempo de servicio se entiende el tiempo entre el inicio y la terminación de un recorrido compuesto por dos o mas porciones.

5. Se entiende por tiempo improductivo las bonificaciones en tiempo que se pagan por horas no trabajadas de tal manera que el tiempo total pagado por un recorrido sea igual al tiempo mínimo garantizado.

HOJA DE CORTE DE RECORRIDOS														
Departamento de Itinerarios										Aprobado: _____				
ustran										dirección centro: _____				
# de ruta: 15      Tipo itinerario: día hábil										Punto de relevo: _____				
Nombre de la ruta: Metro Tasqueña - Tenorios										dirección periferia: _____				

RECORRIDOS MATUTINOS														
Recorrido #	H	Tiempo			Cantidad de horas			Periodo de servicio						
		# Salida eco	Trabajado I	Regreso J	Reales L	Improductivas M	Pagadas N	Horas O	Pagado P					
1	A	1	4:36	12:44										
	B				8:08									
2	A	18	4:56	12:38										
	B				7:42									
3	A	8	5:26	13:13										
	B				7:47									
4	A	3	5:56	14:04										
	B				8:08									
5	A	15	6:10	5:07	11:17:30									
	B	12 S	15:39	2:46	18:25R			12:15	\$0.50					
6	A	20	6:22	3:25	9:47R									
	B	10 S	14:17	4:06	18:23R			12:01	\$0.50					
7	A	6	6:37	3:24	10:01R									
	B	15	14:02:30	4:29	18:31R			11:54	\$0.30					
8	A	13	6:46	5:56	12:42									
	B	19 S	15:51	2:45	18:36R			11:50	\$0.30					
9	A	16	6:53	3:26	10:19R									
	B	3	14:04	4:42	18:46R			11:53	\$0.30					
10	A	19	6:59	2:08	9:07R									
	B	1	12:44	5:57	18:41R			11:42	\$0.30					
11	A													
	B													
12	A	5	7:13	2:08	9:21R									
	B	13	12:42	6:24	19:06R			11:53	\$0.30					
13	A													
	B													
14	A													
	B													
15	A													
	B													
16	A													
	B													
17	A	15	11:17:30	2:45	14:02:30									
	B	2 S	15:19	5:02	20:21:30			9:04	\$0.00					
18	A													
	B	18	12:38		20:25R									
19	A													
	B	8	13:13		20:52R									
20	A								\$2.50					
	B													
21	A													
	B													
22	A													
	B													
23	A													
	B													
24	A													
	B													
25	A													
	B													
26	A													
	B													
27	A													
	B													
28	A													
	B													
29	A													
	B													
30	A													
	B													
31	A													
	B													
32	A													
	B													
33	A													
	B													
34	A													
	B													
35	A													
	B													
36	A													
	B													
37	A													
	B													

RECORRIDOS VESPERTINOS														
Recorrido #	Q	Tiempo			Cantidad de horas			Periodo de servicio						
		# Salida eco	Trabajado R	Regreso S	Reales U	Improductivas V	Pagadas W	Horas X	Pagado Y					
1	A													
	B	5 S	14:48		23:05R			8:17						
2	A													
	B	9 S	15:33		23:57R			8:24						
3	A													
	B	6 S	16:06		0:24R			8:18						
4	A													
	B	20 S	16:31		1:13R			8:42						
5	A													
	B	2	20:21:30		4:40R			8:19						
6	A													
	B													
7	A													
	B													
8	A													
	B													
9	A													
	B													
10	A													
	B													
11	A													
	B													
12	A													
	B													
13	A													
	B	2	7:08		8:37R			1:29						
14	A													
	B	7	7:18		8:47R			1:29						
15	A													
	B	14	7:26		8:55R			1:29						
16	A													
	B	17	7:33		8:24R			0:51						
17	A							5:18						
	B													
18	A													
	B													
19	A													
	B													
20	A													
	B	11 S	16:55		17:45R			0:50						
21	A													
	B	4 S	16:40		18:09R			1:29						
22	A													
	B	7 S	16:47		18:16R			1:29						
23	A													
	B	14 S	16:22		18:29R			2:07						
24	A							5:55						
	B													
25	A													
	B													
26	A													
	B													
27	A													
	B													
28	A													
	B													
29	A													
	B													
30	A													
	B													
31	A													
	B													

RESUMEN DE RECORRIDOS									
Periodo del día	Tipo de recorrido	Cantidad de recorridos	Operadores				Pago tiempo servicio	Tiempo viaje relevo	
			Tiempo Real	Tiempo improductivo a 8 horas	Tiempo	TOTAL			
Mañana	Continuo								
	Aislado								
Tarde	Continuo								
	Aislado								
TOTAL									

S = Salida del encierro

R = Regreso al encierro

Figura 8.29.

Paso 7: Cálculo del tiempo de servicio y pagos.

considerar la duración y cantidad de servicio de la combinación considerada mediante la búsqueda de porciones con duraciones equivalentes que permitan reducir el tiempo entre la primera salida y el último regreso de tal forma que se reduzca la duración de servicio y las horas de pago.

- Al observar la hoja de corte de la Figura 8.29 el diseñador compara la celda 12B con la unidad de la celda 10B, detectando que la primera celda es una porción de 6:24 horas mientras que la segunda es de 5:57 horas. La hora de regreso de 10B es las 18:41 en comparación con las 19:06 horas de la 12B. Si por ejemplo, se moviera la unidad 13 de la celda 12B hacia la celda 10B para integrarla con la unidad 19 que sale a las 06:59 horas (celda 10A-I), el tiempo de servicio sería de 12:07 en lugar de las 11:42 horas actuales, implicando con ello incrementar el pago de servicio de \$0.30 a \$0.50 (una pérdida de \$0.20 por día). A su vez, la unidad 1 puede *bajarse* de la celda 10B a la celda 12B para conectarse con la unidad 5, con un tiempo de salida de 07:13 horas. El nuevo valor del servicio irá de las 07:13 a las 18:41 horas, o bien 11:28 horas en lugar de las 11:53 horas anteriores. Esto reducirá el pago del servicio en el renglón 12 de \$0.30 a \$0.15, es decir un ahorro de \$0.15. En el intercambio, la empresa perderá \$0.20 en el primer enroque y ganará \$0.15 en el segundo, lo que implica una pérdida neta de \$0.05 por día en la transacción total.
- Es necesario que antes de tomar la decisión del intercambio, se revise también el cambio que se producirá en la cantidad de *tiempo improductivo*. Puesto que ambas porciones matutinas en los renglones 10 y 12 son de igual duración (2:08 horas), el tiempo total trabajado para la combinación será la misma en cualquier caso. Por lo tanto, no habrá cambio alguno en el tiempo improductivo como resultado del intercambio y la pérdida de \$0.05 por día no se eliminará por lo que no existe ninguna ventaja para la empresa. Bajo esta circunstancia, el intercambio no se efectuará.
- Se procede con las demás porciones siguiendo el mismo esquema de comparación y se observan las ventajas de ahorros/pérdidas en los pagos por servicios y los ahorros/pérdidas por tiempos improductivos. Así por ejemplo al comparar la celda 9B con la celda 6B se tiene que el tiempo de servicio se mantendrá igual después del enroque pero que se podrá ahorrar un minuto en el tiempo permitido mediante este intercambio. Si bien la ganancia es pequeña se considera

válida y se intercambian las anotaciones en la celda 6A con éstas en la celda 9A.

- En la práctica, el diseñador utiliza simplemente un lápiz y su borrador para hacer estos cambios. Sin embargo, con el fin de que el lector conozca el procedimiento, la Figura 8.30 muestra una segunda hoja de corte auxiliar en la cual el lector encontrará que los renglones 5, 7, 8, 10, 12 y 17 son iguales a los de la Figura 8.29 pero que los renglones 6 y 9 presentan el enroque de acuerdo a los movimientos descritos anteriormente. La ubicación del servicio cambia pero aun es \$0.50 mas \$0.30 en un caso contra \$0.30 mas \$0.50 en el otro. En la Figura 8.29 anterior, el renglón 6 muestra un tiempo improductivo a 8 horas de trabajo mínimo pagado de 29 minutos (7:31 horas reales trabajadas), mientras que en la Figura 8.30 el renglón 6 muestra un tiempo improductivo de 28 minutos (contra 7:32 horas reales). Si bien el ahorro puede parecer insignificante, permite ilustrar un principio que trae ahorros anuales importantes a la empresa, pudiendo ser los ahorros por estos enroques de hasta 30 minutos por intercambio.
- Puesto que la celda 9B ha cambiado (Figura 8.30), se debe comparar nuevamente con todos los recorridos de dos porciones que se encuentran antes de él en la lista. La celda 8B es muy corta para el intercambio; es posible un enroque con la celda 7B pero induciría a una pérdida de \$0.20 por día en pago por servicio; las celdas 9B y 6B han sido intercambiadas para ahorrar un minuto de tiempo improductivo y; 5B es muy corto para el intercambio.
- Igualmente, las celdas 8B, 7B y 6B se comparan con otras celdas encontrándose que no reportan beneficio alguno a la empresa, por lo que se da por terminado el proceso de enrocamiento de porciones de recorrido que permiten reducir el pago por servicio y así como el tiempo permisible.

### ***Paso 9. Balanceo de recorridos***

Este paso consiste en observar que cada operador obtiene un reparto equitativo del trabajo que se tiene que realizar, a la vez de revisar el tiempo improductivo. Para ello, cada unidad debe ser seguida a lo largo de todas sus porciones y comparándose con unidades posteriores hasta que se llega a la última porción (que es la que se retira al encierro), en la que se logran equilibrar los recorridos. Las actividades a realizar son las siguientes:

492 Programación del Servicio

Itinerario #:

Fecha aplicación:

Sustituye itinerario:

Encierro:

HOJA DE CORTE DE RECORRIDOS

Departamento de Itinerarios

ustran

Aprobado:

dirección centro:

Punto de relevo:

dirección periferia:

# de ruta: 15

Tipo itinerario: día hábil

Nombre de la ruta: Metro Tasqueña - Tenorios

Recorrido #	RECORRIDOS MATUTINOS							Periodo de servicio	
	#	Tiempo		Regreso	Cantidad de horas				
		Salida	Trabajado		Reales	Improductivas	Pagadas		
H	eco	I	J	K	L	M	N	O	P
1	A								
	B								
2	A								
	B								
3	A								
	B								
4	A								
	B								
5	A	15	6:10	(5:07)	11:17:30				
	B	12 S	15:39	(2:46)	18:25R	7:53		12:15	\$0.50
6	A	16	6:53	(3:26)	10:19R				
	B	10 S	14:17	(4:06)	18:23R	7:32		11:30	\$0.30
7	A	6	6:37	(3:25)	10:01R				
	B	15	14:02:30	(4:29)	18:31R	7:53		11:54	\$0.30
8	A	13	6:46	(5:56)	12:42				
	B	19 S	15:51	(2:45)	18:36R	8:41		11:50	\$0.30
9	A	20	6:22	(3:25)	9:47R				
	B	3	14:04	(4:42)	18:46R	8:07		12:24	\$0.50
10	A	19	6:59	(2:08)	9:07R				
	B	1	12:44	(5:57)	18:41R	8:05		11:42	\$0.30
11	A								
	B								
12	A	5	7:13	(2:08)	9:21R				
	B	13	12:42	(6:24)	19:06R	8:32		11:53	\$0.30
13	A								
	B								
14	A								
	B								
15	A								
	B								
16	A								
	B								
17	A	15	11:17:30	(2:45)	14:02:30				
	B	2 S	15:19	(5:20)	20:39	8:05		9:21	\$0.00
18	A				20:21:30	7:47			
	B								
19	A								
	B								
20	A								
	B								
21	A								
	B								
22	A								
	B								
23	A								
	B								
24	A								
	B								
25	A								
	B								
26	A								
	B								
27	A								
	B								
28	A								
	B								
29	A								
	B								
30	A								
	B								
31	A								
	B								
32	A								
	B								
33	A								
	B								
34	A								
	B								
35	A								
	B								
36	A								
	B								
37	A								
	B								

Recorrido #	RECORRIDOS VESPERTINOS							Periodo de servicio	
	#	Tiempo		Regreso	Cantidad de horas				
		Salida	Trabajado		Reales	Improductivas	Pagadas		
Q	eco	R	S	T	U	V	W	X	Y
1	A								
	B								
2	A								
	B								
3	A								
	B								
4	A								
	B								
5	A								
	B	2	20:39:00		4:40R	8:01			
6	A		20:21:30			8:46			
	B								
7	A								
	B								
8	A								
	B								
9	A								
	B								
10	A								
	B								
11	A								
	B								
12	A								
	B								
13	A								
	B								
14	A								
	B								
15	A								
	B								
16	A								
	B								
17	A								
	B								
18	A								
	B								
19	A								
	B								
20	A								
	B								
21	A								
	B								
22	A								
	B								
23	A								
	B								
24	A								
	B								
25	A								
	B								
26	A								
	B								
27	A								
	B								
28	A								
	B								
29	A								
	B								
30	A								
	B								
31	A								
	B								

Periodo del día	Tipo de recorrido	Cantidad de recorridos	Operadores				Pago tiempo servicio	Tiempo viaje relevo
			Tiempo Real	Tiempo improductivo		Horas pagadas		
				a 8 horas	tiempo			
Mañana	Continuo							
	Aislado							
Tarde	Continuo							
	Aislado							
TOTAL								

S = Salida del encierro

R = Regreso al encierro

Figura 8.30.  
Paso 8: Hoja auxiliar de corte.



- El diseñador examina la hoja de subdivisión, empezando por la unidad 1 y sigue las unidades en orden en la hoja de corte. La primera anotación en el lado matutino (celda 1A) muestra un recorrido continuo matutino con una duración de 8:08 horas, el cual es normal y satisfactorio, por lo que se marca a un lado del tiempo actual en la hoja de corte, tal y como se muestra en la Figura 8.31 (ver punto D).
- La porción restante de la unidad 1 se ubica en la celda 10B, donde como parte de un recorrido de dos porciones, presenta un tiempo total de 8:05 horas. Al observar la hoja de subdivisión, el diseñador selecciona un tiempo de relevo mas temprano (12:24 horas) para esta unidad, con lo que se recorta el renglón 1 de 8:08 horas a 7:48 horas y aumenta el valor del renglón 10 de 8:05 a 8:25 horas. Este cambio implica que el renglón 1 baja a menos de 8 horas dando como resultado *tiempo improductivo* (pagado, pero no trabajado) ocasionando un desbalance en el trabajo. Por lo tanto, este cambio no se efectúa y se marca (↯) en la hoja de corte la aceptación del tiempo actual de 8:05 horas (ver punto E) en el renglón 10.
- El proceso continúa, para lo cual la unidad 18 (celdas 2A y 18B) se muestra en dos porciones con tiempos actuales de 7:42 y 7:47 horas. En ambos casos sus valores son similares y cercanos a las ocho horas por lo que se marcan de aceptados. En el mismo caso se encuentran las unidades 8 (celdas 3A y 19B) y 3 (renglón 4 y 9), por lo que se marcan de aceptados (↯).
- Se revisa la unidad 15 (celdas 5A y 7B), las cuales se encuentran balanceadas (7:53 vs 7:53) por lo que no se intercambia nada. Las unidades 20 y 10 (celdas 6A y 6B) son ambas porciones que regresan y salen del encierro por lo que no se pueden efectuar cambios. Los renglones 8 y 12 incluyen porciones de la unidad 13 por lo que se revisan para detectar un posible intercambio, pero al observar que existe solamente una diferencia de 9 minutos entre ellas (8:41 vs 8:32) no se considera un enroque.
- Al observar la porción derecha o vespertina de la hoja, el diseñador analiza el renglón 1 correspondiente a la unidad 5, la cual es una porción que encierra en la cual no se puede hacer nada, por lo que su tiempo de recorrido (8:17) se acepta. En el mismo caso se encuentran las unidades 9, 6 y 20 en los renglones 2, 3, y 4.
- El siguiente valor corresponde a la porción tardía del servicio nocturno y designado como unidad 2. La porción matutina se muestra en el

## 494 Programación del Servicio

HOJA DE CORTE DE RECORRIDOS														
Departamento de Itinerarios										ustran				
Itinerario #: _____												Aprobado: _____		
Fecha aplicación: _____												dirección centro: _____		
Sustituye itinerario: _____												Punto de relevo: _____		
Encierro: _____												dirección periferia: _____		
		# de ruta: 15		Tipo itinerario: día hábil										
		Nombre de la ruta: Metro Tasqueña - Tenorios												

RECORRIDOS MATUTINOS										RECORRIDOS VESPERTINOS											
Recorrido #	H	Tiempo			Cantidad de horas			Periodo de servicio		Recorrido #	Q	Tiempo			Cantidad de horas			Periodo de servicio			
		#	Salida	Trabajado	Regreso	Reales	Improductivas	Pagadas	Horas			Pagado	#	Salida	Trabajado	Regreso	Reales	Improductivas	Pagadas	Horas	Pagado
		eco	I	J	K	L	M	N	O	P			eco	R	S	T	U	V	W	X	Y
1	A	1	4:36		12:44						1	A									
	B					8:08	← D				2	B	5 S	14:48		23:05R	8:17	↓			
2	A	18	4:56		12:38						3	A									
	B					7:42	↓				4	B	9 S	15:33		23:57R	8:24	↓			
3	A	8	5:26		13:13						5	A									
	B					7:47	↓				6	B	6 S	16:06		0:24R	8:18	↓			
4	A	3	5:56		14:04						7	A									
	B					8:08	↓				8	B	20 S	16:31		1:13R	8:42	↓			
5	A	15	6:10	5:07	11:17:30						9	A									
	B	12 S	15:39	2:46	18:25R	7:53	↓		12:15	\$0.50	10	B	2	20:39		4:40R	8:01	↓			
6	A	16	6:53	3:26	10:19R						11	A									
	B	10 S	14:17	4:06	18:23R	7:32	↓		11:30	\$0.30	12	B									
7	A	6	6:37	3:24	10:01R						13	A									
	B	15	14:02:30	4:29	18:31R	7:53	↓		11:54	\$0.30	14	B									
8	A	13	6:46	5:56	12:42						15	A									
	B	19 S	15:51	2:45	18:36R	8:41	↓		11:50	\$0.30	16	B									
9	A	20	6:22	3:25	9:47R						17	A									
	B	3	14:04	4:42	18:46R	8:07	↓		12:24	\$0.30	18	B									
10	A	19	6:59	2:08	9:07R						19	A									
	B	1	12:44	5:57	18:41R	8:05	↓	← E	11:42	\$0.30	20	B									
11	A										21	A									
	B										22	B									
12	A	5	7:13	2:08	9:21R						23	A									
	B	13	12:42	6:24	19:06R	8:32	↓		11:53	\$0.30	24	B									
13	A										25	A									
	B										26	B									
14	A										27	A									
	B										28	B									
15	A										29	A									
	B										30	B									
16	A										31	A									
	B										32	B									
17	A	15	11:17:30	2:45	14:02:30						33	A									
	B	2 S	15:19	5:20	20:39	8:05	↓		9:21	\$0.00	34	B									
18	A										35	A									
	B	18	12:38		20:25R	7:47	↓				36	B									
19	A										37	A									
	B	8	13:13		20:52R	7:39	↓			\$2.80	38	B									
20	A										39	A									
	B										40	B									
21	A										41	A									
	B										42	B									
22	A										43	A									
	B										44	B									
23	A										45	A									
	B										46	B									
24	A										47	A									
	B										48	B									
25	A										49	A									
	B										50	B									
26	A										51	A									
	B										52	B									
27	A										53	A									
	B										54	B									
28	A										55	A									
	B										56	B									
29	A										57	A									
	B										58	B									
30	A										59	A									
	B										60	B									
31	A										61	A									
	B										62	B									
32	A										63	A									
	B										64	B									
33	A										65	A									
	B										66	B									
34	A										67	A									
	B										68	B									
35	A										69	A									
	B										70	B									
36	A										71	A									
	B										72	B									
37	A										73	A									
	B										74	B									

RESUMEN DE RECORRIDOS									
Periodo del día	Tipo de recorrido	Cantidad de recorridos	Operadores				Pago tiempo servicio	Tiempo viaje relevo	
			Tiempo Real	Tiempo improductivo a 8 horas	Tiempo	TOTAL			
Mañana	Continuo								
	Aislado								
Tarde	Continuo								
	Aislado								
TOTAL									

S = Salida del encierro      R = Regreso al encierro

**Figura 8.31.**  
Paso 9: Balanceo de recorridos.

lado izquierdo en la celda 17B, donde se combina para producir un recorrido de 7:47 horas, como se muestra en la Figura 8.30 anterior. El diseñador revisa la hoja de subdivisión y selecciona un nuevo tiempo de relevo para la unidad 2 y detecta que el último relevo calculado corresponde a las 20:21 $\frac{1}{2}$  en dirección periferia, el cual ha sido utilizado. Por lo tanto, requiere calcular un relevo en la dirección central (sale de la periferia a las 20:33 mas 6 minutos de tiempo de recorrido para llegar al punto de relevo, resulta en un valor de 20:39), el cual se anota inmediatamente después de las 20:21 $\frac{1}{2}$  en la hoja de subdivisión y se reubica la marca en la parte superior del nuevo relevo y se anotan las nuevas duraciones de las porciones de viaje (5:20 horas en el lado izquierdo y 8:05 horas en el lado derecho de la nueva marca).

- El cambio anterior hace que el diseñador pase de la hoja de subdivisión a la hoja de corte y cambie la hora de relevo (celda 17B) en el lado matutino de las 20:21 $\frac{1}{2}$  a las 20:39 así como el tiempo actual de 7:47 a 8:05 horas (Figuras 8.30 y 8.31). Este cambio ahorra 13 minutos en tiempo improductivo. Al regresar a la celda 5B en la porción vespertina, se modifica el tiempo de relevo de la unidad 2 de las 20:21 $\frac{1}{2}$  a las 20:39 horas y el tiempo actual se reduce de 8:19 a 8:01 horas (Figura 8.30). Este recorrido está por arriba de las ocho horas por lo que el ahorro bruto en tiempo improductivo se convierte en un ahorro neto en tiempo productivo.
- Asimismo, se revisan los servicios aislados con el fin de ver si es factible una integración y se procede de la misma manera para los demás recorridos.

### ***Paso 10. Finalización de la hoja de corte***

La hoja anterior puede reorganizarse para su captura de una manera adecuada, lo cual se realiza mediante la ordenación de los recorridos conforme a la progresión de tiempos en que las unidades son relevadas o que éstas regresan al encierro. Los resultados finales y los pasos a seguir para su cálculo se muestran en la Figura 8.32, siendo éstos:

- Se calculan los tiempos improductivos para cada recorrido (1).
- Se calculan las horas que serán pagadas por cada recorrido. El tiempo trabajado mas los tiempos improductivos dan como resultado las horas pagadas (2).
- Se calculan los totales para las columnas anteriores (3).

## 496 Programación del Servicio

Itinerario #: 2985  
 Fecha aplicación: 15 septiembre 1994  
 Sustituye itinerario: 2837  
 Encierró: Teleplico

HOJA DE CORTE DE RECORRIDOS  
 Departamento de Itinerarios  
 ustran

Aprobado: Armando Pérez  
 dirección centro: Cafetales  
 Punto de relevo: dirección periferia: Santa Ana

# de ruta: 15  
 Tipo Itinerario: día hábil  
 Nombre de la ruta: Metro Tasqueña - Tenorios

29 → VoBo Molinero

Recorrido #	Tiempo			Cantidad de horas			Periodo de servicio	
	# Salida	Trabajado	Regreso	Reales	Improductivas	Pagadas	Horas	Pagado
	eco	I	J	K	L	M	N	O
780	A	18	4:56	12:38	7:42	1	0:18	8:00
781	A	1	4:36	12:44	8:08			8:08
782	A	8	5:26	13:13	7:47	0:13	8:00	
783	A	3	5:56	14:04	8:08			8:08
784	A	16	6:53	2:26	10:19R	7:32	0:28	8:00
785	A	15	6:10	5:07	11:17:30	7:53	0:07	8:00
786	A	6	6:37	3:24	10:01R	7:53	0:07	8:00
787	A	13	6:46	5:56	12:42	8:41		8:41
788	A	19	6:59	2:08	18:36R	8:05		8:05
789	A	20	6:22	3:25	9:47R	8:07		8:07
790	A	5	7:13	2:08	9:21R	8:32		8:32
791	A	18	12:38	20:25R	7:47	0:13	8:00	
792	A	15	11:17:30	2:45	14:02:30	8:05		8:05
793	A	8	13:13	20:52R	7:39	0:21	8:00	
15	A				111:59	1:47	113:46	\$2.50
16	A							
17	A							
18	A							
19	A							
20	A							
21	A							
22	A							
23	A							
24	A							
25	A							
26	A							
27	A							
28	A							
29	A							
30	A							
31	A							
32	A							
33	A							
34	A							
35	A							
36	A							

Recorrido #	Tiempo			Cantidad de horas			Periodo de servicio	
	# Salida	Trabajado	Regreso	Reales	Improductivas	Pagadas	Horas	Pagado
	eco	R	S	T	U	V	W	X
794	A	5	14:48	23:05R	8:17	1	8:17	2
795	A	9	15:33	23:57R	8:24		8:24	
796	A	6	16:06	0:24R	8:18		8:18	
797	A	20	16:31	1:13R	8:42		8:42	
798	A	2	20:39	4:40R	8:01		8:01	
6	A				41:42		41:42	
7	A							
8	A							
9	A							
10	A							
11	A							
12	A							
13	A							
14	A							
15	A							
16	A							
17	A							
18	A							
19	A							
20	A							
21	A							
22	A							
23	A							
24	A							
25	A							
26	A							
27	A							
28	A							
29	A							
30	A							
31	A							

S = Salida del encierro      R = Regreso al encierro

**RESUMEN DE RECORRIDOS**

Periodo del día	Tipo de recorrido	Cantidad de recorridos	Operadores		Horas pagadas	Pago tiempo servicio	Tiempo viaje relevo
			Tiempo Real	Tiempo improductivo a 8 horas			
Mañana	Continuo	6	111:59	1:47	1:47	\$2.50	0.07
	2 porciones	8					0.35
Tarde	Continuo	5	41:42	0:00	0:00	44:42	
	2 porciones	0					

**Figura 8.32.**  
 Paso 10: Finalización de la hoja de corte.

- La mitad del tiempo adicional para los servicios aislados se calcula para cada recorrido aislado. Así por ejemplo, el renglón 12 en la porción vespertina indica 1:29 horas en operación u 89 minutos. La mitad de esta cantidad son 44 minutos, mismos que se agregan a los 89 anteriores, resultando un total de 133 minutos o 2:13 horas (4).
- Cuando el servicio aislado implica menos de una hora se requiere asignar tiempo improductivo suficiente para cumplir con la cláusula que señala el pago mínimo de 1:30 horas para un servicio aislado. Así por ejemplo, el renglón 18 de la porción vespertina señala un tiempo trabajado de 50 minutos, lo que da, bajo el criterio de la mitad del tiempo, 25 minutos adicionales, los que sumados resultan en 75 minutos o 1:15 horas. Puesto que el servicio aislado mínimo es de 1:30 horas de tiempo corrido, la anotación en la columna de tiempo improductivo debe ser de 40 minutos (90 minutos menos los 50 minutos trabajados) para cumplir con la cláusula del *Contrato Colectivo de Trabajo* (5).
- Se determina el total de horas pagadas por los servicios aislados para cada recorrido. El tiempo trabajado mas los tiempos improductivos dan como resultado las horas pagadas (6).
- Se calculan los totales para las columnas para los servicios aislados matutinos y vespertinos (7).
- Se calculan los tiempos de servicio para cada recorrido, conforme se ha explicado anteriormente (8).
- Se anota el pago por servicio en la columna correspondiente para cada recorrido (9).
- Se suma el total del pago por servicios (10).
- Se revisa la hoja de corte contra la hoja del despachador y la hoja de tiempos de recorrido para revisar la exactitud de los relevos y de los tiempos de regreso y salida de las unidades. Para ello, el diseñador marca con un punto cada relevo o tiempo que revisa (11).
- Se calculan nuevamente todos los tiempos para detectar cualquier error en la compensación de tiempos (12).
- Se revisa que el tiempo entre puntos de relevo sea lo suficientemente amplio para que el operador pueda llegar al punto de relevo, comer, entre otras actividades. Dentro de este proceso, el tiempo de regreso o de relevo de una porción matutina se revisa con el tiempo de salida o de relevo de su porción vespertina correspondiente. El tiempo mínimo entre relevos para la ruta en cuestión será de 25 minutos (14).

- Se calculan los tiempos totales actuales en la porción matutina, resultando para este ejemplo de 111:59 horas (16).
- Se calcula nuevamente los tiempos improductivos totales, resultando para este ejemplo en 1:47 horas (17).
- Se calcula el tiempo total actual en la porción vespertina, resultando para este ejemplo de 41:42 horas (20).
- Se calculan nuevamente las columnas de tiempos para los servicios aislados matutinos y vespertinos (23 y 24).
- Con la información calculada en los puntos anteriores es factible rellenar las celdas correspondientes al cuadro resumen de la parte inferior derecha. La cantidad de horas actuales (164:54) resultado de este resumen deben ser iguales a las horas actuales obtenidas en la hoja del despachador (25).
- Se calcula el tiempo de caminata, el cual es un tiempo adicional que se ofrece en el contrato para permitir que el operador que es relevado en el camino después de su porción final de viaje pueda llegar al encierro para entregar sus cuentas. En la ruta en cuestión este tiempo es de 7 minutos. Naturalmente, no se otorga este tiempo en los casos que el operador saca o regresa la unidad al encierro o en los puntos de relevo entre porciones de un recorrido. Al observar la hoja de cortes muestra que tales relevos se presentan en los recorridos matutinos correspondientes a los renglones 1, 2, 3, 4 y 13. Todas las demás porciones finales, tanto matutinas como vespertinas, y los servicios aislados regresan al encierro. Los recorridos que merecen tiempo de caminata son los señalados con un asterisco. Los cinco recorridos multiplicados por el tiempo de caminata asignado de 7 minutos implica un total de 35 minutos totales, mismos que se anotan en el resumen de recorridos (26).
- Los números de recorrido se anotan en la hoja de corte, colocándolos en el orden en que los recorridos regresan al encierro o hacen el relevo, asignándoles una serie en particular. Para el ejemplo en cuestión, esta serie empieza con el número 780, numerando primeramente los recorridos regulares y posteriormente los servicios aislados (27).
- Se completa el encabezado con la información pertinente, se da el visto bueno (28) y se anota su aprobación (29).

Es importante recalcar que algunos cálculos y supuestos dependerán de cada empresa y de cada *Contrato Colectivo de Trabajo*, siendo el propósito de

este ejercicio mostrar una metodología aplicada para la preparación de asignaciones de jornadas y personal.

Una vez terminado el borrador final de la hoja de corte, éste sirve para preparar, con ciertas modificaciones al formato, la guía de operación de la ruta que se seguirá durante la vigencia del itinerario. La Figura 8.33 muestra este resultado mientras que la Figura 8.34 ilustra la hoja final de recorridos de los cuales sus usos se comentarán mas adelante.

<b>GUIA DE OPERACION</b> Departamento de Itinerarios <i>ustran</i> # de ruta: 15      Nombre de la ruta: <b>Metro Tasqueña - Tenorios</b>						
Número económico	Hora de salida	Terminal	Hora de regreso	Terminal	Tiempo trabajado por porción	Tiempo total
1	4:36	Tetepilco	12:44	Tasqueña	8:08	14:05
	12:44	Tasqueña	18:41	Tetepilco	5:57	
18	4:56	Tetepilco	12:38	Tasqueña	7:42	15:29
	12:38	Tasqueña	20:25	Tetepilco	7:47	
8	5:26	Tetepilco	13:13	Tasqueña	7:47	15:26
	13:13	Tasqueña	20:52	Tetepilco	7:39	
3	5:56	Tetepilco	14:04	Tasqueña	8:08	12:50
	14:04	Tasqueña	18:46	Tetepilco	4:42	
15	6:10	Tetepilco	11:17	Tasqueña	5:07	7:13
	11:17	Tasqueña	14:02	Tasqueña	2:45	
	14:02	Tasqueña	18:31	Tetepilco	4:28	
20	6:22	Tetepilco	9:47	Tetepilco	3:25	12:07
	16:31	Tetepilco	1:13	Tetepilco	8:42	
6	6:37	Tetepilco	10:01	Tasqueña	3:24	11:42
	16:06	Tetepilco	0:24	Tetepilco	8:18	
13	6:46	Tetepilco	12:42	Tasqueña	5:56	12:20
	12:42	Tasqueña	19:06	Tetepilco	6:24	
16	6:53	Tetepilco	10:19	Tetepilco	3:26	3:26
19	6:59	Tetepilco	9:07	Tetepilco	2:08	4:53
	15:51	Tetepilco	18:36	Tetepilco	2:45	
2	7:08	Tetepilco	8:37	Tetepilco	1:29	13:21
	15:19	Tetepilco	20:39	Tasqueña	5:20	
	20:39	Tasqueña	4:40	Tetepilco	8:01	
5	7:13	Tetepilco	9:21	Tetepilco	2:08	10:25
	14:48	Tetepilco	23:05	Tetepilco	8:17	
7	7:18	Tetepilco	8:47	Tetepilco	1:29	2:58
	16:47	Tetepilco	18:16	Tetepilco	1:29	
14	7:26	Tetepilco	8:55	Tetepilco	1:29	3:36
	16:22	Tetepilco	18:29	Tetepilco	2:07	
17	7:33	Tetepilco	8:24	Tetepilco	0:51	0:51
10	14:17	Tetepilco	18:23	Tetepilco	4:06	4:06
9	15:33	Tetepilco	23:57	Tetepilco	8:24	8:24
12	15:39	Tetepilco	18:25	Tetepilco	2:46	2:46
4	16:40	Tetepilco	18:09	Tetepilco	1:29	1:29
11	16:55	Tetepilco	17:45	Tetepilco	0:50	0:50
TOTAL:						164:54

**Figura 8.33.**  
Guía de operación.

## 500 Programación del Servicio

Itinerario #: 2985				HOJA DE RECORRIDOS				Aprobado: A. Pérez				
Fecha aplicación: 15 septiembre 1994				Departamento de Itinerarios				dirección centro: Cafetales				
Sustituye itinerario: 2837				ustran								
Encierro: Tetepilco		# de ruta: 15						Punto de relevo:				
Nombre de la ruta: Metro Tasqueña - Tenorios				Tipo itinerario: día hábil				dirección periferia: Santa Ana				
Recorrido Número	Número económico	Hora de						Cantidad de horas			Compensaciones	
		Salida	Regreso	Salida	Regreso	Salida	Regreso	Reales	Impro- ductivas	Pagadas	Recorridos de 2 porciones	Recorridos de 3 porciones
780	18	4:56	12:38					7:42	0:18	8:00		
781	1	4:36	12:44					8:08		8:08		
782	8	5:26	13:13					7:47	0:13	8:00		
783	3	5:56	14:04					8:08		8:08		
784	16	6:53	10:19									
	10			14:17	18:23			7:32	0:28	8:00	\$0.30	
785	15	6:10	11:17									
	12			15:39	18:25			7:53	0:07	8:00	\$0.50	
786	6	6:37	10:01									
	15			14:02	18:31			7:52	0:07	8:00	\$0.30	
787	13	6:46	12:42									
	19			15:51	18:36			8:41		8:41	\$0.30	
788	19	6:59	9:07									
	1			12:44	18:41			8:05		8:05	\$0.30	
789	20	6:22	9:47									
	3			14:04	18:46			8:07		8:07	\$0.50	
790	5	7:13	9:21									
	13			12:42	19:06			8:32		8:32	\$0.30	
791												
	18			12:38	20:25			7:47	0:13	8:00		
792	15	11:17	14:02									
	2			15:19	20:39			8:05		8:05		
793												
	8			13:13	20:52			7:39	0:21	8:00		
794												
	5			14:48	23:05			8:17		8:17		
795												
	9			15:33	23:57			8:24		8:24		
796												
	6			16:06	0:24			8:18		8:18		
797												
	20			16:31	1:13			8:42		8:42		
798												
	2			20:39	4:40			8:01		8:01		
799												
	17	7:33	8:24					0:51	0:39	1:30		
800												
	2	7:08	8:37					1:29	0:44	2:13		
801												
	7	7:18	8:47					1:29	0:44	2:13		
802												
	14	7:26	8:55					1:29	0:44	2:13		
803												
	11			16:55	17:45			0:50	0:40	0:40		
804												
	4			16:40	18:09			1:29	0:44	0:44		
805												
	7			16:47	18:16			1:29	0:44	0:44		
806												
	14			16:22	18:29			2:07	1:03	1:03		

RESUMEN DE RECORRIDOS											
Periodo del día	Tipo de recorrido	Cantidad de recorridos	Operadores				Horas pagadas	Compensación		Tiempo viaje relevo	
			Tiempo Real	Tiempo improductivo		TOTAL		Recorridos de			
				a 8 horas	tiempo			2 porciones	3 porciones		
Mañana	Continuo	6								0:07	
	2 porciones	8									
	3 porciones	0	11:59	1:47		1:47	113:46	\$2.50			
	Aislado	4	5:18		2:51	2:51	8:09			0:35	
Tarde	Continuo	5									
	2 porciones	0									
	3 porciones	0	41:42	0:00		0:00	44:42				
	Aislado	4	5:55		3:11	3:11	9:06				
TOTAL		19 / 8	164:54	1:47	6:02	7:49	172:43	\$2.50		0:35	

**Figura 8.34.**  
Hoja de recorridos.



#### 8.4.4 Asignación de las jornadas por el método gráfico

La Figura 8.35 muestra gráficamente la forma en que las unidades fueron cortadas en recorridos para su asignación al personal. De esta manera se facilita la visualización de un procedimiento largo y detallado.

Una descripción aún mas detallada se muestra en la Figura 8.36 en la cual las barras muestran las diferentes corridas e iniciando con la primera corrida. Cada barra está dividida por los diferentes tiempos considerados tales como:

- tiempo real trabajado
- tiempo improductivo pagado
- tiempo y medio
- tiempo de caminata

Asimismo, se señalan con líneas punteadas los pagos por concepto de recorridos formados por dos o tres porciones y a la extrema derecha aparece un tabulador con las horas que deben pagarse, de acuerdo a la división presentada anteriormente.

#### 8.4.5 Distribución de la información generada

Una vez terminadas las partes que componen un itinerario, es factible hacer llegar de una manera clara, concisa y efectiva la información que de ella sale a las personas interesadas [11]. Existen muchas opciones de la información resultante que debe distribuirse, por lo que se considera como deseable contar mínimamente con los siguientes productos:

**Hoja de recorridos.** La Figura 8.34 anterior muestra un ejemplo de este resumen de recorridos y contiene toda la información esencial de la hoja de corte de recorridos pero en una forma ordenada y simplificada.

**Hoja de asignación de jornadas.** La Figura 8.37 muestra parcialmente esta hoja, la cual recapitula y ordena los resultados de la Figura 8.35 así como la Figura 8.32 en las jornadas que deberán realizarse. Normalmente, se deben preparar hojas similares para los días hábiles; sábados y; domingos y días festivos. Cada jornada se representa por un número. Esta lista debe prepararse para cubrir la totalidad de las rutas (en nuestro ejemplo solo se ha manejado una ruta) y considerar algunas jornadas abiertas donde nada se asigna.

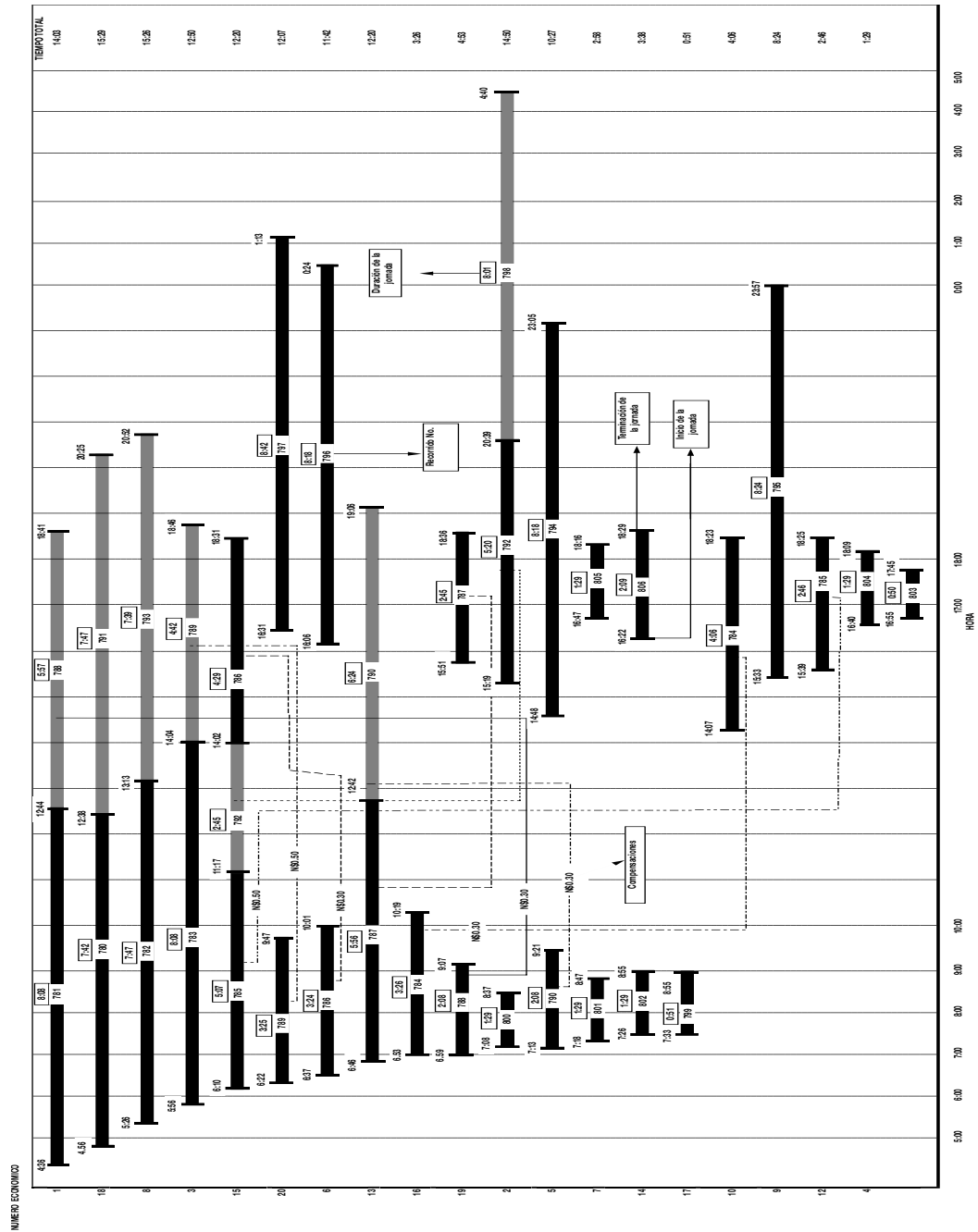


Figura 8.35.  
Asignación de jornadas por el método gráfico.

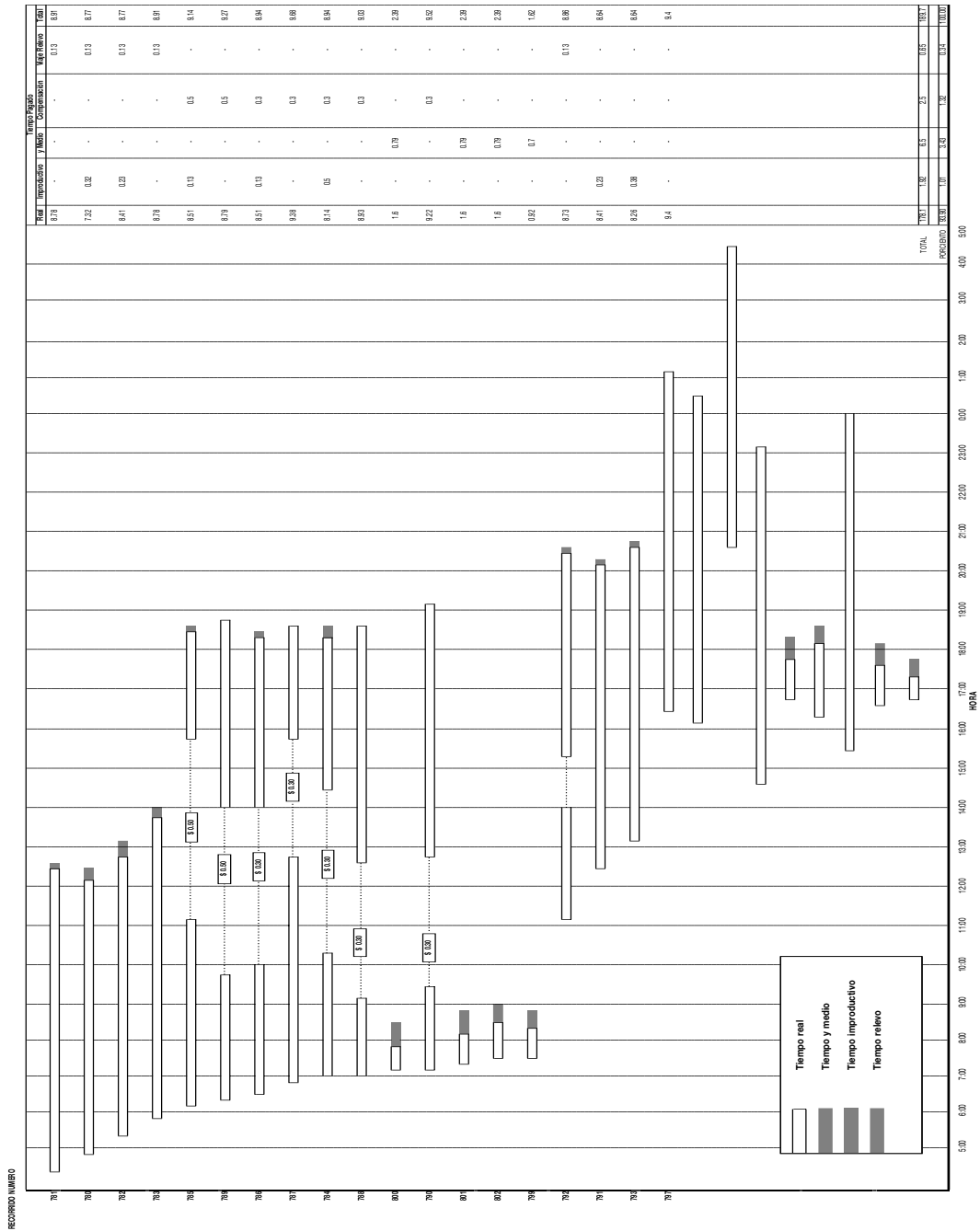


Figura 8.36.  
Costo laboral por corridas individuales.

504 Programación del Servicio

ASIGNACION DE JORNADAS

Departamento de Itinerarios

ustran

JORNADA	RUTA	NUMERO ECONOMICO	ASIGNACION DE TRABAJO		HORAS	JORNADA	RUTA	NUMERO ECONOMICO	ASIGNACION DE TRABAJO		HORAS
			desde	hasta					desde	hasta	
1	Tasqueña Tenorios	1	4:36	12:44	8:08	2	Tasqueña Tenorios	18	4:56	12:38	7:42
				Tiempo de trabajo	8:08					Tiempo de trabajo	7:42
				Improductivo	-					Improductivo	0:18
				Preparación	-					Preparación	-
				Tiempo descanso	-					Tiempo descanso	-
				Tiempo relevo	0:07					Tiempo relevo	0:07
			Total	8:15			Total	8:07			
3	Tasqueña Tenorios	8	5:26	13:13	7:47	4	Tasqueña Tenorios	3	5:56	14:04	8:08
				Tiempo de trabajo	7:47					Tiempo de trabajo	8:08
				Improductivo	0:13					Improductivo	-
				Preparación	-					Preparación	-
				Tiempo descanso	-					Tiempo descanso	-
				Tiempo relevo	0:07					Tiempo relevo	0:07
			Total	8:07			Total	8:15			
5	Tasqueña Tenorios	16 15	6:53 14:17	10:19 18:23	3:26 4:06	6	Tasqueña Tenorios	15 12	6:10 15:39	11:17 18:25	5:07 2:46
				Tiempo de trabajo	7:32					Tiempo de trabajo	7:53
				Improductivo	0:28					Improductivo	0:07
				Preparación	-					Preparación	-
				Tiempo descanso	-					Tiempo descanso	-
				Tiempo relevo	-					Tiempo relevo	-
			Total	8:00			Total	8:00			
7	Tasqueña Tenorios	6 15	6:37 14:02	10:01 18:31	3:24 4:29	8	Tasqueña Tenorios	13 19	6:46 15:51	12:42 18:36	5:56 2:45
				Tiempo de trabajo	7:53					Tiempo de trabajo	8:41
				Improductivo	0:07					Improductivo	-
				Preparación	-					Preparación	-
				Tiempo descanso	-					Tiempo descanso	-
				Tiempo relevo	-					Tiempo relevo	-
			Total	8:00			Total	8:41			
9	Tasqueña Tenorios	19 1	6:59 12:44	9:07 18:41	2:08 5:57	10	Tasqueña Tenorios	20 3	6:22 14:04	9:47 18:46	3:25 4:42
				Tiempo de trabajo	8:05					Tiempo de trabajo	8:07
				Improductivo	-					Improductivo	-
				Preparación	-					Preparación	-
				Tiempo descanso	-					Tiempo descanso	-
				Tiempo relevo	-					Tiempo relevo	-
			Total	8:05			Total	8:07			
11	Tasqueña Tenorios	5 13	7:13 12:42	9:21 19:06	2:08 6:24	12	Tasqueña Tenorios		RESERVA		
				Tiempo de trabajo	8:32					Tiempo de trabajo	
				Improductivo	-					Improductivo	
				Preparación	-					Preparación	
				Tiempo descanso	-					Tiempo descanso	
				Tiempo relevo	-					Tiempo relevo	
			Total	8:32			Total				
13	Tasqueña Tenorios	15 2	11:17 15:19	14:02 20:39	2:45 5:20	14	Tasqueña Tenorios		DIA LIBRE		
				Tiempo de trabajo	8:05					Tiempo de trabajo	
				Improductivo	-					Improductivo	
				Preparación	-					Preparación	
				Tiempo descanso	-					Tiempo descanso	
				Tiempo relevo	0:07					Tiempo relevo	
			Total	8:12			Total				

**Figura 8.37.**  
Asignación de jornadas (parcial).

Esto permite prever las posibilidades de emergencias, enfermedades, días de vacaciones, entre otros. Algunas empresas de transporte manejan jornadas de reserva para cubrir ausencias o situaciones especiales, siendo recomendable manejar uno para el turno matutino y otro para el vespertino.

Las jornadas abiertas pueden utilizarse para que el operador salga a trabajar, como reserva, como día libre, para efectuar trabajo de gabinete o bien una combinación entre ellas. Por su parte, las jornadas de trabajo se establecen exclusivamente para ofrecer el servicio necesario y solo pueden ser substituidas en caso de enfermedad o por vacaciones programadas.

Asimismo, en esta hoja se anota, con diferente color, los tiempos extras y compensaciones que marque el *Contrato Colectivo de Trabajo*.

**Hoja de bloques o grupos de jornadas.** Esta hoja indica las jornadas que cada operador trabajará así como los días de descanso [8, 12]. Para nuestro ejemplo, se ha considerado una semana laboral de seis días con una jornada diaria de aproximadamente ocho horas. Los días sábado y domingo y festivos presentan un comportamiento tal que se requiere un 20% menos de recorridos los días sábado y; un 35% menos los días domingo y festivos. El Cuadro 8.11 muestra el cálculo respectivo.

jornadas regulares de lunes a viernes	$19 \times 5 = 95$
jornadas regulares los sábados	$15 \times 1 = 15$
jornadas regulares los domingos	$12 \times 1 = 12$
<b>Total de jornadas semanales</b>	<b>122</b>

**Cuadro 8.11.**  
*Cálculo de las jornadas semanales.*

Puesto que cada operador trabaja seis días a la semana se requiere de una plantilla de 122 jornadas entre seis días de trabajo, lo que implica a 20 empleados con dos jornadas no cubiertas, o bien, 21 empleados con cuatro jornadas sin una asignación de labores específica. Esto significa que en el caso de una asignación de 20 semanas (esto es, 20 operadores asignados de manera regular) se presentarán 2 jornadas que deberán ser cubiertas por personal de reserva o bien cubiertas con tiempo extra o trabajo en días de descanso. A su vez, una asignación de 21 semanas implica cuatro jornadas libres para cubrir ausencias, enfermedades y otras causas justificadas.

Con esta información se procede a integrar los recorridos regulares de las hojas de corte en bloques de servicios ya sean estos fijos o variables a lo largo de la vigencia del itinerario. De manera general, consiste en ubicar los días libres en cada bloque y después colocar los recorridos mas deseados en la hoja de asignación, iniciando con el primer bloque. Durante el procedimiento de ubicación de las asignaciones de jornadas en los bloques se debe tener presente el *Contrato Colectivo de Trabajo* y sus articulados, entre otros, a:

- espaciamientos entre jornadas
- preferencias en las asignaciones
- duración de las jornadas de trabajo
- días libres

La Figura 8.38 muestra la hoja de bloques para el caso de que estos sean fijos e inamovibles para un operador durante la vigencia del itinerario. En la figura, el número que aparece referenciado entre el bloque y el día se refiere al número de jornada asignada en la Figura 8.37. Algunos sistemas integran estos dos resultados en una sola hoja. En este caso cada operador repite la

HOJA DE BLOQUES DE SERVICIOS							
Departamento de Itinerarios							
ustran							
Número de itinerario: 2985		Aprobado: Pilar Heras		Punto (s) de relevo: Cafetales			
Fecha de vigencia: 15 septiembre 1994		Número de ruta: 15		Santa Ana			
Itine al itinerario: 2837		Ruta: Metro Tasqueña- Tenorios					
BLOQUE	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
1	2	2	2	2	2	1	libre
2	1	1	1	1	1	2	libre
3	3	3	3	3	3	3	libre
4	4	4	4	4	4	4	libre
5	6	6	6	6	6	6	libre
6	10	10	10	10	10	10	libre
7	5	5	5	5	5	5	libre
8	7	7	7	7	7	libre	1
9	9	9	9	libre	9	9	2
10	8	8	8	8	libre	8	3
11	11	11	libre	11	11	11	4
12	12	12	12	12	libre	12	6
13	14	14	libre	14	14	13	7
14	13	13	13	libre	13	14	8
15	15	libre	15	15	15	16	10
16	16	16	16	16	libre	17	11
17	17	17	17	libre	17	18	14
18	18	18	libre	18	18	20	15
19	19	libre	19	19	19	21	16
20	10	libre	11	9	8	11	5
21	libre	15	14	13	12	15	9
22	libre	19	18	17	16	19	13
23							12 EXTRA

**Figura 8.38.**  
Hoja de bloques de servicios.

misma rutina semana a semana durante la vigencia del itinerario y se pretende beneficiar con ello a los operadores con mayor antigüedad al asignárseles los horarios mas convenientes y el día domingo como descanso. En la hoja de la Figura 8.38 los bloques están ordenados de manera decreciente de prioridad, en función de la edad de los operadores. Este procedimiento es el que generalmente se utiliza en los Estados Unidos, Canadá y en algunos casos en México.

Por otra parte, la Figura 8.39 muestra el caso en la que cada bloque corresponde a un operador y éste trabaja todos los recorridos al cabo de un ciclo de jornadas. Al igual que en el caso anterior, es importante ordenar en la *hoja de asignación de jornadas*, los trabajos de tal manera que no se contrapongan con las *Condiciones Generales de Trabajo*.

MES	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
	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M
Bloque 1				Fr	Fr							⊙	Fr	Fr							⊙	Fr	Fr								Fr
Bloque 2					Fr	Fr						⊙	Fr	Fr							⊙	Fr	Fr								
Bloque 3						Fr	Fr						⊙	Fr	Fr							⊙	Fr	Fr							
Bloque 4							Fr	Fr						⊙	Fr	Fr							⊙	Fr	Fr						
Bloque 5						⊙	Fr	Fr							⊙	Fr	Fr							⊙	Fr	Fr					
Bloque 6	Fr						⊙	Fr	Fr							⊙	Fr	Fr							⊙	Fr	Fr				
Bloque 7	Fr	Fr								Fr	Fr							⊙	Fr	Fr							⊙	Fr	Fr		
Bloque 8	⊙	Fr	Fr								Fr	Fr							⊙	Fr	Fr							⊙	Fr	Fr	
Bloque 9		⊙	Fr	Fr								Fr	Fr							⊙	Fr	Fr						⊙	⊙	Fr	Fr

Fr = días hábiles  
 ⊙ = días libres adicionales  
 □ = celda donde se coloca el número de jornada correspondiente

**Figura 8.39.**

*Bloques de servicios continuos.*

**Hoja de despachador.** Esta hoja es distribuida a los cierres de circuito o bases para que el despachador en turno cuente con la información de llegadas y salidas. Asimismo, se hace llegar una copia a los supervisores de ruta. Esta hoja ha sido comentada con amplitud en incisos anteriores.

**Hoja de control.** El propósito de esta hoja [11] es informar a los operadores las corridas que se deben efectuar, de tal forma que la operación de cada unidad se lleve a cabo conforme al itinerario oficial. Estas hojas pueden mostrar al conjunto de recorridos o representar solamente la jornada en cuestión. La Figura 8.40 muestra un ejemplo de este último caso, la cual se le da al operador al inicio de su trabajo. Esta hoja se imprime por ambos lados, mostrando en el anverso el sentido centro-periferia y en reverso el sentido periferia-centro y se plastifica.

## 508 Programación del Servicio

RUTA: <b>15</b>		METRO TASQUEÑA-TENORIOS							ITINERARIO 2895	RECORRIDO 780	SENTIDO C - P
LUNES-VIERNES		Vigencia: 15 septiembre 1994									
Salida del encierro				Metro Tasqueña	Miramontes Santa Ana	Santa Ana Eje 3	Eje 3 Calz. Bombas	Tenorios			Llegada al encierro
4:56				5:04	5:08		5:14	5:20			12:38
				5:46	5:50		5:56	6:02			
				6:24	6:28	6:31	6:35	6:42			
				7:04	7:08	7:11	7:15	7:22			
				7:44	7:48	7:51	7:55	8:02			
				8:22	8:26	8:29	8:33	8:40			
				9:02	9:06		9:12	9:19			
				9:43	9:47		9:53	10:00			
				10:20	10:24		10:30	10:37			
				10:57	11:01		11:07	11:14			
				11:34	11:38		11:44	11:51			
				12:11	12:15		12:21	12:28			

**Figura 8.40.**  
Hoja de control.

**Resumen comparativo.** Este resumen muestra un comparativo del itinerario anterior mostrado en la Figura 8.41 y el vigente y enlista para ambos la información, conjuntamente con las variaciones que se presentaron.

RESUMEN COMPARATIVO															
Itinerario: 2895		Departamento de Itinerarios													
Vigencia: 15.9.94		ustran													
Sustituye itinerario: 2837		Metro Tasqueña - Tenorios													
		Ruta # 15													
		<div> <div>VEH: KM</div> <div>ANTERIOR 2513.1</div> <div>ACTUAL 2596.8</div> </div>													
CONCEPTO		ITINERARIO ANTERIOR # 2.837					ITINERARIO ACTUAL # 2.895					VARIACION			
		HMDm	Valle	HMDv	Noche	Tecolote	HMDm	Valle	HMDv	Noche	Tecolote	HMDm	Valle	HMDv	Tecolote
DATOS GENERALES	Unidades	14	6	17	5	1	15	6	18	5	1	1		1	
	Intervalo	2.5 - 3	6 - 6.5	2 - 2.5	7 - 7.5	60	2.5 - 3	6 - 6.5	2 - 2.5	7 - 7.5	60				
	Tiempo operación	34	34	35	32	28	34	33	34	31	28		-1	-1	-1
	Tiempo terminal	4	4	4	4	32	4	4	4	4	32				
	Tiempo ciclo	38	38	39	36	60	38	37	38	35	60		-1	-1	-1
	Velocidad operación	17.4	17.4	16.9	18.5	21.1	17.4	17.9	17.4	19.0	21.1		0.5	0.5	0.5
	Velocidad comercial	15.6	15.6	15.1	16.4	9.8	15.6	15.9	15.6	16.9	9.8		0.3	0.5	0.5
RECORRIDOS REGULARES	Continuo matutino	5					6					1			
	Continuo vespertino	6					5					-1			
	2 porciones	8					8								
	TOTAL	19					19					-			
RECORRIDOS AISLADOS	Aislado matutino	3					4					1			
	Aislado vespertino	3					4					1			
	TOTAL	6					8					2			
		Abierta 1					Abierta 1					Abierta -			
HORAS DE SERVICIO	Recorridos regulares	152:12					153:41					1:29			
	Recorridos aislados	10:50					11:31					0:23			
	TOTAL	163:02					164:54					1:52			
	Improductivos	2:41					1:47					-0:54			
	Tiempo y medio	5:24					6:02					0:38			
	Relevo	0:35					0:35								
	TOTAL	8:40					8:24					-0:16			
	GRAN TOTAL	171:42					173:18					1:36			
COSTO	Horas pagadas	\$185.44					\$187.17					\$1.73			
	Compensación	2.65					2.50					-0.15			
		\$188.09					\$189.67					\$1.88			

**Figura 8.41.**  
Resumen comparativo.



**Horarios para el usuario.** Este es el resultado último del proceso de preparación de un itinerario, en el cual se le señala al usuario la hora de paso de cada unidad de transporte. La Figura 8.42 muestra un ejemplo de ello.

RUTA METRO TASQUEÑA - TENORIOS												15
DIRECCION: Tenorios - Tasqueña												
	LUNES A VIERNES											
Tenorios	5:53	6:03	6:13	6:23	6:33	6:45	6:50	6:55	7:00	7:05	7:10	7:15
Calzada Bombas	6:01	6:11	6:21	6:31	6:41	6:52	6:58	7:02	7:08	7:12	7:18	7:22
Cafetales	6:09	6:19	6:29	6:39	6:49	7:01	7:06	7:11	7:16	7:21	7:26	7:31
Santa Ana	6:16	6:26	6:36	6:46	6:56	7:08	7:13	7:18	7:23	7:28	7:34	7:38
Tasqueña	6:26	6:36	6:46	6:56	7:06	7:18	7:23	7:28	7:33	7:38	7:42	7:48

RUTA METRO TASQUEÑA - TENORIOS												15
DIRECCION: Tasqueña - Tenorios												
	LUNES A VIERNES											
Tasqueña	5:50	6:00	6:10	6:20	6:25	6:30	6:35	6:40	6:45	6:50	6:55	7:02
Santa Ana	6:00	6:10	6:20	6:30	6:35	6:40	6:45	6:50	6:55	7:00	7:05	7:12
Cafetales	6:07	6:17	6:27	6:37	6:42	6:47	6:52	6:57	7:02	7:07	7:12	7:19
Calzada Bombas	6:16	6:26	6:36	6:46	6:51	6:56	7:01	7:06	7:11	7:16	7:21	7:28
Tenorios	6:23	6:33	6:43	6:53	6:58	7:03	7:08	7:13	7:18	7:23	7:28	7:33

**Figura 8.42.**  
Horario de paso.

## REFERENCIAS

1. J. M. Rousseau. *Computer Sheduling of Public Transport 2*. Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 1985.
2. Vukan R. Vuchic. *Transit Operating Manual*. Harrisburg: Pennsylvania DOT, 1978.
3. \_\_\_\_\_. *Urban Public Transportation: Systems and Technology*. Englewood Cliffs: Prentice Hall Inc, 1981.
4. Hermann Flieger. *Handbuch der Verkehrswirtschaft*. Düsseldorf: Alba Buchverlag GmbH, 1978.
5. Michael Krüger, et al. *Grundlagen des Fahrzeug- und Personaleinsatzes in Nahverkehrsunternehmen*. Munich. MAN, 1980.
6. ANTP. *Dimensionamiento de Linhas de Ônibus*. São Paulo: ANTP, 1990.
7. Thor K. Haatveit. *Transit Operations Analysis*. Filadelfia: University of Pennsylvania, 1980.
8. Walter Rainville. *Traffic Checking and Schedule Preparation*. New York: APTA, 1947.
9. Michael Krüger. *Das Bussystem: Planung, Aufbau, Betrieb*. Munich: MAN, 1978.
10. GIRO, Inc. *HASTUS 5: A Complete Solution for Transit Scheduling*. Montreal: GIRO, 1994.
11. Coordinación General de Transporte. *Estudio de Operación y Mantenimiento de Autobuses*. México: London Transport / R100 / CGT, 1985.
12. R.W. Faulks. *Urban Rural Transport*. Surrey: Ian Allan Ltd, 1981.

## PREGUNTAS

1. ¿Cuál es la diferencia entre intervalo y frecuencia?
2. ¿En qué punto de la ruta se presenta el volumen de diseño?
3. Si una ruta de autobuses presentara un tiempo de terminal de 20 minutos y un tiempo de recorrido de 60 minutos, ¿consideraría que esta ruta está operando dentro de parámetros normales? ¿Porqué?
4. ¿Cómo se calcula el factor de eficiencia de un itinerario o programa de servicio?
5. ¿Es razonable pensar en manejar un intervalo de 6.3 min? ¿Porqué?
6. Se le pide que estime el factor de ocupación deseable para una ruta express que presenta un recorrido considerable y pretende captar usuarios de ingresos altos. ¿En qué rango ubica usted este factor si la capacidad vehicular es de 80 pasajeros y cuenta la unidad con 37 asientos?
7. Detalle el procedimiento que seguirá para dimensionar una ruta de autobuses.
8. El Ayuntamiento de Toluca está considerando introducir semáforos especiales para autobuses que pretenden incrementar la velocidad de operación. La empresa Colón Nacional desea aportar recursos propios para la compra del sistema de semaforización siempre y cuando el sistema le ahorre N\$4,000 por autobús por año a través de la reducción del parque vehicular requerido para la ruta en un periodo de dos años.

La ruta tiene una longitud en un sentido de 30 km y la velocidad de operación actual es de 17.3 km/h. Los tiempos de terminal a cada extremo son de 8 min y el intervalo es de 10 min.

  - ¿Qué velocidad de operación deben ofrecer los semáforos para que la empresa esté dispuesta a contribuir N\$5,000; N\$9,000?
  - ¿Qué otros beneficios adicionales a los financieros debe considerar la empresa?

9. Una red de tres rutas de autobuses (A,B,C) se muestra esquemáticamente al final de la pregunta, donde  $L$  = longitud de los tramos y  $V_o$  = velocidad de operación en los tramos respectivos. Los tiempos de terminal totales son de  $t_t = 0.15 \cdot t_c$ . Los volúmenes de usuarios en la sección de máxima demanda son los siguientes:

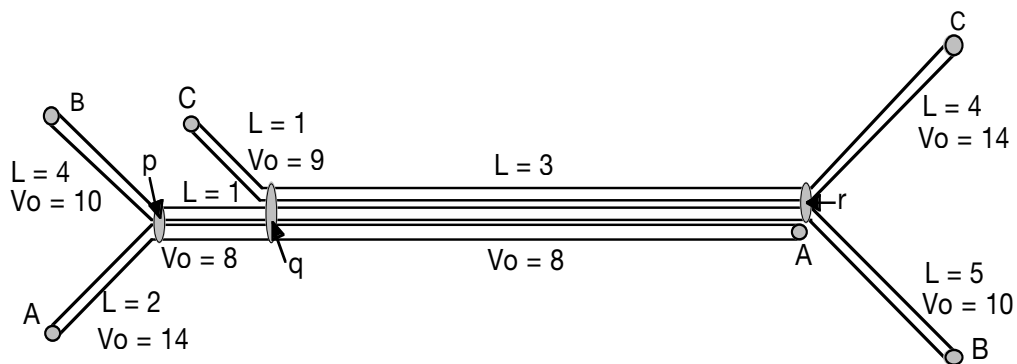
A = 960 usuarios/hora/dirección

B = 1,600 usuarios/hora/dirección

C = 500 usuarios/hora/dirección

La empresa cuenta con dos tipos de autobuses: uno de capacidad de 53 asientos y un factor de carga de 1.0 y un articulado de 80 asientos y factor de carga de 0.9. La frecuencia máxima en cualquier punto sin demoras considerables es de 60 veh/h.

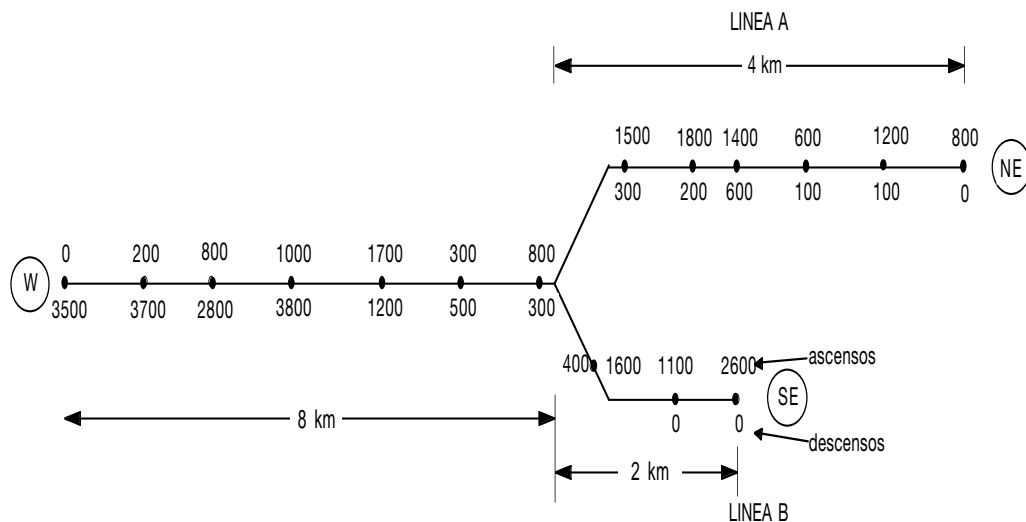
- Calcule la velocidad comercial, el parque vehicular necesario y el intervalo para cada tipo de unidad
- Determine cual tipo de autobús se desempeñará mejor para cada ruta bajo la siguiente base: Para intervalos mayores de 6 min seleccione el que ofrece el intervalo mas corto; para intervalos menores a los 6 min, el tiempo de espera del usuario no es un factor de importancia por lo que el tipo de unidad que debe adoptarse es el que presente un menor costo por asiento-km.
- Dibuje un itinerario gráfico que integre a las tres rutas durante el periodo de máxima demanda de 8:00 a 10:30 horas



$L$  = longitud del tramo [km]

$V_o$  = velocidad de operación [km/h]

- Calcule el intervalo promedio en las secciones p-q y q-r.
  - Suponga que se realizan una serie de mejoras (carriles reservados, señalamiento preferencial) en el tramo p-r, de tal forma que se incrementa la velocidad de 8 a 11 km/h. Calcule la cantidad de autobuses que requerirá cada ruta.
10. Las líneas de metro A y B convergen en la estación Portales. El esquema al final de la pregunta muestra los ascensos y descensos que tienen lugar en cada estación durante la HMD. Cada carro tiene una capacidad de 160 espacios; la longitud máxima del tren es de 6 carros y su factor de carga es de 0.8. La velocidad de operación es de 30 km/h. Conforme al *Contrato Colectivo de Trabajo* el tiempo terminal debe ser por lo menos de 6 min en cada terminal.
- Calcule y muestre gráficamente el tiempo de ciclo, la velocidad comercial, los tiempos de terminal y de espera, el intervalo y la frecuencia al establecer intervalos uniformes en el tramo troncal.
  - Calcule el número de trenes, el número de carros por tren y el número total de carros en servicio para cada línea. Suponga que el 90% de los carros operarán durante la HMD y calcule el tamaño del parque vehicular.
  - Dibuje un itinerario gráfico para tres ciclos completos de dos trenes consecutivos en la línea B.



8. Enliste las razones por las que es importante la preparación de itinerarios en un servicio de transporte público.
9. ¿Para qué sirve la hoja del despachador? Enumere los principales pasos que hay que seguir para su elaboración
10. Al preparar las asignaciones de personal hay que tener en cuenta una serie de factores de control, los cuales aparecen en el *Contrato Colectivo de Trabajo* de la empresa. Señale cuales son los principales factores a considerar. Si usted representara a la empresa en la revisión de dicho contrato, ¿qué factores tendría cuidado que no se vieran modificados? Y en el caso de representar al sindicato, ¿por qué factores pugnaría mejorar?
11. Una vez terminada la preparación o revisión de un itinerario, se genera una buena cantidad de información que debe distribuirse dentro y fuera de la empresa. Señale la información que se genera y a quienes va dirigida.