



UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR
DECANATO DE ESTUDIOS DE POSTGRADO COORDINACIÓN DE
POSTGRADO EN TRANSPORTE URBANO MAESTRÍA EN
TRANSPORTE URBANO

**ESTIMACIÓN DE TASAS DE GENERACIÓN DE VIAJES PARA
HOSPITALES EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE CARACAS**

Trabajo de Grado presentado a la Universidad Simón Bolívar por

ANGELA ROSAS MEZA

como requisito parcial para optar al grado académico de

Magíster en Transporte Urbano

Con la asesoría del

Prof. Juan Carlos Sanáñez, Ph.D.

Abril 2012

UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR
DECANATO DE ESTUDIOS DE POSTGRADO COORDINACIÓN DE
POSTGRADO EN TRANSPORTE URBANO MAESTRÍA EN
TRANSPORTE URBANO

**ESTIMACIÓN DE TASAS DE GENERACIÓN DE VIAJES PARA
HOSPITALES EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE CARACAS**

Por: Ángela Rosas Meza

Este Trabajo de Grado ha sido aprobado en nombre de la Universidad
Simón Bolívar por el siguiente jurado examinador



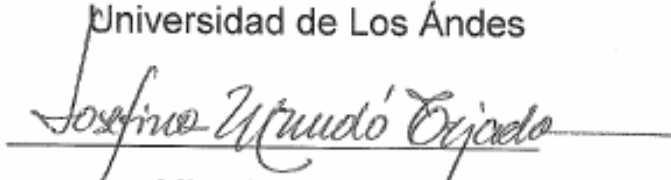
Presidente

Prof. Juan Carlos Sanáñez
Universidad Simón Bolívar



Miembro Principal

Prof. Matilde Palmar
Universidad de Los Andes



Miembro Principal

Prof. Josefina Mundó
Universidad Simón Bolívar

Abril, 2012

DEDICATORIA

A LA DIVINIDAD: poder supremo de todo el universo, conmigo anda y es mi guía siempre, todo lo puedo en nombre de Cristo que me fortalece.

A MI PADRE DAVID: quien en vida fuera un hombre ejemplar, sabio y cabal, nos dejó la mejor de las herencias: responsabilidad, honestidad, dignidad, gratitud y sensibilidad humana.

A MI MADRE AMELIA: por darme sus consejos siempre tan oportunos, su cariño invaluable y animarme para seguir siempre adelante.

A MI ESPOSO ENRIQUE: por ser un hombre integro, por su comprensión y estar siempre allí en los momentos difíciles y de regocijo.

A MI HIJO DANIEL: bendición que DIOS me dio, alegría, amor, lo más grande y hermoso de mi vida.

A MIS HERMANAS, SOBRINOS Y CUÑADOS: gracias por ser como son, por su afecto y por formar parte de mi gran familia.

AGRADECIMIENTOS

A la Coordinación de Estudios Urbanos de la Universidad Simón Bolívar, por el apoyo institucional brindado a lo largo de mi programa de estudios.

A todos los Profesores del Postgrado de Transporte Urbano-USB que contribuyeron con mi formación profesional. En especial a la profesora Josefina Mundó por su motivación y por creer en mí y en la factibilidad de este trabajo.

A la Dirección de Transporte y Vialidad de la Alcaldía de Baruta, Ing. Lismar Ramos por haber aprobado mi solicitud de apoyo de personal en el levantamiento de la generación de viajes del hospital ubicado en el municipio Baruta; a los técnicos Wilcar Noguera, Irving Trejo y Alexis Andrade, quienes cumplieron cabalmente con la labor encomendada; agradecimiento especial a la Jefa de la División de Transporte y Vialidad, Esp. en Transporte **Zuleyma García** quien de forma diligente coordinó la asistencia del personal técnico a dicha actividad y por su invaluable amistad. A la Esp. en Transporte Liliana Sierra por los retoques finales en el manuscrito.

A los Centros Hospitalarios Privados por la información suministrada.

A Juan Carlos Sanáñez –Tutor–, por la paciencia y el tiempo invertido, la transferencia de sus conocimientos, el apoyo durante la ejecución de esta investigación y sobre todo la confianza brindada y la sensibilidad humana de su trato.

A mi hermana Iris, por su apoyo, su guía y consejos profesionales.



UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR
DECANATO DE ESTUDIOS DE POSTGRADO COORDINACIÓN DE
POSTGRADO EN TRANSPORTE URBANO MAESTRÍA EN
TRANSPORTE URBANO

**ESTIMACIÓN DE TASAS DE GENERACIÓN DE VIAJES PARA HOSPITALES EN
EL DISTRITO METROPOLITANO DE CARACAS**

Por: Rosas Meza Angela Oliva
Tutor: Sanáñez Juan Carlos
Abril 2012

RESUMEN

La motivación de esta investigación se fundamenta en la necesidad de conocer la demanda de viajes generada por los hospitales privados en el Distrito Metropolitano de Caracas (DMC), importante insumo para la planificación urbana, la planificación del transporte y los estudios de impacto vial. El desconocimiento de esta demanda se deriva de la ausencia de indicadores en Venezuela relacionados con este uso del suelo, siendo indispensable la realización de estudios para estimar tasas de generación de viajes adaptadas a nuestro ámbito local.

Los hospitales son instalaciones que atraen una gran cantidad de viajes, por lo que son considerados polos generadores de viajes (PGV's). Este estudio analizó cuatro hospitales privados localizados en zonas de uso residencial de nivel socioeconómico medio-alto y determinó tasas de generación de viajes en vehículos para días hábiles en las horas pico am. y pm., utilizando las variables independientes: área bruta de construcción, número de empleados y número de camas, para esta última consideró tres opciones: camas de hospitalización, hospitalización más emergencia y camas totales (que además incluyen a la terapia intensiva). Las tasas fueron estimadas a partir del análisis de los registros de estacionamiento y conteo de vehículos en los principales accesos de cada hospital durante períodos previamente seleccionados. Se calcularon las tasas promedio ponderadas en las horas pico am. y pm. y se formularon ecuaciones de regresión lineal simple, utilizando varios modelos matemáticos para relacionar la cantidad de viajes generados con cada variable independiente, siendo el modelo potencial el que ofreció el mejor coeficiente de determinación (R^2) y la variable camas totales la que explicó la mejor relación con el volumen de viajes generados. Se aplicó la prueba de hipótesis nula resultando los parámetros de las variables independientes distintos de cero, con un 95% de confiabilidad. Finalmente se comparó las tasas estimadas con las del ITE, arrojando valores mayores a los obtenidos en EE.UU.

Palabras claves: planificación de transporte, polos generadores de viajes, tasas de generación de viajes, estudios de impacto vial, hospitales

ÍNDICE GENERAL

APROBACIÓN DEL JURADO	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
RESUMEN	v
ÍNDICE GENERAL	vi
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS Y GRÁFICOS	xiii
INTRODUCCIÓN	1
Justificación.....	3
Objetivos.....	5
Objetivo general.....	5
Objetivos específicos.....	6
Contenido del trabajo de grado.....	6
CAPÍTULO I: CONCEPTUALIZACIONES Y ENFOQUES PARA EL ESTUDIO DE LAS TASAS DE GENERACIÓN DE VIAJE	10
1.1. Transporte y movilidad.....	10
1.2. Transporte y usos del suelo.....	13
1.3. Planificación del transporte.....	14
1.4. Polos generadores de viajes (PGVs).....	17
1.4.1. Impactos causados por un PGV.....	18
1.4.2. Clasificación de los PGVs.....	20
1.4.3. Criterios que identifican a un PGV.....	22
1.5. La demanda de transporte.....	23
1.5.1. Variación de la demanda.....	24
1.6. La generación de viajes.....	25
1.6.1. Variables que explican la generación de viajes.....	25
1.6.2. La generación de viajes en los estudios de impacto vial.....	26
1.6.3 Metodología de generación de viajes para actividades urbanas.	30
1.6.3.1. Metodología.....	31
1.6.3.2. Patrón del PGV.....	32
1.6.3.3. Dimensión espacial.....	33

1.6.3.4 Patrones de viajes.....	34
1.6.3.5. Dimensión temporal	35
1.7. Los modelos de estimación de la generación de viajes.....	36
1.7.1. Modelo de tasas de generación de viajes.....	38
1.7.2. Modelo de regresión lineal simple.....	39
1.8. Análisis de regresión.....	40
1.8.1. Prueba del modelo de regresión.....	41
1.8.1.1. Prueba de hipótesis nula.....	41
1.9. Metodología del instituto de ingenieros de transporte (ITE).....	42
1.9.1. Selección de la variable independiente.....	42
1.9.2. Selección de la variable (si hay varias alternativas).....	43
1.9.3. Selección de la variable (si debe ser deducida).....	44
1.9.4. Periodo de análisis y variaciones en el tiempo.....	44
CAPÍTULO II: LOS HOSPITALES COMO POLOS GENERADORES DE VIAJES.....	46
2.1. Definición de hospital.....	46
2.2. Niveles de atención médica.....	47
2.3. Clasificación de los Hospitales en Venezuela.....	48
2.3.1. Hospital Tipo I.....	49
2.3.2. Hospital Tipo II	50
2.3.3. Hospital Tipo III	51
2.3.4. Hospital Tipo IV	52
2.4. Metodología de generación de viajes para hospitales en el DMC.....	54
2.4.1. Metodología.....	56
2.4.2. Patrón del PGV.....	56
2.4.3. Dimensión espacial	57
2.4.4. Patrones de viajes	57
2.4.5. Dimensión temporal	58
2.5. Experiencias extranjeras de estudios de tasas de generación de viajes para hospitales.....	58

2.6. Los hospitales en la metodología de generación de viajes del ITE.....	62
--	----

CAPÍTULO III: PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA ESTIMACIÓN DE TASAS DE GENERACIÓN DE VIAJES DE HOSPITALES PRIVADOS EN EL DMC.....

3.1. Propuesta Metodológica.....	67
3.1.1. Fase I: Revisión bibliográfica.....	69
3.1.2. Fase II: Análisis y síntesis de la información bibliográfica.....	69
3.1.3. Fase III: Diseño de Instrumentos de levantamiento de información y recopilación de datos.....	69
3.1.4. Fase IV: Procesamiento de la información y determinación de tasas de generación de viajes.....	70
3.1.5. Fase V: Análisis y comparación con las tasas.....	70
3.1.6. Fase VI: Conclusiones y recomendaciones.....	71
3.2. Selección del uso del suelo.....	73
3.3. Número de sitios de observación.....	74
3.4. Descripción del uso del suelo.....	75
3.5. Determinación de las variables independientes.....	78
3.6. Determinación de los períodos pico am. y pm.....	78
3.7. Diseño de planillas	79
3.8. Aforos de tránsito de las vías adyacentes.....	82

CAPÍTULO IV: VOLÚMENES Y VARIABLES PARA LA OBTENCIÓN DE TASAS DE GENERACIÓN DE VIAJES DE LOS HOSPITALES PRIVADOS EN EL DMC.....

4.1. Planificación previa.....	84
4.2. Tipología de los hospitales estudiados.....	85
4.3. Volúmenes totales y horas pico de los hospitales.....	91
4.3.1. Hospital “A”.....	92
4.3.2. Hospital “B”.....	105
4.3.3. Hospital “C”.....	112
4.3.4. Hospital “D”.....	113
4.3.5. Resumen de resultados	114

4.4. Variables independientes de los hospitales.....	115
4.5. Análisis del tránsito en las vías adyacentes.....	119
CAPÍTULO V: ESTIMACIÓN DE LAS TASAS DE GENERACIÓN DE VIAJES	125
5.1. Obtención de las tasas de generación de viajes.....	125
5.2. Análisis de regresión.....	129
5.3. Presentación de resultados y gráficos.....	135
CAPÍTULO VI: ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE LAS TASAS DE GENERACIÓN DE VIAJES	145
6.1. Análisis de las tasas estimadas de generación de viaje.....	145
6.1.1. Análisis de las tasas para la variable área bruta de construcción.....	145
6.1.2. Análisis de las tasas para la variable empleados.....	146
6.1.3. Análisis de las tasas para la variable camas.....	147
6.2. Comparación de los resultados obtenidos con el del ITE.....	149
6.2.1. Comparación de las tasas promedio.....	149
6.2.2. Comparación de ecuaciones de regresión y coeficientes de determinación.....	151
CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	155
7.1. Conclusiones.....	155
7.2. Recomendaciones	156
REFERENCIAS	158
ANEXOS	161

NDICE DE TABLAS

Tablas	Pág.
1.1. Impactos derivados de la implementación de un PGV.....	20
1.2. Criterios recomendados por el Municipio de Sao Paulo y que identifican a la Actividad Urbana como un PGV	23
2.1. Síntesis de estudios de tasas de generación de viajes para hospitales Experiencias Internacionales.....	59
2.2. Tasas de Generación de Viajes según ITE para Hospitales Por cada 92.9 m ² (1.000 pies ²) de Área de Construcción.....	64
2.3. Tasas de Generación de Viajes según ITE para Hospitales Variable Empleados.....	65
2.4. Tasas de Generación de Viajes según ITE para Hospitales Variable Camas.....	66
3.1. Formato de Inventario de las características físicas, operativas y funcionales de los hospitales.....	77
3.2. Planilla de Generación de Viajes	81
3.3. Relación de conteos de tránsito disponibles de las vías adyacentes a los hospitales.....	83
4.1. Características Operativas y Funcionales de los Hospitales Estudiados - Hospital "A".....	87
4.2. Características Operativas y Funcionales de los Hospitales Estudiados - Hospital "B".....	88
4.3. Características Operativas y Funcionales de los Hospitales Estudiados - Hospital "C".....	89
4.4. Características Operativas y Funcionales de los Hospitales Estudiados - Hospital "D".....	90
4.5. Otras Características Físicas de los Hospitales Seleccionados.....	91
4.6. Volúmenes Generados Estacionamiento Hospital "A" Días Lunes y Martes (solo ticket).....	94
4.7. Volúmenes Generados Hospital "A" Promedio del Lunes y Martes (solo ticket).....	95
4.8. Volúmenes Totales Estacionamiento Hospital "A" Promedio días laborables (ticket + tarjetas).....	98

4.9.	Volúmenes horarios de vehículos entrando al Hospital "A" Conteos mecánicos del 22 al 28 de marzo 2011.....	100
4.10.	Volúmenes horarios de vehículos saliendo del Hospital "A" Conteos mecánicos del 22 al 28 de marzo 2011.....	101
4.11.	Volúmenes horarios de vehículos generados (entrada + salida) por el Hospital "A"- Conteos mecánicos del 22 al 28 de marzo 2011.....	102
4.12.	Volúmenes Totales Generados por el Hospital "A".....	104
4.13.	Rotación y Duración Promedio de un Vehículo Estacionamiento Hospital "A".....	105
4.14.	Volúmenes de Viajes en Vehículos Estacionamiento Hospital "B" (ticket+tarjetas) - Período: desde las 6:00 a las 21:00.....	106
4.15.	Volúmenes Totales Horarios - Estacionamiento Hospital "B" Miércoles 16/03/2011.....	108
4.16.	Volúmenes Totales Horarios - Estacionamiento Hospital "B" Jueves 17/03/2011.....	109
4.17.	Volúmenes Promedio días laborables Estacionamiento Hospital "B".....	110
4.18.	Totales de Viajes Generados e Identificación de las Horas Pico Hospital "B".....	111
4.19.	Totales de Viajes Generados e Identificación de las Horas Pico Hospital "C".....	112
4.20.	Totales de Viajes Generados e Identificación de las Horas Pico Hospital "D".....	113
4.21.	Síntesis de los Volúmenes Totales en las Horas Pico de los Hospitales Estudiados.....	114
4.22.	Porcentaje de Vehículos Ingresando y Egresando de los Hospitales.....	114
4.23.	Variables Independientes de los Hospitales privados en le DMC.....	117
4.24.	Síntesis de los valores obtenidos para el cálculo de las tasas de generación de viajes de los hospitales privados en el DMC.....	118

4.25. Conteos de tránsito vía adyacente al Hospital “A”.....	120
4.26. Conteos de tránsito vía adyacente al Hospital “B”.....	121
4.27. Conteos de tránsito vía adyacente al Hospital “C”.....	122
4.28. Conteos de tránsito vía adyacente al Hospital “D”.....	123
4.29. Comparación de las horas pico de los hospitales con las horas pico de la vía adyacente.....	124
5.1. Tasas de generación de viajes (entradas + salidas) en la hora pico am.	127
5.2. Tasas de generación de viajes (entradas + salidas) en la hora pico pm.	128
5.3. Tasa promedio ponderada, rango de la tasa y desviación estándar.....	129
5.4. Ecuación de regresión, t-student y coeficiente de determinación en HP-AM.....	132
5.5. Ecuación de regresión, t-student y coeficiente de determinación en HP-PM.....	133
5.6. Comparación del t-student calculado con el t-tabla.....	134
6.1. Tasas para la variable área bruta de construcción (1000 m ²).....	146
6.2. Tasas para la variable empleados.....	146
6.3. Tasas para la variable camas de hospitalización.....	148
6.4. Tasas para la variable camas de hospitalización+emergencia.....	148
6.5. Tasas para la variable camas de hosp.+emerg.+terapia intensiva.....	148
6.6. Comparación entre el Modelo de Tasas Estimadas y el Modelo de Tasas del ITE para Hospitales - Hora Pico AM.....	153
6.7. Comparación entre el Modelo de Tasas Estimadas y el Modelo de Tasas del ITE para Hospitales - Hora Pico PM.....	154

ÍNDICE DE FIGURAS

Figuras	Pág.
1.1. Enfoque metodológico de la generación de viajes Según Andrade (2005).....	30
2.1. Esquema Metodológico de la Generación de Viajes para Hospitales Privados en el DMC.....	55
3.1. Esquema Metodológico de la Investigación.....	72
3.2. Localización de los hospitales seleccionados.....	75
4.1. Actividad del Estacionamiento Hospital “A” Lunes 15/03/10 (solo ticket).....	96
4.2. Actividad del Estacionamiento Hospital “A” Martes 16/03/10 (solo ticket).....	97
4.3. Actividad del Estacionamiento del Hospital “A”. Conteos mecánicos día martes 22/03/11.....	103
5.1. Modelo explicativo del contenido de los gráficos.....	136
5.2. Generación de viajes por cada 1000 m ² de área bruta de construcción en día laborable, hora pico A.M. del Polo Generador...	137
5.3. Generación de viajes por cada 1000 m ² de área bruta de construcción en día laborable, hora pico P.M. del Polo Generador...	138
5.4. Generación de viajes por camas de hospitalización en día laborable, hora pico A.M. del Polo Generador.....	139
5.5. Generación de viajes por camas de hospitalización en día laborable, hora pico P.M. del Polo Generador.....	140
5.6. Generación de viajes por camas de hospitalización + emergencia en día laborable, hora pico A.M. del Polo Generador.....	141

5.7. Generación de viajes por camas de hospitalización + emergencia en día laborable, hora pico P.M. del Polo Generador.....	142
5.8. Generación de viajes por camas de hospitalización + emergencia + terapia intensiva en día laborable, hora pico A.M. del Polo Generador.....	143
5.9. Generación de viajes por camas de hospitalización + emergencia + terapia intensiva en día laborable, hora pico P.M. del Polo Generador.....	144

INTRODUCCIÓN

El esquema clásico de modelización de transporte consta de cuatro etapas: fase de generación de viajes, fase de distribución de viajes, fase de selección modal y fase de asignación de rutas. Esta investigación se centrará en la fase de generación de viajes, teniendo como objetivo principal conocer el volumen de viajes generados por los hospitales privados, para luego ser utilizados en la estimación de las tasas de generación de viajes y ecuaciones de regresión que se buscan establecer en este trabajo.

También se persigue comparar las tasas estimadas en esta investigación con las desarrolladas por el Instituto de Ingenieros de Transporte de los EE.UU (ITE, por sus siglas en ingles), en su publicación Trip Generation¹, el cual ofrece a sus usuarios tasas de generación de viajes y ecuaciones de regresión para una gran diversidad de usos del suelo. Esta comparación permitirá conocer las diferencias de generación de viajes en ambos países para los hospitales.

Cabe destacar, que las tasas y ecuaciones de regresión se usan en la modelación y predicción de la demanda de viajes de distintas naturalezas producto de nuevos desarrollos, cambios en los usos del suelo y densificación de las actividades urbanas, siendo esta demanda, un elemento fundamental en la planificación de la infraestructura y servicios de transporte de un sector. Adicionalmente, las tasas de generación de viajes son utilizadas en los estudios locales de impacto vial, los cuales son exigidos por las municipalidades como requisito para el otorgamiento de los permisos de construcción.

¹ INSTITUTE OF TRANSPORTATION ENGINEERS (ITE, 2008), Trip Generation 8th Edition. Trip Generation Rates, Plots and Equations.

En las ciudades venezolanas no existen fuentes confiables de tasas de generación de viajes para los distintos usos del suelo, por lo tanto, las empresas consultoras, profesionales en el área de transporte y entes gubernamentales locales, utilizan con frecuencia las tasas desarrolladas por el ITE, a pesar de que las mismas pueden requerir de ajustes porque los patrones de comportamiento de la demanda de viaje en Venezuela son diferentes a los de las ciudades en EE.UU, por las condiciones culturales y estructurales que distinguen a ambos países.

En tal sentido, el uso de las tasas del ITE puede conducir a una sobreestimación de los viajes generados por el uso del suelo analizado, lo que llevaría a tomar acciones que no justifican la inversión en infraestructura vial y de transporte, también, puede originar una subestimación de la demanda, causando posibles impactos negativos tales como: congestionamiento, conflictos de tránsito, interferencia entre vehículos y peatones, entre otros, agravando la situación del sistema vial y de transporte, así como también, desmejorando las condiciones ambientales, sociales y económicas de los habitantes de una zona, con el consecuente deterioro de la calidad de vida de la población.

De acuerdo a lo indicado anteriormente, es necesario levantar datos locales de las diferentes actividades urbanas para la estimación de nuestras propias tasas de generación de viajes, siendo el interés de esta investigación el estimar tasas de generación de viajes para hospitales privados en el Distrito Metropolitano de Caracas (DMC)², por ser esta actividad considerada un polo generador de viajes, (...) “capaz de ejercer gran atracción de población, producir un número significativo de viajes, necesitar de grandes espacios para estacionamientos, carga y descarga de

²El Distrito Metropolitano de Caracas (DMC) es la división político-administrativa de Venezuela, donde se encuentra la ciudad de Caracas, está conformado por cinco municipios: el Municipio Bolivariano Libertador del Distrito Capital y Baruta, Chacao, El Hatillo y Sucre del Estado Miranda. Recuperado el 04 de mayo de 2010.

http://venciclopedia.com/index.php?title=Distrito_Metropolitano_de_Caracas

mercancías, embarque y desembarque de personas, promoviendo, en consecuencia, impactos potenciales”. (Red de PGV’s, 2010)³.

Las restricciones presupuestales y de tiempo que se tuvieron para la ejecución de la investigación propuesta, hizo que se estudiara una muestra de hospitales relativamente pequeña e inferior a la deseable, fijada en cuatro casos. La muestra definitiva de los hospitales privados a estudiar dependió también de cuáles de los centros hospitalarios del DMC, estuvieron dispuestos a facilitar la información requerida para el desarrollo de esta investigación.

Justificación

Basándonos en la metodología de Hernández, Fernández y Baptista (1997)⁴, para establecer las razones que justifiquen la realización de este trabajo de investigación, se plantearon las siguientes interrogantes: ¿Para que sirve estimar tasas de generación de viajes para hospitales privados?, ¿Cuáles son los criterios considerados para la selección de este uso del suelo?, ¿Se llenará algún vacío del conocimiento?, ¿Cuál es su utilidad metodológica?, ¿Cuáles son los beneficios?, ¿Qué relevancia social tiene?.

Respondiendo las preguntas formuladas anteriormente, podemos señalar que la conveniencia de estimar tasas de generación de viajes para actividades hospitalarias privadas en el DMC, radica en conocer la demanda de movilidad actual que genera este tipo de uso del suelo ajustada a la realidad local para poder realizar con mayor

³ RED IBEROAMERICANA DE ESTUDIOS EN POLOS GENERADORES DE VIAJE. (Red de PGV’s). Recuperado 18 de marzo de 2010 del sitio web:

<http://redpgv.coppe.ufrj.br/modules.php?name=Contentpgv&pa=showpage&pid=2>

La red de PGVs la integran 30 universidades de 9 países (entre ellas la USB) que conforman un grupo organizado de investigadores y técnicos de alto nivel, en permanente interacción, con capacidad y tradición reconocidas en sus áreas del funcionamiento técnico-científico, capaces de funcionar como fuente de generación y transformación del conocimiento científico para el uso en programas y proyectos de importancia para el desarrollo. Su propósito consiste en promover la integración entre grupos de investigación que operan en el área de transportes de los países Iberoamericanos, cuyo foco principal son los Polos Generadores de Viajes.

⁴ HERNÁNDEZ, Roberto; FERNANDEZ, Carlos & BAPTISTA, Pilar. Metodología de la Investigación, Editorial: McGraw-Hill. México, 1997. Recuperado el 18 de marzo de 2010 del sitio web: <http://es.scribd.com/doc/415928/Hernandez-Sampieri-R-cap-2-4-5>

precisión estudios de impacto vial y de planificación de transporte donde se incorporen a los hospitales.

En relación a los criterios para la selección de este uso del suelo en esta investigación, “se tiene que dentro de la gran gama de actividades urbanas a escoger, (...), la asistencial presenta una marcada tendencia hacia ubicaciones en instalaciones no destinadas a tales usos y en zonas sin las condiciones adecuadas de previsión de la red vial y de estacionamiento para garantizar su funcionamiento satisfactorio”. (Leighton, 2001)⁵, es decir, cobran importancia los siguientes criterios:

- La dinámica urbana de cómo se desarrolla esta actividad y la
- Localización geográfica respecto a la red vial y a la zona

Por lo antes expuesto, es importante que se establezcan lineamientos por parte de los profesionales encargados en la planificación urbana al momento de concebir los planes de desarrollo urbano local, así como también de medidas de regulación y control de parte de las autoridades locales para hacer cumplir dichas directrices, con la finalidad de favorecer la operatividad y funcionalidad de la actividad hospitalaria y su impacto en el sistema de tránsito y transporte y en el entorno urbano en beneficio de la comunidad.

Los beneficios de disponer de tasas de generación de viajes para hospitales privados están dirigidos a:

- Las autoridades encargadas de aprobar, normar y dar licencias a los proyectos de planificación y construcción de hospitales; y aquellas competentes en materia de planificación urbana pues proporcionan una herramienta útil de gestión en la toma de decisiones apropiadas y en el proceso de negociación con los entes involucrados.

⁵ LEIGHTON PAZ, Claudia, “Estimación de Tasas de Generación de Viajes para Centros Comerciales: Propuesta Metodológica”. Trabajo especial de grado. Universidad Simón Bolívar, Sartenejas, 2001. pp. 63-64.

- Los promotores, quienes podrían estimar el comportamiento de la demanda, con la finalidad de definir, en calidad y cantidad, los servicios necesarios para atenderla, asimismo, podrán hacer un buen uso de los recursos para los futuros desarrollos y aprovechamiento de la infraestructura hospitalaria preexistentes y atenuar los efectos relacionados con la actividad hospitalaria en pro del buen funcionamiento del sistema de salud privada, del sistema de tránsito y transporte y en armonía con el entorno urbano.
- Los consultores en el área de transporte, quienes podrán proporcionar estimados de generación de viajes más ajustados a nuestra realidad, siendo esta información de interés en los estudios de impacto vial.

En general, con los resultados de este tipo de investigación se promueve la propuesta de construir una base de datos nacional de tasas de generación de viajes para los distintos usos del suelo, así como también, servir de aporte a los documentos que desarrolla la Red de PGV's.

La pertinencia de esta investigación desde el punto de vista de la relevancia social, es la satisfacción de las necesidades de la comunidad, pues al estimar con mayor exactitud la demanda de viaje, se podrán implementar adecuadas y ajustadas medidas de mitigación que contrarresten posibles impactos negativos que ocasionan las actividades hospitalarias privadas sobre los sistemas de transporte, mejorar el sistema de movilidad del sector donde se implanten y favorecer el sistema económico, social y ambiental y en consecuencia maximizar el bienestar de la población, en búsqueda de una mejor calidad de vida.

Objetivos

Objetivo General

El objetivo de la presente investigación, consiste en estimar tasas de generación de viajes para actividades hospitalarias privadas en el Distrito Metropolitano de Caracas

(DMC), conociendo el número de viajes generados por este tipo de actividad, utilizando una herramienta metodológica adaptada a nuestra realidad, para que posteriormente puedan ser aplicadas en la modelación y predicción del comportamiento de la demanda de movilidad futura de actividades urbanas de similares características.

Objetivos Específicos

1. Revisar diferentes metodologías empleadas para la estimación de tasas de generación de viajes.
2. Realizar una propuesta metodológica para la estimación de tasas de generación de viajes aplicable al caso de los hospitales privados en el DMC.
3. Determinar las tasas y ecuaciones en función de las variables que mejor representen el uso seleccionado de acuerdo a su generación de viajes.
4. Comparar los indicadores locales estimados con las tasas del ITE de EE.UU.

Contenido del trabajo de grado

Este trabajo de investigación se desarrolla en siete capítulos. En el primer capítulo se expone al marco teórico que sustenta esta investigación y está referido a las conceptualizaciones y enfoques relacionados con el estudio de tasas de generación de viajes. Se presentan conceptos sobre las relaciones del transporte con la movilidad y los usos del suelo; planificación de transporte; polos generadores de viajes (PGVs) y los impactos causados por éstos, clasificación y criterios que identifican a un PGV; la demanda de transporte y su variación; la generación de viajes, variables que la explican y su importancia en los estudios de impacto vial. Un aspecto esencial de este capítulo es la revisión de las principales metodologías sobre la generación de viajes para actividades urbanas para finalmente exponer conceptos sobre tasas de generación y el modelo de regresión lineal simple.

En el capítulo II, se presenta la definición del término hospital. Se adoptó la definición dada por el ITE, con el propósito de aclarar las diferencias con las definiciones de

clínicas y otros centros de salud. Se describen los niveles de atención médica y la clasificación de los hospitales en Venezuela. Se presentan una breve descripción de la investigación internacional relacionada con generación de viajes en hospitales. Un aspecto fundamental de este capítulo es la adaptación de la metodología desarrollada por Andrade (2005)⁶ en el caso particular de los hospitales privados en el DMC. Finalmente se muestra la metodología del ITE para tasas de generación de viajes de hospitales.

En el capítulo III se establece la propuesta metodológica para la estimación de tasas de generación de viajes aplicada al caso de los hospitales privados en el DMC. Dicha propuesta se basó en la metodología del Instituto de Ingenieros de Transporte de los EE.UU (ITE). La metodología desarrollada consistió en escoger los hospitales respetando ciertos criterios técnicos para su selección; luego se estableció la cantidad de instituciones a estudiar, la cual dependió de las facilidades dispensadas por los centros hospitalarios para acceder a la información, del tiempo disponible y de las restricciones presupuestarias, también se elaboró un formato de inventario con la finalidad de levantar los datos de las características físicas, operativas y funcionales de los hospitales privados seleccionados y así facilitar el análisis y tipificación de acuerdo a la clasificación dada por el estado venezolano descrita en el capítulo II. Por otra parte se recopiló información del área de terreno y del número de puestos de estacionamiento. Seguidamente se seleccionaron las variables independientes, se establecieron los períodos picos am. y pm. utilizando los datos de uno de los hospitales, con la finalidad de levantar los datos de entrada y salida de los vehículos de los demás hospitales, para ello se diseñó una planilla de generación de viajes que sirvió de instrumento de recolección de dichos datos. Por último, se recopilaron conteos de tránsito de fuentes secundarias de las vías adyacente a los hospitales para determinar las horas pico am. y pm. con el propósito de chequear posibles coincidencias con las horas pico de los hospitales.

⁶ ANDRADE (2005). Tomado del Cuaderno Hospitales. Recuperado el 03 de octubre de 2011 del sitio Web de la Red de Polos Generadores de Viajes
http://redpgv.coppe.ufrj.br/index.php?option=com_phocadownload&view=file&id=118%3Acaderno-hospitais-16-09-11-verso-preliminar&Itemid=100&lang=es

El capítulo IV presenta las características físicas, operativas y funcionales de cada institución hospitalaria estudiada que sirvieron de soporte para su tipificación de acuerdo a la clasificación dada por el estado venezolano. Un aspecto importante de este capítulo es la descripción del proceso secuencial del levantamiento y procesamiento de la información de campo en el que se determinaron los volúmenes totales horarios de entradas y salidas de vehículos de los hospitales, se identificaron las horas pico am. y pm. y se recolectó información acerca de la magnitud de las variables independientes establecidas en la metodología propuesta para la obtención de las tasas de generación de viajes. Un análisis de los registros de estacionamiento de uno de los hospitales permitió determinar la rotación promedio y la permanencia promedio de un vehículo en el estacionamiento. Por último fueron procesados los volúmenes de tránsito e identificadas las horas pico de las vías adyacentes a estos centros hospitalarios para luego realizar una comparación con las horas pico de los hospitales.

El capítulo V presenta la estimación de las tasas de generación de viajes para cada hospital, la tasa promedio ponderada y la desviación estándar para las horas pico am. y pm. Asimismo, se muestra el análisis de regresión desarrollado, en el cual se encontró la ecuación que mejor relaciona los viajes generados con las variables independientes área bruta de construcción y camas. Una vez obtenida la ecuación de regresión se verificó la validez de los modelos aplicando la prueba de hipótesis nula, para lo cual se utilizó un indicador estadístico denominado valor t-student. Finalmente se muestran las gráficas con los resultados obtenidos bajo un esquema análogo al del ITE, 2008.

En el capítulo VI se analizan las tasas estimadas de generación de viajes de los hospitales privados en el DMC para cada una de las variables independientes seleccionadas. Un aspecto fundamental tratado en este capítulo es la comparación de los resultados obtenido con las tasas y modelos desarrollados por el ITE. Con esta comparación se persigue explicar las razones de las diferencias encontradas.

Finalmente, en el capítulo VII se establecen las conclusiones y recomendaciones derivadas de la investigación en cuanto a la comprobación de la necesidad de establecer tasas locales para evitar el uso de las tasas del ITE que no corresponden a la realidad venezolana.

CAPITULO I

CONCEPTUALIZACIONES Y ENFOQUES PARA EL ESTUDIO DE LAS TASAS DE GENERACIÓN DE VIAJE

Este capítulo presenta el marco teórico que sustenta esta investigación y está referido a las conceptualizaciones y enfoques relacionados con el estudio de tasas de generación de viajes. Se indaga sobre las relaciones del transporte con la movilidad y los usos del suelo; se presentan conceptos de planificación de transporte, polos generadores de viajes y los impactos causados por éstos, así como la clasificación y los criterios que identifican a los PGVs; se define demanda de transporte y su variación, generación de viajes, las variables que la explican y su importancia en los estudios de impacto vial. Un aspecto esencial de este capítulo es la revisión de las principales metodologías sobre la generación de viajes para actividades urbanas para finalmente exponer conceptos sobre tasas de generación y el modelo de regresión lineal simple.

1.1. Transporte y movilidad

Transporte es la acción y efecto de transportar o transportarse de un lugar a otro. El transporte consiste en el desplazamiento de bienes y personas por una determinada ciudad o región, utilizando diferentes medios y modos de transporte.

La movilidad es un término más amplio, se identifica con la capacidad y/o posibilidad de moverse en la ciudad, se relaciona con la forma y la distribución de las zonas y funciones urbanas, con el equipamiento y modos de transporte disponibles, con las necesidades y las actividades humanas, con las decisiones de los individuos en relación a la oferta y a los tiempos de desplazamiento, con la seguridad y el confort, y

está ligada al desarrollo sustentable, considerando los aspectos relativos a la protección del medio ambiente, la cohesión social y el desarrollo económico.

El modelo actual de movilidad urbana⁷ está condicionado por la combinación de diversos factores, entre los cuales se pueden destacar:

- Modelo sociocultural: entendido como el mantenimiento de la cultura del vehículo particular, por la cual, la posesión de un determinado tipo de vehículo refleja el estatus social del conductor y su familia. Nos encontramos ante un uso no racional del automóvil, que se adquiere como reflejo de una posición social, más que como respuesta a unas necesidades concretas de movilidad.
- Modelo territorial: la definición del modelo de ciudad puede evitar un crecimiento incontrolado y fijar las necesidades concretas de movilidad. Básicamente, se puede hablar de dos modelos de ciudad:
 - *ciudad compacta/concentrada*: permite una red vial más funcional y eficiente, también evita las desigualdades sociales (cohesionada socialmente), genera espacios de sociabilidad, crea un territorio con cercanía a los servicios con una movilidad más eficiente, propicia el encuentro de actividades y permite el desarrollo de la vida en comunidad. La ciudad compacta genera un modelo de ciudad más sostenible, ambientalmente más equilibrada, lo que significa construir una ciudad más habitable. Las ciudades densas y compactas son más rentables, pues los costos de los viajes urbanos son mucho más bajos donde la mayoría de los viajes se realizan en transporte público, en bicicleta o a pie.
 - *ciudad dispersa/especializada*: este modelo, de carácter expansivo, provoca extensa ocupación del territorio circundante a la ciudad, reducción del patrimonio común que constituyen los espacios agrícolas periurbanos, quiebra del sistema comercial de proximidad, desapego hacia los espacios cotidianos, pérdida de cohesión social, aumento de las necesidades de movilidad y un incremento en el gasto energético, tendencia contraria a la de la sostenibilidad.

⁷ FUNDACIÓN REAL AUTOMOVIL CLUB DE CATALUÑA, (RACC) (s/f). Movilidad Urbana Sostenible: Un reto energético y ambiental. Recuperado el 30 de noviembre de 2010. <http://www.racc.es/externos/fundacion/Public.pdf>

En las últimas décadas, las ciudades se han ido extendiendo en ámbitos territoriales cada vez más amplios, apareciendo ciudades fragmentadas que favorecen a los suburbios de baja densidad, elevan el consumo del suelo, de energía y de materiales, haciendo que las distancias de desplazamiento sean cada vez mayores del sitio de residencia al trabajo, al estudio, a los centros de salud, etc., con el predominio del vehículo particular, ya que éste se percibe como el medio más versátil de movilidad, lo que se traduce en un crecimiento de la motorización, congestión, contaminación ambiental y sónica, accidentabilidad, entre otros problemas, aumentando así los costos de transporte.

Los costos del transporte son mucho más altos en ciudades extensivas de baja densidad poblacional. En los países desarrollados con una densidad media o alta, el costo de los viajes urbanos representa el 5-7% del PIB, donde la mitad de los viajes urbanos se efectúan en transporte público, en bicicleta o a pie. El costo alcanza hasta un 15% en las ciudades extensivas. En los países en desarrollo, donde la densidad es baja y el parque automovilístico registra un alto nivel respecto a la renta per-cápita, puede superar un 25%. Las ciudades densas y compactas son las más rentables en general. (UITP, 2005)⁸.

Bajo estas premisas, la densificación de las ciudades con la incorporación de nuevos desarrollos, cambios de usos del suelo o la intensificación y agrupación de las actividades urbanas, hace que se produzca una modificación en los patrones de viajes y de la estructura del sistema de transporte y su entorno, pudiendo causar posibles impactos en el tránsito y otros efectos negativos, en tal sentido, es indispensable conocer la magnitud y las características de la demanda de transporte para los distintos usos del suelo. Al disponer de indicadores de generación de viajes, se puede estimar con mayor certeza y precisión la magnitud y el comportamiento de dicha demanda e implementar medidas de mitigación que permitan tener una red vial

⁸ UNIÓN INTERNACIONAL DE TRANSPORTES PUBLICOS-UITP. Ticket to the Future: Tres Paradas para la Movilidad Sostenible. p. 30. Recuperado el 03 de diciembre de 2010. http://www.railway-mobility.org/docs/uitpticket_es.pdf

y de transporte más funcional y eficiente, mejorar la movilidad de la ciudad y en consecuencia disminuir los costos de transporte.

1.2. Transporte y usos del suelo

El transporte y el uso del suelo están relacionados en forma directa y actúan recíprocamente. Las actividades urbanas crean necesidades de desplazamientos y a su vez, el sistema de transporte interviene directamente en la localización y composición de los usos del suelo, incrementando el desarrollo. Dependiendo del uso de la tierra, se generan actividades específicas, las cuales están ubicadas en espacios propios; así las personas residen en cierto lugar, que no necesariamente coincide con el sitio donde realizan sus actividades cotidianas, como trabajar, estudiar, etc., siendo el sistema de transporte una de las formas de comunicación entre esas actividades. Por lo tanto, la agrupación de una variedad de actividades dentro de una misma zona reduce la necesidad del transporte, por el contrario, la organización por zonas de actividades exclusivas, la aumenta.

Los efectos que produce el transporte sobre el uso del suelo pueden variar debido a un cambio en la accesibilidad del lugar. Una mayor accesibilidad incrementa el atractivo de un sitio para cualquier tipo de uso del suelo, influyendo así en la dirección que pueda tomar un nuevo desarrollo urbano. Es así como la accesibilidad que brindan los sistemas de transporte influye fuertemente en la caracterización de cada zona o parcela. Brindar una mayor accesibilidad a una determinada zona hace que se genere una mejor relación con el conjunto de lugares significativos de la ciudad, produciéndose así, una transferencia de valor hacia la parcela urbana en cuestión, es decir, una revalorización del terreno, la cual se traduce en beneficios económicos para los propietarios de las parcelas. Sin embargo, si el grado de accesibilidad aumenta en toda la ciudad, el resultado será una estructura de asentamiento más dispersa.

1.3. Planificación del transporte

Tradicionalmente, se entiende que el objetivo de la planeación del transporte es responder adecuadamente a los requerimientos de movilización de la población, por medio del desarrollo de la infraestructura y de la utilización de los medios de transporte y hacer la mejor predicción de las necesidades futuras del sector y de las consecuencias de la implantación de diversas facilidades, de tal forma que, el sistema de transporte garantice una movilización segura y económica de personas y bienes.

Sin embargo, es conveniente asegurar la utilización más eficiente de las facilidades existentes antes de entrar a pensar en nuevas inversiones en infraestructura, las cuales además de ser cuantiosas, requieren plazos generalmente largos para su ejecución y puesta en servicio. Las crisis energéticas y económicas, y el consiguiente aumento de costos del transporte, han sido entre otras, una de las causas de los últimos cambios en la política de transporte a nivel mundial: por un lado, ha habido un cambio en las pautas de comportamiento de la sociedad, con una mayor sensibilización hacia los temas sociales y ambientales, dando prioridad en el desarrollo económico a la calidad de vida; en segundo lugar, ha habido una preocupación por los desequilibrios territoriales a nivel urbano y regional.

Lo anterior ha producido un cambio en el modo de planificar en las últimas décadas. El primer cambio significativo es en el objetivo buscado, desde los años noventa, obedece a propósitos de orden medioambiental y de calidad de vida, en concordancia con el desarrollo sostenible. Así, el desarrollo de políticas públicas orientadas hacia la coordinación de la planificación del transporte con la planificación urbana, conllevarán a satisfacer las diferentes necesidades de movilidad de la población a través de sistemas de transporte, que favorezcan la movilidad urbana y la accesibilidad a los bienes y servicios, haciendo un buen uso de los recursos energéticos en armonía con el ambiente.

Por lo tanto, es necesario que la planificación del transporte se enfoque hacia un sistema de transporte urbano sustentable, el cual es definido por la Unión Internacional de Transportes Públicos, (UITP)⁹ como un “sistema que permite satisfacer las necesidades básicas de acceso a los bienes, al trabajo, a la educación, al ocio y a la información de forma segura para la salud pública y la integridad del medio ambiente, a través de la equidad entre generaciones y dentro de la misma generación; es asequible, opera de manera eficiente, ofrece diferentes modos de transporte para una intermodalidad sin interrupciones, contribuye a una economía dinámica; limita las emisiones y desechos dentro de la capacidad del planeta para absorberlos; y finalmente minimiza el consumo de recursos no renovables, reutiliza y recicla sus componentes, minimiza el uso del territorio y la producción del ruido”.

En efecto el proceso de planeación de transporte ha de ser visto bajo un enfoque sistémico y permanente, teniendo en cuenta todos los componentes del sistema estudiado, las relaciones entre ellos y su comunicación con el medio, considerando en sus propuestas los aspectos relacionados con la sustentabilidad.

El acto de planear también trae como consecuencia la necesidad de pensar en el futuro con toda la incertidumbre que esto pueda traer. Esto hace que uno de los problemas más complejos de la planeación, sea el hacer proyecciones. La calidad de las proyecciones, depende mucho de la calidad de la información disponible, del conocimiento que tenga el planeador del sistema, de la existencia y calidad de los planes de desarrollo urbano, del control del uso del suelo y finalmente, de la estabilidad económica y política del país. (Sedesol, 2006)¹⁰.

Uno de los elementos fundamentales en la planificación del transporte de un sector es estimar la demanda o generación de viajes. Para la predicción, modelación y proyección de esta demanda se usan diferentes modelos de transporte. Una

⁹ UNIÓN INTERNACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS-UITP. *Ibidem*.

¹⁰ SECRETARÍA DE DESARROLLO SOCIAL, (Sedesol, 2006). Programa de asistencia técnica en transporte urbano para las ciudades medias mexicanas. Manual normativo, Tomo II: Manual de conceptos y lineamientos para la planeación del transporte urbano. p. 5.

herramienta de análisis útil y sencilla son los modelos de tasas de generación de viajes que adicionalmente se utilizan para determinar los viajes generados por los nuevos desarrollos, importante insumo dentro de los factores que deben ser tomados en cuenta en los estudios locales de impacto vial. Estos estudios son exigidos por las municipalidades como requisito para el otorgamiento de los permisos de construcción de los nuevos desarrollos.

Esta investigación se centra en el modelo de generación de viajes, que es una de las etapas del modelo de planificación de transporte, el cual está incluido en un proceso de planeación más amplio denominado modelo de transporte de cuatro etapas, estas son:

- Generación de viajes: Es la estimación con base en las características socio-económicas, de las cantidades de viajes que entran y salen de una zona de transporte (viajes generados).
- Distribución de viajes: Es la estimación de la matriz de orígenes y destinos de los viajes entre todas las zonas.
- Selección modal: Estima la cantidad de viajes que se harán en los distintos modos de transporte, dividiendo los viajes realizados en automóvil privado, transporte público y transporte no motorizados.
- Asignación modal: En esta etapa los viajes son asignados a la red de transportes de la zona en cuestión, tomando en cuenta consideraciones de equilibrio y congestión.

El concepto de generación de viajes en el estudio de polos generadores de viajes y sus impactos, gana un nuevo significado del usualmente utilizado en el modelo de cuatro etapas, ya que el área de estudio deja de ser una zona y pasa a ser un determinado local, instalación, desarrollo o construcción. Asimismo, el total de viajes generados es considerado como la sumatoria de los viajes que entran al polo más los que salen del polo. El número total de desplazamientos puede expresarse en viajes de personas o viajes de vehículos dependiendo de los objetivos del estudio.

1.4. Polos generadores de viajes (PGVs)

Los PGVs son locales o instalaciones de distinta naturaleza que tienen en común el desarrollo de actividades de porte y escala capaces de ejercer gran atracción de población, producir un contingente significativo de viajes, necesitar de grandes espacios para estacionamientos, carga y descarga de mercancías, embarque y desembarque de personas, promoviendo, en consecuencia, impactos potenciales. Los PGV's también son denominados polos generadores de tránsito (PGT's). (Red de PGVs, 2010)¹¹.

En la misma Red de PGVs, se señalan otros conceptos de polos generadores de viajes referido por otros autores, y que son interesantes de conocer, estos son:

- La Compañía de Ingeniería de Tránsito de Sao Paulo, CET-SP (1983), define PGVs como desarrollos de gran porte que atraen o producen un gran número de viajes, generando consecuencias negativas en la circulación de su entorno inmediato, pudiendo perjudicar la accesibilidad de toda una región, o agravar las condiciones de seguridad de vehículos y peatones. También, el concepto de PGV es aplicable a edificaciones o instalaciones que ejercen un gran atractivo sobre la población mediante la oferta de bienes o servicios, generando un elevado número de viajes con substanciales interferencias en el tráfico del entorno y la necesidad de grandes espacios para estacionamiento, o carga y descarga.
- Según el Departamento Nacional de Tránsito de Brasil, (Denatran, 2001) los polos generadores de tránsito son emprendimientos de gran tamaño que atraen o producen gran número de viajes, causando efectos negativos en la circulación vial, en su entorno inmediato y, en ciertos casos, perjudicando la accesibilidad

¹¹ RED IBEROAMERICANA DE POLOS GENERADORES DE VIAJES, (Red de PGV'S). Conceptos Básicos. Recuperado el 18 de marzo de 2010 del sitio web: http://redpgv.coppe.ufrj.br/index.php?option=com_content&view=article&id=32&Itemid=59&lang=es

de toda la región, además de agravar las condiciones de seguridad tanto para vehículos como para peatones.

- Según Portugal y Goldner (2003), los PGVs, son locales o instalaciones de distinta naturaleza que desarrollan actividades de porte y escala capaces de producir un contingente significativo de viajes.
- Según Bastos, (2004) un PGV genera, atrae y crea desplazamientos de personas de diferentes orígenes hacia él (atracción) o a partir de él con distintos destinos (producción). Es evidente que algunas transformaciones ocurren en función del volumen de esos desplazamientos. Por otra parte, señala que el aumento de los PGVs se debe al crecimiento de la población, a los nuevos usos del suelo y a la densificación que se produce en muchas ciudades.
- Kneib (2004) destaca que tales conceptos, de una manera general, son utilizados para el análisis operacional del impacto de los desarrollos en los sistemas de transporte y en la circulación a corto plazo. El término desarrollos generadores de viajes, sugiere además, que no sólo se busca contemplar los impactos en el sistema vial y en la circulación, sino también los que son causados por el desarrollo en la estructura urbana a mediano y largo plazo. En este sentido, es importante que los PGV's tengan su concepción ampliada, considerando sus potenciales impactos en los sistemas viales y de transporte (congestiones, accidentes y repercusiones naturales en el ambiente), en la estructura urbana como también en el desarrollo socioeconómico y en la calidad de vida de la población.

1.4.1. Impactos causados por un PGV

De acuerdo con el tipo y la capacidad de generación de viajes asociado a la verticalización de áreas centrales, a la ocupación de la periferias de las ciudades y a la creciente tasa de motorización, un polo generador puede provocar una serie de implicaciones negativas llamadas *impactos*, que van desde interferencias en el

tránsito hasta el cambio en el valor del metro cuadrado de suelo, dependiendo de su uso.

El trabajo de investigación realizado por Cunha (2009)¹², señala que según Silveira (1991), los principales impactos causados por la interferencia de un PGV sobre el sistema vial pueden ser clasificados en tres grupos: los relativos a las condiciones del medio ambiente natural, los relativos a la organización del espacio urbano y los relativos a las características histórico-culturales. Asimismo, Cunha (2001) establece que los impactos potenciales causados por las interferencias de un PGV sobre el sistema vial, pueden ser clasificados como impactos urbanos, histórico-culturales y ambientales.

De la misma forma, Cunha (2001), caracteriza los impactos urbanos provenientes de la implantación de un PGV en: impactos positivos o beneficiosos (valorización del área en el entorno del PGV); e impactos negativos o adversos (caracterización errónea del entorno con perjuicio a los residentes); impactos locales (cuando las modificaciones locales afectan apenas un área del entorno); o impactos regionales (cuando los impactos son sentidos en localidades fuera del entorno del proyecto).

Otra posible clasificación de los impactos derivados de la implementación de un PGV basado en Kneib (2004)¹³ se presenta en la tabla 1.1.

¹² CUNHA, Regina. (2009). Uma Sistemática de Avaliação E Aprovação de Projetos de Polos Geradores de Viagens (Pgv's). Dissertação (mestrado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia de Transportes. Río de Janeiro. Recuperado el 03 de diciembre de 2010 del sitio web. http://146.164.61.7/joomla_pgv/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=54&Itemid=28&lang=br

¹³ KNEIB, (2004). Tomado del Cuaderno 1: Caracterización de los Polos Generadores de viajes. Versión preliminar, p. 12. Recuperado el 03 de diciembre de 2010. del sitio web de la Red de Polos Generadores de Viajes. http://redpgv.coppe.ufrj.br/index.php?option=com_phocadownload&view=file&id=88%3Acaderno-1-preliminar&Itemid=91&lang=es

Tabla 1.1.
Impactos derivados de la implementación de un PGV

IMPACTOS	DESCRIPCIÓN
Movilidad	Aumento de flujo de vehículos Incremento en la demanda por transporte público Aumento del tiempo de viaje Congestionamiento Conflictos de tránsito Déficit de estacionamientos Aumento en el número de accidentes
Socio-Económico	Alteración del valor del suelo y de los inmuebles. Cambios en el nivel de empleo e ingresos. Modificación de impuestos Cambios en el costo de viaje Uso de equipamientos urbanos y comunitarios
Uso del Suelo	Alteraciones en el uso del suelo y de los inmuebles (actividades). Alteraciones en la ocupación del suelo y en las densidades.
Socio-Ambientales	Cambios en: El paisaje urbano y patrimonio natural y cultural. El ecosistema La calidad del aire El nivel de ruido Las vibraciones La ventilación e iluminación

Fuente: Elaboración propia con base en Kneib 2004

1.4.2. Clasificación de los PGVs

La Red de PGV's¹⁴, presenta distintas clasificaciones de los tipos de PGVs, proporcionadas por diferentes autores. A continuación se detallan alguna de ellas:

- Según (CET-SP, 1983) los PGVs se clasifican de acuerdo a:

¹⁴ Red de PGV's. Tomado del Cuaderno de Caracterización de los Polos Generadores de Viajes. Versión Preliminar julio 2010. p.p 6,10. Recuperado el 10 de diciembre de 2010 del sitio web http://redpgv.coppe.ufrj.br/index.php?option=com_phocadownload&view=file&id=88%3Acaderno-1-preliminar&Itemid=91&lang=es

- Los flujos vehiculares en: bajos (menos de 500 viajes vehiculares en la hora pico); moderados, (de 500 a 1.000 viajes en la hora pico); y altos (más de 1.000 viajes en la hora pico).
- Su tipo y magnitud en dos grupos:
 - ✓ Micropolos: cuyos impactos son pequeños, pero que cuando están agrupados pueden tener impactos importantes, tales como bares, cines, farmacias, escuelas, iglesias, auditorios y restaurantes.
 - ✓ Macropolos: edificaciones cuyos impactos son más grandes y por lo tanto merecen más atención, tales como centros comerciales, hospitales, universidades, hoteles e hipermercados.

La inclusión en una u otra categoría depende de la magnitud de los posibles impactos del desarrollo en el sistema vial, lo que puede estimarse a partir del área de construcción u otra variable. Los cinemas, teatros, auditorios y locales de culto pueden ser clasificados en macropolos o micropolos según el número de lugares (asientos) ofrecidos, mientras que instalaciones deportivas descubiertas, parques, zoológicos u otros, según el área de terreno que ocupan.

- Portugal & Goldner (2003) señalan que los PGV pueden ser clasificados de acuerdo con la naturaleza e intensidad de sus actividades. En relación a la naturaleza de su actividad presentan la siguiente clasificación:
 - Centros comerciales y tiendas por departamento, supermercados e hipermercados;
 - Instalaciones educativas;
 - Hospitales, ambulatorios, maternidades y clínicas médicas;
 - Estadios, gimnasios deportivos, hipódromos, autódromos y academias deportivas;
 - Hoteles y moteles;
 - Restaurantes, cines y teatros;
 - Templos e iglesias;
 - Industrias y oficinas;
 - Conjuntos residenciales;

- Edificios de oficinas,
- Salas de exposiciones, parques y zoológicos;
- Aeropuertos, puertos, terminales de autobuses y garajes.

El tamaño o tipo de PGV son factores sensibles en la producción de viajes y de tránsito que, al confrontar con la calidad y capacidad de la instalación y de la infraestructura vial y de transporte, determina el tipo y la intensidad de los impactos resultantes. (Portugal & Goldner, 2003).

Los polos generadores de viaje también pueden ser clasificados, según Andrade (2005) por su tipo y tamaño. El tipo de PGV expresa su propósito y misión, de los cuales se derivan las actividades a desarrollar. El tamaño de la edificación puede ser medido por diferentes variables como la superficie total (ATC), área bruta rentable (ABR), el número de empleados, número de camas, en función de sus diferentes actividades.

1.4.3. Criterios que identifican a un PGV.

La Red de PGV's¹⁵ presenta criterios empleados por municipios de Brasil que identifican a un polo generador de viajes, alguno de estos son:

- En Curitiba, un polo generador de tránsito es toda instalación que tiene un área de construcción igual o superior a 5.000 m².
- En el municipio de Sao Paulo, desde 1987, se utiliza como parámetro de análisis para clasificar a una edificación como polo generador de viaje, el número de puestos exigidos de estacionamiento. Asimismo, es clasificado como PGV, todo proyecto de edificación que, atendiendo a la legislación municipal para la determinación del número de puestos de estacionamiento, establezca más de 80 puestos en "Áreas Especiales de Tránsito" y más de 200 puestos en las demás áreas de la ciudad.

¹⁵ Red de PGV's. Ibídem. p.8.

Conforme a lo referido anteriormente, cada municipio estipula, de acuerdo a sus particularidades, los parámetros de definición o elementos que lo identifican como polos generadores de viajes. En la tabla 1.2 se muestran algunos criterios recomendados por el municipio de Sao Paulo, Brasil, que identifican a la actividad urbana como un PGV.

Tabla 1.2.
Criterios recomendados por el Municipio de Sao Paulo y que identifican a la actividad urbana como un PGV

Actividad	Área bruta de construcción(m ²)	Capacidad
Residencial	-----	500 viviendas
Prestación de servicios de salud	7.500	-----
Prestación de servicios de educación	2.500	-----
- . Locales de reunión. - . Actividades y servicios públicos de carácter especial - . Actividades temporales	-----	500 personas
Práctica de ejercicio físico o deporte	2.500	-----

Fuente: elaboración propia con base en la Red de PGVs. Cuaderno caracterización de los polos generadores de viajes.

En conclusión, la definición de un PGV dependerá, en muchos casos, de las especificaciones locales y deberá ser establecida por cada alcaldía o municipalidad.

1.5. La demanda de transporte

La demanda de transporte es una función de las actividades urbanas que se desarrollan en la ciudad. El crecimiento urbano y la intensificación de estas actividades promueven una mayor generación de viajes. El conocimiento del uso del suelo y de las características de las actividades urbanas es esencial en la determinación de la demanda de transporte.

Los estudios de demanda de viajes comenzaron a realizarse en los Estados Unidos, en los años 50 y 60 del siglo pasado. Su énfasis era la planificación a largo plazo para el uso de la tierra y la construcción y utilización de infraestructuras, con especial atención a zonas urbanas y regionales. En los años 70 y 80, se agrega el enfoque local promoviendo el concepto de estudio de polos generadores de viajes, pero con una visión centrada en el uso de las infraestructuras de transporte. En este período, se inicia la publicación Trip Generation del ITE. En los años 90, después de la aprobación de las leyes ambientales, los estudios de demanda ahora incluyen otros factores externos como la contaminación atmosférica y la mitigación de la congestión como principal objetivo. (Homburguer, 2007)¹⁶.

1.5.1. Variación de la demanda

Las distintas actividades urbanas generan volúmenes máximos de viajes en ciertas horas, días y temporadas del año, es por ello que se dice que la demanda de viajes no es constante, sino que más bien presenta variaciones de acuerdo al patrón de desplazamiento de las personas para realizar sus actividades cotidianas de trabajo, estudio, salud, compras, recreación, etc. Como señala Thomson (1976)¹⁷, "...la demanda de transporte, como la de otros servicios, está sujeta a bruscas fluctuaciones, de las cuales la más familiar se produce dos veces cada día laborable por los viajes de ida y de vuelta al trabajo. (...) la segunda forma más importante de fluctuación es la semanal, causada por el patrón diferente y volumen de movimiento durante el fin de semana. (...) y (...) en tercer lugar, hay fluctuaciones estacionales". Por ello, de acuerdo al tipo de actividad se deberá establecer los períodos de análisis adecuados.

¹⁶ HOMBURGUER (2007). Tomado del Cuaderno Generación de Viajes: Introducción Teórica y Recomendaciones Prácticas. Versión preliminar, p.p. 1,2. Recuperado el 05 de diciembre de 2010 del sitio web de la Red de Polos Generadores de Viajes.

http://redpgv.coppe.ufrj.br/index.php?option=com_phocadownload&view=file&id=90%3Acaderno-3-informacoes&Itemid=93&lang=es

¹⁷ THOMSON, J.M. "Teoría Económica del Transporte". Curso de Economía Moderna, Alianza Universidad, Alianza Editorial, Madrid, España, 1976. p.p. 35, 36.

1.6. La generación de viajes

La generación de viajes es el proceso analítico que relaciona las actividades urbanas y los viajes. El número de viajes está dado en función de los usos del suelo y las características socioeconómicas de la población y los métodos utilizados permiten estimar la demanda futura de viajes que se generarán en una determinada zona al asociarlo con la actividad urbana, (Molinero, 1996)¹⁸.

El análisis de generación de viajes es especialmente importante, ya que en esta etapa se define la demanda total que debe ser atendida en los distintos años horizonte de un estudio por el sistema de transporte. El objetivo de la aplicación de modelos de generación de viajes es permitir la estimación, para cada año horizonte considerado, de las demandas totales producidas y atraídas por cada zona de tránsito y su entorno, en un determinado período de tiempo.

1.6.1. Variables que explican la generación de viajes

Dentro de las variables que explican la generación de viajes se encuentran: el uso del suelo, las características socio-económicas de la población y el sistema de transporte.

- **Uso del suelo:**

El uso del suelo puede ser determinado y pronosticado con facilidad y aceptable precisión. Dentro de esta variable se pueden distinguir tres atributos que influyen en la generación de viajes, estos son:

- Tipo: los diferentes tipos de usos del suelo tienen diferentes características de generación y por ello es importante distinguirlos. El uso del suelo residencial es

¹⁸ MOLINERO, Angel R. y SANCHEZ, Luís Ignacio; Transporte Público: Planeación, Diseño, Operación y Administración. 2da Edición. México. 1996.

esencialmente productor de viajes, mientras que los restantes usos son, generalmente, atractores de viajes.

- Intensidad: expresa el nivel de actividad que caracteriza a un determinado uso del suelo.
- Ubicación: se refiere a la distribución espacial de los distintos usos del suelo.

▪ **Características socio-económicas**

Las características socio-económicas que influyen en la generación de viajes se refieren a los hogares, en particular, al ingreso familiar, al tamaño del hogar y a la posesión del automóvil, entre otras.

- Ingreso familiar: es una de las más importantes en la determinación de la cantidad de viajes por hogar o por individuo y la modalidad de los mismos. A mayor ingreso mayor número de viajes por unidad de tiempo y mayor cantidad de viajes por automóvil;
- Tamaño familiar: (número de integrantes del hogar), también influye positivamente en la generación de viaje, es decir, la frecuencia de viajes por hogar aumenta con el tamaño del mismo;
- Posesión del automóvil: está directamente relacionado con el nivel de ingreso familiar y el tamaño del hogar. En general, una familia de menor grado de motorización genera menos viajes.

▪ **Sistema de transporte**

El tipo, disponibilidad y calidad de las facilidades de transporte, determinan la variable denominada accesibilidad, a mayor accesibilidad mayor cantidad de viajes realizados.

1.6.2. La generación de viajes en los estudios de impacto vial

La generación de viajes es uno de los factores más críticos en la determinación de impactos viales. No existe en Venezuela una base de datos que permita obtener

tasas de generación de viajes confiables para cada tipo de usos, por lo que resulta necesario crear dicha base de datos. Para estimar la generación de viajes se podrían seguir los siguientes pasos:

- Ver si existen tasas de generación de viajes locales.
- En caso de no haber datos y si el presupuesto lo permite, hacer un estudio de generación de viajes en desarrollos con características similares a las del proyecto en cuestión.

Si no se pueden realizar estudios:

- Se podría verificar fuentes extranjeras como el “Trip Generation” de ITE.
- Determinar el período (hora, fecha) de interés para el proyecto propuesto.
- Tomar en cuenta factores como el uso de transporte público, viajes con propósitos múltiples en desarrollos grandes, etc.
- Justificar los resultados e hipótesis utilizadas en la determinación de la generación de viajes.

En caso de usar las tasas de generación del ITE, se debe tomar en cuenta que son tasas obtenidas de estudios en los EE.UU, donde los patrones de viaje son diferentes a los nuestros, la propiedad vehicular es mucho mayor y el uso de transporte público es mucho menor, asimismo, las condiciones culturales, económicas, de estructura urbana y medio-ambiental, entre otras, son diferentes a las nuestras.

La generación de viajes de un desarrollo propuesto se considera por separado, para medir el grado de incidencia en los problemas de tránsito de la localidad en estudio, siendo las tasas de generación de viajes casi siempre el factor más crítico al valorar los impactos y necesidades del proyecto. Una pequeña diferencia en la tasa de generación de viaje proyectada puede resultar en un cambio significativo en las decisiones relativas al transporte y en compromisos financieros. El resultado de un EIV puede depender

únicamente en la interrogante de tasas de generación de viajes apropiadas. (Urdaneta, 2004)¹⁹.

Cabe destacar, que una de las etapas más importantes en los estudios de impacto de PGVs, es la generación de viajes. Según Portugal y Golder (2003), a partir de la identificación del número de viajes generados y de la definición del día y la hora de proyecto es que se elaborarán las demás etapas de los estudios de los impactos de los PGVs.

Un estudio de impacto vial (EIV), puede ser requerido por un organismo de acuerdo a las políticas de éste o basado en las necesidades particulares del área donde se propone el desarrollo o PGV, por lo tanto, es primordial desarrollar tasas de generación de viaje ajustadas a la realidad local para obtener la cantidad de viajes que generará el nuevo desarrollo o instalación, ver cual es su incidencia o los posibles impactos sobre la red vial existente con el fin de considerar las medidas de mitigación pertinentes.

Gobiernos locales de diversos países exigen estudios de impacto vial cuando se cumplen los siguientes tipos de factores:

- El desarrollo en cuestión genera un número de viajes determinado durante la hora de máxima demanda o durante el día.
- El desarrollo en cuestión tiene un área o un número de viviendas determinadas.
- El desarrollo es construido en una zona sensible (con problemas de congestión).
- Se cambia la zonificación del área.
- A juicio del organismo que los requiere.

¹⁹ URDANETA, Miguel Ángel. (2004). Estudios de Impacto Vial: Lineamientos para su elaboración y aplicación. Boletín de Novedades Técnicas en Transporte. Fondo Nacional de Transporte Urbano-FONTUR, Semestral. (Nº 1/ 2), p.p 15-20.

Según algunas municipalidades y como una práctica recomendada en EE.UU, se sugiere que se haga un estudio de impacto vial cuando:

- El desarrollo propuesto genere más de 100 viajes durante la hora de máxima demanda del desarrollo o la hora de máxima demanda de la red vial alrededor del desarrollo.

Según el ITE, lo expuesto anteriormente es válido por las siguientes razones:

- 100 vehículos por hora son suficientes para cambiar el nivel de servicio de un acceso en una intersección.
- Es posible que se necesiten canales exclusivos de giro a la izquierda o derecha para satisfacer las necesidades del tránsito adicional generado de manera que no afecte el tránsito no generado por el desarrollo.

De acuerdo con el libro Estudios de Polos Generadores de Tráfico (Portugal y Goldner, 2003)²⁰, algunas metodologías destinadas a la elaboración de estudios para la evaluación de impactos de PGVs en los sistemas vial y de transporte son:

- Metodología del departamento de transporte de EE.UU y del ITE (1985).
- Metodología específica del ITE (1991)
- Metodologías españolas de Calvet y Borrul (1995)
- Metodologías brasileras de Cox Consultores (1984), CET-SP (1983 y 2000), Grando (1986), Goldner (1994), Cybis et al. (1999), Menezes (2000) y Denatran (2001).

Para la realización de investigaciones y estudios de impacto vial se recomienda la búsqueda de textos completos, cuya bibliografía puede ser encontrada en la página web de la Red de PGV's.

²⁰ PORTUGAL Y GOLDBER, 2003. Tomado de la Red de PGVs-Conceptos básicos-Estudios de Impacto. Recuperado el 03 de octubre de 2011 del sitio Web http://redpgv.coppe.ufrj.br/index.php?option=com_content&view=article&id=40&Itemid=61&lang=es

1.6.3. Metodología de generación de viajes para actividades urbanas

Con base en Andrade (2005)²¹, en el enfoque metodológico para estudiar la generación de viajes de las actividades urbanas se definen cinco grandes campos de análisis que se muestran en la Figura 1.1.

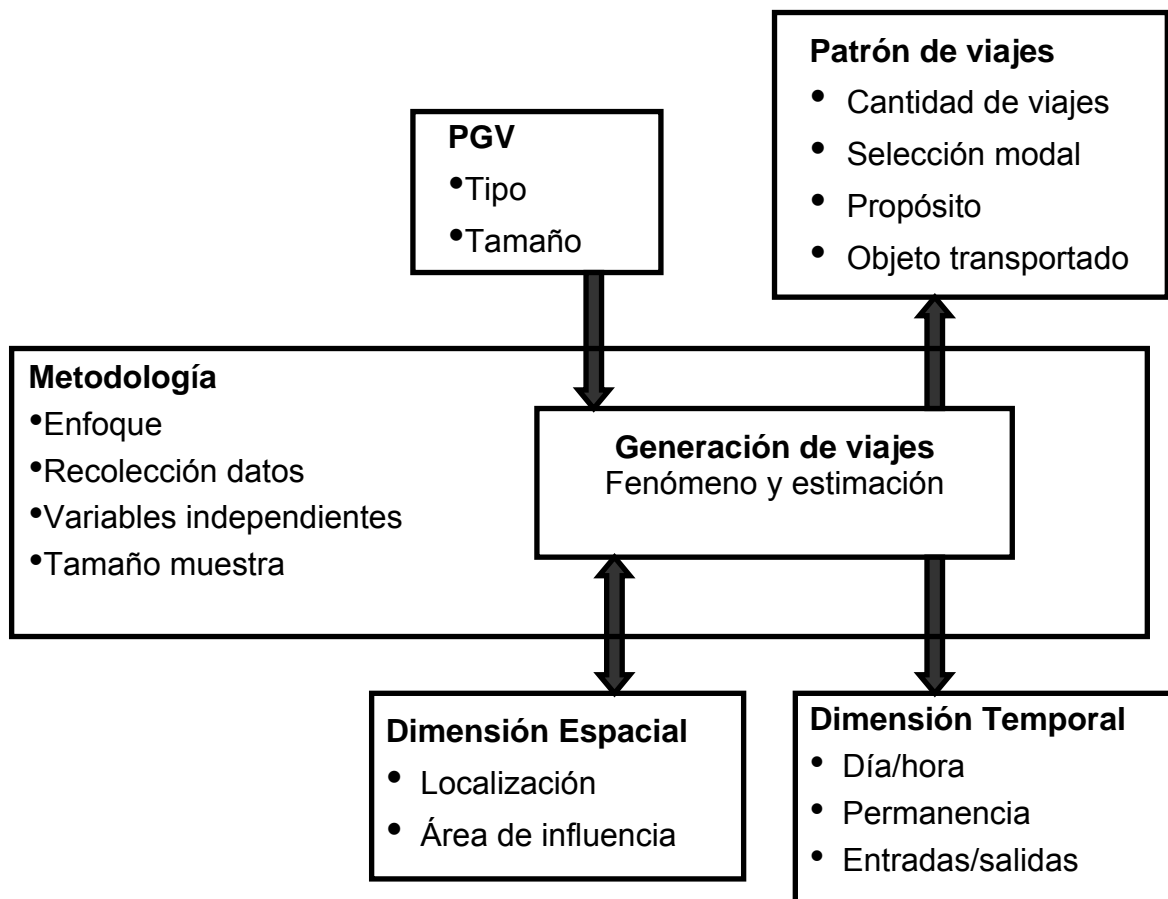


Figura 1.1. Enfoque metodológico de la generación de viajes.
(Andrade, 2005).

²¹ ANDRADE (2005). Tomado del Cuaderno Hospitales. Recuperado el 03 de octubre de 2011 del sitio Web de la Red de Polos Generadores de Viajes http://redpgv.coppe.ufrj.br/index.php?option=com_phocadownload&view=file&id=118%3Acaderno-hospitais-16-09-11-verso-preliminar&Itemid=100&lang=es

A continuación se describe cada uno de los elementos considerados para el análisis de la generación de viajes de las actividades urbanas:

1.6.3.1. Metodología

La metodología se refiere a los aspectos vinculados con el desarrollo de los modelos utilizados para caracterizar y estimar la generación de viajes. La metodología abarca cuatro aspectos: enfoque, recopilación de datos, las variables independientes, y tamaño de la muestra. Se puede observar en los estudios sobre PGVs Iberoamericanos la influencia de la labor realizada por el ITE, éste recomienda procedimientos para diversos estudios destinados al fortalecimiento de una base de datos de generación de viajes, a la validación de estas tasas en contextos locales y al establecimiento de estimaciones a través de tasas o de ecuaciones de regresión lineal, entre otros. Cuando es necesario hacer estimaciones nuevas de generación de viajes, el ITE²² indica el siguiente procedimiento:

- Determinar el tipo de PGV y el ámbito geográfico que será estudiado;
- Seleccionar un número de PGV existentes (cinco o menos elementos se considerada una muestra pequeña) y recolectar datos sobre su funcionamiento, tamaño, localización y volumen generado entre otros;
- Verificar si las variables independientes seleccionadas guardan correlación con la cantidad de viajes generados;
- Para la selección del número de elementos del universo muestral, se recomienda un mínimo de cuatro sitios para la utilización del método de regresión lineal, siguiendo los patrones estadísticos establecidos. Un número mayor de estos elementos tiende a generar resultados estadísticos más confiables.

²² INSTITUTE OF TRANSPORTATION ENGINEERS (ITE, 2001). Trip Generation Handbook, An ITE Proposed Recommended Practice.

El ITE recomienda que los datos sean conseguidos a través de conteos realizados en sitio. Sin embargo, algunos de los trabajos académicos ibero-americanos, generalmente, se basan en cuestionarios enviados a los administradores de los establecimientos o en el desarrollo de encuestas a las personas que acceden al sitio estudiado.

La selección de la variable independiente para el modelo de generación de viajes también debe ser considerada. Según (ITE, 2001)²³ la variable independiente a seleccionar debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Ser la “causa” de la generación de viajes, o la que tenga mejor correlación estadística con los viajes.
- Ser un dato primario y no un dato secundario
- Producir una tasa o ecuación con los mejores índices de acierto
- Ser de fácil medición
- Estar relacionada al sitio y no solo a las características del terreno.
- Deben considerarse datos recientes. Los datos antiguos pueden traer resultados equivocados por tratarse de una dinámica urbana y social diferente a la actual. También se pueden utilizar resultados y metodologías desarrolladas por publicaciones más antiguas, pudiendo ampliar así la base teórica y la base de datos para el uso del suelo estudiado.

1.6.3.2. Patrón del PGV

El patrón del PGV indica el tipo y tamaño de la instalación o establecimiento estudiado.

²³ ITE, *ibídem*

Los métodos de estimación de viajes casi siempre son proporcionados para un determinado patrón de PGV. Son pocas las iniciativas, como la del (ITE, 2008)²⁴ que consiguen ofrecer tasas y ecuaciones de regresión estimadas para una gran cantidad de tipos de polos. La red de PGV está trabando y ampliando el conocimiento para distintos tipos de usos, generalmente, son el producto de trabajos académicos, siendo los centros comerciales el uso con mayor número de datos.

1.6.3.3. Dimensión espacial

La localización de un PGV es un factor determinante en la generación de viajes, tanto desde el punto de vista cualitativo como cuantitativo. Esta condición puede también dividirse en dos aspectos: en qué tipo de ciudad y en qué país el PGV esta implantado; y en qué lugar dentro de la ciudad se encuentra. Experiencias, demuestran que viviendas establecidas cerca de estaciones de tren generan menos viajes en automóviles que las estimaciones de viajes de uso residencial generadas por el ITE, cuyos modelos de generación están basados en un contexto urbanístico distinto: baja densidad, con poca utilización del transporte público y mucha oferta de estacionamiento.

Otro requisito dentro de la dimensión espacial es la llamada “Área de Influencia”. Grandó (1986), en sus estudios define: área de influencia de un centro comercial, también conocida como área de mercado, la definida como el área geográfica en la cual el PGV atrae a la mayor parte de sus usuarios. El área de influencia se determina mediante encuestas utilizando los conceptos de líneas isócronas e isocotas.

²⁴ INSTITUTE OF TRANSPORTATION ENGINEERS (ITE, 2008), Trip Generation 8th Edition. Trip Generation Rates, Plots and Equations.

1.6.3.4. Patrones de viajes

Se considera que los viajes generados por un PGV son la suma de los viajes que salen (cuyo origen es el PGV) y los que entran (cuyo destino es el PGV). Sin embargo, el análisis cuantitativo, por si solo, no explica por completo el patrón de los viajes. Es deseable verificar los siguientes aspectos: distribución modal, categoría, propósito y objeto transportado. Estos elementos se explican a continuación:

- Distribución modal: la Red de PGVs²⁵ en la versión preliminar del cuaderno de investigación salud-hospitales proporciona las siguientes definiciones:
 - Según Bruton, la división modal, selección modal o repartición modal puede ser definida como la división proporcional del total de viajes realizados por las personas entre los diferentes modos. Se puede expresar numéricamente como una fracción, proporción o porcentaje del número total de viajes.
 - Según Hutchinson, el objetivo del análisis de la selección modal en el proceso de planificación de transporte es estimar la distribución probable de los viajes en transporte público y los viajes en auto, dado el costo generalizado de viaje en ambos modos.

Los modelos deben indicar si sólo incluyen estimaciones de los viajes en automóvil, o si también estiman viajes en transporte público colectivo y en modos no motorizados.

- Acerca de las categorías: la misma Red de PGVs²⁶ señala que Slade y Gorov (1981) consideran tres tipos de viajes con sus respectivas características:
 - Viajes primarios (*primary trips*): son aquellos cuyo origen y destino son la residencia, la edificación o desarrollo que produjo ese nuevo viaje;

²⁵ Red de PGVs. Op. Cit. p.p. 7-8

²⁶ Red de PGVs. Ibidem. p.8

- Viajes desviados (*diverted trips*): viajes que ya existen dentro de la red de transporte, salvo que, como consecuencia del desarrollo, el usuario modifica su ruta para hacer uso del mismo;
- Viajes no desviados (*non-diverted trips*), son viajes ya existentes y que no sufren cambios de ruta para hacer uso del PGV.

La clasificación de los viajes generados en estas tres categorías muestra más claramente el verdadero impacto que los PGV originan, eso porque, cuando se van a evaluar dichos impactos, no se debe incluir el porcentaje relativo a los viajes no desviados que se encuentran en el tránsito que circula por las calles adyacentes al desarrollo.

- El propósito de los viajes: es la razón que causó que aconteciese el viaje, ejemplo son: trabajo, estudio, salud, compras y recreación. Un desarrollo puede generar viajes de propósitos distintos, particularmente sin son desarrollos mixtos.
- El análisis del objeto transportado: el modelo deberá diferenciar si los viajes estimados son de personas, vehículos o carga.

1.6.3.5. Dimensión temporal

La dimensión temporal es fundamental por las variaciones temporales en la demanda de viaje. Es importante conocer si los modelos son desarrollados para horas pico, días laborables o fines de semana.

Sin embargo, hay otros aspectos importantes que merecen atención en esta dimensión, la permanencia en el estacionamiento y las entradas y salidas al desarrollo:

- La permanencia de un viaje: es el tiempo que el vehículo permanece estacionado dentro de la instalación. Sirve para dimensionar el número de puestos necesarios de un estacionamiento.
- Entradas y salidas de un desarrollo: puede ser útil para la identificación de impactos de la vía adyacente al PGV.

1.7. Los modelos de estimación de la generación de viajes

Los modelos de estimación de la generación de viajes más frecuentemente usados son: el de tasas de generación y el de regresión lineal simple.

Con la finalidad de definir brevemente estos modelos, la diferencia entre ambos y los criterios que prevalecen para la escogencia de uno de ellos en estudios de generación de viaje, se tiene:

- Tasa de generación de viaje: es el número de viajes generado en vehículo por uso del suelo, por unidad de una determinada variable independiente. Se obtiene dividiendo el número total de extremos de viaje²⁷, entre los valores de la variable independiente que se le asocia. Estas variables pueden ser áreas, empleados, camas, etc.

La tasa simplemente supone una relación lineal entre los viajes realizados y la variable independiente, cuya pendiente es igual a la tasa y cuya recta pasa por el origen. La desviación estándar se calcula cuando hay más de tres desarrollos estudiados y es una medida de la dispersión de los datos alrededor de su media, a menor dispersión, la desviación estándar también es menor.

²⁷ Extremos de viaje: es un viaje en auto en un sentido con origen o destino en el uso del suelo considerado. Para efectos de generación de viajes, el total de extremos de viajes de un determinado período son todos los viajes que entran y todos los viajes que salen durante dicho período.

- Ecuación de regresión: es la ecuación que define la curva que "mejor se ajusta" a los datos obtenidos. La relación matemática entre los viajes realizados y la variable independiente asociada se define como la ecuación de regresión. A diferencia de la tasa, la ecuación graficada no necesariamente pasa por el origen, ni obligatoriamente tiene que ser lineal, aunque lo puede ser.

El ITE establece criterios para saber cuándo utilizar la ecuación de regresión o cuándo emplear la tasa ponderada de generación de viaje. En su publicación *Transportation Impact Analyses for Site Development*,²⁸ se señala que se debe:

- Usar la ecuación de regresión si:
 - El uso de suelo tiene ecuación.
 - El valor de la variable independiente se encuentra en el rango de los datos.
 - Hay al menos 20 puntos de datos
 - Hay menos de 20 puntos de datos, se puede usar si el coeficiente de determinación R^2 es ≥ 0.75 y la desviación estándar es > 110 por ciento de la tasa ponderada..

- Usar la tasa ponderada de generación si:
 - Hay al menos 3 puntos de datos (preferiblemente 6).
 - El valor de la variable independiente se encuentra en el rango de los datos.
 - La desviación estándar es ≤ 110 por ciento de la tasa ponderada.
 - No hay ecuación o si la hay , el " R^2 es ≤ 0.75

²⁸ INSTITUTE OF TRANSPORTATION ENGINEERS (ITE), *Transportation Impact Analyses for Site Development*. Washington, DC, 2005. p.35.

1.7.1 Modelo de tasas de generación de viajes.

El análisis de tasas de generación de viajes para actividades urbanas se refiere a modelos basados en la determinación de indicadores promedios de generación (entradas + salidas) de viajes asociados con los polos generadores importantes de una zona. Las tasas de generación se asocian a diferentes tipos de usos del suelo y relacionan las variables que describen a una determinada actividad con el número de viajes generados por ésta.

La formulación matemática correspondiente es:

$$V_{gi} = T_i \times V_{li} \quad [1.1]$$

donde,

V_{gi} = viajes generados por la actividad i

T_i = tasa de generación de la actividad i

V_{li} = variable independiente asociada a la actividad i

La tasa de generación para cada actividad o uso del suelo se obtiene dividiendo el número total de viajes generados por ese polo en la zona, entre la sumatoria de los valores de la variables independientes analizadas. Estas variables pueden ser área, vivienda, empleo, locales, etc.

Así, la tasa se expresa:

$$T_i = \frac{\sum V_{gi} \text{ actuales}}{\sum V_{li} \text{ actuales}} \quad [1.2]$$

El mayor inventario de tasas de viajes para usos del suelo es suministrado por el Instituto de Ingenieros de Transporte en la publicación Trip Generation (8va. Edición, 2008) y sus continuas actualizaciones.

1.7.2. Modelo de regresión lineal simple

Los modelos de regresión pueden ser lineales o no lineales, dependiendo del tipo de relación que se establece entre las variables, y simple o múltiples, de acuerdo al número de variables independientes. Todos estos modelos pueden ser utilizados en los estudios de generación de viajes. La selección de la forma más apropiada en un caso en particular se basa en la experiencia de investigaciones preliminares en la materia.

Un modelo frecuentemente utilizado por su facilidad de aplicación e interpretación es el modelo de regresión lineal simple, que considera una sola variable independiente x . Esto no necesariamente implica una relación lineal entre las variables sino que la relación puede linearizarse mediante una transformación matemática.

Cuando la relación funcional entre la variable dependiente (y) e independiente (x) es una línea recta, se tiene una regresión lineal simple, dada por la ecuación:

$$y = \alpha + \beta x + \varepsilon \quad [1.3]$$

Donde:

α : El valor de la ordenada donde la línea de regresión intersecta al eje (y).

β : Coeficiente de regresión. Pendiente de la línea de regresión, representa la tasa de cambio de la respuesta (y) al cambio de una unidad en (x)

ε : El error aleatorio, es una variable aleatoria con media cero.

1.8. Análisis de regresión

Para que el análisis de regresión tenga validez estadística es necesario que ciertas condiciones sean satisfechas: en primer lugar, la variable (x) llamada variable independiente, debe tener valores fijos y conocidos, en segundo lugar, que la variable dependiente (y) sea una variable aleatoria. En la relación existente entre las variables dependientes e independientes, ha de establecerse una dependencia del tipo $y = F(x)$.

Al obtener una muestra conformada por n pares de valores (x,y): la primera observación de cada par corresponde a un valor de la variable x, y la segunda, a un valor de la variable y. Para tener una idea de la relación entre las dos variables se suele representar n pares de valores como n puntos dispuestos en un sistema de coordenadas rectangulares y luego observarse la forma como se agrupan. El gráfico que ofrece esta representación se llama diagrama de dispersión.

La técnica estadística de regresión analiza la mejor relación funcional existente entre las variables, con base en los puntos graficados se verifica la tendencia de los mismos y se determina si es pertinente una estructura lineal del modelo de regresión u otra estructura matemática (esta estructura matemática se lineariza), con la finalidad de seleccionar el mejor modelo con base en pruebas estadísticas de bondad y la aplicación de la experticia profesional. En síntesis los pasos a seguir son:

- Dibujar un diagrama de dispersión
- Representar la recta que define la mejor relación lineal entre dos variables. Si no se observa una relación lineal se pueden usar otras estructuras matemáticas linearizadas.
- Determinar la ecuación y los parámetros de la recta de regresión
- Determinar el coeficiente de determinación R^2

- Realizar una prueba de hipótesis nula y determinar si el parámetro estimado de la variable independiente es distinto de cero.
- Interpretar los intervalos de confianza e intervalos de predicción para la variable dependiente.

1.8.1. Prueba del modelo de regresión

Una vez obtenida la ecuación de regresión, el siguiente paso consiste en analizar si la regresión en efecto es válida y se podría utilizar para predecir. Para ello se verifica si la correlación entre ambas variables es distinta de cero o si el modelo de regresión es válido, en el sentido de contrastar, si el análisis de la variable dependiente (y) es válido a través de la influencia de la variable explicativa (x).

1.8.1.1 Prueba de hipótesis nula

En consecuencia, se aplica la prueba de hipótesis nula para determinar si que el parámetro estimado de la variable independiente es estadísticamente distinto de cero. Para esto se utiliza un indicador estadístico denominado valor t, que se calcula dividiendo el valor del parámetro estimado (β_1) entre el error estándar de dicho parámetro (S_{β_1}). Luego el valor t-calculado se compara con el “valor t-student de la tabla”²⁹ correspondiente al número de grados de libertad de acuerdo al número de datos, y se coteja con el valor mas cercano. El valor t-calculado es hallado mediante la expresión:

$$t_b = t\text{-calculado} = \frac{\beta_1}{S_{\beta_1}} \quad [1.4]$$

²⁹ PINDYCK, Robert & RUBINFELD, Daniel L. (1976). *Econometric Models and Economic Forecast.* Editorial: Mc. Graw-Hill Book Company. p. 553.

Donde:

β_1 = coeficiente de regresión o pendiente de la recta de regresión, representa la tasa de cambio de la respuesta de (y) al cambio de una unidad en (x).

Si $\beta_1=0$, se dice que no existe relación lineal entre las dos variables

Por ejemplo, si el estadístico de prueba t-calculado es mayor que $t_{\text{tabla}(0,95)}$, con $n-2$ grados de libertad, se rechaza la hipótesis nula y se dice que el estadístico hallado es estadísticamente significativo con un nivel de confianza del 95%. Esto indica que existen evidencias estadísticas de que la variable (x) es una variable relevante o que influye sobre (y). Al rechazar la hipótesis nula, se concluye que la pendiente de la recta es distinta de cero y el coeficiente de determinación es no nulo, es decir, que ambas variables están correlacionadas y que, por tanto, el modelo tiene sentido.

1.9. Metodología del Instituto de Ingenieros de Transporte (ITE)

El ITE en su publicación, Trip Generation Handbook³⁰ suministra información relevante que describe la metodología para estimar los viajes, a continuación se describen los criterios utilizados:

1.9.1. Selección de la variable independiente

Con el propósito de estimar tasas de viajes, una variable independiente debe definirse como real y medible, además debe ser capaz de describir el sitio de estudio y vincularse con la generación de viajes (por ejemplo: área, empleados, unidades de vivienda, camas, etc.). Es muy importante que durante el desarrollo del análisis se comprenda la definición de cada variable independiente potencial para un uso particular.

³⁰ INSTITUTE OF TRANSPORTATION ENGINEERS (ITE), Trip Generation Handbook, An ITE Proposed Recommended Practice. 2001

1.9.2. Selección de la variable (si hay varias alternativas)

Para muchos usos del suelo, las tasas y las ecuaciones de generación de viajes en vehículo se establecen para más de una variable independiente. La correcta elección de la variable puede ser la decisión más importante durante el cálculo de la generación de viajes. Algunas veces no hay elección posible debido a que la información disponible para el sitio en estudio es pertinente a una de las variables independientes. Cuando se tenga la posibilidad de tener alternativas en la escogencia de la variable, se recomienda utilizar la que tenga una relación más directa en la causa de la variación de los viajes generados por el uso del suelo y con una proyección lo más exacta posible de los mismos. Los valores de la desviación estándar y el coeficiente de determinación (R^2) indican cuál es la variable que mejor se adapta a la regresión. Desviaciones estándar menores o iguales a 110% de la tasa promedio y valores de R^2 de 0.75 o mayores, indican una buena aproximación de la curva de regresión a la información recolectada.

Es recomendable de igual manera revisar el tamaño de la muestra para cada variable independiente. En caso de presentarse dos variables con similares características y ajustes a la curva de regresión se debe elegir la variable que favorezca una mejor predicción de los viajes. Si aún sigue presentándose una gran similitud, se debe elegir la variable que tenga el tamaño de muestra más grande.

La variable independiente escogida debe ser estable para un uso del suelo particular y no debe ser una función directa de los actuales inquilinos o usuarios del sector. Esto quiere decir que, los valores y medidas atribuibles a la variable independiente no deben presentar cambios dramáticos cuando ocurran cambios en la composición de los usuarios del sector. Las características físicas tales como áreas y número de viviendas, entre otras, son preferibles como variables independientes.

Finalmente, se debe recordar que la mejor variable independiente se obtiene por medio de una toma de información primaria y no extraída de información secundaria. Por ejemplo, muchas estimaciones del número de trabajadores en un edificio de oficinas se obtienen en función del área construida asumiendo una densidad de personal, esta aproximación no se ajusta mucho a la realidad, en tal caso, es preferible tomar como variable independiente primaria el área bruta de construcción del edificio en vez del número de trabajadores estimado a partir del área.

1.9.3. Selección de la variable (si debe ser deducida)

En la etapa de planeamiento algunas variables independientes deben ser estimadas basándose en otras variables. Volviendo al ejemplo anterior, la cantidad de empleados de cierto lugar es estimada generalmente con base al área neta de construcción. Sin embargo, el área podría no ser la variable más representativa para estimar la generación de viajes. Preferentemente, se deben escoger variables independientes que estén directamente disponibles. Si es necesario realizar una estimación, el uso de una variable independiente conocida puede ser válido y más exacto para aplicar un factor realista y creíble con el cual se pueda generar la variable independiente deseada. Algunas estimaciones pueden basarse en relaciones verificables y válidas aplicables al sitio en consideración. Siempre es recomendable revisar tales estimaciones y demás información disponible para llegar a un consenso y a una información sólida, ya que todo el trabajo subsiguiente podría tener que volverse a realizar si las conversiones y supuestos iniciales no son válidos.

1.9.4. Periodo de análisis y variaciones en el tiempo

La selección del periodo de tiempo para un estudio de generación de viajes está dada por la necesidad de determinar el impacto del tránsito para el cual se está realizando la estimación. Para determinar el correcto impacto del tránsito y los

resultados requeridos es necesario revisar las tasas promedio o las ecuaciones de regresión para diferentes días y periodos de tiempo con el fin de determinar cuándo se produce el periodo crítico de generación del tránsito en el sitio de estudio. También se requiere definir la relación entre el pico del generador y los periodos críticos de generación sobre la red vial adyacente. El periodo de tiempo que debe analizarse es cuando se presenta la combinación en donde la generación de tránsito del sitio y el tránsito de la red vial adyacente es máxima.

En la mayoría de los casos las tasas de generación o las ecuaciones para los picos de mañana y tarde sobre la red vial adyacente pueden ser utilizadas para probar el impacto sobre la hora pico normal. Sin embargo, algunos usos del suelo no tienen su hora de máxima demanda en el mismo periodo que la hora de máxima demanda de la red vial adyacente. Por esta razón, se deben realizar pruebas y combinaciones entre los volúmenes generados y los circulantes por las vías en horarios diferentes para determinar el periodo de máxima demanda.

CAPÍTULO II

LOS HOSPITALES COMO POLOS GENERADORES DE VIAJES

En este capítulo se presenta la definición del término hospital. Se adoptó la definición dada por el ITE, con el propósito de aclarar las diferencias con las definiciones de clínicas y otros centros de salud. Se describen los niveles de atención médica y la clasificación de los hospitales en Venezuela. Se presenta una breve descripción de la investigación internacional relacionada con generación de viajes en hospitales. Un aspecto fundamental de este capítulo es la adaptación de la metodología desarrollada por Andrade (2005)³¹ en el caso particular de los hospitales privados en el DMC. Finalmente se muestra la metodología del ITE para tasas de generación de viajes de hospitales.

2.1. Definición de Hospital

Según el ITE, en su actual publicación del Trip Generación³² la categoría hospital (Land Use: 610, Hospital), es definida de la siguiente manera: “un hospital es una institución donde los cuidados médicos, quirúrgicos y de hospitalización son ofrecidos a pacientes ambulatorios y no ambulatorios. El término hospital no se refiere a centros médicos o clínicas cuyas instalaciones solo proveen servicios de diagnóstico y cuidados ambulatorios, tampoco se refiere a hogares para ancianos, instalaciones éstas dedicadas al cuidado de personas incapaces de valerse por ellas mismas”.

³¹ ANDRADE (2005). Tomado del Cuaderno Hospitales. Recuperado el 03 de octubre de 2011 del sitio Web de la Red de Polos Generadores de Viajes http://redpgv.coppe.ufrj.br/index.php?option=com_phocadownload&view=file&id=118%3Acaderno-hospitais-16-09-11-verso-preliminar&Itemid=100&lang=es

³² INSTITUTE OF TRANSPORTATION ENGINEERS (ITE, 2008), Trip Generation 8th Edition, Trip Generation Rates, Plots and Equations. p.1133.

Como se señaló en la introducción, en Venezuela se acostumbra llamar a los hospitales privados “clínicas”, término que no corresponde con la descripción dada por el ITE, ya que, de acuerdo a éste, las clínicas no contemplan la existencia de servicios de hospitalización para los pacientes, por lo tanto hemos decidido utilizar en este trabajo el término de hospital privado.

2.2. Niveles de Atención Médica

Existen tres niveles reconocidos en los sistemas de atención médica, según la Ley Orgánica de Salud³³, de acuerdo con el grado de complejidad de las enfermedades y de los medios de diagnóstico y tratamiento, estos se clasifican así:

- Primer nivel: está a cargo del personal de la salud y se presta con una dotación básica. Dicho nivel cumple acciones de promoción, protección, prevención, diagnóstico y tratamiento en forma ambulatoria, sin distinción de edad, sexo o motivo de consulta.

- Segundo nivel: cumple acciones de promoción, protección, prevención, diagnóstico y tratamiento en forma ambulatoria de afecciones, discriminadas por edad, sexo y motivos de consulta que requieren médicos especialistas y equipos operados por personal técnico en diferentes disciplinas.

- Tercer nivel: cumple actividades de diagnósticos y tratamientos en pacientes que requieren atención especializada con o sin hospitalización en aquellos casos referidos por los servicios de atención del primer y segundo nivel.

³³ LEY ORGÁNICA DE SALUD. Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 36.579 de fecha 11 de noviembre de 1998. Título III, Cap. 3. Recuperado el 11 de Noviembre de 2011. <http://legal.com.ve/leyes/C243.pdf>

2.3. Clasificación de los Hospitales en Venezuela

De los establecimientos que conforman los niveles de atención médica expresados en el Reglamento Orgánico del Ministerio de Salud³⁴, publicado en la Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 38.591 del 26 de diciembre de 2006, Decreto N° 5.077 se puede deducir la clasificación de los establecimientos médico-asistenciales en Venezuela. Estos son:

El primer nivel de atención, como puerta de entrada natural al sistema público nacional de salud y el punto de inicio de la red asistencial, está conformado por:

- Consultorios populares
- Ambulatorios rurales tipo I y II
- Ambulatorios urbanos tipo I

Cada establecimiento del primer nivel atenderá a una población definida.

El segundo nivel de atención está conformado por:

- Centros de Diagnóstico Integral (CDI)
- Salas de Rehabilitación Integral (SRI)
- Clínicas Populares
- Ambulatorios Urbanos Tipos II y III
- Centros Ambulatorios de Especialidades.

El acceso a este nivel será a través del sistema de referencias y contrarreferencias de los otros niveles de atención o a través de las emergencias, en aquellos centros de segundo nivel que tengan este servicio. Cada establecimiento del

³⁴ GACETA OFICIAL DE LA REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA N° 38.591 del 26 de diciembre de 2006. Decreto N° 5.077, Reglamento Orgánico del Ministerio de Salud. Recuperado de la página Web del Ministerio del Poder Popular para la Salud, el 10 de abril de 2012. http://www.mpps.gob.ve/index.php?option=com_content&view=article&id=419&Itemid=807&showall=1

segundo nivel de atención atenderá a un número determinado de establecimientos del primer nivel y a una población determinada en el primer nivel.

El tercer nivel de atención en salud del Sistema Público Nacional de Salud está conformado por los:

- Centros Diagnósticos de Alta Tecnología (CAT)
- Hospitales del Pueblo
- Hospitales Generales Tipos I, II, III y IV
- Hospitales de Especialidades.

El acceso a este nivel será a través del sistema de referencias y contrarreferencias de los otros niveles de atención o a través de las emergencias en aquellos centros de tercer nivel que tengan este servicio. Cada establecimiento del tercer nivel de atención en salud atenderá a un número determinado de establecimientos del segundo nivel y a una población también determinada en el primer y segundo nivel, con la excepción de los Hospitales de Especialidades, los Hospitales Tipo IV y los Centros Diagnósticos de Alta Tecnología, los cuales atenderán a la población que lo requiera, con la debida referencia.

Para la descripción de los hospitales generales tipo I, II, III y IV, la bibliografía más reciente fue la norma para la clasificación de los establecimientos de salud expresada en la Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 32.650 del año (1.983)³⁵, de aquí se obtienen las siguientes características físicas, funcionales y operativas:

2.3.1. Hospital Tipo I

- Este tipo de instalaciones presentan las siguientes características:

³⁵ GACETA OFICIAL DE LA REPÚBLICA DE VENEZUELA N° 32.650 del año 1.983. Decreto 1798 del 21 de enero de 1983. Recuperado el 12 de noviembre de 2012.
<http://maiquiflores.over-blog.es/article-normas-sobre-clasificacion-de-establecimientos-de-atencion-medica-del-sub-sector-salud--37528888.html>

- Prestan atención ambulatoria de nivel primario y secundario, tanto médica como odontológica.
 - Sirven de centro de referencia para tratamientos ambulatorios.
 - Se encuentran ubicados en poblaciones hasta de veinte mil habitantes y con área de influencia demográfica hasta de sesenta mil habitantes.
 - Tienen entre 20 y 60 camas de hospitalización
 - Están organizados para prestar los siguientes servicios básicos: medicina, cirugía, gineco-obstetricia y pediatría.
 - Cuentan con servicios de colaboración: laboratorio, radiodiagnóstico, farmacia, anestesia, hemoterapia y emergencia.
- Su estructura organizativa está formada por:
 - Dirección a cargo de un médico con experiencia comprobada en salud pública, preferiblemente con curso medio diversificado.
 - Servicios clínicos básicos dirigidos por médicos especialistas.
 - Administración de personal a cargo del jefe de la oficina de personal.
 - Administración a cargo de un gerente
 - Servicio de mantenimiento a cargo del jefe de mantenimiento.

2.3.2. Hospital Tipo II

- Este tipo de instalaciones presentan las siguientes características:
 - Prestan atención de nivel primario, secundario y algunos a nivel terciario.
 - Se encuentran ubicados en poblaciones mayores de veinte mil habitantes y con área de influencia hasta de cien mil habitantes.
 - Tienen entre 60-150 camas de hospitalización.
 - Pueden desarrollar actividades docentes asistenciales de pregrado, postgrado, paramédico y de investigación.

- Prestan los siguientes servicios:
 - Servicios clínicos básicos de: medicina, servicio de cardiología, psiquiatría, dermato-venereología y neumonía; cirugía: traumatología, oftalmología y otorrinolaringología; gineco-obstetricia: ginecología y obstetricia; pediatría.
 - Servicios de colaboración y diagnóstico.
 - Servicios diferenciados de enfermería, trabajo social y dietética.
 - Sección de fisioterapia que puede existir o no.

- Su estructura organizativa está formada por:
 - Dirección, a cargo de un médico especialista en salud pública y un médico adjunto con curso medio diversificado en epidemiología.
 - Servicios clínicos básicos con los jefes de servicios, sus adjuntos y las sub-especialidades.
 - Un mínimo de dos nutricionistas, una licenciada en enfermería en la jefatura del departamento, un gerente para las actividades administrativas y de logística y un jefe de la oficina de personal.
 - Servicio de mantenimiento a cargo del jefe de mantenimiento.

2.3.3. Hospital Tipo III

- Este tipo de instalaciones presentan las siguientes características:
 - Prestan servicios de atención médica integral a la salud en los tres niveles.
 - Se encuentran ubicados en poblaciones mayores de sesenta mil habitantes, con áreas de influencia hasta de cuatrocientos mil habitantes.
 - Tienen entre 150 y 300 camas.
 - Cumple funciones de docencia a nivel de pregrado de medicina, así como a nivel tecnológico, es sede de residencias programadas de

post-grado en las especialidades básicas y cumple funciones de investigación.

- Su estructura organizativa está formada por:
 - Dirección
 - Departamentos: cada uno conformado por un jefe de departamento y los respectivos jefes de servicio. medicina (nefrología, reumatología, neurología, gastroenterología, medicina física y rehabilitación), cirugía (urología, otorrinolaringología, oftalmología y traumatología), gineco – obstetricia, pediatría, servicios de colaboración, dispone por lo menos, de cuatro nutricionistas y dos licenciados en enfermería.

- Su estructura jerárquica y técnico – administrativa está formada por:
 - Dirección a cargo de un médico con maestría de salud pública que debe contar con: un médico adjunto de atención médica con maestría en salud pública; un médico adjunto epidemiólogo con su correspondiente especialidad; un adjunto administrativo de nivel universitario, con título preferentemente de economista, administrador comercial o de profesiones afines.
 - Personal especializado, entre los que se encuentran: un ingeniero electro – mecánico o de electro-medicina para la jefatura del departamento de ingeniería y mantenimiento; un farmacéutico; un licenciado en bioanálisis; un jefe de la oficina de personal para el área de recursos humanos.

2.3.4. Hospital Tipo IV

- Este tipo de instalaciones presentan las siguientes características:
 - Prestan atención médica en los tres niveles con proyección hacia un área regional.

- Se encuentran ubicados en poblaciones mayores de cien mil habitantes y con área de influencia superior al millón de habitantes.
 - Tienen más de 300 camas.
 - Cuentan con unidades de larga estancia y hospedaje de pacientes.
 - Este tipo de hospital cumple además actividades de docencia de pre y post-grado y podrá ser sede de una facultad de medicina y desarrollar también actividades de investigación a todos los niveles.
- Su estructura funcional está formada por:
 - Dirección a cargo de un médico director, especialista en salud pública y amplia experiencia en administración de hospitales.
 - Departamentos clínicos básicos. Departamentos de emergencia y medicina crítica.
 - Los mismos servicios de especialidades que el Hospital tipo III.
 - Servicios de cirugía compuestos por: neuro-cirugía, ortopedia y proctología.
 - Servicios de medicina compuestos por inmunología, endocrinología, geriatría, medicina del trabajo, medicina nuclear, genética médica.
 - Otras especialidades que pueden ser agregadas por el Ministerio de Sanidad y Asistencia Social de acuerdo a la demanda y en función del estudio de movilidad del área respectiva.

 - Su estructura jerárquica y técnico-administrativa deberá estar conformada por:
 - Dirección: un médico director, médicos adjuntos de atención médica y epidemiológica, con los correspondientes cursos de post-grado.
 - Jefes de departamento y sus adjuntos, con el post-grado correspondiente, al igual que los jefes de servicios y sub-especialidades.
 - Seis nutricionistas como mínimo.

- Tres licenciados en enfermería en la jefatura del departamento.
- Administración a cargo de un licenciado en administración comercial, economía o disciplina afín.
- Jefe de la oficina de personal con amplios conocimientos en administración de personal.
- Servicio de ingeniería y mantenimiento bien estructurado, que sirva de apoyo a los demás establecimientos de la región.

2.4. Metodología de generación de viajes para hospitales en el DMC

Dada la señalada importancia de la vinculación entre los usos del suelo y el transporte, se analizó la generación de viajes de los hospitales siguiendo un esquema metodológico, en tal sentido, fue necesario determinar el número de sitios a estudiar, el tipo y tamaño de las instituciones, su dimensión espacial, dimensión temporal, el patrón de viajes, las principales fuentes de información y las variables independientes asociadas a este tipo de uso del suelo con el objeto de conocer el comportamiento de la demanda.

De acuerdo a la contribución metodológica desarrollada por Andrade (2005)³⁶, se realizó una adaptación de su metodología para al caso particular de los hospitales estudiados. En la figura 2.1. se presenta el esquema metodológico para el estudio de la generación de viajes de hospitales privados en el DMC y la descripción de los elementos que la integran.

³⁶ ANDRADE (2005). Op. Cit.

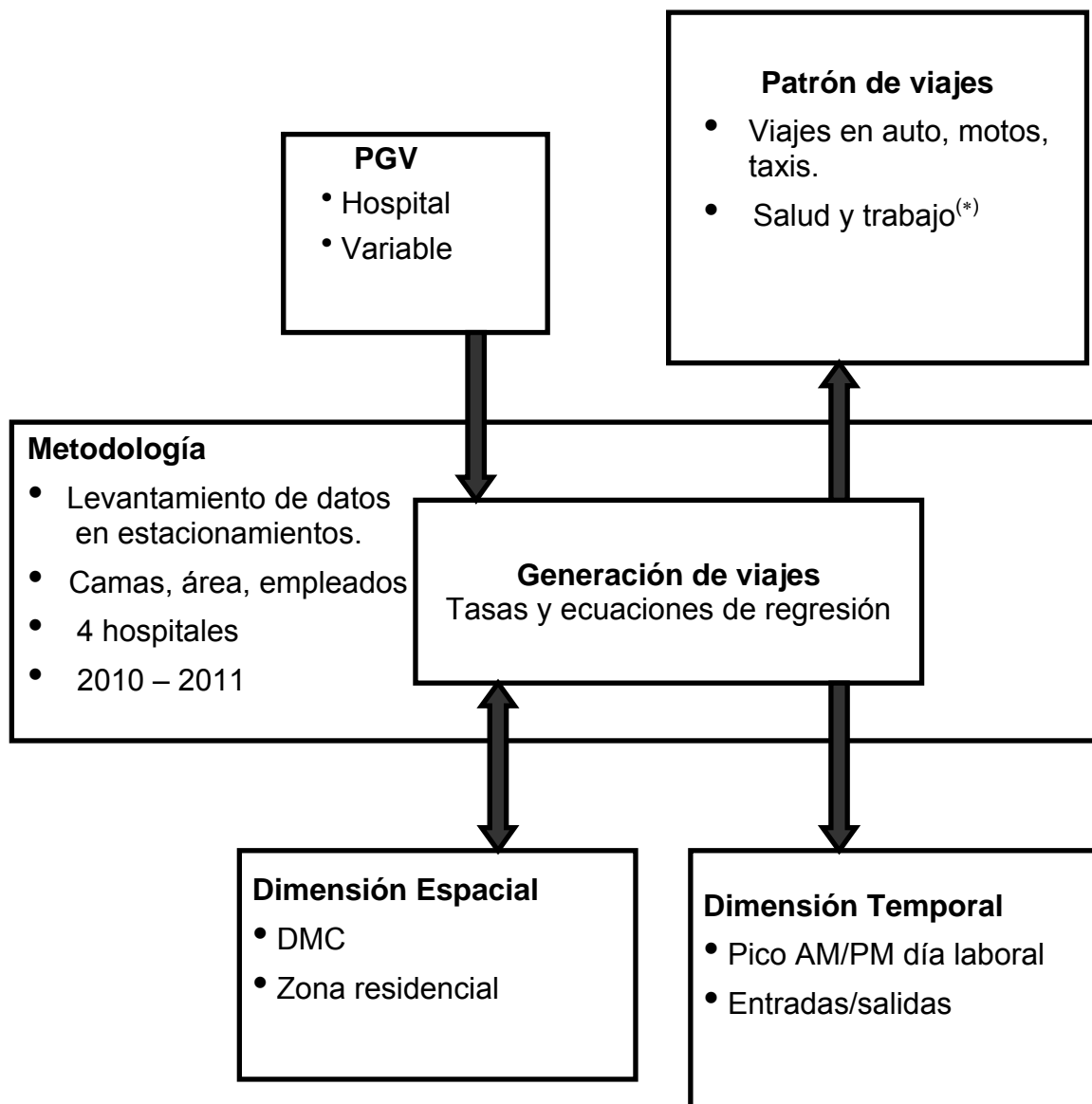


Figura 2.1. Esquema Metodológico de la Generación de Viajes para Hospitales Privados en el DMC

Fuente: Elaboración propia con base en Andrade (2005)

(*) Salud y trabajo fueron los propósitos fundamentales pero no se realizaron encuestas que pudieran determinarlos.

2.4.1. Metodología

La dimensión metodológica considera los siguientes aspectos: Enfoque, recopilación de datos, elementos de la muestra y las variables explicativas, a continuación se detalla cada uno de ellos:

- *Enfoque*: el estudio está destinado al fortalecimiento de la base de datos nacional, determinación de tasas nacionales en contextos locales, establecimiento de estimaciones a través de tasas y de ecuaciones de regresión lineal.
- *Recopilación de información*: se basó en levantamientos de datos recientes de estacionamiento de las entradas y salidas de vehículos a través de conteos manuales, registros automatizados y conteos mecánicos de fuentes secundarias, así como también, conteos manuales frente a los accesos de los hospitales para contabilizar los viajes de los vehículos que no entran al estacionamiento, pero que realizan un viaje relacionado con la institución.
- *Cantidad de elementos de la muestra*: se estudiaron cuatro hospitales privados.
- *Variables independientes*: las variables independientes asociadas al tipo de uso de suelo estudiado fueron área bruta de construcción, empleados y camas, esta última se analizó bajo tres categorías, camas de hospitalización, camas de hospitalización + emergencia y camas de hospitalización + emergencia + terapia intensiva.

2.4.2. Patrón del PGV

El patrón del PGV, define el tipo de uso del suelo para el cual la investigación está relacionada y el tamaño de los PGVs:

- *Tipo de PGV*: El modelo estudia la estimación de generación de viajes para hospitales privados, no se estudiaron hospitales públicos.

- **Tamaño:** El tamaño de los elementos de la base de datos del modelo es variable, los hospitales de la muestra son pequeños, medianos y grandes con un área que varía entre 4.022 y 54.000 m².

2.4.3. Dimensión espacial

Se refiere a la relación del hospital con el espacio en el que está inmerso. Al respecto se consideraron los siguientes aspectos:

- *Localización:* los hospitales se encuentran ubicados en el Distrito Metropolitano de Caracas de la República Bolivariana de Venezuela y el lugar donde se encuentran dentro de la ciudad está caracterizado como zona residencial.
- *Área de Influencia:* se estableció como área de influencia el Distrito Metropolitano de Caracas, siendo ésta el área geográfica en la cual los hospitales atraen a la mayor parte de sus usuarios. No se pudo precisar en mayor detalle ya que no se hicieron encuestas.

2.4.4. Patrones de viajes

A continuación se detalla cada uno de los aspectos considerados:

- *Objeto transportado:* Solamente se consideraron viajes en vehículos sin convertirlos a viajes en personas sin diferenciar el transporte de bienes.
- *Distribución modal:* El análisis del modelo sólo incluye las estimaciones de los viajes en vehículos: automóvil particular, taxis y motos. No se consideraron los viajes en transporte público ni los viajes no motorizados.
- *Propósito:* Las razones principales que originaron los viajes fueron salud y trabajo pero no se realizaron encuestas que pudieran determinarlos.

2.4.5. Dimensión temporal

Los modelos desarrollados estiman el volumen de viajes en vehículos para días laborales, en la hora pico de la mañana y de la tarde. Se estudiaron las entradas y salidas de vehículos en los períodos pico de 8:00 a 12:00 am. y de 14:00 a 16:00 pm. En un solo caso se determinó la permanencia de los vehículos estacionados ya que se disponía de datos de estacionamiento para un período de 24 horas.

2.5. Experiencias extranjeras de estudios de tasas de generación de viajes para hospitales.

En la bibliografía consultada, existen diversas metodologías para estudios de tasas de generación de viajes, todas basadas en conteos de los viajes que entran y salen de la edificación en cuestión. El número de viajes debe ser relacionado con una variable independiente que puede ser para este uso del suelo: número de empleados, área, número de camas, etc.

Para facilidad del lector, se muestra la tabla 2.1. con la síntesis de los documentos encontrados en la Red de PGV (2011)³⁷ concerniente a las diferentes investigaciones sobre tasas de generación de viajes para hospitales, donde se especifica el autor, año y una breve descripción del estudio destacándose aspectos como: lugar, ciudad o país donde se elaboró el estudio, el número de sitios seleccionados, las variables independientes involucradas, los períodos de análisis considerados y el modelo utilizado, entre otros aspectos.

³⁷ RED DE PGV's. Tomado del Cuaderno Salud-Hospitales. Versión preliminar. Recuperado el 23 de octubre de 2011 del sitio web http://redpgv.coppe.ufrj.br/index.php?option=com_phocadownload&view=file&id=118%3Acaderno-hospitais-16-09-11-verso-preliminar&Itemid=100&lang=es

Tabla 2.1.

Síntesis de estudios de tasas de generación de viajes para hospitales-Experiencias internacionales

1 de 3

Autor/Año	Descripción
Oliveira (1971)	Trabajo de maestría, Imperial College, Universidad de Londres. No desarrolló el modelo. Aborda un trabajo conceptual y reflexiones con la información necesaria para estimación de tasas de generación de viajes de 5 hospitales ingleses, utiliza datos relativos a personal y pacientes, localización, área total ocupada.
CET-SP (1983)	Compañía de Ingenieros de Tránsito de Sao Paulo, Brasil. Elabora modelos matemáticos-estadísticos de generación de viajes utilizando la técnica de regresión. Identifica características de un PGT, de los usuarios y los viajes. Conteos de personas, datos físicos y operacionales, entrevistas a los usuarios (pacientes, visitantes y personal). Muestra de 5 hospitales (públicos, privados, especializados y maternidad) y 1835 entrevistas. Variables consideradas: empleados, área de construcción y camas. Determinan ecuaciones de regresión en horas pico y ecuaciones para determinar el número mínimo de puestos de estacionamiento. Variable empleados presenta la mejor correlación obtenida.
ARPC (2001)	Comisión de Planificación Regional ARKHOMA (ARPC, por sus siglas en ingles), entidad bi-estadal de los estados de Arkansas y Oklahoma. Identifican tasas de generación de viajes para varios usos, entre ellos salud. Realizaron conteos automáticos de tránsito en los accesos a los hospitales en períodos de 24 a 48 horas entre 1998 y 2001. Estudiaron 3 centros de salud y las variables independientes utilizadas fueron empleados, área y camas. Determinan relación de puestos de estacionamiento por camas.
Lima Carqueja (2006)	Analiza 2 hospitales (uno público y uno privado) en la región metropolitana de Florianópolis. Estiman tasas de generación y parámetros con el objetivo de dimensionar áreas de estacionamiento y zonas de carga y descarga de personas. Caracterización de los usuarios y sus patrones de viajes. Las características de los viajes definidas con base a distribución modal, tiempo de viaje al hospital y el origen de los viajes. Estima tasas de generación de viajes diarios para automóviles y para automóviles+vans+ambulancias para las variables: área bruta por cada 100 m ² , camas y empleados. Presentó un mayor número de viajes en auto al hospital público pudiendo estar relacionado con la gratuidad y facilidades de estacionamiento. Las tasas para el hospital público resultaron ser mayores que las tasas para el hospital privado. Recomienda incrementar tamaño de la muestra.

Fuente: Elaboración propia con base en la Red de PGV's

Tabla 2.1. (continuación)
Síntesis de estudios de tasas de generación de viajes para hospitales-Experiencias Internacionales

2 de 3

Autor/Año	Descripción
Fehr & Pers (2008)	Estudio de generación de viajes y demanda de estacionamiento en hora pico a partir del proyecto de ampliación del Centro Médico de la Universidad de Stanford, California-EE-UU. Utiliza conteos de tránsito de octubre 2006 y verificación de ocupación de estacionamiento para establecer tasas de demanda de viajes y estacionamiento
Latinopoulou, Tsohos & Basbas (2010)	Trabajo realizado por investigadores de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Aristóteles de Tessalónica. La investigación produjo tasas y modelos de generación de viajes (ecuaciones de regresión) para diferentes usos del suelo, entre ellos los hospitales de la región metropolitana de Tessalónica (RMT) en Grecia. Los levantamientos fueron realizados en las dos últimas décadas. Los modelos fueron desarrollados con base en viajes diarios de personas al hospital (no indican los días), variables utilizadas: empleados, camas y área.
Martínez, Hueso & Sánchez (2010)	Investigadores españoles desarrollaron un procedimiento de estimación empírica de viajes generados por el hospital de Puerto de Sagunto a partir del modelo generado por el ITE (2004) para las variables número de empleados, camas y área construida. Los resultados fueron utilizados para estimar los viajes en el hospital de Torreveja (hospital público en construcción), con la entrada en funcionamiento en 2008 el modelo tuvo ajustes, la validación se hace a partir de los datos del hospital Villareal. Estos tres hospitales presentan características similares en cuanto a empleados, camas, área de construcción, vías de accesos y población de la ciudad. Consideran solo viajes motorizados. Datos de un día entero, no especifican el día de la semana, mes y año, Modelo con base en volúmenes de las horas pico am y pm. considerando las tres variables conjuntamente.

Fuente: Elaboración propia con base en la Red de PGM's

Tabla 2.1. (continuación)
Síntesis de estudios de tasas de generación de viajes para hospitales-Experiencias Internacionales

3 de 3

Autor/Año	Descripción
Gontijo & Raia Jr. (2009, 2010a, 2010b)	Los artículos son parte de una Tesis de Doctorado. Se analizó el Hospital Público Santa Casa de Misericordia Sao Carlos en el estado de Sao Paulo. Se desarrolló el modelo de generación de viajes, considerando todos los modos de transporte y se relacionaron con las variables empleados, camas y área construida. También se llevó a cabo un conteo de los viajes a la institución desde las 6:00 a las 18:00 hr., se identificaron horas pico de la mañana y de la tarde, se realizó una distribución de los flujos para los diferentes accesos del hospital y se estimaron tasas para los diversos tipos de usuarios (pacientes, visitantes, personal, prestador de servicio, otros).
Galarraga, Hertz & Albrieu (2009, 2011)	Analizan 6 hospitales públicos y un hospital privado localizados en la ciudad de Córdoba, Argentina. Tres de los hospitales públicos se encuentran cerca y en una zona de importante actividad urbana próxima al centro de la ciudad formando un "Polo Sanitario", el resto de los hospitales se encuentran en diferentes distritos de la ciudad. Se realizaron 2700 encuestas en días hábiles, de 7:30 a 9:30 de la mañana, preguntando origen y propósito del viaje, modo de transporte, tiempo de espera para los usuarios del transporte público y distancia de caminata para los peatones. Los levantamientos fueron hechos contando las personas y vehículos que llegaban y salían de los hospitales. Fueron calculados índices de generación de viajes por persona, considerando las siguientes variables independientes: cantidad de camas, cantidad de médicos y área, estimándose índices de generación de viajes a pie, en TP y en automóvil, para los hospitales públicos y privados. En todos los casos resultaron mayores las tasas de generación de viajes en automóvil para hospitales privados, mientras que para los hospitales públicos los índices de generación de viajes en transporte público fueron mayores. Concluyen que la generación de viajes en vehículo individual (particular y taxis) es dos veces mayor en hospitales privados con relación a los hospitales públicos, haciendo la salvedad de que se estudió un solo hospital privado y que no se debe generalizar.

Fuente: Elaboración propia con base en la Red de PGM's

Estos estudios demuestran el estado del arte en el tema de generación de viajes para hospitales. También se han realizado trabajos de investigación en usos del suelo tales como: centros comerciales, institucional, residencial, educacional, hipermercados, entre otros.

De la bibliografía consultada existe ya una considerable acumulación conceptual de más de dos décadas de sucesivas investigaciones. Sin embargo, todavía falta mucho para acercarnos a los trabajos del ITE. Tal tipo de compromiso, difícilmente podrá ser alcanzado a través de trabajos de grado o tesis de doctorado, tal como viene ocurriendo. Sólo una estructura más amplia que promueva el desarrollo continuo de investigaciones en modelos de tasas de generación de viajes para los distintos usos del suelo sería capaz de aproximarse a los trabajos del ITE.

2.6. Los hospitales en la metodología de generación de viajes del ITE

La metodología del ITE asigna un código de tres dígitos para la identificación de cada uso del suelo. Los hospitales son tratados como una categoría bajo el código 610. Al igual que para el resto de los usos del suelo, la información analizada para hospitales proviene de fuentes secundarias, pero es evaluada y validada por el ITE antes de ser ingresada en la base de datos que permite la construcción de las tasas de generación de viajes de vehículos.

Las tasas y ecuaciones son presentadas para un día laboral promedio, el sábado y el domingo; para la hora pico del generador en día laboral en la mañana y en la tarde y para una hora coincidente con el pico de la vialidad adyacente en un día laboral en la mañana y en la tarde. En algunos casos, no todas las ecuaciones de regresión están dadas

Las tasas desarrolladas por esta metodología estiman viajes de vehículos, ya que la información que les da origen se deriva de conteos vehiculares. Para que las mismas puedan calcular los viajes de personas hacia y desde un generador, es necesario utilizar índices de ocupación vehicular para cada actividad o para la zona en estudio.

Para el caso de los hospitales, se proporciona información adicional en relación a la hora pico de este generador, donde se establece que para los días laborales la hora pico de la mañana varía entre las 8:00 y las 10:00 y en la tarde entre la 13:00 y las 17:00.

Por otra parte, se señala que para la vialidad adyacente tanto para hospitales como para todas las actividades inventariadas, la hora pico durante la mañana puede ocurrir entre las 7 y las 9 a.m., y para la tarde entre las 16 y las 18 p.m.

Cabe destacar, que el ITE utiliza como variables independientes el área de construcción, el número de empleados y el número de camas. Las tasas de generación de viajes para hospitales, para cada una de estas variables, son presentadas por el ITE en su más reciente publicación del Trip Generation (8^{va} edición, 2008)³⁸, basándonos en esta información, se realizaron tres tablas resumen que incluyen además de las tasas, su rango, la distribución por sentido de los viajes generados, es decir, el porcentaje de vehículos entrando y saliendo del hospital, la desviación estándar, coeficiente de determinación en los casos donde se establecieron ecuaciones de regresión.

A continuación se presentan las siguientes tablas:

- Tabla 2.2. Tasas de generación de viajes según ITE para hospitales por cada 92.9 m² (1.000 pies²) de área de construcción.
- Tabla 2.3. Tasas de Generación de Viajes según ITE para Hospitales– Empleados.
- Tabla 2.4. Tasa de Generación de Viajes según ITE para Hospitales– Camas.

³⁸ INSTITUTE OF TRANSPORTATION ENGINEERS (ITE, 2008), Trip Generation 8th Edition. Trip Generation Rates, Plots and Equations. Washington, D.C., 2008.p.p. 1134-1160

Tabla 2.2.
Tasas de Generación de Viajes según ITE para Hospitales
Por cada 92.9 m² (1.000 pies²) de Área de Construcción

Tipo de Tasa (Total viajes en veh.)	Tasa Promedio	Rango de Tasas	Distribución por sentido		Desviación Estándar	Ecuación de Regresión	Coeficiente Determinación R ²
			% vehículos Saliendo	% vehículos Entrando			
Día Laboral (D.L.)	16.50	11.40- 67.52	50	50	10.94	si	0.88
D.L. H.P.V.A¹ 1 hora entre 7-9 a.m	1.12	0.63 - 5.45	41	59	1.27	si	0.72
D.L. H.P.V.A¹ 1 hora entre 4-6 p.m	1.14	0.70 – 6.94	58	42	1.39	si	0.70
D.L. H.P.G² 1 hora entre 8-10 a.m	1.25	0.88 – 5.70	50	50	1.43	si	0.77
D.L. H.P.G² 1 hora entre 1-5 p.m.	1.46	0.87 – 7.63	53	47	1.65	si	0.71
Sábado	10.18	4.40 – 41.80	50	50	7.98	si	0.75
Sábado H.P.G	2.26	0.92 - 5.98	50	50	2.53	no	----
Domingo	8.91	3.62 – 39.13	50	50	7.34	si	0.71
Domingo H.P.G²	2.13	1.20 – 4.85	55	45	1.85	no	----

Fuente: Elaboración propia con base en el ITE, "Trip Generation", 8th Edition. Washington, D.C., 2008.

1. D.L. - H.P.V.A: Día Laboral - Hora Pico de la Vialidad Adyacente
 2. D.L. - H.P.G : Día Laboral - Hora Pico del Generador

Tabla 2.3.
Tasas de Generación de Viajes según ITE para Hospitales
Variable Empleados

Tipo de Tasa (Total viajes en veh.)	Tasa Promedio	Rango de Tasas	Distribución por sentido		Desviación Estándar	Ecuación de Regresión	Coeficiente Determinación R ²
			% vehículos Saliendo	% vehículos Entrando			
Día Laboral (D.L.)	5.20	2.17 -10.48	50	50	2.90	si	0.77
D.L. H.P.V.A¹ 1 hora entre 7-9 a.m	0.33	0.12 – 0.85	28	72	0.60	si	0.78
D.L. H.P.V.A¹ 1 hora entre 4-6 p.m	0.33	0.15 – 1.08	69	31	0.60	si	0.71
D.L. H.P.G.² 1 hora Entre 8–10 a.m	0.39	0.23 – 0.89	35	65	0.63	si	0.83
D.L. H.P.G.² 1 hora entre 1-5 p.m.	0.46	0.21 – 1.19	62	38	0.72	si	0.72
Sábado	3.78	1.60 – 7.98	50	50	2.27	si	0.84
Sábado H.P.G²	0.53	0.18 – 0.93	51	49	0.80	no	----
Domingo	3.34	1.59 – 6.28	50	50	2.11	no	0.85
Domingo H.P.G²	0.55	0.34 – 0.85	56	44	0.76	no	0.72

Fuente: Elaboración propia con base en el ITE, "Trip Generation", 8th Edition. Washington, D.C., 2008.

1. D.L. - H.P.V.A: Día Laboral - Hora Pico de la Vialidad Adyacente

2. D.L. - H.P.G : Día Laboral - Hora Pico del Generador

Tabla 2.4.
Tasas de Generación de Viajes según ITE para Hospitales
Variable Camas

Tipo de Tasa (Total viajes en veh.)	Tasa Promedio	Rango de Tasas	Distribución Por sentido		Desviación Estándar	Ecuación de Regresión	Coeficiente Determinación R ²
			% vehículos Saliendo	% vehículos Entrando			
Día Laboral (D.L.)	11.81	3.00 – 32.83	50	50	7.08	si	0.69
D.L. H.P.V.A¹ 1 hora entre 7-9 a.m	1.14	0.32 – 1.79	29	71	1.15	si	0.71
D.L. H.P.V.A¹ 1 hora entre 4-6 p.m	1.31	0.40 – 2.28	64	36	1.24	si	0.66
D.L. H.P.G² 1 hora Entre 8–10 a.m	1.24	0.64 – 1.88	35	65	1.20	si	0.69
D.L. H.P.G² 1 hora entre 1-5 p.m.	1.45	0.80 – 2.51	60	40	1.31	si	0.72
Sábado	8.14	3.35 – 21.04	50	50	4.80	si	0.71
Sábado H.P.G²	1.00	0.45 – 1.97	35	47	1.17	no	----
Domingo	7.19	3.22 – 15.32	50	50	4.40	si	0.73
Domingo H.P.G²	1.03	0.50 – 1.59	55	45	1.09	si	0.64

Fuente: Elaboración propia con base en el ITE, "Trip Generation", 8th Edition. Washington, D.C., 2008.

1. D.L. - H.P.V.A: Día Laboral - Hora Pico de la Vialidad Adyacente
2. D.L. - H.P.G : Día Laboral - Hora Pico del Generador

CAPITULO III

PROPUESTA METODOLOGÍA PARA LA ESTIMACIÓN DE TASAS DE GENERACIÓN DE VIAJES DE HOSPITALES PRIVADOS EN EL DMC

En este capítulo se establece la propuesta metodológica para la estimación de tasas de generación de viajes aplicada al caso de los hospitales privados en el DMC. Dicha propuesta se basó en la metodología del Instituto de Ingenieros de Transporte de los EE.UU (ITE). La metodología desarrollada consistió en escoger los hospitales respetando ciertos criterios técnicos para su selección; luego se estableció la cantidad de instituciones a estudiar, la cual dependió de las facilidades dispensadas por los centros hospitalarios para acceder a la información, del tiempo disponible y de las restricciones presupuestarias, también se elaboró un formato de inventario con la finalidad de levantar los datos de las características físicas, operativas y funcionales de los hospitales privados seleccionados y así facilitar el análisis y tipificación de acuerdo a la clasificación dada por el estado venezolano descrita en el capítulo II. Por otra parte se recopiló información del área de terreno y del número de puestos de estacionamiento, este último dato sirvió para estimar la rotación y duración promedio de un vehículo en el estacionamiento de uno de los hospitales. Seguidamente se seleccionaron las variables independientes, se establecieron los períodos picos am. y pm. utilizando los datos de uno de los hospitales, con la finalidad de levantar los datos de entrada y salida de los vehículos de los demás hospitales, para ello se diseñó una planilla de generación de viajes que sirvió de instrumento de recolección de dichos datos. Por último, se recopilaron conteos de tránsito de fuentes secundarias de las vías adyacente a los hospitales para determinar las horas pico am. y pm. con el propósito de chequear posibles coincidencias con las horas pico de los hospitales.

3.1. Propuesta Metodológica

La metodología que se desarrolló para la consecución de los objetivos de la investigación se fundamentó en el análisis de la información obtenida de la actividad de generación de viajes, utilizando inventarios de las características operativas y funcionales de los hospitales privados y de la condición del tránsito adyacente, conjuntamente con la información derivada de la revisión de diferentes metodologías aplicadas en el cálculo de tasas de generación de viajes para diferentes usos del suelo y demás bibliografía relacionada con el tema.

Se realizó una investigación basada en el levantamiento de información sobre viajes generados (entradas+salidas) en un determinado número de hospitales privados emplazados en el DMC, e información relativa a las variables asociadas a este tipo de uso de suelo, en particular, área, empleados y camas, datos necesarios para la estimación de las tasas y el establecimiento de las ecuaciones de regresión. En tal sentido, las actividades se agruparon en seis fases, la I y II son realmente fases de la investigación mientras que el resto de las fases pertenecen a la metodología de estimación de tasas de generación de viajes.

FASE I	Revisión bibliográfica
FASE II	Análisis y síntesis de la información bibliográfica
FASE III	Diseño de instrumentos de levantamiento de información. Recopilación de datos.
FASE IV	Sistematización y procesamiento de la información y cálculo de las tasas de generación de viaje
FASE V	Análisis de las tasas de generación de viaje estimadas y comparación con las tasas del ITE. Determinación de ecuaciones de regresión y análisis de regresión. Síntesis de resultados.
FASE VI	Conclusiones y recomendaciones

A continuación se presenta una breve descripción de estas fases:

3.1.1. Fase I: Revisión bibliográfica

Para determinar las consideraciones conceptuales del estudio, se realizó una revisión de la literatura técnica sobre el tema de tasas de generación de viajes. Asimismo, se hizo una revisión de las diferentes metodologías nacionales e internacionales empleadas para la estimación de tasas de generación de viajes para los diferentes usos del suelo, en especial para los hospitales.

3.1.2. Fase II: Análisis y síntesis de la información

En esta fase, se hizo un análisis de las metodologías que sirvieron de soporte en el desarrollo de esta investigación y un enfoque de los argumentos, criterios y conceptos que enriquecieron la misma.

3.1.3. Fase III: Diseño de instrumentos de levantamiento de información y recopilación de datos.

Se diseñaron las planillas de generación de viajes para contabilizar las entradas y salidas de los vehículos de un determinado período, cuadros de inventarios para levantar las características físicas, operativas y funcionales de los hospitales, formatos para realizar entrevistas, entre otros.

Así, basándonos en la metodología de levantamiento de datos sobre generación de viajes del ITE en esta fase se contempló:

- Selección del uso del suelo.
- Determinación del número de sitios de observación
- Descripción del uso del suelo.

- Selección de las variables independientes
- Establecimiento del período de análisis
- Recopilación de conteos de tránsito de la vialidad adyacente (fuentes secundarias).

3.1.4. Fase IV: Procesamiento de la información y determinación de tasas de generación.

- Sistematización y procesamiento de la información: se procesaron tanto los datos relativos a la generación de viajes como la descripción de las características físicas y operativas de los generadores estudiados. Se totalizaron los datos para la identificación de la hora pico de la mañana y de la tarde de cada generador, asimismo se procesaron los conteos de tránsito (fuentes secundarias) de las vías adyacentes para determinar las horas pico am. y pm. con el propósito de chequear posibles coincidencias con las horas pico de los hospitales.
- Cálculo de tasa de generación de viajes: Una vez cumplidos los pasos anteriores se calcularon las tasas y ecuaciones de regresión para cada variable seleccionada en las horas picos am. y pm.

3.1.5. Fase V: Análisis y comparación de las tasas.

En esta fase se realizaron las siguientes actividades:

- Análisis de las tasas de generación de viaje estimadas: una vez obtenidas las tasas de generación de viajes se realizaron los análisis correspondientes con la finalidad de evaluar los patrones de comportamiento de la demanda de viajes en hospitales privados.
- Determinación de las ecuaciones de regresión: se obtuvieron las ecuaciones de regresión así como sus respectivos coeficientes de determinación (R^2) para

algunas de las variables independientes identificadas, tanto para la hora pico de la mañana como de la tarde.

- Prueba del modelo de regresión: se verificó la validez estadística de los coeficientes de regresión asociados a las variables independientes para las que se determinaron ecuaciones de regresión.
- Comparación de las tasas obtenidas con las tasas del ITE: se realizó un análisis producto de la comparación de las tasas estimadas con las del ITE, con el objeto de explicar las diferencias entre ellas.
- Síntesis de resultados: se elaboró un cuadro resumen con los resultados obtenidos de las tasas, ecuaciones de regresión, desviaciones estándar, coeficientes de determinación, entre otros parámetros, para facilitar la comparación de los modelos estimados con los modelos del ITE.

3.1.6. Fase VI: Conclusiones y recomendaciones

En esta fase se establecieron las conclusiones y recomendaciones de acuerdo a los resultados obtenidos, indicando los logros de la investigación y aportando ideas para futuras investigaciones.

En la figura 3.1. se presenta el esquema metodológico de la investigación en la que se indican las actividades de cada una de las fases mencionadas anteriormente.

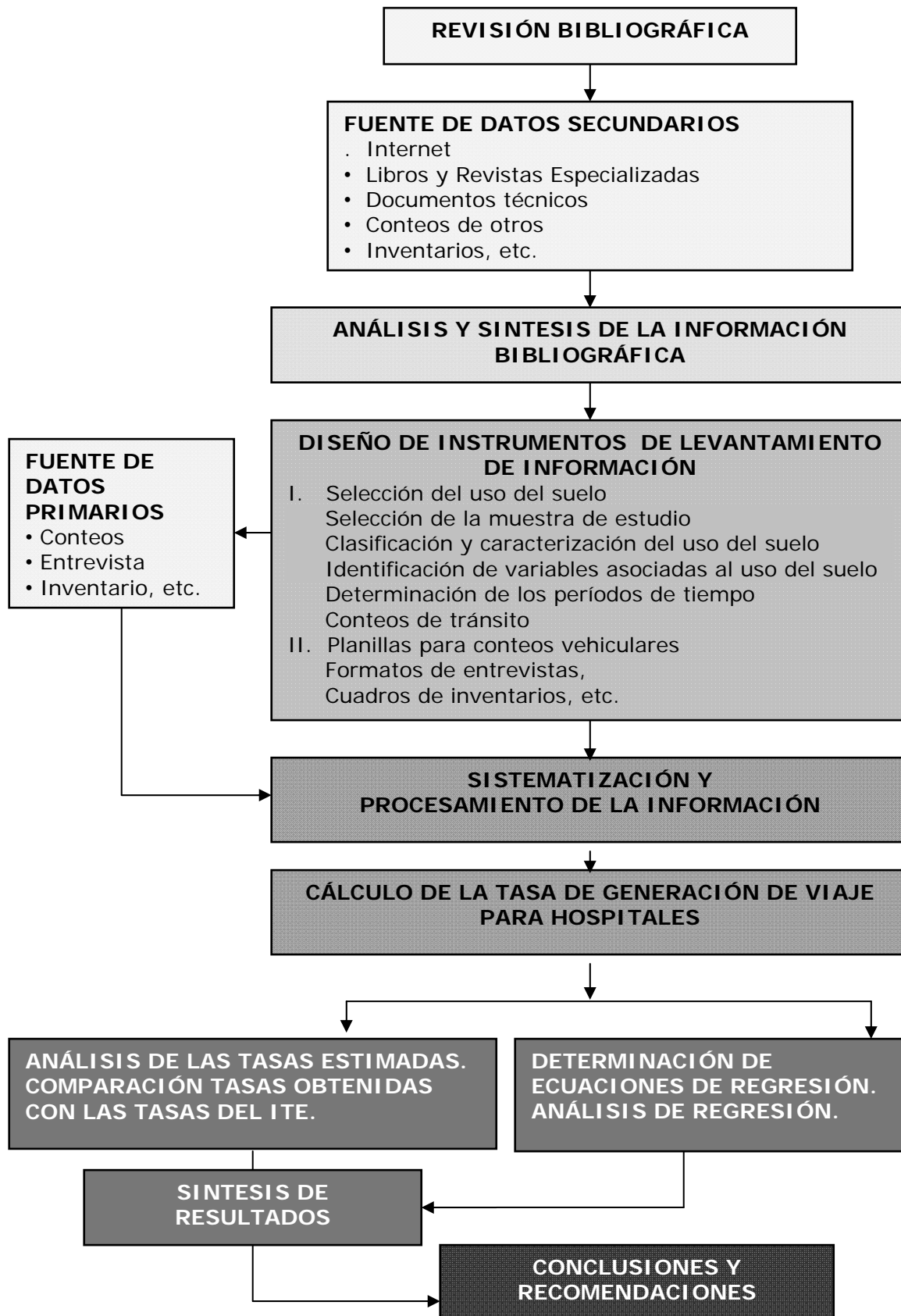


Figura 3.1. Esquema Metodológico de la Investigación

A continuación se describe detalladamente la metodología de levantamiento de información utilizada en el desarrollo del presente trabajo:

3.2. Selección del uso del suelo

Para la obtención de una tasa válida y coherente, es recomendable que se cumplan ciertos criterios en la escogencia de los sitios o instalaciones a analizar, tal como lo señala el Manual de Planeación y Diseño para la Administración del Tránsito y el Transporte de la Alcaldía Mayor de Bogotá³⁹, el cual se basó en la metodología del ITE. En tal sentido se respetaron los siguientes criterios para la selección de un grupo representativos de hospitales privados emplazados en el DMC:

- La instalación debe tener una ocupación razonablemente completa (de al menos 85%) y ser económicamente saludable.
- Debe tener por lo menos dos años de establecida y localizada en un área consolidada.
- La información que describe la variable independiente debe estar disponible.
- La instalación se debe seleccionar con base en la posibilidad de obtener una generación de viajes e identificación de características del desarrollo lo más exacto posible.
- Debe ser viable aislar el lugar para propósitos de toma de información. No debe haber zonas compartidas de estacionamiento y no debe existir calzadas compartidas (excepto cuando estas zonas sean fácilmente identificables), de ser así se deben tomar medidas para no contar dos veces el mismo vehículo. No debe haber presencia de tránsito de largos recorridos que atraviesen la zona.
- Debe existir un número limitado de vías (para la facilidad del conteo).

³⁹ ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ, D.C., Secretaría de Tránsito y Transporte. Manual de Planeación y Diseño para la Administración del Tránsito y el Transporte. Bogota. 2005. Recuperado el 18 de marzo de 2010 del sitio web: http://www.movilidadbogota.gov.co/admin/contenido/documentos/C3_GrandesGeneradoresdeViajes_Tomoll_v1_10_23_4.pdf

- Es deseable que estos los sitios dispongan de registros automatizados del número de vehículos que entran y salen del estacionamiento (viajes atraídos y producidos) para facilitar la recolección y procesamiento de la información.
- Preferiblemente el sitio de estudio debe tener un solo uso.
- No deben existir obras en construcción en la zona, especialmente otros proyectos generadores de tránsito.

3.3. Número de sitios de observación

En cuanto a la cantidad de sitios a estudiar, es fundamental que se correspondan los requerimientos de confiabilidad estadística de los datos con los recursos disponibles, tanto en tiempo como en capacidad financiera. Las recomendaciones señaladas por el (ITE, 2001)⁴⁰ indican que cuatro sitios es el número mínimo para hacer ecuaciones de regresión, en tal sentido, se seleccionaron dentro del área metropolitana de Caracas cuatro hospitales privados representativos de dicha actividad urbana para su análisis. Los hospitales seleccionados se identificaron con una letra para respetar el deseo de las instituciones de mantener el anonimato, estos son: Los hospitales “A” y “D” ubicados en el Municipio Baruta, el hospital “B” en el Municipio Chacao y el hospital “C” en el Municipio Bolivariano Libertador.

Es importante señalar, que el conjunto de instalaciones hospitalarias privadas seleccionadas, tienen tamaños diferentes, grandes, medianas y pequeñas, siendo esto conveniente para efectos de estimar la ecuación de regresión ya que se abarca un mayor grado de tamaños del uso. Aunque en el caso del cálculo de la tasa ponderada la diferencia de tamaño es irrelevante, ya que el promedio ponderado permite incorporar hospitales de distinta magnitud.

⁴⁰ INSTITUTE OF TRANSPORTATION ENGINEERS (ITE, 2001), Trip Generation Handbook, An ITE Proposed Recommended Practice.

En la figura 3.2. se muestra la localización de los hospitales estudiados en el contexto del área metropolitana de Caracas.



Figura 3.2. Localización de los Hospitales Seleccionados

3.4. Descripción del uso del suelo

El sector salud en Venezuela está constituido por dos grandes subsectores, el público y el privado. Dentro del subsector privado se encuentran los hospitales con servicios médicos especializados y servicios de hospitalización. Los servicios hospitalarios privados tienen la particularidad de ser demandados los 365 días del año, de día y de noche, concentrando una gran cantidad de usuarios y empleados. En Venezuela, estos centros asistenciales atienden una necesidad de salud de los estratos de la población de mayor nivel socioeconómico con posibilidad de pagar estos servicios, también acogen una considerable parte de la población que posee seguro privado tanto del sector público como del privado, gracias a los beneficios que les ofrecen sus empleadores. Además los pacientes de los hospitales del Instituto Venezolano de los Seguros Sociales (IVSS), acuden a estos centros de salud privados por las ayudas que les ofrece el Estado a través de los convenios de cooperación que establece con estas instituciones.

Con la finalidad de ofrecer una descripción de los hospitales privados seleccionados, se diseñó un formato de inventario de las características físicas, operativas y funcionales, específicamente para reflejar los datos de los servicios, las especialidades médicas y el número de camas, con el propósito de facilitar el análisis para la tipificación de los hospitales de acuerdo a la clasificación dada por el estado venezolano y descrita en el capítulo II. La tabla 3.1. muestra el formato de inventario utilizado para recopilar dichos datos.

Tabla 3.1.
Formato de inventario de las características físicas, operativas y funcionales de los hospitales

Nombre del Hospital		
Servicios	Especialidades	Número de Camas
		Hospitalización
		Emergencia
		Terapia Intensiva
		Total Camas

Fuente: elaboración propia.

3.5. Determinación de las variables independientes

El ITE establece como variables independientes para los hospitales las siguientes:

- Área bruta de construcción
- Número de camas
- Empleados

Este estudio consideró las variables antes señaladas para poder realizar una comparación con las tasas del ITE, sin embargo, la variable número de camas se analizó bajo tres categorías: número de camas de hospitalización, número de camas de hospitalización + emergencia y número de camas de hospitalización + emergencia + terapia intensiva, este criterio se aplicó con la finalidad de establecer tasas y ecuaciones con los tres indicadores de camas y seleccionar la opción que ofrezca mejores resultados. Finalmente las variables independientes analizadas en la presente investigación resultaron ser:

- Área bruta de construcción
- Número de camas de hospitalización
- Número de camas de hospitalización + emergencia
- Número de camas de hospitalización + emergencia + terapia intensiva
- Empleados

3.6. Determinación de los períodos pico am. y pm.

Para determinar el período crítico de la mañana y de la tarde, se escogió un hospital piloto con base en los siguientes criterios:

- El hospital disponía de los registros automatizados de las entradas y salidas del estacionamiento.
- Fue favorable el contacto con los encargados del estacionamiento, siendo el primer hospital en facilitar la información solicitada.
- Debido a las características de acceso de este hospital, los vehículos que no estacionan necesariamente entran al estacionamiento para dejar o recoger a los usuarios lo más cerca de su destino, por lo tanto, están reflejados en los registros automatizados.

En tal sentido, se determinó el período crítico de generación de viaje con base en los datos de los registros de 24 horas de los tickets de estacionamiento. Se digitalizaron y se procesaron primero los datos de entrada y salida de vehículos en períodos de 15 minutos y luego en períodos de una hora, resultando el período pico am. entre las 8:00 y las 12:00 y el período pico pm. entre las 14:00 y las 16:00 horas. Se supuso que el patrón de viajes del resto de las instituciones podía ser análogo al hospital prototipo, en primer lugar, porque existen similitudes en cuanto a las características operativas y de funcionamiento de los hospitales seleccionados en cuanto a especialidades médicas ofrecidas, tipo de servicios que brinda: hospitalización, consulta externa y servicios de apoyo ofertado, y en segundo lugar, para facilitar los levantamientos de información correspondiente a la generación de viajes de los hospitales B, C, y D, es así, como quedó definido el período de estudio de 8:00 a 12:00 y de 14 a 16:00.

3.7. Diseño de Planillas

Para el levantamiento de los datos, fue necesario diseñar previamente una planilla para capturar la información de la generación de viajes. En el caso del hospital “A” se utilizó para vaciar la información procedente de los registros automatizados del estacionamiento y para el caso de los hospitales B, C y D, para realizar de manera expedita los conteos manuales en los accesos a dichas instituciones hospitalarias.

Los aforos se realizaron en intervalos de tiempo de 15 minutos en días laborales representativos, los de mayor volumen, para el período de estudio determinado con base en la información levantada en el hospital “A”.

Esta planilla contempló los siguientes datos: nombre de la instalación; nombre del observador; día, fecha y período en el cual se realizó el levantamiento; períodos de 15 minutos de entradas y salidas de los vehículos.

Con relación a los vehículos, éstos fueron clasificados así:

- VL1: Vehículos que entran y salen del estacionamiento.
- VL2: Vehículos particulares que dejan o recogen usuarios frente a las instalaciones de los hospitales y cualquier otro vehículo liviano que no entra al estacionamiento y realiza un viaje relacionado con la actividad hospitalaria.
- Taxis.
- Motos.

La tabla 3.2. muestra el modelo de la planilla utilizado para levantar los datos de generación de viajes de los hospitales.

Es importante aclarar que no se incluyeron los viajes realizados en el transporte público colectivo ya que para obtener datos de volúmenes de viajes en esta modalidad era necesario la realización de encuestas a los usuarios. En tal sentido, se sopesaron factores tales como la desconfianza de las personas para responder preguntas debido a la situación político-social que vive el país y las limitaciones presupuestarias que imposibilitaban la aplicación de este tipo de instrumentos de recolección de información. Solo se contempló el transporte público en su modalidad individual (taxis).

En conclusión, los modelos estimados con los datos recolectados permiten establecer tasas de generación de viajes y ecuaciones que representan la cantidad total de viajes generados por los hospitales en vehículos: automóviles privados, taxis y motos, en concordancia con la metodología del ITE, el cual ha desarrollado tasas y ecuaciones de regresión que representan solo la cantidad de viajes en vehículos. No se incluyeron los viajes en transporte no motorizados.

3.8. Aforos de tránsito de las vías adyacentes

No se realizaron conteos de tránsito. La información de los volúmenes de tránsito de las vías adyacente a los hospitales proviene de fuentes secundarias, estas son: Estudio Integral de Transporte del Área Metropolitana de Caracas: Estudio de Infraestructura Vial y Tránsito (2000)⁴¹ y Estudio del Sistema Vial y de Tránsito Urbano Regional DMC, Guarenas-Guatire, Altos Mirandinos, Litoral Central (2007)⁴².

En la tabla 3.3. se muestra la relación de los conteos mecánicos y manuales disponibles de las vías adyacentes de cada uno de los hospitales. Cabe destacar,

⁴¹ BARRIGA DALL'ORTO, SOMELCA. Estudio Integral de Transporte del Área Metropolitana de Caracas - Estudio de Infraestructura Vial y Tránsito, 2000.

⁴² SOMELCA, Estudio del Sistema Vial y de Tránsito Urbano Regional DMC, Guarenas-Guatire, Altos Mirandinos, Litoral Central. 2007.

que fueron obviados los nombres de las vías para mantener anónima la identificación de los hospitales.

Tabla 3.3.

Relación de conteos de tránsito disponibles de las vías adyacentes a los hospitales

Hospital	Fecha	Descripción
A	Junio 2000	Conteo mecánico (Lunes a domingo, 15 horas) y conteo manual (sólo 6:30-10:00 am., ambos sentidos).
	Nov. 2007	Conteo mecánico (Lunes – domingo, 15 horas) y conteo manual (6:30-10:00 am., 4:00-7:30 pm., 1 día, ambos sentidos).
B	Mayo 2000	Conteo mecánico (Lunes a domingo, 15 horas) y conteo manual (sólo 6:30-10:00 am.).
	Nov. 2007	Conteo mecánico (Lunes a domingo, 15 horas) y conteo manual (6:30-10:00 am., 4:00-7:30 pm., 1 día). Solo sentido S-N
C	Junio 2000	Conteo manual (sólo 6:30-10:00 am., un día, ambos sentidos).
	Nov. 2007	Conteo mecánico (Lunes a domingo, 15 horas) y conteo manual (6:30-10:00 am., 4:00-7:30 pm., 1 día, ambos sentidos)
D	Oct. 2000	Conteo mecánico (ambos sentidos, 15 horas, martes a jueves) y conteo manual (6:30-10:00 am., 1 día, ambos sentidos).

Fuente: Elaboración propia con base en conteos de tránsito disponibles.

CAPÍTULO IV

VOLÚMENES Y VARIABLES PARA LA OBTENCIÓN DE TASAS DE GENERACIÓN DE VIAJES DE LOS HOSPITALES PRIVADOS EN EL DMC

Este capítulo presenta las características físicas, operativas y funcionales de cada institución hospitalaria estudiada que sirvieron de soporte para su tipificación de acuerdo a la clasificación dada por el estado venezolano. Un aspecto importante de este capítulo es la descripción del proceso secuencial del levantamiento y procesamiento de la información de campo en el que se determinaron los volúmenes totales horarios de entradas y salidas de vehículos de los hospitales, se identificaron las horas pico am. y pm. y se recolectó información acerca de la magnitud de las variables independientes establecidas en la metodología propuesta para la obtención de las tasas de generación de viajes. Un análisis de los registros de estacionamiento de uno de los hospitales permitió determinar la rotación promedio y la permanencia promedio de un vehículo en el estacionamiento. Por último fueron procesados los volúmenes de tránsito e identificadas las horas pico de las vías adyacentes a estos centros hospitalarios para luego realizar una comparación con las horas pico de los hospitales.

4.1. Planificación previa

Cabe destacar, que una vez seleccionados los hospitales y antes de iniciar el levantamiento de la información de campo, fue necesario realizar una serie de pasos previos tales como: entrega de comunicaciones y cartas de presentación, envío de correos electrónicos, realización de llamadas telefónicas e de innumerables

entrevistas. Fue así como se solicitaron los datos de las características físicas y operativas de los hospitales y los relacionados con la actividad del estacionamiento.

En conversaciones sostenidas con los representantes de las instituciones se convino no divulgar el nombre de dichos hospitales, con este acuerdo se sintieron mas seguros de proporcionar la información; sin embargo, durante el período estipulado para la ejecución de esta fase de la investigación se enfrentaron contratiempos ajenos a nuestra voluntad, lo cual implicó que se extendiera la cantidad de tiempo invertida en esta tarea, así como también se presentaron inconvenientes en cuanto a la obtención de la información requerida, pues no se logró conseguir la variable número de empleados ni los datos automatizados de las entradas y salidas de los vehículos del estacionamiento del hospital "D".

4.4. Tipología de los hospitales estudiados

De acuerdo a los niveles de atención médica reconocidos en el sistema de salud venezolano, los hospitales que fueron objeto de este estudio se sitúan dentro del tercer nivel por el grado de complejidad de las enfermedades atendidas y de los medios de diagnóstico y tratamiento que estos aplican, además analizando las características físicas, funcionales y operativas de dichos hospitales, se podría suponer que dichas instituciones se corresponden con la categoría de hospital tipo III dentro de la clasificación señalada en el capítulo II, y si bien no todos cumplen con el número mínimo de camas de hospitalización requerido, estos presentan servicios y estructura funcional y técnico-administrativa que se corresponde con esta categoría.

Con la finalidad de ofrecer una descripción general de los hospitales estudiados a continuación se muestra las tablas 4.1., 4.2., 4.3. y 4.4. con las características físicas, funcionales y operativas de dichas instituciones (especialidades, servicios ofrecidos y número de camas), las cuales sirvieron de soporte para el análisis de la tipología de los hospitales estudiados.

También se presenta la tabla 4.5. con otras características físicas de los hospitales donde se incluye el área de terreno expresada en m^2 y el número de puestos de estacionamiento, este último dato sirvió para estimar la rotación y la duración promedio de un vehículo en el estacionamiento del hospital "A".

Tabla 4.1.
Características físicas, operativas y funcionales de los hospitales estudiados

Hospital "A"		
Servicios	Especialidades	Número de Camas
Actividad asistencial, docencia e investigativa Unidades y Clínicas Interdisciplinarias para el mejor estudio y tratamiento de ciertas enfermedades, tales como: <ul style="list-style-type: none"> • Clínicas de Migraña • Control de Peso • Cesación de Hábito Tabáquismo • Fertilidad • Control del Embarazo • Embarazo de Alto Riesgo • Diagnóstico Prenatal • Menopausia y Osteoporosis • Rehabilitación Cardíaca • Adolescente • Hipertensión • Hígado • Diabetes • Dolor y Mamas Banco de sangre Cuidados Intensivos: adultos, neonatal y pediátrico Laboratorio Imágenes y Radiología Medicina Nuclear Servicios ambulatorios y emergencias Servicios hospitalización y quirófanos Otros Servicios: Farmacia, cafetín-restaurante, tiendas golosinas y variedades, compañías de seguro, banco y cajeros automáticos	Anatomía Patológica Anestesiología Cardiología Cirugía General Cirugía Ortopédica y Traumatología Cirugía Plástica Desarrollo, Conducta y Neuropediatría Dermatología Endocrinología Enfermedades Infecciosas Gastroenterología Genética Ginecología Medicina Física Médicos Internistas con sub.-especialidad en: Neumonología, Neurología, Odontología, Otorrinolaringología, Psiquiatría y Traumatología Medicina Interna Nefrología Neurocirugía Obstetricia Oftalmología Pediatría Reumatología y Urología	Hospitalización: 85 camas Emergencia: 34 camas Terapia Intensiva: 31 camas Total Camas 150

Fuente: Elaboración propia con base en información suministrada por personal de la institución y a la página web del hospital "A"

Tabla 4.2.
Características físicas, operativas y funcionales de los hospitales estudiados

Hospital "B"			
Servicios	Especialidades		Número de Camas
Banco de sangre	Anestesiología	Neonatología	Hospitalización: 112 camas
Cirugía	Cardiología	Neumonología	
Cuidados intensivos adultos, neonatal y pediátrico	Cirugía General	Neurocirugía	Emergencia: 24 camas
Densitometría Ósea	Cirugía cardiovascular	Neurología	
Laboratorio	Cirugía máxilofacial	Nutrición y Dietética	
Hemodinámica	Cirugía Bucal	Odontología	
Litotricia y Endourología	Cirugía de Tórax	Ortodoncia	Terapia Intensiva: 13 camas
Imágenes y Radiología	Cirugía Ortopédica	Otorrinolaringología	
Medicina crítica	Traumatología	Optometría	
Rehabilitación	Cirugía Plástica	Oncología	
Perinatología	Dermatología	Odontopediatría	
Radiología	Endocrinología	Obstetricia	
Radioterapia y Medina Nuclear	Gastroenterología	Oftalmología	
Terapia respiratoria	Genética	Pediatría	
Servicios ambulatorios y emergencias	Ginecología	Psicología	
Servicios hospitalización y quirófanos	Hematología	Psiquiatría	
Otros servicios:	Infectología	Urología	Total Camas 149
Cafetín-restaurante, tiendas artículos para bebé,	Medicina Interna	Toxicología	
golosinas y variedades, peluquería, farmacia, compañías	Medicina Crítica	Fisiatría	
de seguro, entidad bancaria y cajeros automáticos,	Nefrología		
óptica.			

Fuente: Elaboración propia con base en información suministrada por personal de la institución y a la página Web del hospital "B"

Tabla 4.3.
Características físicas, operativas y funcionales de los hospitales estudiados

Hospital "C"		
Servicios	Especialidades	Número de Camas
Cirugía Hospitalización Maternidad Cuidados neonatales	Alergia e Inmunología Anestesiología Cardiología Cirugía Cardiovascular	Gastroenterología Ginecología Medicina Interna
Cuidados intensivos	Cirugía General	Neumonología
• Servicios técnicos de apoyo en los siguientes campos: - Imágenes y Radiología - Laboratorio Clínico - Quirúrgico	Cirugía máxilofacial Cirugía Oncológica Cirugía Ortopédica	Neurocirugía Neurología Obstetricia
• Servicios ambulatorios • Servicios de emergencia	Cirugía Plástica	Odontología
• Servicios complementarios tales como: - Rehabilitación en diferentes facetas - Banco de sangre - Nutrición y dietética	Cirugía Pediátrica Cirugía Torácica Coloproctología Dermatología Endocrinología Fisiatría Flebología	Oftalmología Otorrinolaringología Patología Pediatria Psiquiatria Radiología Traumatología Urología
• Servicios de Bacteriología • Otros servicios: cafetín, restaurante, golosinas y variedades.		Emergencia: 15 camas Terapia Intensiva: 4 camas Total Camas 48

Fuente: Elaboración propia con base en información suministrada por personal de la institución y a la página Web del hospital "C"

Tabla 4.4.
Características físicas, operativas y funcionales de los hospitales estudiados

Hospital "D"			
Servicios	Especialidades		Número de Camas
Banco de sangre	Alergia e Inmunología	Medicina Interna	Hospitalización: 138 camas
Centro Oftalmológico de Diagnóstico y láser terapéutico	Anatomía Patológica	Medicina Critica	
Cuidados intensivos adultos, neonatal	Anestesiología	Nefrología	
Densitometría Ósea	Cardiología	Neumonología	
Lactancia materna	Cirugía Bucomaxilofacial	Neurocirugía	
Litotricia y Endourología	Cirugía Cardiovascular	Neurología	
Medicina Nuclear	Cirugía de columna vertebral	Nutrición y Dietética	
Imágenes y Radiología	Cirugía de la mano	Odontología	
Medicina Física y Rehabilitación	Cirugía de Torax	Endodoncia	
Rehabilitación cardíaca	Cirugía General	Implantología Oral	
Intervencionismo cardiovascular y Exploraciones cardiovasculares no invasivas	Cirugía Ortopédica	Rehabilitación Bucal	Emergencia: 18 camas
Radiología intervencionista	Cirugía plástica y reconstructiva	Otorrinolaringología	
Funcionalismo y rehabilitación pulmonar	Cirugía Infantil	Oncología médica	
Terapia respiratoria			
Trasplante de órganos	Cirugía vascular periférica	Odontopediatría	
Unidad de endoscopia	Dermatología	Obstetricia	
Unidad de endourología	Endocrinología	Oftalmología	
Genética médica	Fisiatría	Pediatría	
Servicios ambulatorios	Gastroenterología	Psicología	
Servicios de emergencia	Genética	Psiquiatría	
Laboratorio clínico	Ginecología	Urología	Terapia Intensiva: 12 camas
Servicios de hospitalización y quirófanos	Hematología	Traumatología	
Servicios farmacéuticos y unidosos.	Infectología	Transplante renal	
Cafetín, restaurante, tiendas de variedades y entidad bancaria			
			Total Camas 168

Fuente: Elaboración propia con base en información suministrada por personal de la institución y a la página Web del hospital "D"

Tabla 4.5.
Otras características físicas de los hospitales seleccionados

	Hospital A	Hospital B	Hospital C	Hospital D
Área de terreno (m ²)	15.000	6.588,57	6.222	N/D
Puestos de estacionamiento	860	470	180	700

Fuente: Elaboración propia con base en datos suministrados por los hospitales y a expedientes de catastro municipal.

N/D: No disponible

4.3. Volúmenes totales y horas pico de los hospitales

Los datos de los viajes en vehículos generados por los hospitales se obtuvieron a través de fuentes primarias y secundarias. Estas fueron: registros automatizados del estacionamiento, conteos manuales propios y conteos mecánicos realizados por terceros.

En el hospital “A” se consiguieron registros automatizados del estacionamiento y luego se pudo acceder a los conteos mecánicos contratados por la institución; en el hospital “B” se obtuvieron los registros automatizados y se efectuaron conteos manuales en otros accesos para totalizar los viajes generados y en los hospitales “C” y “D” solo se realizaron conteos manuales en los diferentes accesos utilizando las planillas previamente diseñadas para tal fin, ya que no se disponían de registros automatizados del estacionamiento.

Los datos recolectados de los volúmenes de entrada y salida de vehículos fueron digitalizados y procesados en periodos de 15 min., y totalizados por hora, con el objeto de determinar las horas pico. Es así, como se elaboraron las tablas con los

volúmenes totales horarios para cada uno de los días registrados y el promedio de estos, obteniéndose los volúmenes totales de viajes generados para el período de estudio y la identificación de las horas pico am y pm.

Cabe destacar, que todos los levantamientos de información de campo relativos a la generación de viajes en vehículos se efectuaron para dos días hábiles, descartándose los fines de semana por ser estos días los de menor afluencia de usuarios en los hospitales.

4.3.1. Hospital “A”

El hospital “A” fue el primero en el que se efectuó el levantamiento de información debido a las condiciones presentadas, estas fueron:

- El contacto con el personal encargado fue favorable, siendo el primer hospital en proporcionar la información solicitada.
- Las características del estacionamiento facilitaron la recolección de los datos.

A continuación se destacan algunas de las características del estacionamiento:

- Un solo acceso de control de entrada y salida de vehículos.
- Registros automatizados de los tickets
- Puntos de pago descentralizados en horarios específicos y centralizados en otras horas.
- Usuarios habituales con tarjetas de puestos fijos.
- Vehículos que solo dejan o recogen personas en el estacionamiento, por lo tanto, se encuentran reflejados en los registros automatizados.

En conversaciones sostenidas con el encargado de la administración del estacionamiento, se determinó que el día de mayor afluencia de usuarios era el lunes, aunque se decidió levantar también el día martes para complementar la

información. Se obtuvieron los rollos de papel dispensados por las máquinas electrónicas con los registros automatizados de los vehículos que entran y salen de la instalación correspondiente a los tickets de los días lunes 15/03/2010 y martes 16/03/2010, para todas las cajas o puntos de pago ubicados en los diferentes lugares del hospital, cuatro en total. Se extrajeron los datos de las horas de entrada y salida de los vehículos para el periodo comprendido entre las 6:00 y las 24:00 horas; los cuales fueron digitalizados y procesados en periodos de 5 min., 15 min., y luego totalizados por hora. Se promediaron ambos días, obteniéndose los resultados parciales o preliminares (solo ticket) de los volúmenes de viajes generados (entrada+salida), los cuales permitieron identificar una hora pico en la mañana de 10:00 a 11:00 y otra en la tarde de 15:00 a 16:00 También se pudo lograr una primera aproximación del período crítico de generación de viajes de la actividad hospitalaria, el cual resultó ser de 8:00 a 12:00 en la mañana y de 14:00 a 16:00 en la tarde.

Se escogió el hospital "A" como prototipo y se supuso que las demás instituciones seleccionadas se comportarían de manera análoga en cuanto a su patrón de viajes, todo esto se hizo con la finalidad de facilitar la recolección de los datos correspondiente al resto de los hospitales. En consecuencia se estableció un periodo de recolección de datos en los otros hospitales de 8:00 a 12:00. y de 14:00 a 16:00.

Las tablas 4.6. y 4.7. muestran los volúmenes generados por el estacionamiento del hospital "A" (solo ticket) para los días lunes y martes, y el promedio de estos respectivamente. La figura 4.1. muestra un gráfico donde se representan los volúmenes de entrada y salida para el día lunes 15/03/2010 y la figura 4.2. muestra un gráfico donde se representan los volúmenes de entrada y salida para el día martes 16/03/2010; para ambas figuras se graficaron los volúmenes totales acumulados donde se visualiza el período crítico del estacionamiento.

**Tabla 4.6. Volúmenes Generados Estacionamiento Hospital "A"
Días Lunes y Martes (solo ticket)**


LUNES 15/03/2010				
Hora	Entrada	Salida	Total Generado	Acumulado
6:00 a 7:00	145	56	201	89
7:00 a 8:00	297	136	433	250
8:00 a 9:00	430	290	720	390
9:00 a 10:00	466	379	845	477
10:00 a 11:00	467	495	962	449
11:00 a 12:00	364	494	858	319
12:00 a 13:00	355	464	819	210
13:00 a 14:00	407	371	778	246
14:00 a 15:00	475	380	855	341
15:00 a 16:00	382	420	802	303
16:00 a 17:00	370	452	822	221
17:00 a 18:00	231	357	588	95
18:00 a 19:00	163	343	506	-85
19:00 a 20:00	77	128	205	-136
20:00 a 21:00	33	87	120	-190
21:00 a 22:00	18	62	80	-234
22:00 a 23:00	10	27	37	-251
23:00 a 24:00	4	6	10	-253
MARTES 16/03/2010				
Hora	Entrada	Salida	Total Generado	Acumulado
6:00 a 7:00	235	63	298	172
7:00 a 8:00	414	145	559	441
8:00 a 9:00	443	268	711	616
9:00 a 10:00	495	411	906	700
10:00 a 11:00	441	515	956	626
11:00 a 12:00	339	516	855	449
12:00 a 13:00	348	429	777	368
13:00 a 14:00	420	344	764	444
14:00 a 15:00	404	324	728	524
15:00 a 16:00	431	422	853	533
16:00 a 17:00	326	449	775	410
17:00 a 18:00	228	377	605	261
18:00 a 19:00	177	318	495	120
19:00 a 20:00	95	156	251	59
20:00 a 21:00	45	122	167	-18
21:00 a 22:00	50	80	130	-48
22:00 a 23:00	13	45	58	-80
23:00 a 24:00	5	14	19	-89

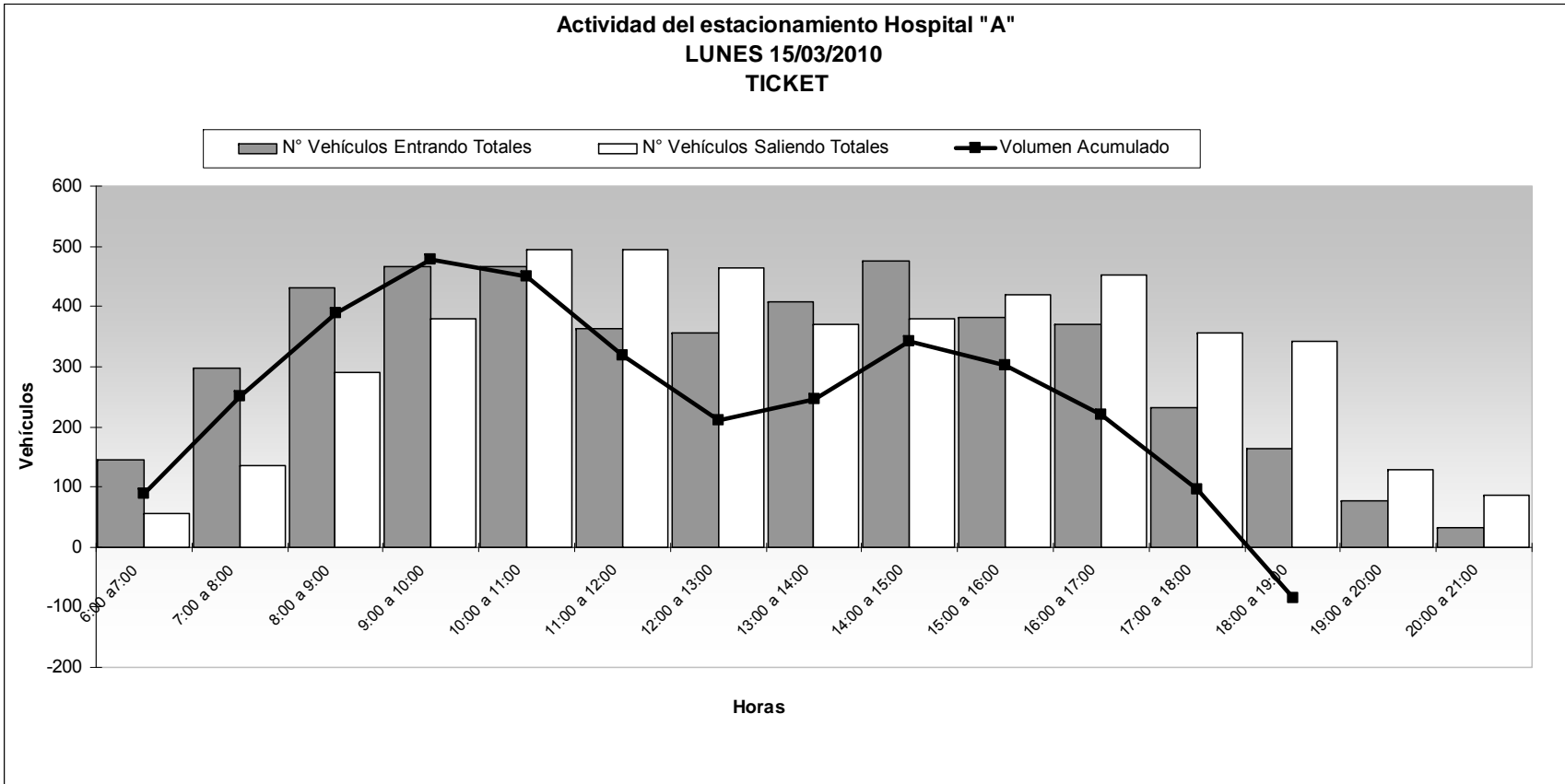
Fuente: Elaboración propia con base en registros automatizados del estacionamiento del hospital "A"

Tabla 4. 7.
Volúmenes Generados Hospital "A"
Promedio del Lunes y Martes
(solo ticket)

Hora	Entrada	Salida	Total Generado
6:00 a 7:00	190	60	250
7:00 a 8:00	356	141	496
8:00 a 9:00	437	279	716
9:00 a 10:00	481	395	876
10:00 a 11:00	454	505	959
11:00 a 12:00	352	505	857
12:00 a 13:00	352	447	798
13:00 a 14:00	414	358	771
14:00 a 15:00	440	352	792
15:00 a 16:00	407	421	828
16:00 a 17:00	348	451	799
17:00 a 18:00	230	367	597
18:00 a 19:00	170	331	501
19:00 a 20:00	86	142	228
20:00 a 21:00	39	105	144
21:00 a 22:00	34	71	105
22:00 a 23:00	12	36	48
23:00 a 24:00	5	10	15

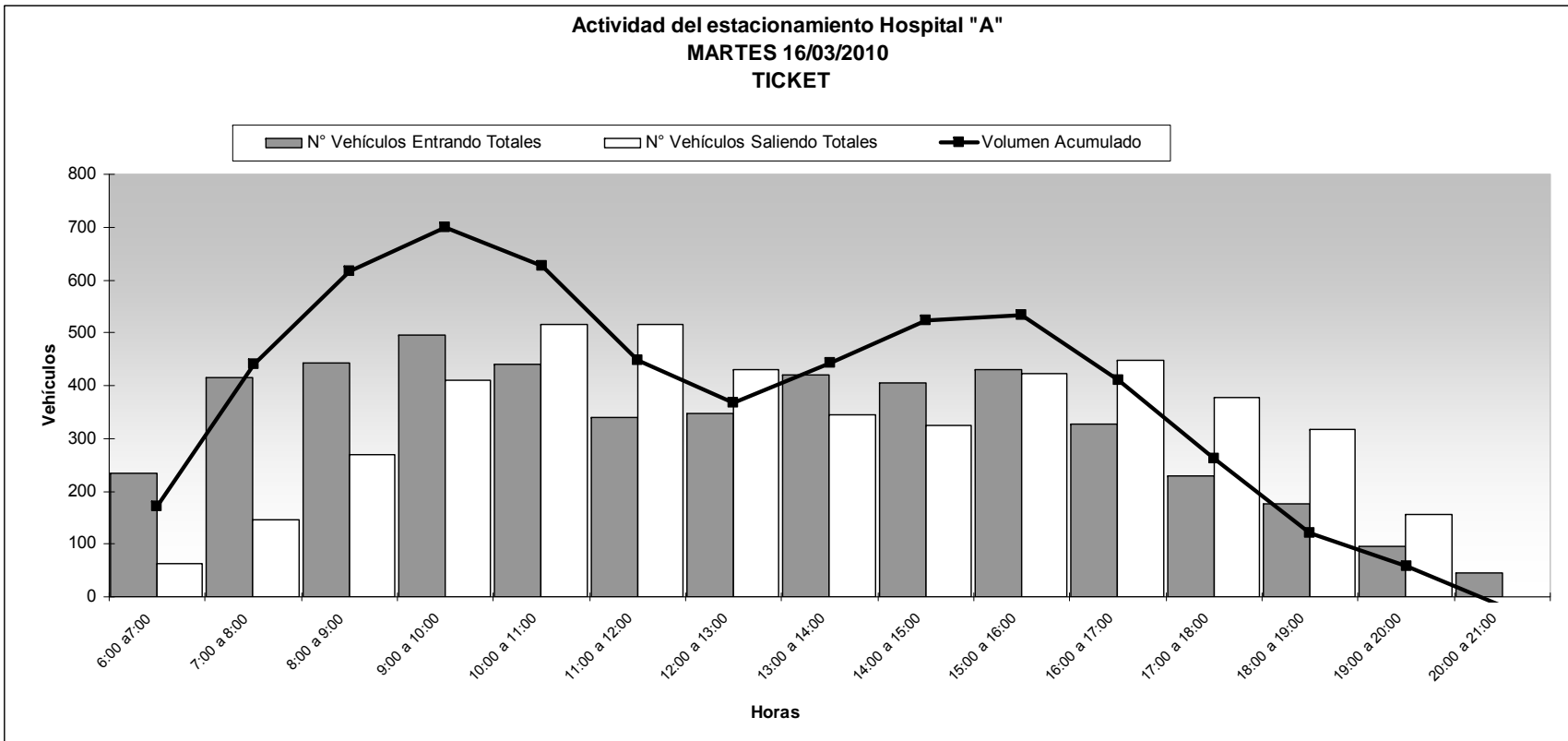
Fuente: Elaboración propia con base en registros automatizados del estacionamiento del hospital "A"

 Período de estudio seleccionado: 8:00 a 12:00 y 14:00 a 16:00 pm



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.1.
Actividad del Estacionamiento Hospital "A" - Lunes 15/03/10
(Solo Ticket)



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.2.
Actividad del Estacionamiento Hospital "A" - Martes 16/03/10
(Solo ticket)

Cabe destacar, que durante el mes de enero de 2011 se logró acceder al computador donde estaban registrados los datos de las tarjetas electrónicas para completar los volúmenes generados por el hospital "A". Éstos se digitalizaron y procesaron de igual forma que los ticket, se obtuvieron los volúmenes totales (tickets + tarjetas electrónicas) y se determinó la hora pico de la mañana y de la tarde, las cuales ocurrieron a las 10:00 am. y a las 13:00 pm. respectivamente, como se puede observar en la tabla 4.8. que se presenta a continuación.

Tabla 4. 8.
Volúmenes Totales Estacionamiento Hospital "A"
Promedio días laborables
(ticket + tarjetas)

Hora	Veh. Ent			Veh. Sal			Total Veh. Generados
	Lunes	Martes	Prom	Lunes	Martes	Prom	
6:00 a 7:00	227	391	309	76	94	85	394
7:00 a 8:00	469	598	534	160	183	172	705
8:00 a 9:00	544	570	557	307	277	292	849
9:00 a 10:00	516	544	530	398	428	413	943
10:00 a 11:00	495	467	481	514	532	523	1004
11:00 a 12:00	395	373	384	533	556	545	929
12:00 a 13:00	430	420	425	563	535	549	974
13:00 a 14:00	502	496	499	488	482	485	984
14:00 a 15:00	557	467	512	427	379	403	915
15:00 a 16:00	420	470	445	461	457	459	904
16:00 a 17:00	398	356	377	535	539	537	914
17:00 a 18:00	257	254	256	473	500	487	742
18:00 a 19:00	205	208	207	472	457	465	671
19:00 a 20:00	101	113	107	241	274	258	365
20:00 a 21:00	41	57	49	139	162	151	200
21:00 a 22:00	28	58	43	87	95	91	134
22:00 a 23:00	16	16	16	36	52	44	60
23:00 a 24:00	4	5	5	13	19	16	21

Fuente: Elaboración propia con base en registros automatizados del estacionamiento del hospital "A"

 Hora Pico

Una vez culminado todo el proceso descrito anteriormente, se logró obtener los conteos mecánicos de una fuente secundaria y que fueron realizados durante la semana del 22 al 28 de marzo de 2011. Estos conteos fueron contratados por la institución para un proyecto de ampliación del estacionamiento.

En tal sentido, se tomó la decisión de trabajar con los volúmenes de los conteos mecánicos, por ser estos mas recientes y en vista de pequeñas inexactitudes encontradas al procesar la data de las tarjetas electrónicas con los registros automatizados del estacionamiento. Cabe destacar, que estos conteos contabilizaron los viajes en motos y los viajes en este tipo de modalidad también fueron contemplados en el levantamiento de la información del resto de los hospitales estudiados.

Las tablas 4.9. y 4.10., muestra los conteos mecánicos diario de las entradas y salidas del hospital “A” respectivamente. La tabla 4.11. muestra el volumen total generado (entrada + salida) con los promedios por día laboral y día feriado. La figura 4.3. muestra un gráfico de la actividad del estacionamiento para el día martes 22/03/11 desde las 5:00 hasta las 20:00 horas, donde se observa volúmenes máximos acumulados en la mañana de 10:00 a 11:00 para un total de 1120 vehículos y en la tarde de 15:00 a 16:00, para un total de 1024 vehículos. Al comparar los totales de vehículos acumulados en las horas pico con el número de puestos disponibles para el momento (860 puestos) se evidenció que existía un déficit de puestos de estacionamiento, en tal sentido, para aparcar el excedente de vehículos, la administración empleaba la modalidad conocida como valet parking, donde el usuario entrega su auto y las llaves a un empleado del lugar y éste lo estaciona obstaculizando a otros vehículos.

Tabla 4. 9.
Volúmenes horarios de vehículos entrando al Hospital "A"
Conteos mecánicos del 22 al 28 de marzo 2011

Hora	Martes 22	Miér. 23	Jueves 24	Viernes 25	Sábado 26	Dom. 27	Lunes 28	Prom. día laboral	Prom. Sáb y Dom.
24:00 a 1:00	5	2	4	3	2	4	9	4	3
1:00 a 2:00	2	6	1	2	6	6	1	2	6
2:00 a 3:00	2	2	1	0	3	4	0	1	3
3:00 a 4:00	0	1	0	0	0	3	0	0	1
4:00 a 5:00	7	5	3	4	3	1	5	4	2
5:00 a 6:00	58	78	59	62	10	1	78	67	5
6:00 a 7:00	295	320	275	302	77	29	330	304	53
7:00 a 8:00	520	524	526	521	197	73	538	525	135
8:00 a 9:00	475	519	485	524	236	68	466	493	152
9:00 a 10:00	526	490	465	516	219	65	465	492	142
10:00 a 11:00	467	471	546	503	235	76	514	500	155
11:00 a 12:00	409	370	549	433	211	71	390	430	141
12:00 a 13:00	362	389	396	415	142	77	374	387	109
13:00 a 14:00	396	432	406	352	148	83	443	405	115
14:00 a 15:00	505	498	464	430	126	69	430	465	97
15:00 a 16:00	398	491	489	402	111	77	460	448	94
16:00 a 17:00	376	396	354	305	79	64	358	357	71
17:00 a 18:00	267	255	258	201	105	62	255	247	83
18:00 a 19:00	220	238	175	166	116	83	205	200	99
19:00 a 20:00	159	102	119	101	88	56	119	120	72
20:00 a 21:00	48	54	63	44	36	33	54	52	34
21:00 a 22:00	21	35	31	29	23	27	22	27	25
22:00 a 23:00	18	10	11	19	12	8	10	13	10
23:00 a 24:00	7	0	5	12	5	5	5	5	5
Total diario	5543	5688	5685	5346	2190	1045	5531	5548	1612

Fuente: Elaboración propia con base en conteos mecánicos contratados por el Hospital "A"

Tabla 4. 10.
Volúmenes horarios de vehículos saliendo del Hospital "A"
Conteos mecánicos del 22 al 28 de marzo 2011

Hora	Martes 22	Miér. 23	Jueves 24	Viernes 25	Sábado 26	Dom. 27	Lunes 28	Prom. día laboral	Prom. Sáb y Dom.
24:00 a 1:00	10	7	11	17	24	7	9	10	15
1:00 a 2:00	2	4	1	2	1	2	7	3	1
2:00 a 3:00	0	1	2	1	7	6	2	1	6
3:00 a 4:00	2	3	0	0	4	4	1	1	4
4:00 a 5:00	0	2	2	0	1	4	3	1	2
5:00 a 6:00	24	28	24	27	8	1	33	27	4
6:00 a 7:00	73	91	65	87	35	11	87	80	23
7:00 a 8:00	181	180	148	142	93	47	186	167	70
8:00 a 9:00	225	280	269	282	127	38	262	263	82
9:00 a 10:00	327	348	326	410	148	34	332	348	91
10:00 a 11:00	393	431	420	486	183	42	410	428	112
11:00 a 12:00	503	517	472	553	225	71	454	499	148
12:00 a 13:00	457	459	539	457	212	103	514	485	157
13:00 a 14:00	466	410	503	492	184	124	492	472	154
14:00 a 15:00	347	375	392	372	134	61	362	369	97
15:00 a 16:00	393	421	454	364	129	68	389	404	98
16:00 A 17:00	499	501	487	375	109	54	474	467	91
17:00 a 18:00	532	504	482	409	109	67	486	482	88
18:00 a 19:00	438	411	376	316	134	81	367	381	107
19:00 a 20:00	364	354	364	266	123	11	393	348	117
20:00 a 21:00	157	187	173	104	78	66	144	153	72
21:00 a 22:00	108	122	141	93	99	41	80	108	70
22:00 a 23:00	38	46	32	20	31	31	31	33	31
23:00 a 24:00	23	11	21	13	21	15	10	15	18
Total diario	5562	5693	5704	5288	2219	989	5528	5545	1658

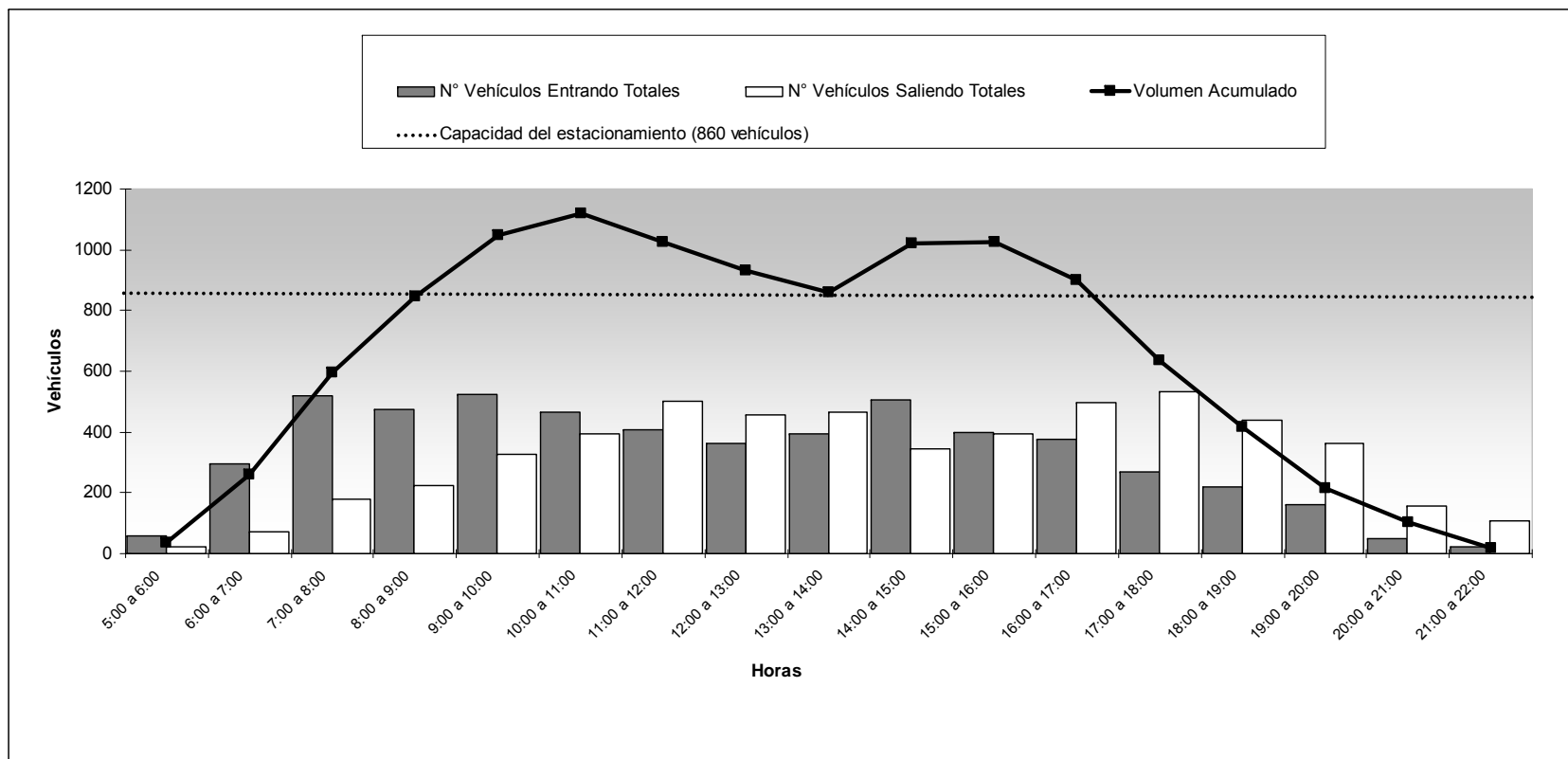
Fuente: Elaboración propia con base en conteos mecánicos contratados por el Hospital "A".

Tabla 4. 11.
Volúmenes horarios de vehículos generados (entrada + salida) por el Hospital "A"
Conteos mecánicos del 22 al 28 de marzo 2011

Hora	Mar. 22	Miér. 23	Juev. 24	Vier. 25	Sáb. 26	Dom. 27	Lun. 28	Prom. día laboral	Prom Sáb y Dom.	Acumulado. día Martes 22
24:00 a 1:00	15	9	15	20	26	11	18	14	18	-5
1:00 a 2:00	4	10	2	4	7	8	8	5	7	-5
2:00 a 3:00	2	3	3	1	10	10	2	2	9	-3
3:00 a 4:00	2	4	0	0	4	7	1	1	5	-5
4:00 a 5:00	7	7	5	4	4	5	8	5	4	2
5:00 a 6:00	82	106	83	89	18	2	111	94	9	36
6:00 a 7:00	368	411	340	389	112	40	417	384	76	258
7:00 a 8:00	701	704	674	663	290	120	724	692	205	597
8:00 a 9:00	700	799	754	806	363	106	728	756	234	847
9:00 a 10:00	853	838	791	926	367	99	797	840	233	1046
10:00 a 11:00	860	902	966	989	418	118	924	928	267	1120
11:00 a 12:00	912	887	1021	986	436	142	844	929	289	1026
12:00 a 13:00	819	848	935	872	354	180	888	872	266	931
13:00 a 14:00	862	842	909	844	332	207	935	877	269	861
14:00 a 15:00	852	873	856	802	260	130	792	834	194	1019
15:00 a 16:00	791	912	943	766	240	145	849	852	192	1024
16:00 A 17:00	875	897	841	680	188	118	832	824	162	901
17:00 a 18:00	799	759	740	610	214	129	741	729	171	636
18:00 a 19:00	658	649	551	482	250	164	572	581	206	418
19:00 a 20:00	523	456	483	367	211	67	512	468	189	213
20:00 a 21:00	205	241	236	148	114	99	198	205	106	104
21:00 a 22:00	129	157	172	122	122	68	102	135	95	17
22:00 a 23:00	56	56	43	39	43	39	41	46	41	-3
23:00 a 24:00	30	11	26	25	26	20	15	20	23	-19
Total diario	11105	11381	11389	10634	4409	2034	11059	11093		

Fuente: Elaboración propia con base en conteos mecánicos contratados por el Hospital A.

 Hora Pico



Fuente: Elaboración propia con base en conteos mecánicos suministrados por el hospital "A"

Figura 4.3.
Actividad del Estacionamiento del Hospital "A"
Conteos mecánicos día martes 22/03/11


Es importante señalar, que de los conteos mecánicos obtenidos se procesaron solo los datos comprendidos en el período de estudio de 8:00 a 12:00. y de 14:00 a 16:00 (fijado inicialmente con los datos levantados de los registros automatizados), pues para el resto de los hospitales los levantamientos se realizaron en dicho período de estudio.

La tabla 4.12., muestra las entradas y salidas y el total de vehículos generados por el hospital "A". Se observa que la hora pico de la mañana ocurrió de 10:00 a 11:00 con un volumen total generado de 928 vehículos, mientras que la hora pico de la tarde resultó ser a las 15:00 con un total generado de 852 vehículos.

Tabla 4.12.
Volúmenes Totales Generados por el Hospital "A"

Período de Estudio	Hora	Entrada	Salida	Total de Viajes Generados
Mañana	8:00 a 9:00	493	263	756
	9:00 a 10:00	492	348	840
	10:00 a 11:00	500	428	928
Tarde	14:00 a 15:00	465	369	834
	15:00 a 16:00	448	404	852

Fuente: Elaboración propia con base en conteos mecánicos contratados por el hospital "A"

 Hora pico

Por otra parte, al disponer de los volúmenes totales horarios de las entradas y las salidas de los vehículos para un período mayor de 12 horas, se pudo determinar la permanencia o duración promedio de un vehículo en el estacionamiento, la cual resultó ser de 2 horas con 10 minutos, con una rotación de 5,54, lo que implica que un puesto fue usado en promedio por 5,54 vehículos en el período de 7:00 a 19:00, siendo la rotación promedio de 0,46 vehículos/por puesto/por hora. La tabla 4.13. muestra los resultados obtenidos.

Tabla 4.13.
Rotación y Duración Promedio de un Vehículo
Estacionamiento Hospital “A”

Período total 12 horas	Entrada	Salida	Rotación	Rotación Promedio	Duración Promedio
7:00 a 19:00	4949	4765	5,54	0,46	2,17 h

Nota: la rotación fue calculada con el dato de salida en el período analizado.

4.3.2. Hospital “B”

En el caso del hospital “B” se contó con un programa actualizado de computación instalado por la gerencia del estacionamiento a comienzos del año 2011, quien autorizó que se extrajeran los datos de los registros automatizados de los vehículos que entran y salen del estacionamiento, tanto de los tickets como de las tarjetas. Con la finalidad de interferir lo menos posible con las labores de la oficina administrativa del estacionamiento, se trabajó durante varios fines de semana para levantar los datos correspondientes a una semana típica, del lunes 14/02/2011 al viernes 18/02/2011, en el período comprendido entre las 6:00 y las 21:00. Los fines de semana no se consideraron por ser días que presentan menor volumen para este tipo de uso.

Seguidamente, se digitalizaron y procesaron los datos tanto de los tickets como de las tarjetas en periodos de 15 min. y una hora, obteniéndose los volúmenes totales horarios de los viajes generados para cada uno de los días de semana (tabla 4.14.).

Cabe destacar, que los días de mayor demanda resultaron ser de lunes a jueves, siendo sus volúmenes muy similares, el viernes resultó ser de mucho menor actividad, con una diferencia con respecto al promedio de los demás días superior al 10%, por lo tanto el viernes fue descartado para realizar los conteos manuales frente a los accesos de la instalación.

Tabla 4.14.
Volúmenes de Viajes en Vehículos
Estacionamiento Hospital “B” (ticket+tarjetas)
Período: desde las 6:00 a las 21:00

Hora	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes
6:00 a 7:00	146	130	127	146	113
7:00 a 8:00	223	191	171	191	192
8:00 a 9:00	219	220	202	184	200
9:00 a 10:00	145	163	197	166	165
10:00 a 11:00	175	221	203	183	163
11:00 a 12:00	208	228	205	212	193
12:00 a 13:00	210	226	232	211	216
13:00 a 14:00	245	235	191	259	216
14:00 a 15:00	213	206	212	219	216
15:00 a 16:00	202	205	214	224	210
16:00 a 17:00	234	220	230	227	212
17:00 a 18:00	227	210	236	244	172
18:00 a 19:00	223	270	211	226	169
19:00 a 20:00	194	181	194	197	150
20:00 a 21:00	156	148	140	123	95
Total	3020	3054	2965	3012	2682

Fuente: Elaboración propia con base en registros automatizados del estacionamiento del hospital “B”.

Posteriormente, se realizaron conteos manuales frente a los demás accesos al hospital durante los días miércoles 25/05/2011 y jueves 26/05/2011, en el período de estudio previamente establecido (8:00 a 12:00 y 14:00 a 16:00) donde se contabilizaron los viajes en vehículos particulares que no entran al estacionamiento pero que buscan o dejan usuarios en el hospital, además de los taxis, las motos y los viajes de los médicos-socios que disponen de un estacionamiento aparte. Los datos se digitalizaron, procesaron y promediaron.

Luego, se eligieron los volúmenes horarios correspondientes a los registros automatizados del estacionamiento de los días miércoles 16/03/2011 (tabla 4.15.) y jueves 17/03/2011 (tabla 4.16.) para el período de estudio establecido y obtener los volúmenes promedios (tabla 4.17.). Esta selección se hizo con la finalidad de disponer de los mismos días que se escogieron para los conteos manuales, aunque no correspondían a la misma semana, pues se supuso que el patrón de viaje de cada día era análogo en diferentes semanas típicas, por ejemplo, los días miércoles se comportan de forma similar en cuanto a la demanda de transporte. Consecutivamente, se sumaron con los volúmenes promedios de los días miércoles 25/05/2011 y jueves 26/05/2011 de los conteos manuales realizados frente a los accesos a la institución para obtener los volúmenes totales generados por el hospital "B" y finalmente identificar las horas pico (tabla 4.18.).

A continuación se presenta la tabla 4.15. donde se muestran los resultados de los volúmenes del estacionamiento del hospital "B" para el día miércoles 16/03/11, la tabla 4.16. con los volúmenes del día jueves 17/03/11, la tabla 4.17. con los volúmenes promedio día de semana (miércoles y jueves) y por último la tabla 4.18. con los volúmenes totales de viajes generados por el hospital "B", donde se identificó la hora pico de la mañana, la cual ocurrió a las 10:45 con un total de viajes generados de 527 y la hora pico de la tarde que se originó a las 14:00 para un total de viajes de 549.

Tabla 4.15.
Volúmenes Horarios Estacionamiento Hospital "B"
Miércoles 16/03/2011

Período de Estudio	Hora	Veh. Ent	Veh. Sal	Total Veh.
AM	08:00 - 09:00	154	48	202
	08:15 - 09:15	158	61	219
	08:30 - 09:30	152	68	220
	08:45 - 09:45	130	73	203
	09:00 - 10:00	115	82	197
	09:15 - 10:15	110	87	197
	09:30 - 10:30	97	100	197
	09:45 - 10:45	90	100	190
	10:00 - 11:00	95	108	203
	10:15 - 11:15	100	107	207
	10:30 - 11:30	100	112	212
	10:45 - 11:45	98	108	206
11:00 - 12:00	98	107	205	
PM	14:00 -15:00	111	101	212
	14:15 -15:15	114	111	225
	14:30 -15:30	106	107	213
	14:45 -15:45	102	114	216
	15:00 -16:00	106	108	214
	15:15 - 16:45	109	114	223
	15:30 - 16:30	104	109	213
	15:45 - 16:45	104	114	218
	16:00 - 17:00	110	120	230

Fuente: Elaboración propia con base en registros automatizados del estacionamiento del hospital "B"

Tabla 4.16.
Volúmenes Horarios Estacionamiento Hospital "B"
Jueves 17/03/2011

Período de Estudio	Hora	Veh. Ent	Veh. Sal	Total Veh.
AM	08:00 - 09:00	137	47	184
	08:15 - 09:15	123	55	178
	08:30 - 09:30	107	65	172
	08:45 - 09:45	92	76	168
	09:00 - 10:00	80	86	166
	09:15 - 10:15	83	89	172
	09:30 - 10:30	92	93	185
	09:45 - 10:45	103	79	182
	10:00 - 11:00	96	87	183
	10:15 - 11:15	95	88	183
	10:30 - 11:30	93	101	194
	10:45 - 11:45	96	107	203
11:00 - 12:00	86	126	212	
PM	14:00 -15:00	133	86	219
	14:15 -15:15	122	87	209
	14:30 -15:30	113	110	223
	14:45 -15:45	102	115	217
	15:00 -16:00	101	123	224
	15:15 - 16:45	99	124	223
	15:30 - 16:30	103	131	234
	15:45 - 16:45	97	119	216
	16:00 - 17:00	92	135	227

Fuente: Elaboración propia con base en registros automatizados del estacionamiento del hospital "B"

Tabla 4.17.
Volúmenes promedio días laborables
Estacionamiento Hospital "B"

Período de Estudio	Hora	Entrada			Salida			Total Viaje
		Mi	Ju	Prom	Mi	Ju	Pom	
AM	08:00 - 09:00	154	137	146	48	47	48	193
	08:15 - 09:15	158	123	141	61	55	58	199
	08:30 - 09:30	152	107	130	68	65	67	196
	08:45 - 09:45	130	92	111	73	76	75	186
	09:00 - 10:00	115	80	98	82	86	84	182
	09:15 - 10:15	110	83	97	87	89	88	185
	09:30 - 10:30	97	92	95	100	93	97	191
	09:45 - 10:45	90	103	97	100	79	90	186
	10:00 - 11:00	95	96	96	108	87	98	193
	10:15 - 11:15	100	95	98	107	88	98	195
	10:30 - 11:30	100	93	97	112	101	107	203
	10:45 - 11:45	98	96	97	108	107	108	205
	11:00 - 12:00	98	86	92	107	126	117	209
PM	14:00 -15:00	111	133	122	101	86	94	216
	14:15 -15:15	114	122	118	111	87	99	217
	14:30 -15:30	106	113	110	107	110	109	218
	14:45 -15:45	102	102	102	114	115	115	217
	15:00 -16:00	106	101	104	108	123	116	219
	15:15 - 16:45	109	99	104	114	124	119	223
	15:30 - 16:30	104	103	104	109	131	120	224
	15:45 - 16:45	104	97	101	114	119	117	217
	16:00 - 17:00	110	92	101	120	135	128	229

Fuente: Elaboración propia con base en registros automatizados del estacionamiento del hospital "B"

Tabla 4.18. Totales de Viajes Generados e Identificación de las Horas Pico Hospital: "B"

Hora	Entrada				Salida				Total Viajes Generados
	Ticket+Tarjetas ⁽¹⁾	VL2+Taxis+Motos ⁽²⁾	Estacionamiento Médicos-Socios ⁽²⁾	Total	Ticket+Tarjetas ⁽¹⁾	VL2+Taxis+Motos ⁽²⁾	Estacionamiento Médicos-Socios ⁽²⁾	Total	
En el Período de Estudio AM									
08:00 a 9:00	146	161	3	310	48	151	0	199	509
08:15 a 9:15	141	141	6	287	58	144	1	203	490
08:30 a 9:30	130	150	2	282	67	157	0	224	505
08:45 a 9:45	111	159	4	274	75	164	1	240	514
09:00 a 10:00	98	148	7	253	84	152	0	236	488
09:15 a 10:15	97	149	4	250	88	150	4	242	492
09:30 a 10:30	95	147	4	246	97	149	2	247	493
09:45 a 10:45	97	151	2	250	90	152	1	242	492
10:00 a 11:00	96	151	0	247	98	157	0	255	501
10:15 a 11:15	98	157	0	254	98	165	4	266	520
10:30 a 11:30	97	154	2	253	107	161	0	267	520
10:45 a 11:45	97	155	2	254	108	163	3	273	527
En el Período de Estudio PM									
14:00 a 15:00	122	160	1	283	94	172	1	266	549
14:15 a 15:15	118	151	3	272	99	166	5	270	542
14:30 a 15:30	110	148	2	260	109	164	4	277	536
14:45 a 15:30	102	153	1	256	115	172	1	287	543
15:00 a 16:00	104	146	4	254	116	166	0	281	535
15:15 a 16:15	104	145	2	251	119	158	1	278	529
15:30 a 16:30	104	137	2	243	120	148	1	269	511
15:45 a 16:45	101	114	2	217	117	130	0	246	463

Fuente: Censos manuales propios y registros automatizados del estacionamiento del hospital "B"

(1) : Registros automatizados estacionamiento hospital "B"

(2) : Censos manuales frente a otros accesos al hospital "B"

VL2 : Vehículos particulares que dejan o buscan personas en los accesos al hospital y cualquier otro vehículo liviano que realice un viaje relacionado con la actividad hospitalaria y no entra al estacionamiento.

 Hora Pico

4.3.3. Hospital “C”

En el caso del hospital “C”, se realizaron conteos manuales tanto de los vehículos que entran y salen del estacionamiento como de los que dejan o buscan personas frente a la institución, al no poseer esta institución de registros computarizados del estacionamiento.

En conversaciones sostenidas con el gerente de seguridad del hospital “C”, se determinó que los días de máxima demanda eran los martes y jueves, por lo tanto el levantamiento se efectuó el día jueves 21/10/2010 y el martes 26/10/2010 en el periodo de estudio (8:00 a 12:00 y 14:00 a 16:00). Al igual que los anteriores hospitales los datos fueron digitalizados y procesados en periodos de 15 min., y totalizados por hora, luego se promediaron para ambos días los volúmenes de entrada y los volúmenes de salida, finalmente se sumaron estos promedios para obtener el total de viajes generados. Una vez conocido estos totales se identificaron las horas pico am y pm. La tabla 4.19. muestra los resultados obtenidos.

Tabla 4. 19. Totales de Viajes Generados e Identificación de las Horas Pico Hospital "C"

Hora	Entrada			Salida			Total Viajes Generados
	Jueves	Martes	Promedio	Jueves	Martes	Promedio	
En el Período de Estudio AM							
8:00	74	76	75	40	44	42	117
8:15	82	87	85	54	58	56	141
8:30	78	93	86	53	66	60	146
8:45	83	98	91	57	76	67	158
9:00	82	89	86	63	80	72	158
9:15	77	82	80	64	75	70	150
9:30	69	76	73	59	68	64	137
9:45	72	74	73	63	71	67	140
10:00	73	69	71	65	66	66	137
En el Período de Estudio PM							
14:00	81	87	84	69	62	66	150
14:15	75	82	79	73	63	68	147
14:30	67	74	71	70	59	65	135
14:45	57	73	65	62	50	56	121
15:00	46	71	59	58	54	56	115
	Hora Pico						


4.3.4. Hospital “D”

En el caso del hospital “D”, la administración del estacionamiento se comprometió a suministrar los registros automatizados una vez que reparara la máquina que supuestamente se encontraba dañada. Se esperó un tiempo prudencial y nunca fue reparada la máquina, en consecuencia, se procedió a realizar las gestiones ante la gerencia de seguridad para conseguir el permiso y poder realizar los conteos manuales en los accesos. Una vez obtenida la autorización, se efectuaron los levantamientos durante los días jueves 11/11/2010 y martes 16/11/2010, en el periodo de estudio determinado inicialmente. Se aplicó el mismo procedimiento empleado en los demás hospitales. Se determinaron los viajes totales generados y se identificaron las horas pico am y pm. La tabla 4.20. muestra los resultados obtenidos para este hospital:

Tabla 4. 20. Totales de Viajes Generados e Identificación de las Horas Pico Hospital "D"

Hora	Entrada			Salida			Total Viajes Generados
	Jueves	Martes	Promedio	Jueves	Martes	Promedio	
En el período de estudio AM							
08:00	408	563	486	325	350	338	824
08:15	404	577	491	328	387	358	849
08:30	437	574	506	351	416	384	890
08:45	379	420	400	379	420	400	800
09:00	478	487	483	407	412	410	893
09:15	504	485	495	420	417	419	914
09:30	505	528	517	443	446	445	962
09:45	496	530	513	443	452	448	961
10:00	469	527	498	421	459	440	938
En el período de estudio PM							
14:00	489	549	519	395	523	459	978
14:15	530	542	536	459	502	481	1017
14:30	531	554	543	443	505	474	1017
14:45	532	538	535	489	505	497	1032
15:00	414	432	423	395	413	404	827

Fuente: Elaboración con base en conteos manuales propios

 Hora Pico

4.3.5. Resumen de los resultados

La tabla 4.21. muestra un resumen de la actividad de generación de viajes de los cuatro hospitales estudiados, indicándose las horas pico am. y pm. de cada hospital.

Tabla 4.21.
Síntesis de los Volúmenes Totales en las Horas Pico de los Hospitales Estudiados

Hospital	Hora Pico AM	Volumen entrada	Volumen Salida	Total Viaje HPAM	Hora Pico PM	Volumen Entrada	Volumen Salida	Total Viaje HPPM
A	10:00 a 11:00	500	428	928	15:00 a 16:00	448	404	852
B	10:45 a 11:45	254	273	527	14:00 a 15:00	283	266	549
C	9:00 a 10:00	86	72	158	14:00 a 15:00	84	66	150
D	9:30 a 10:30	517	445	962	14:45 a 15:45	535	497	1032

Notas:

- 1.- Los volúmenes del hospital "A" están basados en los conteos mecánicos suministrados por dicho centro de salud.
- 2.- Todos los volúmenes reflejados en las tablas incluyen tanto los viajes de los vehículos particulares que entran al estacionamiento como aquellos que dejan o recogen usuarios frente al hospital, los viajes en taxi y en motos.

La tabla 4.22. muestra la distribución porcentual de entradas y salidas en las horas pico am. y pm. de cada hospital

Tabla 4.22.
Porcentaje de Vehículos Ingresando y Egresando de los Hospitales

Distribución por sentido				
Hospital	Hora Pico AM		Hora Pico PM	
	% entrada	% salida	% entrada	% salida
A	54	46	53	47
B	48	52	52	48
C	54	46	56	44
D	54	46	52	48

4.4. Variables independientes de los hospitales

Las áreas de construcción correspondientes a los hospitales "A" y "C", fueron suministradas por dichas instituciones, mientras que las áreas de construcción de los hospitales "B" y "D" fueron obtenidas de los expedientes de catastro municipal de los Municipios Chacao y Baruta respectivamente.

En cuanto a la variable camas, se le solicitó a los hospitales la cantidad de camas de hospitalización, camas de emergencia y la cantidad de camas de terapia intensiva, al respecto todos los hospitales suministraron dicha información. Estos datos se agruparon para obtener los valores de las siguientes variables:

- Número de camas de hospitalización
- Número de camas de hospitalización + emergencia
- Número de camas de hospitalización + emergencia + terapia intensiva

Con relación a la variable empleados, los hospitales "A", "B" y "C", suministraron los datos del número de empleados directos (nómina del hospital) en los diferentes horarios de trabajo. Se exceptuaron los empleados indirectos de empresas contratadas que laboran en el hospital, debido a lo complejo de acceder a esta información; así como también, fueron excluidos los médicos por lo complicado del patrón horario y el personal asistente contratado directamente por los doctores, tales como: secretarias, enfermeras, etc., entre otros factores, haciéndose difícil conocer con exactitud el personal que presta servicio en los diferentes turnos y en consecuencia el número de empleados totales en los períodos de estudio am. y pm. Los datos de empleados directos suministrados por los hospitales A, B y C se agruparon según el período de estudio para obtener los empleados en el período am. y en el período pm. Es importante señalar que, a pesar de las gestiones realizadas, no fue posible conseguir el dato del número de empleados del hospital "D".

En la tabla 4.23. se muestran los valores de las variables independientes obtenidas para cada uno de los hospitales estudiados.

La tabla 4.24. resume los resultados obtenidos tanto de los volúmenes totales generados en las horas pico am. y pm., como los datos de las variables independientes de los hospitales privados seleccionados, esta tabla se diseño con el propósito de facilitar el cálculo de la tasa de generación de viajes.

Tabla 4.23.
Variables Independientes de los Hospitales Privados en el DMC

Variables independientes	Hospital "A"	Hospital "B"	Hospital "C"	Hospital "D"	Promedio Variable Indep.
Área de construcción (1000 m ²)	54	29,163	4,022	29,198	29,1
Número de camas (hospitalización)	85	112	29	138	91
Número de camas (hosp. + emerg.)	119	138	44	156	114
Número de camas (hosp.+ emerg.+ terapia intensiva)	150	149	48	168	129
Empleados en la HP- AM	769	637	104	N/D	N/D
Empleados en la HP- PM	724	424	103	N/D	N/D

Fuente: Elaboración propia con base en datos suministrados por los hospitales y a expedientes de catastro municipal.

HP- AM: hora pico de la mañana para el período de estudio

HP- PM: hora pico de la tarde para el período de estudio

N/D: no disponible

Tabla 4. 24.
Síntesis de los valores obtenidos para el cálculo de las tasas de generación de viajes de los hospitales privados en el DMC

Hospital	Valores Estimados							
	Viajes Generados		Variables Independientes					
	Hora Pico AM	Hora Pico PM	ÁREA (1000 m ²)	Camas Hospitalización	Camas Hospitalización + Emergencia	Camas Hospitalización, Emergencia y Terapia Intensiva.	Emp. AM	Emp. PM
A	928	852	54	85	119	150	769	724
B	527	549	29,163	112	138	149	637	424
C	158	150	4,022	29	44	48	104	103
D	962	1032	29,198	138	156	168	N/D	N/D

Fuente: Cálculos propios y datos suministrados por los hospitales

TGV: Tasa de generación de viajes

DMC: Distrito Metropolitano de Caracas

N/D: no disponible

4.5. Análisis del tránsito en las vías adyacentes

El análisis del tránsito consistió en la determinación de los volúmenes totales y las horas pico de las vías adyacentes a los hospitales, en tal sentido se realizaron los siguientes pasos:

- De los conteos mecánicos provenientes de fuentes secundarias⁴³, se seleccionaron los datos de los volúmenes de tránsito correspondientes a los mismos días de la semana en que se levantaron los datos de los volúmenes generados por los hospitales, esto con la finalidad de efectuar la comparación de las horas pico de ambos y chequear si existe coincidencia.
- Conocidos los volúmenes horarios en cada sentido, se sumaron los volúmenes de ambos sentidos y se obtuvieron los volúmenes totales por hora.
- Con base en los volúmenes totales se determinaron las horas pico am. y pm. de la vialidad adyacente de cada uno de los hospitales estudiados.
- Una vez conocidas las horas pico de la vialidad adyacente, se procedió a compararlas con las horas pico del generador.

La tabla 4.25. muestra los conteos de tránsito de la vía adyacente al Hospital “A”; la tabla 4.26. muestra los conteos de tránsito de la vía adyacente al Hospital “B”; la tabla 4.27. muestra los conteos de tránsito de la vía adyacente al Hospital “C”; la tabla 4.28. muestra los conteos de tránsito de la vía adyacente al Hospital “D”.

La tabla 4.29. muestra la comparación de las horas pico de los hospitales con las de la vía adyacente observándose que no hubo coincidencia de las horas pico.

⁴³ BARRIGA DALL'ORTO, SOMELCA. Estudio Integral de Transporte del Área Metropolitana de Caracas - Estudio de Infraestructura Vial y Tránsito, 2000.
SOMELCA, Estudio del Sistema Vial y de Tránsito Urbano Regional DMC, Guarenas-Guatire, Altos Mirandinos, Litoral Central. 2007.

Tabla 4.25. Conteos de tránsito vía adyacente al Hospital "A"

Hora	Volumen de vehículos-Conteos mecánicos						Promedio Día de Semana
	Sentido S/N		Sentido N/S		Ambos sentidos		
	Lun	Mar	Lun	Mar	Lun	Mar	
0:00 a 1:00	0	0	0	0			
1:00 a 2:00	0	0	0	0			
2:00 a 3:00	0	0	0	0			
3:00 a 4:00	0	0	0	0			
4:00 a 5:00	0	0	0	0			
5:00 a 6:00	0	0	0	0			
6:00 a 7:00	2248	2199	819	833	3067	3032	3050
7:00 a 8:00	1762	1803	1371	1399	3133	3202	3168
8:00 a 9:00	1643	1728	1348	1387	2991	3115	3053
9:00 a 10:00	1594	1756	1362	1394	2956	3150	3053
10:00 a 11:00	1481	1533	1439	1480	2920	3013	2967
11:00 a 12:00	1366	1445	1575	1650	2941	3095	3018
12:00 a 13:00	1354	1326	1902	1962	3256	3288	3272
13:00 a 14:00	1374	1485	1726	1766	3100	3251	3176
14:00 a 15:00	1553	1617	1626	1642	3179	3259	3219
15:00 a 16:00	1558	1503	1579	1650	3137	3153	3145
16:00 A 17:00	1480	1548	1703	1776	3183	3324	3254
17:00 a 18:00	1459	1411	2069	1982	3528	3393	3461
18:00 a 19:00	1210	1251	2316	2303	3526	3554	3540
19:00 a 20:00	994	1091	2744	2579	3738	3670	3704
20:00 a 21:00	872	908	2389	2399	3261	3307	3284
21:00 a 22:00	0	0	0	0			
22:00 a 23:00	0	0	0	0			
23:00 a 24:00	0	0	0	0			

Fuente: Elaboración propia con base en fuentes secundarias

 HP-Vialidad adyacente

Tabla 4.26. Conteos de tránsito vía adyacente al Hospital “B”

Hora	Volumen de vehículos-Conteos mecánicos Mayo 2000						Promedio Día de semana
	Sentido N/S		Sentido S/N		Ambos Sentidos		
	Mi	Ju	Mi	Ju	Mi	Ju	
0:00 a 1:00	0	0	0	0	0	0	
1:00 a 2:00	0	0	0	0	0	0	
2:00 a 3:00	0	0	0	0	0	0	
3:00 a 4:00	0	0	0	0	0	0	
4:00 a 5:00	0	0	0	0	0	0	
5:00 a 6:00	0	0	0	0	0	0	
6:00 a 7:00	808	773	1316	1603	2124	2376	2250
7:00 a 8:00	2030	1938	1744	1667	3774	3605	3690
8:00 a 9:00	1717	1806	1657	1186	3374	2992	3183
9:00 a 10:00	1787	1856	1712	1405	3499	3261	3380
10:00 a 11:00	2118	1820	1994	1816	4112	3636	3874
11:00 a 12:00	1921	1884	1816	1976	3737	3860	3799
12:00 a 13:00	2143	1939	2280	2256	4423	4195	4309
13:00 a 14:00	2144	1972	2333	2254	4477	4226	4352
14:00 a 15:00	2099	2002	2096	1933	4195	3935	4065
15:00 a 16:00	2022	1935	1862	1987	3884	3922	3903
16:00 A 17:00	1804	1930	2100	1919	3904	3849	3877
17:00 a 18:00	1797	1904	2160	2029	3957	3933	3945
18:00 a 19:00	1549	1682	2203	2045	3752	3727	3740
19:00 a 20:00	1496	1601	1761	1729	3257	3330	3294
20:00 a 21:00	1517	1333	1325	1198	2842	2531	2687
21:00 a 22:00	0	0	0	0	0	0	
22:00 a 23.00	0	0	0	0	0	0	
23:00 a 24:00	0	0	0	0	0	0	

Fuente: Elaboración propia con base en fuentes secundarias


 Hora Pico-Vialidad adyacente

Tabla 4.27. Conteos de tránsito vía adyacente al Hospital “C”

Hora	Volumen de vehículos-Conteos mecánicos Noviembre 2007						Promedio Día de Semana
	Sentido S/N		Sentido N/S		Ambos sentidos		
	Ma	Ju	Ma	Ju	Ma	Ju	
0:00 a 1:00	0	0	0	0			
1:00 a 2:00	0	0	0	0			
2:00 a 3:00	0	0	0	0			
3:00 a 4:00	0	0	0	0			
4:00 a 5:00	0	0	0	0			
5:00 a 6:00	0	0	0	0			
6:00 a 7:00	1546	1495	427	395	1973	1890	1932
7:00 a 8:00	1920	1947	555	472	2475	2419	2447
8:00 a 9:00	1871	1657	498	509	2369	2166	2268
9:00 a 10:00	1748	1569	530	482	2278	2051	2165
10:00 a 11:00	1601	1642	535	458	2136	2100	2118
11:00 a 12:00	1720	1725	485	465	2205	2190	2198
12:00 a 13:00	1849	1760	457	454	2306	2214	2260
13:00 a 14:00	1836	1718	517	503	2353	2221	2287
14:00 a 15:00	1785	1745	520	462	2305	2207	2256
15:00 a 16:00	1784	1841	488	416	2272	2257	2265
16:00 A 17:00	1747	1885	507	501	2254	2386	2320
17:00 a 18:00	1795	1763	501	515	2296	2278	2287
18:00 a 19:00	1602	1432	499	481	2101	1913	2007
19:00 a 20:00	1252	1092	451	503	1703	1595	1649
20:00 a 21:00	0	0	0	0			
21:00 a 22:00	0	0	0	0			
22:00 a 23:00	0	0	0	0			
23:00 a 24:00	0	0	0	0			

Fuente: Elaboración propia con base en fuentes secundarias

 Hora Pico-Vialidad adyacente

Tabla 4.28. Conteos de tránsito vía adyacente al Hospital “D”

Hora	Volumen de vehículos-Conteos mecánicos Junio de 2000						Promedio Día de Semana
	Sentido S/N		Sentido N/S		Ambos sentidos		
	Mar	Ju	Ma	Ju	Ma	Ju	
0:00 a 1:00	0	0	0	0			
1:00 a 2:00	0	0	0	0			
2:00 a 3:00	0	0	0	0			
3:00 a 4:00	0	0	0	0			
4:00 a 5:00	0	0	0	0			
5:00 a 6:00	0	0	0	0			
6:00 a 7:00	1074	1058	1395	1.222	2469	2.280	2375
7:00 a 8:00	1200	1313	1909	1.759	3109	3.072	3091
8:00 a 9:00	1195	1478	1664	1.755	2859	3.233	3046
9:00 a 10:00	1321	1632	1689	1.751	3010	3.383	3197
10:00 a 11:00	1595	1548	1663	1.725	3258	3.273	3266
11:00 a 12:00	1437	1479	1438	1.567	2875	3.046	2961
12:00 a 13:00	1725	1660	1447	1.488	3172	3.148	3160
13:00 a 14:00	1840	1923	1698	1.697	3538	3.620	3579
14:00 a 15:00	1999	1927	1854	1.746	3853	3.673	3763
15:00 a 16:00	1877	1915	1686	1.711	3563	3.626	3595
16:00 A 17:00	1733	1776	1514	1.549	3247	3.325	3286
17:00 a 18:00	1739	1778	1431	1.394	3170	3.172	3171
18:00 a 19:00	1590	1626	1273	1.297	2863	2.923	2893
19:00 a 20:00	1469	1490	1161	1.352	2630	2.842	2736
20:00 a 21:00	1386	1389	1095	1.082	2481	2.471	2476
21:00 a 22:00	0	0	0	0			
22:00 a 23:00	0	0	0	0			
23:00 a 24:00	0	0	0	0			

Fuente: Elaboración propia con base en fuentes secundarias

 Hora Pico-Vialidad adyacente

Tabla 4.29. Comparación de las horas pico de los hospitales con las horas pico de la vía adyacente

Hospital	Generador		Vía adyacente	
	HP-AM	HP-PM	HP-AM	HP-PM
A	10:00 a 11:00	14:00 a 15:00	7:00 a 8:00	19:00 a 20:00
B	10:45 a 11:45	14:00 a 15:00	10:00 a 11:00	13:00 a 14:00
C	9:00 a 10:00	14:00 a 15:00	7:00 a 8:00	13:00 a 14:00
D	9:30 a 10:30	14:45 a 15:45	10:00 a 11:00	14:00 a 15:00

Fuente: Elaboración propia con base a cálculos propios y fuentes secundarias

CAPÍTULO V

ESTIMACIÓN DE LAS TASAS DE GENERACIÓN DE VIAJES

En este capítulo se presenta la estimación de las tasas de generación de viajes para cada hospital, la tasa promedio ponderada y la desviación estándar para las horas pico am. y pm. Asimismo, se muestra el análisis de regresión desarrollado, en el cual se encontró la ecuación que mejor relaciona los viajes generados con las variables independientes área bruta de construcción y camas. Una vez obtenida la ecuación de regresión se verificó la validez de los modelos aplicando la prueba de hipótesis nula, para lo cual se utilizó un indicador estadístico denominado valor t-student. Finalmente se muestran las gráficas con los resultados obtenidos bajo un esquema análogo al del ITE, 2008.⁴⁴

5.1. Obtención de las tasas de generación de viajes

Se analizaron las tasas de generación de viajes, considerando los siguientes aspectos:

- Día: se analizaron días hábiles, por ser estos los que presentan mayores volúmenes de viajes.
- Período: se analizaron periodos pico de la mañana y de la tarde para días hábiles, identificando las horas pico para cada período. No se determinaron tasas de generación diarias ni de días sábado o domingo.
- Vía adyacente: no se calcularon las tasas de generación de viajes para las vías adyacente a los hospitales.

⁴⁴ INSTITUTE OF TRANSPORTATION ENGINEERS (ITE,2008), Trip Generation 8th Edition, User's Guide, Volume 3, Rates, Plots and Equations.

- Variables independientes: Se contemplaron para la obtención de las tasas y ecuaciones de regresión las siguientes variables, área bruta de construcción, empleados, número de camas de hospitalización, número de camas de hospitalización + emergencia, número de camas de hospitalización + emergencia + terapia intensiva.
- La ausencia de datos, no permitió una muestra representativa para la variable empleados, ya que solo se pudo obtener datos de tres hospitales, siendo imprescindible para construir la ecuación de regresión un mínimo de cuatro puntos.

Las tablas 5.1. y 5.2. muestran las tasas de generación de viajes de cada uno de los hospitales para la hora pico am. y pm. respectivamente. La tabla 5.3. muestra las tasas promedio ponderadas, el rango promedio de la tasa y la desviación estándar para la hora pico de la mañana como para la de la tarde para el período de estudio seleccionado.

Cabe destacar, que las tasas para la variable empleados fueron estimadas con base en los empleados directos, es decir, los que pertenecen a la nómina del hospital; si se conociera la información de todo el personal que labora en los hospitales, las tasas deberían ser menores a las que fueron estimadas utilizando solamente el dato de empleados directos.

Tabla 5.1.
Tasas de generación de viajes (entradas + salidas) en la hora pico am.

Uso del suelo	Variable independiente.	Unidad	Distrib. direccional		Volumen total HPAM	Tasa
			entrada	salida		
Hospital "A"	Área bruta de construcción (1000 m ²)	54	54	46	928	17,185
	Empleados	769				1,207
	Camas Hospitalización	85				10,918
	Camas Hosp. + Emerg.	119				7,798
	Camas Hosp.+ Emerg.+Terapia Intensiva	150				6,187
Hospital "B"	Área bruta de construcción (1000 m ²)	29,163	56	44	527	18,071
	Empleados	637				0,827
	Camas Hospitalización	112				4,705
	Camas Hosp. + Emerg.	138				3,819
	Camas Hosp.+ Emerg.+Terapia Intensiva	149				3,537
Hospital "C"	Área bruta de construcción (1000 m ²)	4,022	54	46	158	39,284
	Empleados	104				1,519
	Camas Hospitalización	29				5,448
	Camas Hosp. + Emerg.	44				3,591
	Camas Hosp.+ Emerg.+Terapia Intensiva	48				3,292
Hospital "D"	Área bruta de construcción (1000 m ²)	29,198	54	46	962	32,947
	Empleados	N/D				N/A
	Camas Hospitalización	138				6,971
	Camas Hosp. + Emerg.	156				6,167
	Camas Hosp.+ Emerg.+Terapia Intensiva	168				5,726

Fuente: Cálculos propios

N/D: No disponible

N/A: No aplica

Tabla 5. 2.
Tasas de generación de viajes (entradas + salidas) en la hora pico pm.

Uso del suelo	Variable independiente	unidad	Distrib. direccional		Volumen total HPPM	Tasa
			entrada	salida		
Hospital "A"	Área bruta de construcción (1000 m ²)	54	53	47	852	15,778
	Empleados	724				1,177
	Camas Hospitalización	85				10,024
	Camas Hosp. + Emerg.	119				7,160
	Camas Hosp.+ Emerg.+Terapia Intensiva	150				5,680
Hospital "B"	Área bruta de construcción (1000 m ²)	29,163	49	51	549	18,825
	Empleados	424				1,295
	Camas Hospitalización	112				4,902
	Camas Hosp. + Emerg.	138				3,978
	Camas Hosp.+ Emerg.+Terapia Intensiva	149				3,685
Hospital "C"	Área bruta de construcción (1000 m ²)	4,022	56	44	150	37,295
	Empleados	103				1,456
	Camas Hospitalización	29				5,172
	Camas Hosp. + Emerg.	44				3,409
	Camas Hosp.+ Emerg.+Terapia Intensiva	48				3,125
Hospital "D"	Área bruta de construcción (1000 m ²)	29,198	52	48	1032	35,345
	Empleados	N/D				N/A
	Camas Hospitalización	138				7,478
	Camas Hosp. + Emerg.	156				6,615
	Camas Hosp.+ Emerg.+Terapia Intensiva	168				6,143

Fuente: Cálculos propios

N/D: No disponible

N/A: No aplica

Tabla 5. 3.
Tasa promedio ponderada, rango de la tasa y desviación estándar

Variable independ.	Área Bruta de Construcción (1000 m ²)	Empleados	Camas Hosp.	Camas Hosp. + Emergencia	Camas Hosp. + Emergencia + Terapia Intensiva
Tasa Promedio Ponderada H.P.A.M.	22,125	1,068	7,074	5,635	5,000
Rango de las tasas H.P.A.M.	17,19 – 39,28	0,83 – 1,52	4,71 – 10,92	3,59 – 7,8	3,29 – 6,19
Desviación ¹ Estándar H.P.A.M.	12,280	0,375	2,771	2,0362	1,527
Tasa Promedio Ponderada H.P.P.M.	22,194	1,240	7,096	5,652	5,016
Rango de las tasas H.P.P.M.	15,78 – 37,30	1,18 – 1,46	4,9 – 10,02	3,41 – 7,16	3,13 – 6,14
Desviación ¹ Estándar H.P.P.M.	12,295	0,164	2,397	1,9178	1,534

Fuente: Cálculos propios

H.P.A.M: Hora pico de la mañana

H.P.P.M: Hora pico de la tarde

¹ Las desviaciones estándar se calcularon utilizando la tasa promedio ponderada y no la tasa promedio aritmética para mantener consistencia con las desviaciones estándar calculadas por el ITE

5.2. Análisis de Regresión

Se analizó el grado de relación existente entre la variable independiente (x) y la variable dependiente (y), utilizando modelos matemáticos y representaciones gráficas. Así pues, se representó la relación entre las variables independientes seleccionadas y los viajes generados y se desarrolló una ecuación que permite

estimar una variable en función de la otra. A continuación se describe con detalle los pasos realizados:

- Se graficaron los datos utilizando una hoja de Excel, siendo la variable dependiente $y =$ número de viajes totales (entrada + salida) y donde $x =$ variable independiente.
- Se observó la dispersión de los puntos en el plano cartesiano, se trazó la línea de tendencia que mejor se ajustó a los puntos y se estimaron las ecuaciones de regresión para cada una de las variables independientes identificadas, tanto para la hora pico de la mañana como la de la tarde.
- Seguidamente, se seleccionó la ecuación matemática que brindó el mejor coeficiente de determinación, el comprendido en el rango: $0,75 \leq R^2 \leq 1$. Según (ITE, 2001)⁴⁵, (...) “el uso aceptable de una ecuación de regresión requiere de por lo menos cuatro puntos y un R^2 calculado de al menos 0,75 en el caso de tasas locales”, de modo que dentro de este rango de valores se consigue tener un mejor porcentaje de la variación de la variable dependiente explicado por la independiente.

Es importante aclarar que solo se usaron dos estructuras matemáticas, la forma lineal y la potencial determinándose que:

- La única relación matemática lineal favorable, por ser la única que presentó un valor de R^2 superior a 0,75, fue para la variable:
 - Camas de hospitalización+emergencia+terapia intensiva

⁴⁵ INSTITUTE OF TRANSPORTATION ENGINEERS (ITE, 2001), Trip Generation Handbook, An ITE Proposed Recommended Practice.

- Las variables independientes que no lograron una relación lineal favorable, pero que sin embargo ofrecieron el mejor valor de R^2 , (el mas cercano a 1) cuando se empleó la relación matemática potencial fueron:
 - Área Bruta de Construcción
 - Camas de hospitalización
 - Camas de hospitalización+emergencia

Cabe destacar, que las ecuaciones potenciales fueron realizadas usando logaritmo neperiano (Ln) para ser consecuentes con la forma en que el ITE las presenta, el cual usa expresiones matemáticas del tipo lineal y potencial, esta última expresada en forma logarítmica.

En las tablas 5.4. y 5.5., se muestran las ecuaciones de regresión, el coeficiente de determinación (R^2) y el coeficiente t-student calculado para cada una de las variables analizadas en las horas pico am. y pm.

Tabla 5. 4. Ecuación de regresión, t-student y coeficiente de determinación en HP-AM

Tipo de Generador	Período de Estudio	Variable Independiente	Tipo de expresión matemática	Ecuación de Regresión y t-student	Coefficiente de Determinación R^2
HOSPITALES	Día Laborable Hora Pico AM Polo Generador	Área Bruta de Construcción (1000 m²)	Lineal	$y = 14,092X + 235,74$	0,555
			Potencial	$y = 60,793X^{0,7093}$ Ecuación Linearizada $\text{Ln}y = 4,1075 + 0,7093\text{Ln}X$ $t_b = 4,378$	0,9055
		Camas de Hospitalización	Lineal	$y = 6,266X + 73,544$	0,5939
			Potencial	$y = 4,3307X^{1,0981}$ Ecuación Linearizada $\text{Ln}y = 1,4657 + 1,0981\text{Ln}X$ $t_b = 2,974$	0,8155
		Camas Hosp. + Emergencia	Lineal	$y = 6,3303X - 79,49$	0,6744
			Potencial	$y = 0,9859X^{1,3532}$ Ecuación Linearizada $\text{Ln}y = 1,3532\text{Ln}X - 0,0142$ $t_b = 3,509$	0,8603
		Camas Hosp. + Emerg.+ Terapia Intensiva	Lineal	$y = 6,2079X - 155,52$	0,7966
			Potencial	$y = 0,7758X^{1,3702}$ Ecuación Linearizada $\text{Ln}y = 1,3702\text{Ln}X - 0,2539$ $t_b = 4,775$	0,9194

Fuente: Cálculos propios

H.P.A.M: hora pico de la mañana

H.P.P.M: hora pico de la tarde

t_b = indicador estadístico t-student calculado

Tabla 5. 5. Ecuación de regresión, t-student y coeficiente de determinación en HP-PM

Tipo de Generador	Período de Estudio	Variable Independiente	Tipo de expresión matemática	Ecuación de Regresión y t-student	Coeficiente de Determinación R^2
HOSPITALES	Día Laborable Hora Pico PM Polo Generador	Area Bruta de Construcción (1000 m²)	Lineal	$y = 15,44X + 194,52$	0,6897
			Potencial	$y = 58,451^{1,7201}$ Ecuación Linearizada $\text{Ln}y = 4,0682 + 0,7201\text{Ln}X$ $t_b = 3,831$	0,8800
		Camas de Hospitalización	Lineal	$y = 6,9864X + 9,9903$	0,7133
			Potencial	$y = 3,1876X^{1,1669}$ Ecuación Linearizada $\text{Ln}y = 1,1593 + 1,1669\text{Ln}X$ $t_b = 3,631$	0,8683
		Camas Hosp. + Emergencia	Lineal	$y = 6,8322X - 134,83$	0,7589
			Potencial	$y = 0,6989X^{1,426}$ Ecuación Linearizada $\text{Ln}y = 1,426\text{Ln}X - 0,3582$ $t_b = 4,264$	0,9009
		Camas Hosp. + Emerg.+ Terapia Intensiva	Lineal	$y = 6,4572X - 185,61$	0,8326
			Potencial	$y = 0,5863X^{1,4278}$ Ecuación Linearizada $\text{Ln}y = 1,4278\text{Ln}X - 0,5339$ $t_b = 5,663$	0,9413

Fuente: Cálculos propios

H.P.A.M: hora pico de la mañana

H.P.P.M: hora pico de la tarde

t_b = indicador estadístico t-student calculado

En la tabla 5.6 se presenta la comparación de los t-calculados con los valores de t-student de la tabla para las variables independientes área bruta de construcción y camas en las tres categorías analizadas, tanto en la hora pico de la mañana como de la tarde. En tal sentido, al cotejar ambos valores se comprobó en todos los casos que el t-calculado supera el t-tabla a un nivel de confiabilidad del 95%, rechazándose la hipótesis nula. Los valores de t-calculados fueron:

- Para la variable área bruta de construcción 4,378 en la hora pico am. y 3,830 en la hora pico pm.
- Para las variables camas de hospitalización 2,974 en la hora pico am. y 3,631 en la hora pico pm.
- Para las variables camas de hospitalización+emergencia 3,509 en la hora pico am. y 4,264 en la hora pico pm.
- Mientras que los valores máximos se obtuvieron para la variable camas totales, (hospitalización + emergencia + terapia intensiva) con un valor de 4,775 en la hora pico am. y 5,663 en la hora pico pm., esto implica que esta variable es la más confiable en relación al número de viajes generados por los hospitales privados.

Tabla 5.6. Comparación del t-student calculado con el t-tabla

Tipo de Generador	Período de Estudio	t-student	Área bruta de construcción	Camas de Hospitalización	Camas de Hospitalización.+ Emergencia	Camas de Hospitalización + Emergencia + Terapia Intensiva
HOSPITAL	Día Laborable HP-AM	t-calculado	4,378	2,974	3,509	4,775
		$t_{0,95}$	2,920			
	Día Laborable HP-PM	t-calculado	3,830	3,631	4,264	5,663
		$t_{0,95}$	2,920			

Fuente: Elaboración con base en cálculos propios y en (PINDYCK & RUBINFELD, 1976)⁴⁶

⁴⁶ PINDYCK, Robert & RUBINFELD, Daniel L. (1976). Op. Cit.

5.3. Presentación de resultados y gráficos

Las figuras 5.2. a 5.9. muestran los gráficos con un resumen de los resultados alcanzados con los modelos de generación de viajes estimados. Se utilizó un esquema de representación análogo al del *Trip Generation Handbook* (ITE, 2008)⁴⁷. Asimismo, con la finalidad de explicar el contenido de dichos gráficos se tomó un ejemplo el cual se muestra en la figura 5.1.

⁴⁷ ITE,2008. Op.Cit.

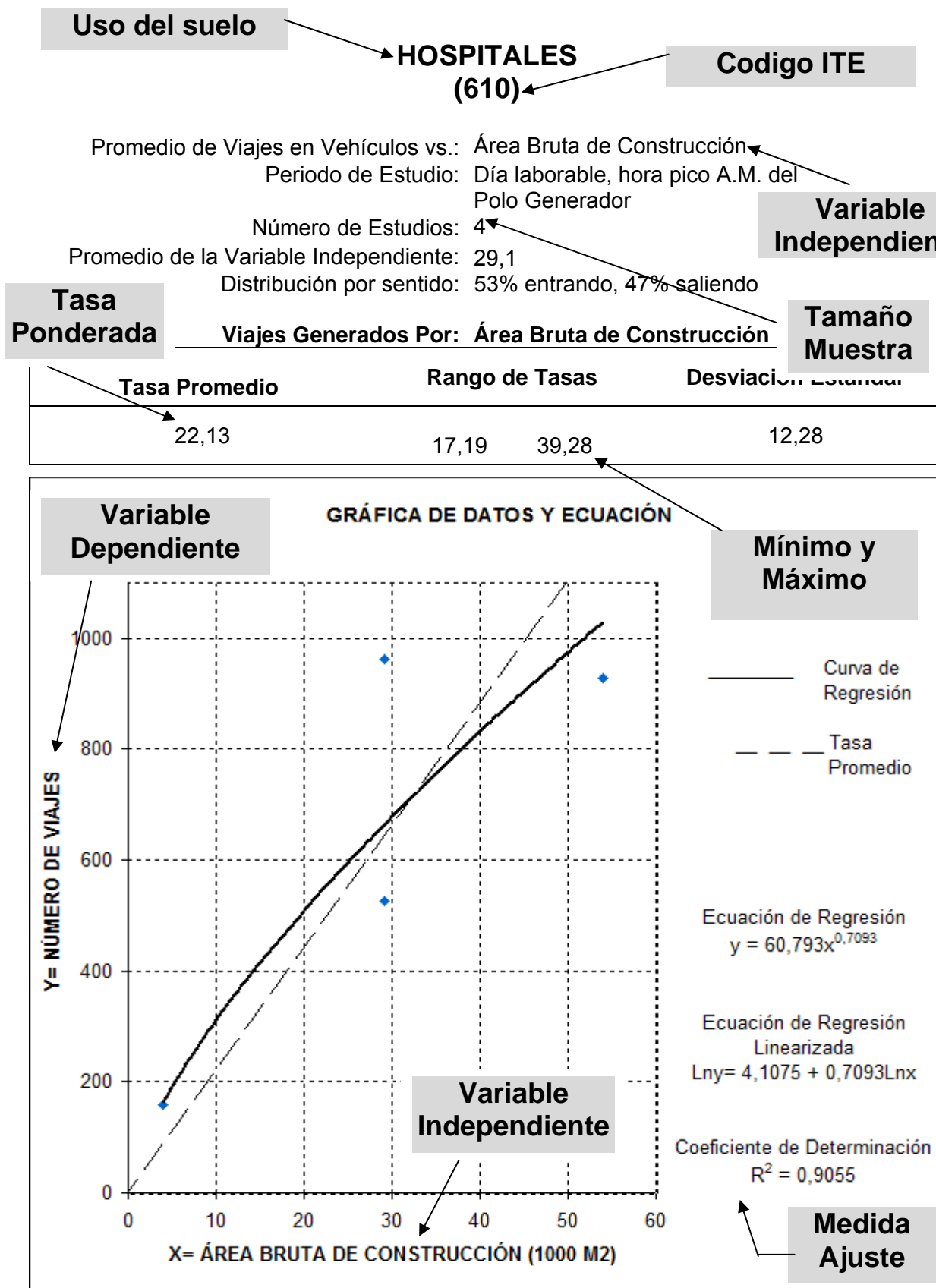


Figura 5.1. Modelo explicativo del contenido de los gráficos

HOSPITALES

(610)

Promedio de Viajes en Vehículos vs.: Área Bruta de Construcción

Periodo de Estudio: Día laborable, hora pico A.M. del Polo Generador

Número de Estudios: 4

Promedio de la Variable Independiente: 29,1

Distribución por sentido: 53% entrando, 47% saliendo

Viajes Generados Por: Área Bruta de Construcción

Tasa Promedio	Rango de Tasas	Desviación Estandar
22,13	17,19 39,28	12,28

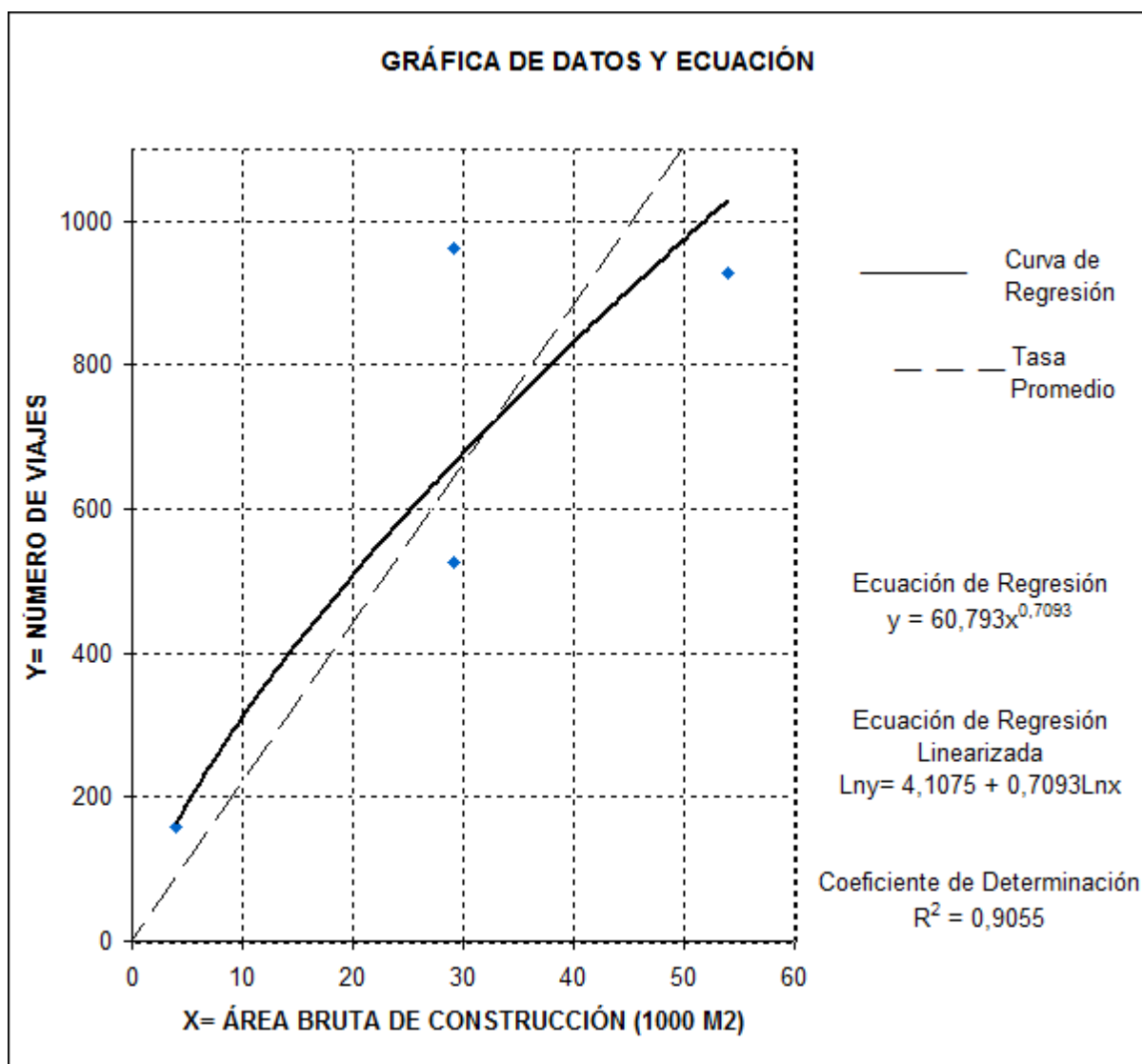


Figura 5.2. Generación de viajes por cada 1000 m² de área bruta de construcción en día laborable, hora pico A.M. del polo generador

HOSPITALES (610)

Promedio de Viajes en Vehículos vs.: Área Bruta de Construcción

Periodo de Estudio: Día laborable, hora pico P.M. del
Polo Generador

Número de Estudios: 4

Promedio de la Variable Independiente: 29,1

Distribución Por sentido: 53% entrando, 47% saliendo

Viajes Generados Por: Área Bruta de Construcción

Tasa Promedio	Rango de Tasas		Desviación Estandar
22,19	15,78	37,30	12,295

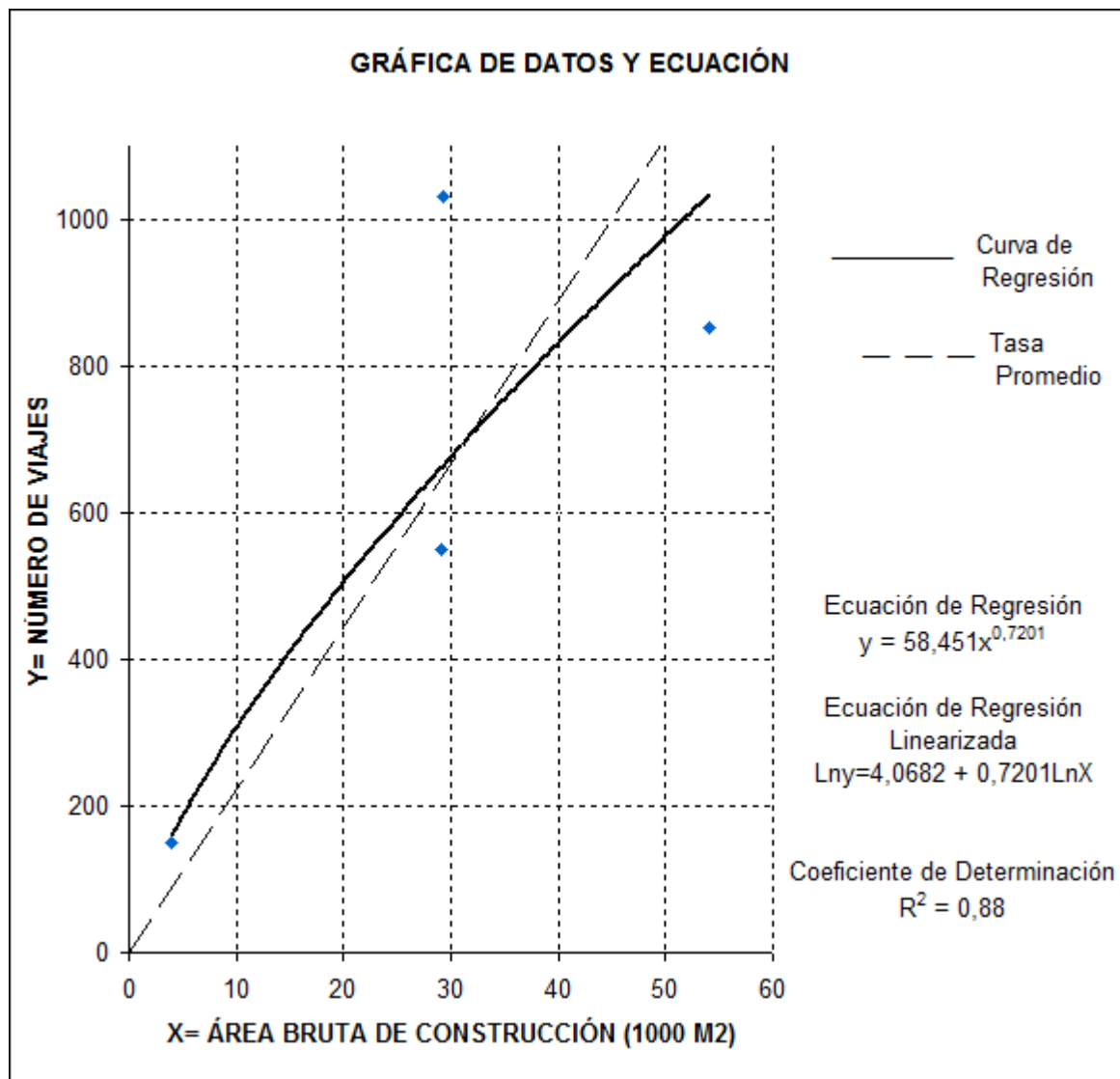


Figura 5.3. Generación de viajes por cada 1000 m² de área bruta de construcción en día laborable, hora pico P.M. del polo generador

HOSPITALES

(610)

Promedio de Viajes en Vehículos vs.: Número de Camas de Hospitalización

Periodo de Estudio: Día laborable, hora pico A.M. del
Polo Generador

Número de Estudios: 4

Promedio de la Variable Independiente: 91

Distribución Direccional: 53% entrando, 47% saliendo

Viajes Generados Por: Camas de Hospitalización

Tasa Promedio	Rango de Tasas	Desviación Estándar
7,07	4,71 10,92	2,77

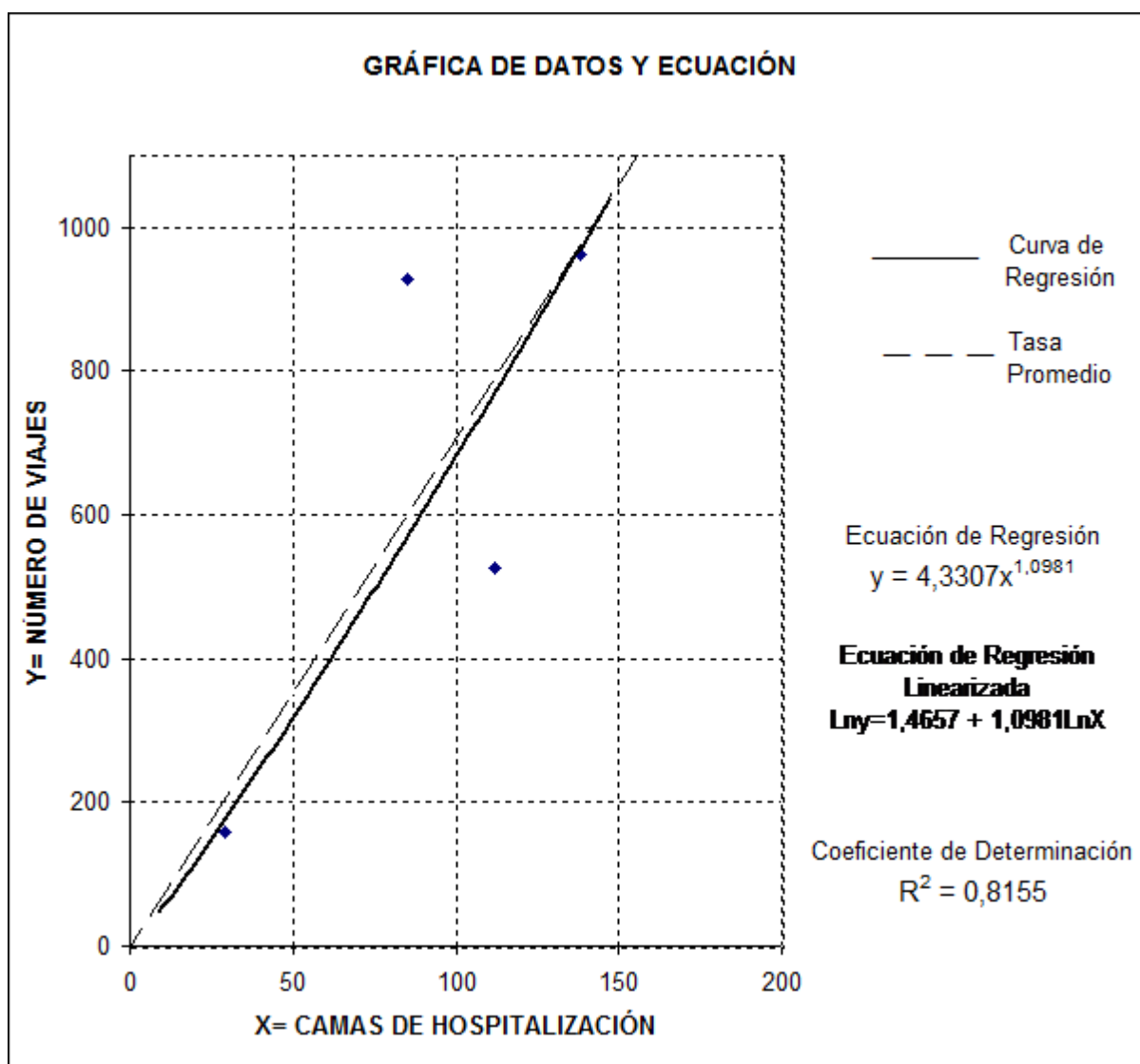


Figura 5.4. Generación de viajes por camas de hospitalización en día laborable, Hora pico A.M. del polo generador

HOSPITALES

(610)

Promedio de Viajes en Vehículos vs.: Número de Camas de Hospitalización

Periodo de Estudio: Día laborable, hora pico P.M. del
Polo Generador

Número de Estudios: 4

Promedio de la Variable Independiente: 91

Distribución Direccional: 53% entrando, 47% saliendo

Viajes Generados Por: Camas de Hospitalización

Tasa Promedio	Rango de Tasas	Desviación Estándar
7,1	4,9 10,02	2,40

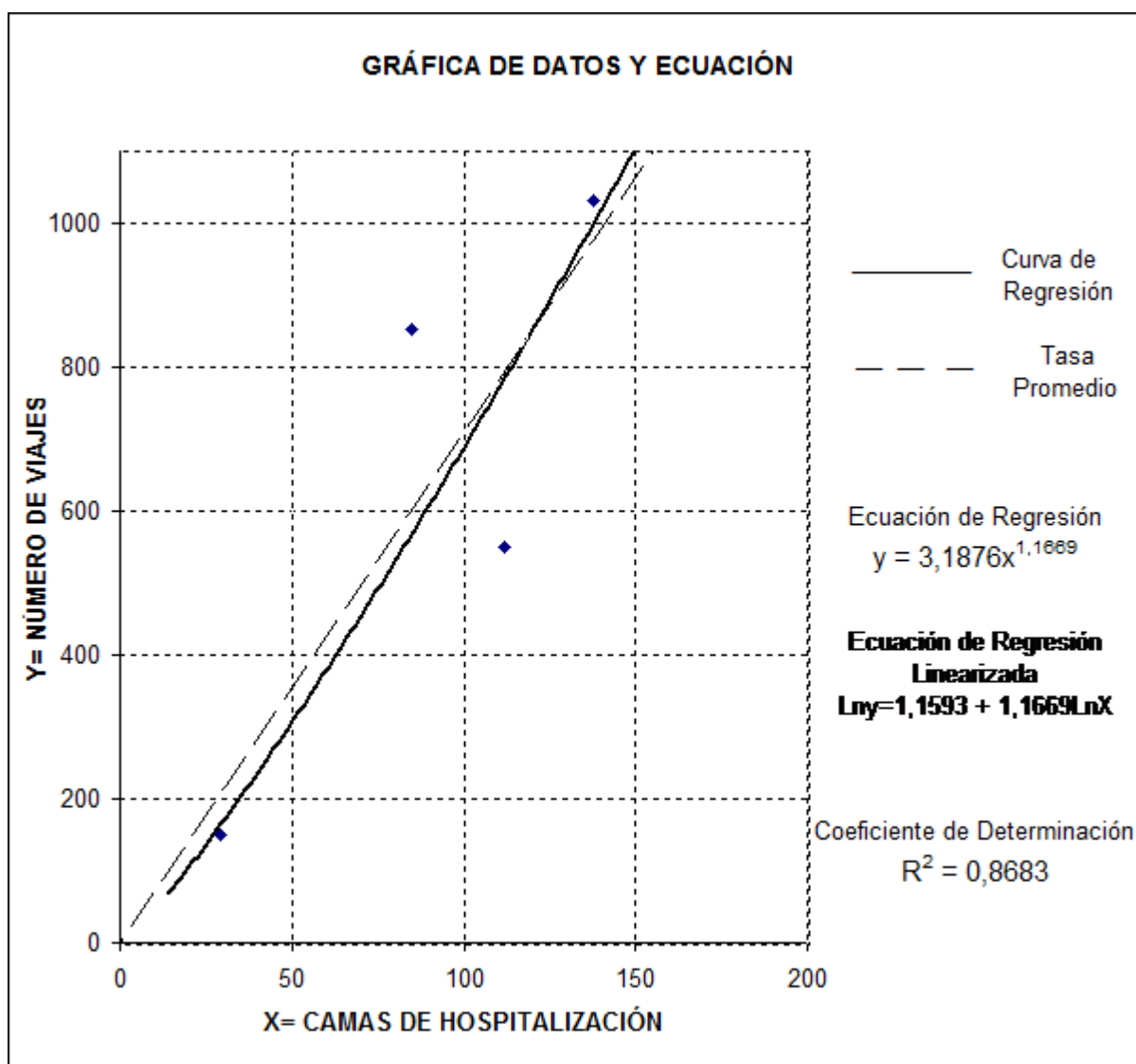


Figura 5.5. Generación de viajes por camas de hospitalización en día laborable, hora pico P.M. del polo generador.

HOSPITALES (610)

Promedio de Viajes en Vehículos vs.: Número de Camas Hosp. + Emerg.

Periodo de Estudio: Día laborable, hora pico A.M. del Polo
Generador

Número de Estudios: 4

Promedio de la Variable Independiente: 114

Distribución Direccional: 53% entrando, 47% saliendo

Viajes Generados Por: Camas de Hospitalización + Emerg.

Tasa Promedio	Rango de Tasas	Desviación Estándar
5,63	3,59 7,8	2,04

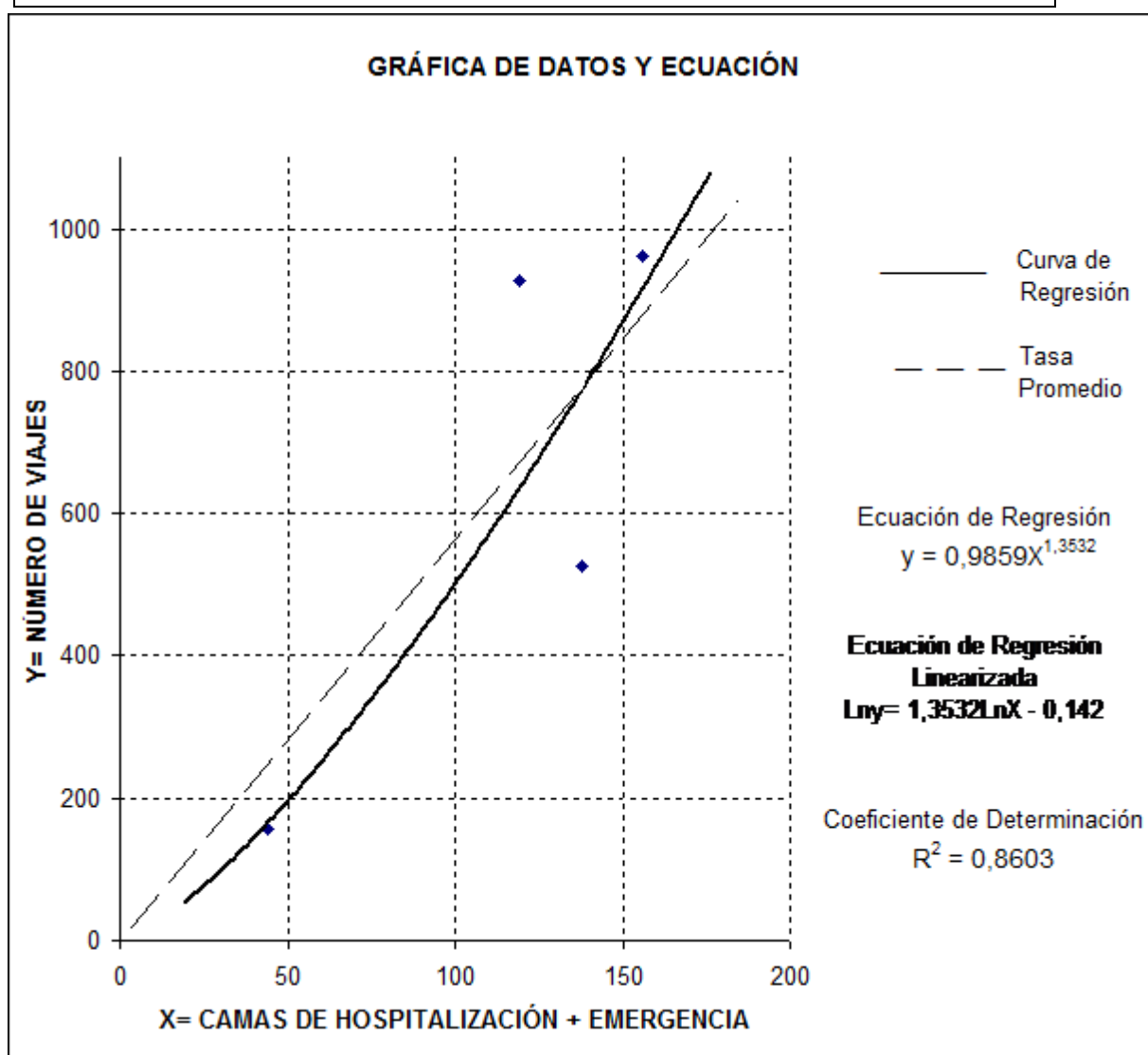


Figura 5.6. Generación de viajes por camas de hospitalización +emergencia en día laborable, hora pico A.M. del polo generador

HOSPITALES

(610)

Promedio de Viajes en Vehículos vs.: Número de Camas Hosp. + Emerg.

Periodo de Estudio: Día laborable, hora pico P.M. del Polo
Generador

Número de Estudios: 4

Promedio de la Variable Independiente: 114

Distribución Direccional: 53% entrando, 47% saliendo

Viajes Generados Por: Camas de Hospitalización + Emerg.

Tasa Promedio	Rango de Tasas		Desviación Estándar
5,65	3,41	7,16	1,92

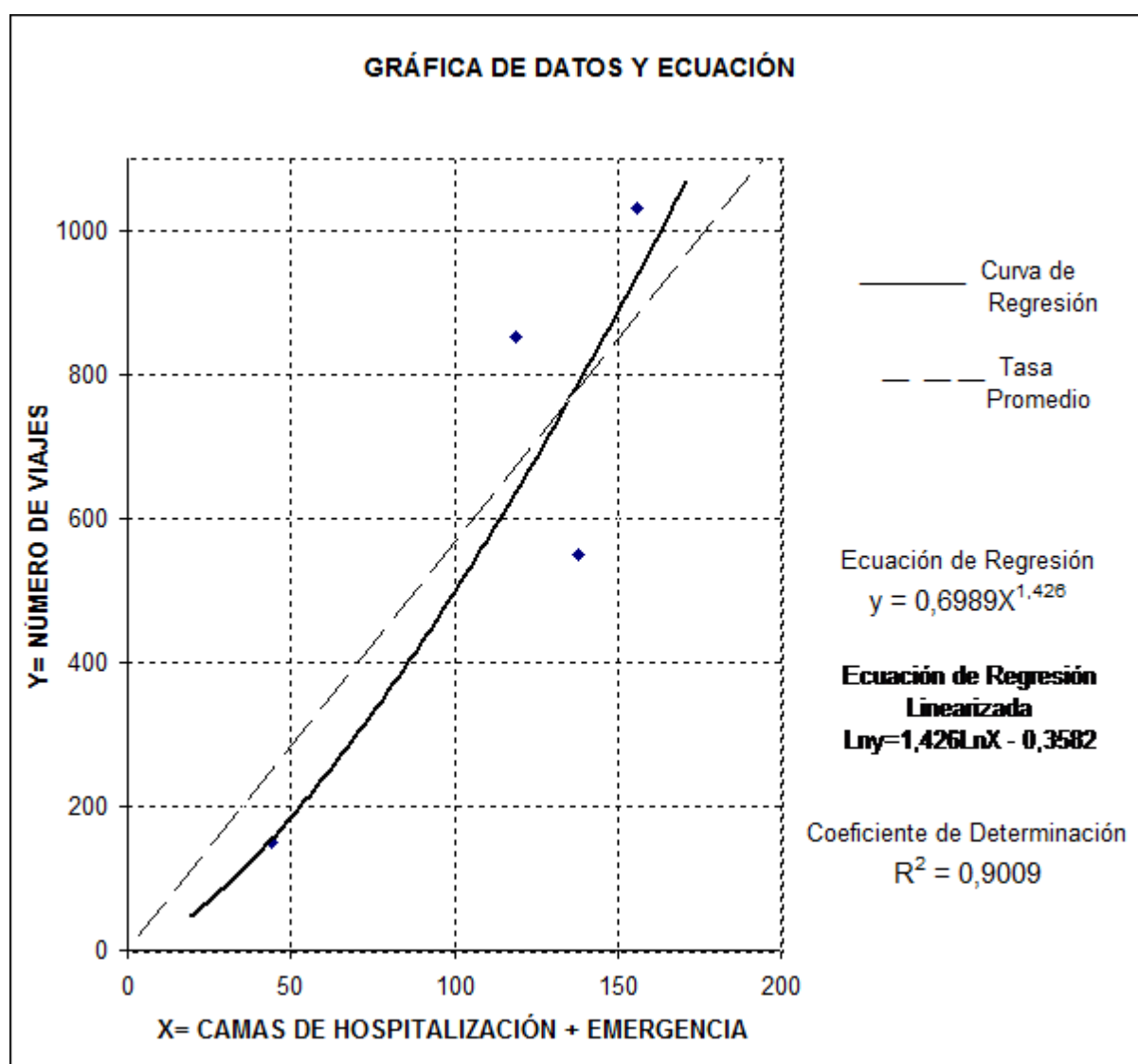


Figura 5.7. Generación de viajes por camas de hospitalización + emergencia en día laborable, hora pico P.M. del polo generador

HOSPITALES (610)

Promedio de Viajes en vehículos vs.: Número de Camas Hospitalización +
Emergencia + Terapia Intensiva

Período de Estudio: Día laborable, hora pico AM. del
Polo Generador

Número de Estudios: 4

Promedio de la Variable Independiente: 129

Distribución Direccional: 53% entrando, 47% saliendo

Viajes Generados Por: Camas Hosp. + Emerg. + Terapia Int.

Tasa Promedio	Rango de Tasas	Desviación Estandar
5	3,29 6,19	1,53

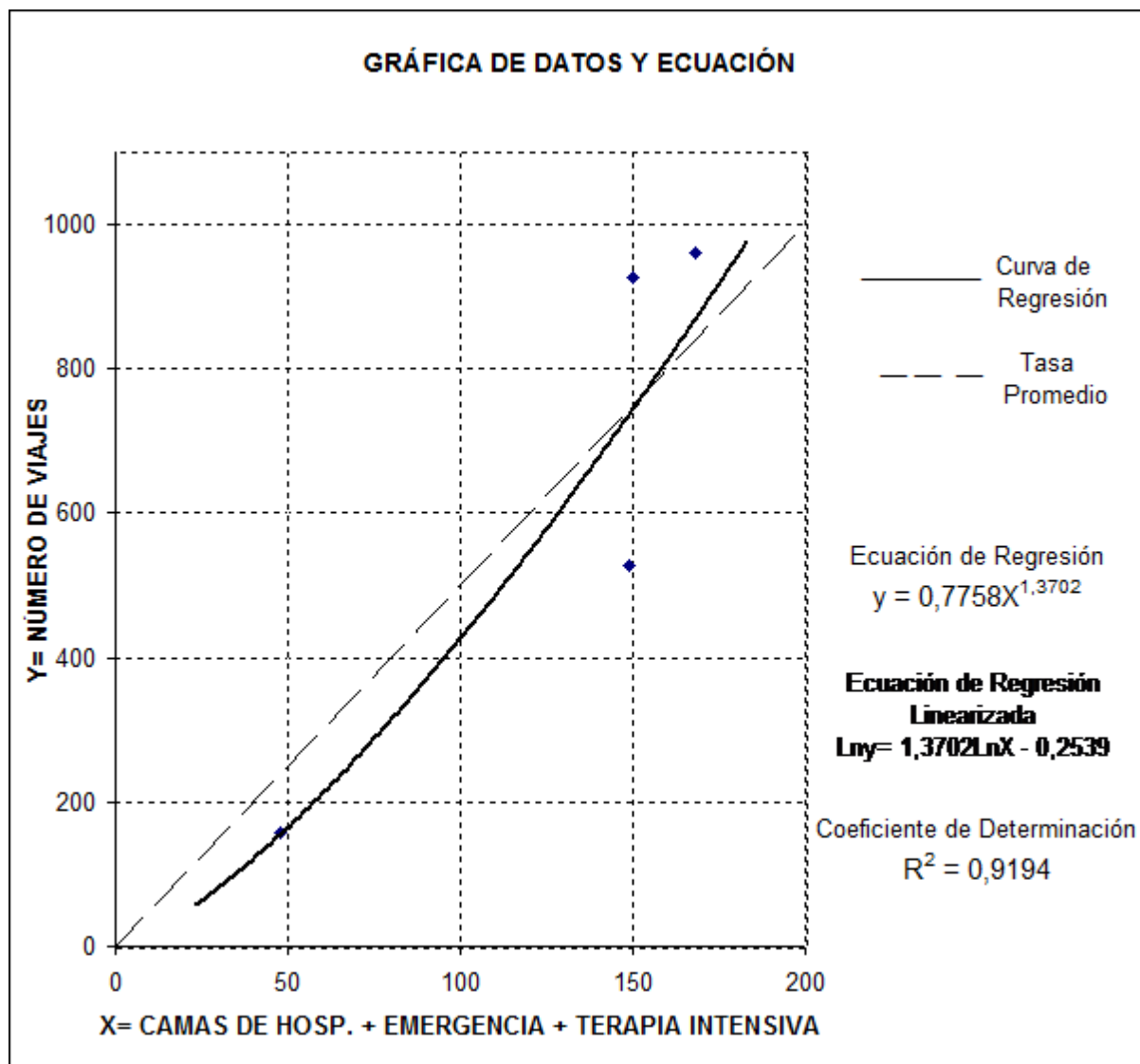


Figura 5.8. Generación de viajes por camas de hospitalización + emergencia+Terapia intensiva, en día laborable, hora pico A.M. del polo generador

HOSPITALES (610)

Promedio de Viajes en Vehículos vs.: Número de Camas Hospitalización +
Emergencia + Terapia Intensiva

Día laborable, hora pico PM. del Polo

Periodo de Estudio: Generador

Número de Estudios: 4

Promedio de la Variable Independiente: 129

Distribución Direccional: 53% entrando, 47% saliendo

Camas Hosp. + Emerg. + Terapia

Viajes Generados Por: Intensiva

Tasa Promedio	Rango de Tasas	Desviación Estándar
5,02	3,13 6,14	1,53

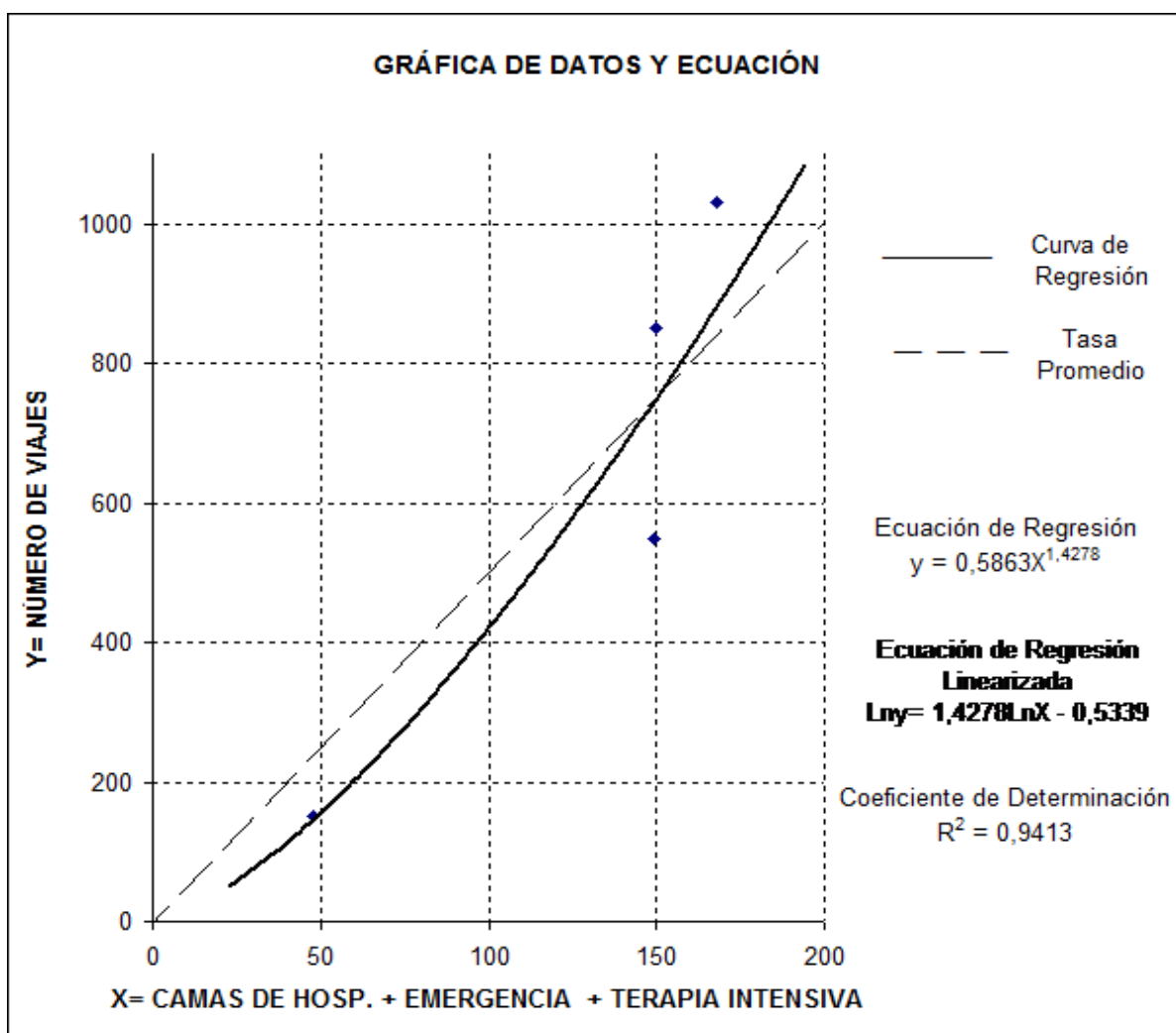


Figura 5.9. Generación de viajes por camas de hospitalización + emergencia+terapia intensiva, en día laborable, hora pico P.M. del polo generador.

CAPÍTULO VI

ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE LAS TASAS DE GENERACIÓN DE VIAJES

En este capítulo se analizan las tasas estimadas de generación de viajes de los hospitales privados en el DMC para cada una de las variables independientes seleccionadas. Un aspecto fundamental tratado en este capítulo es la comparación de los resultados obtenido con las tasas y modelos desarrollados por el ITE. Con esta comparación se persigue explicar las razones de las diferencias encontradas.

6.1. Análisis de las tasas estimadas de generación de viaje

Para realizar el análisis, se cotejaron las tasas estimadas de generación de viajes con respecto a la tasa promedio ponderada, en tal sentido, estas comparaciones se presentan en las tablas 6.1. a 6.5.

6.1.1. Análisis de las tasas para la variable área bruta de construcción

En la tabla 6.1. se observa que las tasas de los hospitales A y B son similares y menores que las tasas de los hospitales C y D, esta situación se mantiene en la hora pico de la mañana y de la tarde.

También se observa que, las tasas de los hospitales A, B y D se encuentran en el rango de una desviación estándar alrededor de la media y la tasa del hospital C está en el rango de más de una desviación estándar.

Tabla 6.1.
Tasas para la variable área bruta de construcción (1000 m²)

Hospital	Hora Pico-AM			Hora Pico-PM		
	Tasa	T.P.P.	Desviación Estándar	Tasa	T.P.P.	Desviación Estándar
A	17,185	22,125	12,280	15,778	22,194	12,295
B	18,071			18,825		
C	39,284			37,295		
D	32,947			35,345		

Elaboración propia

T.P.P: tasa promedio ponderada

6.1.2. Análisis de las tasas para la variable empleados

En la tabla 6.2 se observa que el hospital B presenta la menor tasa y el hospital C la mayor. Esta situación es diferente en la tarde, donde la tasa del hospital A es la menor. Se observa que la desviación estándar es menor en la hora pico de la tarde, lo que evidencia una menor dispersión de los datos. También se observa que, las tasas de los hospitales A, B se encuentran en el rango de una desviación estándar alrededor de la media y la tasa del hospital C está en el rango de más de una desviación estándar.

Tabla 6.2.
Tasas para la variable empleados

Hospital	Hora Pico-AM			Hora Pico-PM		
	Tasa	T.P.P.	Desviación Estándar	Tasa	T.P.P.	Desviación Estándar
A	1,207	1,068	0,375	1,177	1,240	0,164
B	0,827			1,295		
C	1,519			1,456		

Elaboración propia

Nota:

En el caso del hospital D, no se pudo obtener el número de empleados para calcular la tasa utilizando esta variable.

T.P.P: tasa promedio ponderada

6.1.3. Análisis de las tasas para la variable camas

Las tablas 6.3., 6.4. y 6.5. corresponden a la variable camas en las tres categorías analizadas, en tal sentido fueron analizadas en conjunto para facilitar su comparación, al respecto se tiene que:

- El hospital A muestra una tasa muy superior casi el doble de las tasas de los demás hospitales tanto cuando se utilizan las camas de hospitalización (tabla 6.3.) o cuando se usan estas camas combinadas con las camas de emergencia (tabla 6.4.).
- Al usar las camas totales (hospitalización+emergencia+terapia intensiva) las tasas se aproximan llegando la tasa del hospital D a superar la tasa del hospital A en la hora pico de la tarde
- Las tasas determinadas usando las camas totales son las que presentan una menor dispersión, lo que se evidencia con el valor de la desviación estándar.
- Finalmente, al comparar las tasas obtenidas en las horas pico de la mañana y de la tarde para cada una de las variables independientes analizadas, se puede apreciar que no existen diferencias significativas entre dichas tasas, es decir, el total de viajes generados en la hora pico de la mañana es similar al total de viajes generados en la hora pico de la tarde.

Tabla 6.3.
Tasas para la variable camas de hospitalización

Hospital	Hora Pico-AM			Hora Pico-PM		
	Tasa	T.P.P.	Desviación Estándar	Tasa	T.P.P.	Desviación Estándar
A	10,918	7,074	2,771	10,024	7,096	2,397
B	4,705			4,902		
C	5,448			5,172		
D	6,971			7,478		

Tabla 6.4.
Tasas para la variable camas de hospitalización+emergencia

Hospital	Hora Pico-AM			Hora Pico-PM		
	Tasa	T.P.P.	Desviación Estándar	Tasa	T.P.P.	Desviación Estándar
A	7,798	5,635	2,036	7,160	5,652	1,918
B	3,819			3,978		
C	3,591			3,409		
D	6,167			6,615		

Tabla 6.5.
Tasas para la variable camas de hosp.+emerg.+terapia intensiva (camas totales)

Hospital	Hora Pico-AM			Hora Pico-PM		
	Tasa	T.P.P.	Desviación Estándar	Tasa	T.P.P.	Desviación Estándar
A	6,187	5,000	1,527	5,680	5,016	1,534
B	3,537			3,685		
C	3,292			3,125		
D	5,726			6,143		

Elaboración propia

T.P.P: tasa promedio ponderada

6.2. Comparación de los resultados obtenidos con el del ITE.

Las tablas 6.6. y 6.7. presentan un resumen de los resultados obtenidos con la finalidad de mostrar la comparación entre el modelo de tasas estimadas para los hospitales privados en el DMC y el modelo de tasas del ITE. De esta manera, se puede evidenciar las diferencias entre los modelos para cada una de las variables independientes y para los período analizados.

6.2.1. Comparación de las tasas promedio

La comparación se realizó con base en las tasas promedio de viajes para cada una de las variables independientes asociadas en los períodos picos de la mañana y de la tarde.

- Para la variable área bruta de construcción:

Al cotejar las tasas correspondientes a la variable área de bruta de construcción, se utilizó la conversión $92,9 \text{ m}^2 = 1000 \text{ pies}^2$, ya que las tasas del ITE están expresadas en 1000 pies² y las de esta investigación fueron expresadas por cada 1000 m², por lo que la tasa promedio de 22,125 viajes/1000 m²/hp-am. equivale a 2,055 viajes/1000 pies²/hp-am y 22,194 viajes/1000 m²/hp-pm equivale a 2,062 viajes/1000 pies²/hp-pm.

Al respecto se tiene que:

- Comparando las tasas estimadas con las del ITE, se tiene una diferencia del 64,4% para la hora pico de la mañana y 41,2 % en la hora pico de la tarde, es decir, que la tasa estimada es 0,64 veces más grande que la del ITE en hp-am y 0,41 veces más grande en la hp-pm.
- De la comparación anterior se deduce que los hospitales privados analizados presentaron mayor actividad de generación de viajes que los hospitales de EE.UU. Una posible causa pudieran ser la saturación de los hospitales

privados locales por el incremento de la población, a la falta de mayores infraestructuras hospitalarias, a la excesiva consulta externa, a un mayor número de consultorios, entre otros factores.

- Para la variable empleados:
 - Las tasas promedios obtenidas fueron 1,07 viajes/empleados/hp-am. y 1,24 viajes/empleados/hp-pm. Comparando las tasas estimadas con las del ITE, se tiene una diferencia de 174,4% para la hora pico de la mañana y 169,6% en la hora pico de la tarde, es decir, que las tasas estimadas fueron 1,7 veces más grandes que las del ITE. Cabe destacar, que esta diferencia podría ser menor si se hubiera logrado conseguir el dato de los empleados totales que laboran en los hospitales en el turno de la mañana y de la tarde.

- Para la variable camas en su categoría camas totales (camas de hospitalización + emergencia + terapia intensiva):
 - Las tasas promedio estimadas fueron 5 viajes/camas/hp-am y 5,02 viajes/camas/hp-pm., lo cual representa una diferencia con el ITE de 303,2% (3 veces mayor) en la hora pico de la mañana y una diferencia de 246,2% (2,5 veces mayor) en la hora pico de la tarde. Esto significa que en Venezuela por cada cama se hacen 3 viajes más que en EE.UU en la hora pico am y 2,5 viajes más en la hora pico pm.
 - De los resultados anteriores, se podría asumir que esta mayor actividad de generación de viajes pudiera deberse a un mayor número de visitas de familiares y amigos a los pacientes que pernotan en los hospitales, bien sea por hospitalización, emergencia o terapia intensiva, junto con las otras causas antes citadas, traduciéndose en una mayor generación de viajes y una mayor tasa, esto revela que las costumbres locales difieren de las extranjeras.

- Por otra parte; según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2011)⁴⁸, (...) las camas de hospitalización se utilizan para indicar la disponibilidad de servicios hospitalarios. No hay una norma general a escala mundial para evaluar la densidad de las camas hospitalarias en relación al total de la población. Se tiene que en la Región Europea hay 63 camas de hospitalización por cada 10.000 hab., en la Región Americana los índices son 24 camas de hospitalización por cada 10.000 hab. y en la Región Africana de 10 camas de hospitalización por cada 10.000 habitantes. Específicamente para el caso que nos interesa comparar, en EE.UU se tienen indicadores de 31 camas de hospitalización por cada 10.000 hab. y en Venezuela (República Bolivariana) de 13 camas de hospitalización por cada 10.000 habitantes.

Por lo anteriormente expuesto se evidencia que en Venezuela pudiera darse un déficit de camas y en consecuencia un uso excesivo de los servicios de hospitalización, emergencia y terapia intensivas en comparación con la situación de EE.UU, lo que puede explicar también que las tasas estimadas en este trabajo sean mayores a las del ITE.

6.2.2. Comparación de ecuaciones de regresión y coeficientes de determinación.

La comparación se realizó con base en la expresión matemática utilizada y los coeficientes de determinación (R^2) obtenidos para cada una de las variables independientes asociadas en los períodos picos de la mañana y de la tarde.

⁴⁸ ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS, 2011). Estadísticas Sanitarias Mundiales, Parte II, Indicadores Sanitarios Mundiales, Tabla 6: Personal Sanitario, Infraestructura y Medicamentos Esenciales: Infraestructura, Número de Camas hospitalarias (por 10.000 habitantes), pag. 123. Recuperado el 22 de Octubre de 2011. http://www.who.int/whosis/whostat/ES_WHS2011_Full.pdf

- Para la variable área bruta de construcción:

El ITE muestra una estructura lineal y esta investigación presenta una estructura logarítmica (potencial) con un coeficiente de determinación superior al estimado en la ecuación del ITE ($0,91 > 0,77$ en la hora pico de la mañana y $0,88 > 0,71$ en la hora pico de la tarde)

- Para la variable camas:

El ITE presenta una estructura logarítmica al igual que esta investigación, siendo el coeficiente de determinación en las tres categorías de camas analizadas superior al estimado en la ecuación del ITE. En la hora pico de la mañana para camas de hospitalización el valor de R^2 es igual a 0,81; para camas de hospitalización+emergencia 0,86 y para camas de hospitalización+emergencia+terapia intensiva 0,92, siendo todos estos valores mayores al valor estimado por el ITE de 0,69. En la hora pico de la tarde para camas de hospitalización se tiene un valor de R^2 igual a 0,87; para camas de hospitalización+emergencia 0,90 y para camas de hospitalización + emergencia+terapia intensiva 0,94, siendo todos estos valores superiores al valor estimado por el ITE de 0,72.

Tabla 6.6. Comparación del Modelo de Tasas Estimadas con el Modelo de Tasas del ITE para Hospitales Hora Pico AM

Generador	Período de Estudio	Modelo de tasas de viaje	Variable Independte.	N° de Estudios	Promedio Var. Ind.	Rango de Var. Independ.	Tasa Promedio de Viaje	% diferencia entre tasas correspondientes	Rango de la tasa	Desviación Estandar	Ecuación de Regresión	Coefficiente de Determinación R ²	
HOSPITALES	Día de semana HP-AM Polo Generador	ITE	Área Bruta Construcción (1000 pies ²)	6	462	138 – 1062 ₍₁₎	1,25	N/A	0,88 - 5,70	1,43	T= 0,83(x) + 193,50	0,77	
			Empleados	8	1216	250 – 2700 ₍₁₎	0,39		0,23 - 0,89	0,64	T= 0,33(x) + 66,57	0,83	
			Camas	7	480	246 – 735 ₍₁₎	1,24		0,64 - 1,88	1,2	Ln(T)= 1,15Ln(x) - 0,76	0,69	
		Tasa Estimada	Área Bruta Construcción (1000 pies ²)	Empleados	4	313	43 - 581	2,055	64,4	1,60 - 3,65	2,02	Ln(y)=2,4221 + 0,7093Ln(x)	0,91
						503	104 - 769	1,07	174,4	0,83 - 1,52	0,38	N/A	N/A
			Camas	Hosp.		91	29 - 138	7,07	470,2	4,71 - 10,92	2,77	Ln(y)= 1,4657 + 1,0981Ln(x)	0,81
				Hosp+Emerg		114	44 - 156	5,63	354,0	3,82 - 7,8	2,03	Ln(y)= 1,3532Ln(x) - 0,142	0,86
				Hosp+Emerg+ Terapia Int.		129	48 - 168	5	303,2	3,29 - 6,19	1,53	Ln(y)=1,3702Ln(x) - 0,2539	0,92

Fuente: cálculos propios y Trip Generation, ITE, 8th Edition

N/A: No aplica.

(1): Rango aproximado con base en los gráficos del ITE

Tabla 6.7. Comparación del Modelo de Tasas Estimadas con el Modelo de Tasas del ITE para Hospitales Hora Pico PM

Generador	Período de Estudio	Modelo de tasas de viaje	Variable Independte.	N° de Estudios	Promedio Var. Ind.	Rango de Var. Independ.	Tasa Promedio de Viaje	% diferencia entre tasas correspondientes	Rango de la tasa	Desviación Estandar	Ecuación de Regresión	Coefficiente de Determinación R ²	
HOSPITALES	Día de semana HP-PM Polo Generador	ITE	Área Bruta Construcción (1000 pies ²)	11	349	75 - 1075 ⁽¹⁾	1,46	N/A	0,87 - 7,63	1,65	T= 0,85(x) + 213,52	0,71	
			Empleados	16	873	150 - 3100 ⁽¹⁾	0,46		0,21 - 1,19	0,72	T= 0,37(x) +83,93	0,72	
			Camas	15	321	85 - 770 ⁽¹⁾	1,45		0,80 - 2,51	1,31	Ln(T)= 0,89Ln(x) + 0,93	0,72	
		Tasa Estimada	Área Bruta Construcción (1000 pies ²)	Empleados	4	313	43 - 581	2,062	41,2	1,47 - 3,46	3,29	Ln(y)=2,3572 + 0,7201Ln(x)	0,88
						417	103 - 724	1,24	169,6	1,18 - 1,46	0,16	N/A	N/A
			Camas	Hosp.		91	29 - 138	7,1	389,7	4,9 - 10,02	2,40	Ln(y)=1,1593 + 1,1669Ln(x)	0,87
				Hosp+Emerg		114	44 - 156	5,65	289,7	3,41 - 7,16	1,92	Ln(y)=1,426Ln(x) - 0,3582	0,90
				Hosp+Emerg+ Terapia Int.		129	48 - 168	5,02	246,2	3,13 - 6,14	1,53	Ln(y)=1,4278Ln(x) - 0,5339	0,94

Fuente: cálculos propios y Trip Generation, ITE, 8th Edition

N/A: no aplica

(1): Rango aproximado con base en los gráficos del ITE

CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La propuesta metodológica de estimación de tasas de generación de viajes para hospitales privados representa un aporte para la consolidación de una base de datos en materia de generación de viajes, específicamente en el área de investigación salud-hospitales, adaptada al ámbito de ciudades o sectores de Venezuela, como es el caso del área metropolitana de Caracas (DMC), los cuales reflejan los patrones de la población urbana local en cuanto a sus desplazamientos y a la utilización de la infraestructura vial. Las tasas de generación de viajes son una herramienta útil en los estudios de impacto vial, pues permiten que las decisiones en cuanto a planificación urbana e inversión del sector público y privado se adapten a la realidad del país.

7.1. Conclusiones:

- Al comparar el modelo de tasas estimadas y el modelo desarrollado por el ITE resultó que los patrones de comportamiento de la demanda de transporte en Venezuela son marcadamente diferentes a los de EE.UU, es decir, las tasas de generación de viajes calculadas para los hospitales privados en el DMC arrojaron valores mayores que las tasas de generación de viajes para hospitales del ITE. Esto confirma una vez más, que deben levantarse nuestros propios datos para determinar tasas y ecuaciones de regresión adaptadas a la realidad local, ya que las diferencias de las características culturales, socioeconómicas, políticas y ambientales modifican los patrones de conducta de la población.

- Este trabajo solo ha determinado tasas en horas pico AM y PM de los hospitales privados en el DMC y ecuaciones de regresión para las variables área bruta de construcción y camas.
- De los modelos matemáticos utilizados para determinar la ecuación de regresión, el modelo potencial fue el que mejor se ajustó a los puntos graficados ofreciendo el mejor coeficiente de determinación (R^2) para todas las variables independientes, en todos los casos donde se pudieron establecer ecuación de regresión.
- Asimismo, de las tres variables independientes analizadas relacionadas con camas, la variable camas totales fue la que mejor explicó la relación con el volumen de viajes generados por los hospitales al obtener el mayor coeficiente de determinación.
- La hora pico de los hospitales no coincidió con la hora pico de las vías adyacente a ellos, esta situación se presentó tanto en la mañana como en la tarde.

7.2. Recomendaciones

- Se recomienda ampliar la muestra, ya que un número mayor de elementos tiende a generar resultados estadísticos más confiables, esto se podría hacer incorporando instalaciones privadas en otras regiones del país.
- Se recomienda realizar estudios de generación de viajes en los hospitales públicos, los cuales tienden a ser mucho mas grandes que los hospitales privados, presentar un mayor número de camas y empleados y atraer usuarios que en su mayoría pertenecen a las clases populares cuya tenencia vehicular es menor y el uso del transporte público colectivo es mayor.

- Los modelo de tasas y ecuaciones de regresión desarrollados en esta investigación son para viajes en vehículos, los viajes diarios de personas podrían estudiarse y transformarlos en personas aplicando un adecuado índice de ocupación.
- En vista de que no fue posible conseguir toda la información necesaria para determinar ecuaciones de regresión para la variable empleados, se recomienda para futuros estudios presentar ecuaciones de regresión referidas a esta variable independiente.
- Se recomienda ampliar esta investigación a tasas diarias, así como también desarrollar tasas en fines de semana.
- Se sugiere la realización de estudios para determinar tasas en las horas pico de las vías adyacentes.
- Los resultados obtenidos de este trabajo sirven para estimar volúmenes generados de hospitales privados de similares características, de lo contrario se recomienda la realización de estudios locales de generación de viajes para hospitales de distintas características.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ, D.C, 2005. Secretaría de Tránsito y Transporte. Manual de Planeación y Diseño para la Administración del Tránsito y el Transporte. Bogota.. Recuperado el 18 de marzo de 2010
http://www.movilidadbogota.gov.co/admin/contenido/documentos/C3_GrandesGeneradoresdeViajes_Tomoll_v1_10_23_4.pdf

ANDRADE, Eduardo (2005). Cuaderno Hospitales Red de PGV's. Recuperado el 03 de octubre de 2011 del sitio Web
http://redpgv.coppe.ufrj.br/index.php?option=com_phocadownload&view=file&id=118%3Acaderno-hospitais-16-09-11-verso-preliminar&Itemid=100&lang=es

BARRIGA DALL'ORTO & SOMELCA. (2000). Estudio Integral de Transporte del Área Metropolitana de Caracas - Estudio de Infraestructura Vial y Tránsito.

CUNHA, Regina. (2009). Uma Sistemática de Avaliação E Aprovação de Projetos de Polos Geradores de Viagens (Pgv's). Dissertação (mestrado)–UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia de Transportes. Río de Janeiro. Recuperado el 03 de diciembre de 2010 del sitio web.
http://146.164.61.7/joomla_pgv/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=54&Itemid=28&lang=br

FUNDACIÓN REAL AUTOMOVIL CLUB DE CATALUÑA, (RACC) (s/f). Movilidad Urbana Sostenible: Un reto energético y ambiental. Recuperado el 30 de noviembre de 2010. <http://www.racc.es/externos/fundacion/Public.pdf>

GACETA OFICIAL DE LA REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA N° 38.591 del 26 de diciembre de 2006, Decreto N° 5.077, Reglamento Orgánico del Ministerio de Salud. Recuperado de la página Web del Ministerio del Poder Popular para la Salud, el 10 de abril de 2012.
http://www.mpps.gob.ve/index.php?option=com_content&view=article&id=419&Itemid=807&showall=1

HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto; FERNANDEZ COLLADO, Carlos y BAPTISTA LUCIO, Pilar. Metodología de la Investigación, Editorial: Mc Graw hill. México, 1997. Recuperado el 18 de marzo de 2010 del sitio web:
<http://es.scribd.com/doc/415928/Hernandez-Sampieri-R-cap-2-4-5>

HOMBURGUER, Wolfgang (2007). Cuaderno de Generación de Viajes: Introducción Teórica y Recomendaciones Prácticas. Versión preliminar, p.p. 1,2. Recuperado el 05 de diciembre de 2010 del sitio web de la Red de Polos Generadores de Viajes.
http://redpgv.coppe.ufrj.br/index.php?option=com_phocadownload&view=file&id=90%3Acaderno-3-informacoes&Itemid=93&lang=es

KNEIB, Erika C. (2004). Tomado del Cuaderno 1: Caracterización de los Polos Generadores de viajes. Versión preliminar, p. 12. Recuperado el 03 de diciembre de 2010. del sitio web de la Red de Polos Generadores de Viajes. http://redpgv.coppe.ufrj.br/index.php?option=com_phocadownload&view=file&id=88%3Acaderno-1-preliminar&Itemid=91&lang=es

INSTITUTE OF TRANSPORTATION ENGINEERS (ITE, 2001). Trip Generation Handbook, An ITE Proposed Recommended Practice.

INSTITUTE OF TRANSPORTATION ENGINEERS (ITE, 2005), Transportación Impact Analyses for Site Development. Washington, DC.

INSTITUTE OF TRANSPORTATION ENGINEERS (ITE, 2008), Trip Generation 8th Edition. Trip Generation Rates, Plots and Equations.

LEIGHTON PAZ, Claudia, (2001). "Estimación de Tasas de Generación de Viajes para Centros Comerciales: Propuesta Metodológica". Trabajo especial de grado. Universidad Simón Bolívar, Sartenejas.

LEY ORGÁNICA DE SALUD. Gaceta Oficial de la Republica de Venezuela N° 36.579 de fecha 11 de noviembre de 1998. Título III, Cap. 3. Recuperado el 11 de Noviembre de 2011. <http://legal.com.ve/leyes/C243.pdf>

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS, 2011). Estadísticas Sanitarias Mundiales, Parte II, Indicadores Sanitarios Mundiales, Tabla 6: Personal Sanitario, Infraestructura y Medicamentos Esenciales: Infraestructura, Número de Camas hospitalarias (por 10.000 habitantes), pag. 123. Recuperado el 22 de Octubre de 2011. http://www.who.int/whosis/whostat/ES_WHS2011_Full.pdf

PINDYCK, Robert & RUBINFELD, Daniel L. (1976). Econometric Models and Economic Forecast. Editorial: Mc. Graw-Hill Book Company.

PORTUGAL, Licinio & GOLDNER, Lenise (2003). Tomado de la Red de PGVs-Conceptos básicos-Estudios de Impacto. Recuperado el 03 de octubre de 2011 del sitio Web
http://redpgv.coppe.ufrj.br/index.php?option=com_content&view=article&id=40&Itemid=61&lang=es

RED IBEROAMERICANA DE POLOS GENERADORES DE VIAJE. Cuaderno Salud-Hospitales. Versión preliminar. Recuperado el 23 de octubre de 2011 del sitio web http://redpgv.coppe.ufrj.br/index.php?option=com_phocadownload&view=file&id=118%3Acaderno-hospitais-16-09-11-verso-preliminar&Itemid=100&lang=es

RED IBEROAMERICANA DE POLOS GENERADORES DE VIAJE.

Tasas de generación de viajes. Recuperado 18 de marzo de 2010

<http://redpgv.coppe.ufrj.br/modules.php?name=Contenttaxas&pa=showpage&pid=1&page=1>

Polos generadores de viaje. Recuperado 18 de marzo de 2010

<http://redpgv.coppe.ufrj.br/modules.php?name=Contentpgv&pa=showpage&pid=2>

RED IBEROAMERICANA DE POLOS GENERADORES DE VIAJES. Conceptos Básicos. Recuperado el 18 de marzo de 2010 del sitio web:

http://redpgv.coppe.ufrj.br/index.php?option=com_content&view=article&id=32&Itemid=59&lang=es

RED IBEROAMERICANA DE POLOS GENERADORES DE VIAJE. Cuaderno de Caracterización de los Polos Generadores de Viajes. Versión Preliminar julio 2010. p.p 6,10. Recuperado el 10 de diciembre de 2010 del sitio web.

http://redpgv.coppe.ufrj.br/index.php?option=com_phocadownload&view=file&id=88%3Acaderno-1-preliminar&Itemid=91&lang=es

SECRETARÍA DE DESARROLLO SOCIAL, (Sedesol, 2006). Programa de asistencia técnica en transporte urbano para las ciudades medias mexicanas. Manual normativo, Tomo II: Manual de conceptos y lineamientos para la planeación del transporte urbano.

SOMELCA, 2007. Estudio del Sistema Vial y de Tránsito Urbano Regional Distrito Metropolitano de Caracas, Guarenas-Guatire, Altos Mirandinos, Litoral Central.

THOMSON, J.M. (1976). "Teoría Económica del Transporte". Curso de Economía Moderna, Alianza Universidad, Alianza Editorial, Madrid, España.

UNIÓN INTERNACIONAL DE TRANSPORTES PUBLICOS-UITP. Ticket to the Future: Tres Paradas para la Movilidad Sostenible, Recuperado el 03 de diciembre de 2010. <http://www.uitp.org/SD/pics/susdev/Brochure-ES.pdf>

URDANETA, Miguel Ángel. (2004). Estudios de Impacto Vial: Lineamientos para su elaboración y aplicación. Boletín de Novedades Técnicas en Transporte. Fondo Nacional de Transporte Urbano-FONTUR, Semestral. (N° 1/ 2), Caracas.

ANEXOS

Anexo N° 1. Indicador estadístico t – student.

STATISTICAL TABLES 553

Table 3
PERCENTILES OF THE *t* DISTRIBUTION

<i>df</i>	<i>t</i> _{0.60}	<i>t</i> _{0.70}	<i>t</i> _{0.80}	<i>t</i> _{0.90}	<i>t</i> _{0.95}	<i>t</i> _{0.975}	<i>t</i> _{0.99}	<i>t</i> _{0.995}
1	0.325	0.727	1.376	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657
2	0.289	0.617	1.061	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925
3	0.277	0.584	0.978	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841
4	0.271	0.569	0.941	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604
5	0.267	0.559	0.920	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032
6	0.265	0.553	0.906	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707
7	0.263	0.549	0.896	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499
8	0.262	0.546	0.889	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355
9	0.261	0.543	0.883	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250
10	0.260	0.542	0.879	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169
11	0.260	0.540	0.876	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106
12	0.259	0.539	0.873	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055
13	0.259	0.538	0.870	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012
14	0.258	0.537	0.868	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977
15	0.258	0.536	0.866	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947
16	0.258	0.535	0.865	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921
17	0.257	0.534	0.863	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898
18	0.257	0.534	0.862	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878
19	0.257	0.533	0.861	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861
20	0.257	0.533	0.860	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845
21	0.257	0.532	0.859	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831
22	0.256	0.532	0.858	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819
23	0.256	0.532	0.858	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807
24	0.256	0.531	0.857	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797
25	0.256	0.531	0.856	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787
26	0.256	0.531	0.856	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779
27	0.256	0.531	0.855	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771
28	0.256	0.530	0.855	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763
29	0.256	0.530	0.854	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756
30	0.256	0.530	0.854	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750
40	0.255	0.529	0.851	1.303	1.684	2.201	2.423	2.704
60	0.254	0.527	0.848	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660
120	0.254	0.526	0.845	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617
∞	0.253	0.524	0.842	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576

Source: Obtained from Table III of Fisher and Yates, *Statistical Tables for Biological, Agricultural and Medical Research*, with the permission of the authors and publishers, Oliver & Boyd, Ltd., Edinburgh.

Note: These statistics are for one-tailed tests.

Fuente: Econometric Models And Economic Forescat, Pindyck, Robert & Rubinfeld, Daniel L, 1976