

**FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE POSIBLES MODELOS DE CRECIMIENTO
DEL TRANSITO EN LA CIUDAD DE PEREIRA EN FUNCIÓN DE VARIABLES
INDIRECTAS MEDIBLES**



LADY DIANA TORRES SANABRIA
Cód. 5306512

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
MANIZALES
DICIEMBRE
2007

**FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE POSIBLES MODELOS DE CRECIMIENTO
DEL TRANSITO EN LA CIUDAD DE PEREIRA EN FUNCIÓN DE VARIABLES
INDIRECTAS MEDIBLES**

LADY DIANA TORRES SANABRIA
Cód. 5306512

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR EL TITULO DE
ESPECIALISTA EN VÍAS Y TRANSPORTE**

DIRECTOR:
FRANCISCO JAVIER GARCÍA O.
INGENIERO CIVIL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
MANIZALES
DICIEMBRE
2007

CONTENIDO

	Página
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT	x
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	3
ALCANCE.....	4
1. LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO	5
2. ANTECEDENTES.....	7
3. METODOLOGÍA	11
4. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	12
4.1 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	12
4.1.1 Estaciones Seleccionadas.....	12
4.1.2 Volúmenes Vehiculares De Las Estaciones De Conteo.	13
4.1.2.1 Cerritos-Pereira Estación 335.	13
4.1.2.2 Pereira-Alcalá Estación 435.	15
4.1.2.3 Pereira-Combia Estación 766.....	17
4.1.2.4 Pereira-Dosquebradas Estación 926.....	19
4.2 VARIABLES INDIRECTAS UTILIZADAS	22
4.2.1 Población Censada y Proyectada en la Ciudad de Pereira.	22
4.2.2 Número De Vehículos Matriculados (Público, Oficial Y Particular) En La Ciudad De Pereira.	24
4.2.3 Producción Bruta De La Industria Manufacturera (Área Metropolitana).26	26
4.2.4 Actividad Edificadora En La Ciudad De Pereira.....	28
4.2.5 Energía Eléctrica Consumida En La Ciudad De Pereira.....	30
4.2.6 Número De Sociedades Constituidas En La Ciudad De Pereira.	32
4.2.7 Producto Interno Bruto PIB Anual Nacional En Millones De Pesos Corrientes.....	34
4.2.8 Producto Interno Bruto PIB Risaralda Anual En Millones De Pesos Corrientes.	37
4.2.9 Índice De Precios Al Consumidor IPC Nacional Anual.	40
4.3 CORRECCIÓN DE DATOS FALTANTES.....	43
4.4 DEPURACIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	52
5. ANÁLISIS DE RESULTADOS	55

5.1 MEDIDAS DE CORRELACIÓN INICIAL	55
5.1.1 Modelo 1.....	57
5.1.2 Modelo 2.....	59
5.1.3 Modelo 3.....	60
5.1.4 Modelo 4.....	63
5.1.5 Modelo 5.....	66
5.1.6 Modelo 6.....	68
Modelo 7.....	72
5.1.8 Modelo 8.....	75
5.1.9 Modelo 9.....	75
5.2 MEDIDA DE CORRELACIÓN PARCIAL.....	77
5.2.1 Modelo 10.....	78
5.3 ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES.....	81
5.3.1 Modelo 11.....	85
6. RESUMEN DE LOS MODELOS ACEPTADOS UTILIZANDO COMO CRITERIO EL NIVEL DE SIGNIFICANCIA Y EL COEFICIENTE DE CORRELACIÓN AJUSTADO	88
7. APLICACIÓN DE LOS MODELOS	90
7.1 ESTACIÓN 335 CERRITOS-PEREIRA.....	91
7.2 ESTACIÓN 435 PEREIRA-ALCALÁ	92
7.3 ESTACIÓN 766 PEREIRA-COMBIA	93
8. DETERMINACIÓN DE LAS ÁREAS DE APLICACIÓN PARA CADA MODELO SELECCIONADO	94
9. CONCLUSIONES	95
10. RECOMENDACIONES	96
BIBLIOGRAFÍA	98
ANEXOS.....	100
Anexo A. Localización Espacial de las Intersecciones.....	101
Anexo B. Área de Influencia de los Modelos en la Ciudad de Pereira.	102

LISTADO DE TABLAS

	Página
Tabla 1: Resumen de las Variables Utilizadas.....	9
Tabla 2. TPDs Cerritos-Pereira Estación 335	13
Tabla 3. TPDs Pereira-Alcalá Estación 435.....	15
Tabla 4. TPDs Pereira-Combia Estación 766	17
Tabla 5. TPDs Pereira-Dosquebradas Estación 926	19
Tabla 6. Resumen TPDs estaciones perímetro de Pereira.....	21
Tabla 7. Población Censada (Años 85 y 93) y Proyectada en la Ciudad de Pereira	22
Tabla 8. Número de Vehículos Matriculados en la ciudad de Pereira.....	24
Tabla 9. Producción Bruta de la Industria Manufacturera (Área Metropolitana)	26
Tabla 10. Actividad Edificadora en la Ciudad de Pereira	28
Tabla 11. Energía Eléctrica Consumida en la Ciudad de Pereira	30
Tabla 12. Número de Sociedades Constituidas en la Ciudad de Pereira	32
Tabla 13. Producto Interno Bruto PIB Anual Nacional en Millones de Pesos Corrientes	34
Tabla 14. Producto Interno Bruto PIB Anual Nacional en Millones de Pesos Corrientes Indexados al Año 1975.....	35
Tabla 15. Producto Interno Bruto PIB Risaralda Anual en Millones de Pesos Corrientes	37
Tabla 16. Producto Interno Bruto PIB Risaralda Anual en Millones de Pesos Corrientes Indexados al Año 1975.....	38
Tabla 17. Índice de Precios al Consumidor IPC Nacional Anual.....	40
Tabla 18. Cuadro resumen del estado actual de las variables	42
Tabla 19. Cuadro resumen de las variables con los datos faltantes corregidos	50
Tabla 20. Cuadro resumen con los TPDs faltantes corregidos.....	51

Tabla 21. Medida de posición relativa de las estaciones utilizadas	53
Tabla 22. Medida de posición relativa de las variables utilizadas	54
Tabla 23. Matriz de correlación inicial.....	55
Tabla 24. Variables utilizadas en cada modelo para el análisis de correlación inicial	56
Tabla 25. Matriz de correlación parcial	77
Tabla 26. Variables utilizadas en el modelo para el análisis de correlación parcial	78
Tabla 27. Análisis de componentes principales	81
Tabla 28. Pesos de las variables en cada componente.....	83
Tabla 29. Valores de los componentes principales para cada año	84
Tabla 30. Modelos aceptados	88
Tabla 31. Relación de los modelos con las estaciones y las variables correspondientes.	89
Tabla 32. Aplicación de los modelos para la estación Cerritos-Pereira	91
Tabla 33. Aplicación de los modelos para la estación Pereira-Alcalá	92
Tabla 34. Aplicación de los modelos para la estación Pereira-Combia	93

LISTADO DE FIGURAS

	Página
Grafico 1. Localización del estudio.	5
Gráfico 2. TPDs Cerritos-Pereira Estación 335	14
Gráfico 3. TPDs Pereira-Alcalá Estación 435	16
Gráfico 4. TPDs Pereira-Combia Estación 766.....	18
Gráfico 5. TPDs Pereira-Dosquebradas Estación 926.....	20
Gráfico 6. Población Censada (Años 85 y 93) y Proyectada en la Ciudad de Pereira	23
Gráfico 7. Número de Vehículos Matriculados en la ciudad de Pereira	25
Gráfico 8. Producción Bruta de la Industria Manufacturera (Área Metropolitana)..	27
Gráfico 9. Actividad Edificadora en la Ciudad de Pereira	29
Gráfico 10. Energía Eléctrica Consumida en la Ciudad de Pereira.....	31
Gráfico 11. Número de Sociedades Constituidas en la Ciudad de Pereira.....	33
Gráfico 12. Producto Interno Bruto PIB Anual Nacional en Millones de Pesos Corrientes Indexados al Año 1975.....	36
Gráfico 13. Producto Interno Bruto PIB Risaralda Anual en Millones de Pesos Corrientes Indexados al Año 1975.....	39
Gráfico 14. Índice de Precios al Consumidor IPC Nacional Anual.....	41
Gráfico 15. Ajuste para la variable Población	44
Gráfico 16. Ajuste a la variable Energía Eléctrica Consumida	45
Gráfico 17. Ajuste a la variable PIB Anual Risaralda	47
Gráfico 18. Ajuste a la estación de conteo Pereira-Combia.....	48
Gráfico 19. Ajuste a la estación de conteo Pereira-Dosquebradas.....	49
Gráfico 20. Modelo 1 TPD Pereira-Alcalá	57
Gráfico 21. Modelo 1 TPD Pereira-Combia	58
Gráfico 22. Modelo 2 TPD Cerritos-Pereira	59

Grafico 23. Modelo 3 TPD Cerritos Pereira	61
Grafico 24. Modelo 3 TPD Pereira Alcalá	62
Gráfico 25. Modelo 4 TPD Cerritos-Pereira	64
Grafico 26. Modelo 4 TPD Pereira Alcalá	65
Grafico 27. Modelo 4 TPD Pereira Combia.....	66
Gráfico 28. Modelo 5 TPD Cerritos-Pereira	67
Gráfico 29. Modelo 7 TPD Pereira-Alcalá	70
Gráfico 30. Modelo 7 TPD Pereira-Combia	71
Gráfico 31. Modelo 7 TPD Cerritos-Pereira	72
Gráfico 32. Modelo 7 TPD Pereira-Combia	74
Gráfico 33. Modelo 9 TPD Cerritos-Pereira	79
Grafico 34. Influencia de cada componente.....	82
Grafico 35. Dispersión de los componentes	82
Gráfico 35. Modelo 10 TPD Cerritos-Pereira	85
Gráfico 36. Modelo 10 TPD Pereira-Alcalá	86
Gráfico 37. Modelo 10 TPD Pereira-Combia	87

RESUMEN

El estudio que a continuación se presenta, es un análisis de lo que puede ser la obtención de las tasas de crecimiento en sitios donde no se cuenta con información histórica de conteos de tránsito vehicular sobre el proyecto a construir o intervenir. La modelación consiste en utilizar técnicas estadísticas y variables de tipo socioeconómicas en la región, las cuales reflejan comportamientos relacionados con el registro histórico del tránsito vehicular y que son periódicamente calculados o medidos para construir una base de datos y obtener la adecuación de un posible modelo que permita predecir el tránsito futuro en la ciudad de Pereira cuando no se tengan conteos.

La presente formulación, se desarrolla bajo la premisa que el crecimiento del tránsito vehicular en la zona debe estar íntimamente ligado con ciertas variables socioeconómicas como son la población, el número de vehículos matriculados, el Producto Interno Bruto (PIB) departamental y posiblemente PIB Nacional, etc.

Para la ciudad de Pereira se quiere determinar cuales variables independientes medibles afectan más el tránsito, es decir, de todas las variables propuestas en el estudio, algunas en conjunto tendrán una mayor representación respecto a los conteos que otras.

Este trabajo se realizara en el marco de la investigación de la tesis doctoral que actualmente elabora el Ingeniero Francisco Javier García O, director de este trabajo de grado.

ABSTRACT

This study is an analysis about the feasibility of obtaining growth rates in some regions where there is not available historical information of the counting about the project that is going to be built or supervised. The modulation consists of using statistical techniques and socioeconomic variables of the region, which show some behaviors related to the historical registration of the traffic and are constantly calculated or measured in order to build a data base and to obtain the adequacy of a possible model that allows to predict the future traffic in Pereira city when there are not available counting.

This formulation is developed with the assumption that the growth of traffic must be strongly related with some socioeconomic variables such as population, the number of registered vehicles, the economic growth, the departmental GDP and possibly the national GDP, etc.

To Pereira city, this study attempts to determine which are the measurable independent variables that affect more the current and the historical traffic, that is, some of the suggested variables in the study, compared to some others, will have a bigger representation in the counting in order to build a data base.

This project will be made from the basis of the investigation of the doctoral thesis that is made by the Engineer Francisco Javier Garcia O, director of this project.

INTRODUCCIÓN

El conocimiento del volumen y tipo de vehículos que circulan en la red de carreteras, permite determinar el grado de ocupación y las condiciones en que opera cada segmento de una red vial; el análisis de su evolución histórica es fundamental para definir las tendencias de su crecimiento y para planear con conveniencia las acciones que se necesitan para evitar que alguno de sus tramos deje de prestar el nivel de servicio que demanda el tránsito.

Por lo que se refiere a la infraestructura, dicha información es básica para estudiar el potencial de captación de tránsito futuro, así como para definir sus características geométricas y estructurales en las fases de diseño y reconstrucción de la red vial.

El volumen del tránsito futuro de una vía en servicio, puede ser estimado por medio de los diferentes métodos de regresión y proyección, gracias al análisis estadístico de los datos históricos de los aforos realizados para obtener la tasa de crecimiento anual, pero en muchas regiones del país no poseen series históricas, lo cual obligan a estimar y aplicar modelos de proyección basándose en aforos para hallar el TPD en el año inicial y utilizar una tasa de crecimiento que generalmente es una variable subjetiva y no objetiva del diseñador o planificador sobre la zona de influencia del estudio.

Por lo anterior se requiere de un modelo de crecimiento del tránsito en función de variables indirectas medibles en ciudades que no posean estudios de tránsito históricos como lo es la ciudad de Pereira.

Los estudios de tránsito son instrumentos necesarios para el proceso de diseño y construcción de una vía, obedeciendo a un desarrollo ordenado de estudios para garantizar una vida útil requerida en la planeación del transporte urbano y regional; para relacionar la información y establecer los razonamientos de conveniencia económica, social y política de las regiones que solicitan la obra y modelar la circulación.

El elemento fundamental para las especificaciones de un diseño, es el tránsito que ha de atender la vía, el cual no es el mismo a través del tiempo, presentando variaciones como reflejo de las actividades sociales, económicas y políticas de la zona particular en estudio. Dentro de las variaciones se encuentran la población, las producciones agrícolas de la región, los consumos en servicios públicos y la actividad edificadora, entre otras.

La obtención de aforos vehiculares permanentes en las infraestructuras viales proporciona la información básica de unidades de tránsito para la toma de decisiones respecto al mantenimiento, ampliación, modificación y/o construcción de nuevas vías. El análisis de la evolución histórica de la demanda (unidades de tránsito) permite definir las tendencias de crecimiento y el momento a partir del cual ciertos segmentos dejan de prestar un servicio adecuado convirtiéndose en cuellos de botella que propician el estancamiento del desarrollo en lugar de generarlo.

Con los conteos existentes de la región y ciertos aspectos socioeconómicos mencionados anteriormente, se estudia el crecimiento del tránsito hallando una relación estadística que permite tomar como referencia a estos aspectos en vez de conteos, cuando no se cuente con ellos.

Para los conteos existentes se investiga en la base de datos del Instituto Nacional de Vías - INVIAS, donde no se cuenta con estaciones dentro del perímetro urbano de la ciudad de Pereira, por lo cual se toman registros de series históricas continuas, reales y más antiguas de las estaciones cercanas ubicadas en las principales carreteras y que representan todos los puntos cardinales más influyentes en el desarrollo de la ciudad; las estaciones escogidas son:

- Cerritos – Pereira (estación 335)
- Pereira – Alcalá (estación 435)
- Pereira – Combia (estación 766)
- Pereira – Desquebradas (estación 926)

Para el desarrollo de los diferentes diseños y proyectos que tengan que ver con proyecciones del tránsito en ciudades donde no existan series históricas como lo es el caso de la ciudad de Pereira, resulta poco confiable en muchos de los casos, tomar valores tentativos para la tasa de crecimiento por parte del diseñador. Esto sucede de la falta de un estudio de proyección de tránsito que investigue las variables indirectas medibles que influyan en el crecimiento del mismo, cuando no se posee volumen de tránsito en las ciudades.

El estudio de formulación y evaluación de posibles modelos de crecimiento del tránsito para Pereira, complementa los trabajos de Investigación de la tesis doctoral del Ingeniero Francisco J. García; director de la presente.

OBJETIVOS

GENERAL

Obtener un posible modelo de crecimiento del tránsito para la ciudad de Pereira en función de variables indirectas medibles.

ESPECÍFICOS

- Seleccionar posibles variables que afecten el crecimiento del tránsito.
- Obtener la serie histórica de la base de datos para las estaciones de conteo y las variables seleccionadas.
- Definir un posible modelo de crecimiento del tránsito con base en datos históricos y análisis estadístico para la ciudad de Pereira en función de las variables más representativas analizadas.

ALCANCE

Presentar un estudio que contenga las actividades fundamentales mas importantes para recopilar toda la información existente de las posibles variables indirectas que afecten el crecimiento del tránsito en la ciudad de Pereira para ser parte del modelos y estimar las unidades de transito vehicular futuro.

Consistirá en un estudio descriptivo y exploratorio de la ciudad de Pereira de acuerdo con el método de trabajo establecido que incluye revisión bibliografía, análisis de posibles variables aplicables al modelo y la revisión y análisis estadístico de la información recolectada.

Será un estudio que solo tendrá validez en el área de influencia de cada estación de conteo seleccionada del INVIAS, periféricas a la ciudad.

1. LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO

La zona de estudio es “el municipio de Pereira localizado en el centro de la región occidental del territorio Colombiano, en un pequeño valle formado por la terminación de un contra fuerte que se desprende de la cordillera central. Su estratégica localización central dentro de la región cafetera, lo ubica dentro del panorama económico nacional e internacional, estando unido vialmente con los tres centros urbanos más importantes del territorio nacional y con los medios tanto marítimos como aéreos de comunicación internacionales. La ciudad de Pereira es la capital del departamento de Risaralda, al norte limita con los municipios de Desquebrada, Santa Rosa de Cabal y Marsella, al sur limita con los municipios de Ulloa (Valle del Cauca), Finlandia y Salento (Quindío), en el oriente limita con Anzoátegui, Santa Isabel, Ibagué y zona de los nevados (Tolima), y en el occidente con Cartago, Anserma Nuevo (departamento del Valle), Balboa y La Virginia”¹.



Grafico 1. Localización del estudio.
Fuente: www.pereira.gov.co

¹ www.pereira.gov.co

El municipio de Pereira cuenta con una población proyectada de 521.684 habitantes para el 2005 localizados en 19 comunas y 12 corregimientos.

“El municipio cuenta con pisos térmicos que van desde las nieves perpetuas (Nevado de Santa Isabel a 5.200 mts / snm) en límites con el departamento del Tolima, hasta pisos cálidos a 900 mts / snm y a orillas del Río Cauca. Por lo tanto, presenta distintas alternativas de uso agrícola. De hecho, existen áreas de bosques para protección de cuencas, zonas de diversificación y medias conocidas como la zona cafetera y zonas cálidas con actividad ganadera y agrícola (piña, caña de azúcar, caña panelera y pasto). La ciudad de Pereira se encuentra a una altura promedio de 1.411 mts /snm y cuenta con una temperatura promedio de 21 °C. Su precipitación media anual es de 2.750 mm.

Esta característica climática y la conformación de los suelos, brinda también una variedad en la cobertura vegetal y paisajística, potencializando el municipio de Pereira con una de las biodiversidades más ricas de la nación. No obstante, la ciudad se presenta como zona de alta vulnerabilidad sísmica por el tipo de suelos que la conforman y por las fallas geológicas que la atraviesan”².

² www.pereira.gov.co

2. ANTECEDENTES

El transporte es una actividad económica compleja que interviene en el desarrollo de un país y está presente en todas las actividades humanas.

El transporte por carretera es un modo especialmente dispuesto para comunicar entre sí regiones y sitios poblados y/o de producción; permitiendo la interrelación entre culturas, economías y habitantes, de esta manera satisfacer las necesidades Dando cumplimiento con la finalidad y función principal del transporte y ayudando al desarrollo económico de un país o región

Actualmente para proyectos viales, el pronóstico del tráfico suele calcularse partiendo del tráfico actual que tiene como unidad de medida más general el tránsito promedio diario (TPD). Este tráfico se logra de registros de conteos obtenidos con ayuda de contadores automáticos o manuales, instalados en sitios o estaciones convenientemente dispuestas, que además de consignar volúmenes, pueden registrar la composición del tránsito.

El presente trabajo quiere complementar los trabajos de Grado “Formulación y Evaluación de Posibles modelos de crecimiento del tránsito en función de variables Indirectas medibles” en las ciudades de Cartago, Armenia, Neiva y Manizales, realizadas como requisito para obtener el título de especialista y además dar continuidad a la Investigación de la tesis doctoral que actualmente elabora el Ingeniero Francisco J. García Orozco.

A lo largo de los años surgen muchos cambios en la economía de una región, en su población y en los índices de desarrollo que presenta el país. Para el cálculo de la demanda del tránsito existen variables las cuales son las que condicionan el tránsito en general. El estudio para este caso es conocer cuales son las posibles variables y por medio de análisis estadísticos poder llegar a determinar la incidencia de éstas.

Es necesario tener en cuenta los siguientes indicadores que permiten acercarse más a lo que debe ser un estudio adecuado para proyecciones de tránsito vehicular:

- Indicadores demográficos
- Indicadores de volúmenes de producción del área en estudio
- Indicadores del parque automotor

A continuación se hará una breve descripción de cada uno de estos indicadores.

2.1 Indicadores demográficos.

Permite visualizar la población en el área de estudio en términos cuantitativos como potencialidad de conducción vehicular. Este indicador se analiza con respecto al año actual (año uno) y una serie histórica con la que se cuente. La tasa de crecimiento se refiere a la comparación entre el año actual y el proyectado (por ejemplo año 10 proyectado).

El municipio de Pereira cuenta con una población proyectada de 521.684 habitantes para el 2005, es decir el 51% de la población del departamento de Risaralda. Del total de población de Pereira; el 84% (371.239 habitantes) esta ubicada en zonas urbanas y el 16% (72.315 habitantes) en las rurales. Lo más normal es que una población aumente con el tiempo, y el transporte esta presente en todas las actividades humanas para transportar personas o bienes en busca de un desarrollo socioeconómico. En consecuencia aumenta la circulación y uso de los vehículos como medio de transporte terrestre.

2.2 Indicadores de volúmenes de producción del área en estudio.

La producción agropecuaria e industrial que se genera en la zona de estudio es un indicador que puede mostrar el comportamiento de la variación mensual o anual según el caso y muestra tendencias de comportamiento de la región.

El sector agropecuario de Pereira es diverso en el sentido de la cantidad de productos que se generan y que son el reflejo de la potencialidad con que cuenta el municipio, no solo de la capacidad de generar alimentos para la seguridad humana, sino como materia prima para el sector industrial y venta de servicios para el turismo.

El comportamiento económico de la agricultura en el municipio y el departamento, lo determina el café, y esto se explica en el aporte del grano al valor agregado agrícola, en tanto el segundo cultivo son los cítricos, le siguen el plátano, la piña, cebolla junca y la caña panelera.

La agricultura igual que el sector agropecuario en su conjunto es irregular en su comportamiento, como consecuencia de factores internos en la producción como los problemas fitosanitarios, climáticos y de precio, especialmente en el café el producto más representativo. El café al inicio de este estudio se tomo como una variable indirecta medible que podría hacer parte del modelo, pero en la recolección de información se encontraron series no mayores a diez años y dispuestas como pronósticos año cafetero (de octubre a octubre), luego desafortunadamente se descarto esta variable, porque como dicho anteriormente, el café es el mas afectado por el comportamiento del precio y factores internos en

la producción, además el numero de datos no era suficientes para este estudio y en un intervalo de tiempo diferente a las demás variables en estudio.

2.3 Indicadores del parque automotor.

En todo proyecto vial es necesario conocer el parque automotor existente tanto a nivel nacional como en el área de estudio según el nivel de diagnóstico que se esté realizando, es necesario tratar esta diferencia según se clasifiquen las carreteras.

Con el volumen del tráfico vehicular como indicador dinámico en materia de vías se tiene el conocimiento del flujo de vehículos por tipo y por año. Lo importante es que dicho flujo haya sido detectado en diferentes estaciones de conteo como las que tiene el INVIAS en las vías nacionales. Otro aspecto de fundamental importancia es la aplicabilidad que tiene el presente método para calcular demandas de tránsito, en zonas donde no se pueda contar con estudios de origen y destino por aspectos económicos o administrativos o con el Tránsito Promedio Diario (TPD) del sitio.

De acuerdo a la información que se logro conseguir en el DANE (regional Pereira y Bogota D.C.), INVIAS (dirección territorial Risaralda y Bogota D.C.), Alcaldía y Secretaría de Tránsito y transporte de Pereira, las variables que se seleccionan para el análisis son las de la Tabla 1.

Tabla 1: Resumen de las Variables Utilizadas

Variable	Unidad
Población	Hab
Número de vehículos matriculados (público, oficial y privado)	Veh
Producción bruta de la industria Manufacturera en el área metropolitana (Pereira, Dosquebradas y Santa Rosa de Cabal)	miles de pesos
Actividad edificadora en Pereira	M ²
Consumo de energía eléctrica en Pereira	KWH
Número de sociedades constituidas en Pereira	unid
Producto Interno Bruto PIB (Nacional y Departamental)	millones de pesos corrientes
Índice de Precios al Consumidor IPC Nacional	Variación anual %

Fuente: Elaboración Propia.

Ciertas variables como la producción bruta, el Producto Interno Bruto y el Índice de Precios al Consumidor no se pueden obtener como un registro directamente del crecimiento de la ciudad puesto que las entidades que procesan la información no la obtiene a nivel municipal ó la serie histórica es pequeña como es el caso de IPC municipal.

La continuidad de las series no es posible en algunos casos obtenerla en su totalidad para todos los años en estudio, debido a que no aparecen documentos que respaldan la información o porque las instituciones por problemas económicos o técnicos no realizaron los estudios en algunos años o se pierde información.

Para solucionar este inconveniente, previo a la formulación de modelos se estiman los datos faltantes con los existentes por medio de funciones de regresión obtenidas como las más adecuadas y de sustitución por la media.

3. METODOLOGÍA

La metodología adoptada para la ejecución de este trabajo es la que se presenta a continuación:

1. Revisión bibliográfica.
2. Determinar el conjunto de variables indirectas que podrían hacer parte del modelo.
3. Recopilar toda la información existente de las variables relacionadas.
4. Construir una base de datos la cual se debe depurar con relación a datos faltantes, series históricas de igual longitud, valores anormales, etc.
5. Elaborar un modelo que permita predecir el tránsito futuro con las variables de mejor incidencia, con la ayuda de técnicas estadísticas tales como análisis de regresión y análisis por componentes principales, entre otras posibles para la ciudad de Pereira.

3.1 Fuentes de información.

Información consultada en Internet: Consulta general sobre el tema en páginas Web donde se encuentra información tanto de tipo económico como de crecimiento y producción de los últimos años de la ciudad de Pereira.

Documentación consultada en las universidades: Se hizo una revisión bibliográfica de documentos, tesis, trabajos, memorias, etc. Que presentara algún tipo de afinidad con la presente investigación.

Consulta a entidades públicas: Visita a entidades estatales como la Gobernación de Risaralda, la Alcaldía de Pereira, El instituto Departamental de Tránsito y Transporte, El Instituto Nacional de Vías INVIAS seccional Pereira y Bogota, La Universidad Nacional sede Manizales y el Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE seccional Risaralda y Bogota, entre otros, donde se encuentran registros de información de tipo económico, de crecimiento y producción de la región. Revisando documentos, trabajos, revistas, memorias, investigaciones, proyectos, etc.

3.2 Revisión de la información.

Se realiza la revisión de la documentación recogida, y de acuerdo a su calidad y cantidad respecto a la continuidad de las series, se seleccionan las mejores.

4. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

4.1 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Antes de continuar es necesario hacer una serie de chequeos que permitan conocer la calidad de la información tanto en representatividad como en calidad, para esto se realiza un análisis gráfico el cual muestra el comportamiento de cada variable en función del tiempo. Se tratarán todos los datos a partir del año 1975 hasta el 2005 para unificarlos en el tiempo.

4.1.1 Estaciones Seleccionadas.

En las observaciones históricas de conteos por parte de la entidad a cargo, INVIAS, no se encuentran estaciones o puntos de registro con series históricas de volúmenes de tránsito en el interior del perímetro urbano de la ciudad de Pereira, por lo que se trabaja en el presente documento con las que se encuentran ubicadas en los sectores más cercanos y que tienen continuidad en una serie histórica cercana a los 30 años. Las estaciones son las siguientes:

- Cerritos – Pereira (estación 335)
- Pereira – Alcalá (estación 435)
- Pereira – Combia (estación 766)
- Pereira – Dosquebradas (estación 926)

[Ver Anexo A. Localización Espacial de las Intersecciones.](#)

4.1.2 Volúmenes Vehiculares De Las Estaciones De Conteo.

A continuación se muestra la tendencia de los volúmenes vehiculares para cada estación:

4.1.2.1 Cerritos-Pereira Estación 335.

Tabla 2. TPDs Cerritos-Pereira Estación 335

AÑO	335 CERRITOS- PEREIRA
1975	5065
1976	4935
1977	5867
1978	6283
1979	6026
1980	7185
1981	7419
1982	7278
1983	7491
1984	9152
1985	7887
1986	8102
1987	7470
1988	9375
1989	7526
1990	8903
1991	10729
1992	10273
1993	11227
1994	12547
1995	13904
1996	14161
1997	14365
1998	15371
1999	14165
2000	14964
2001	14110
2002	12958
2003	15503
2004	14220
2005	15951

Fuente: Volúmenes de Transito, INVIAS

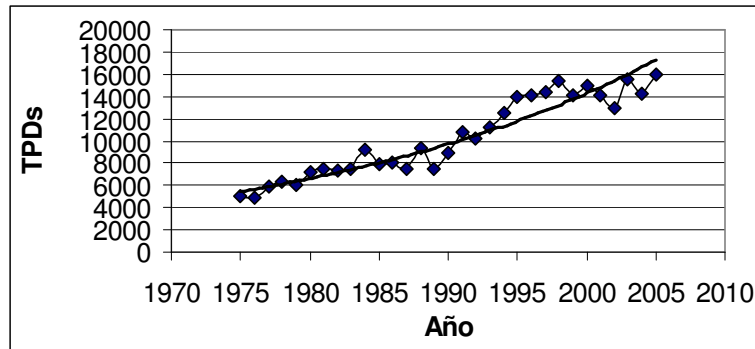


Gráfico 2. TPDs Cerritos-Pereira Estación 335

La estación 335 esta ubicada entre la ciudad de Pereira y Cerritos, es una vía de doble calzada con una longitud total de 7.11 KMS, pavimentada y en buen estado todo el tramo. Actualmente esta vía se encuentra a cargo del municipio de Pereira hasta la intersección Belmonte, y a partir de este lugar se encuentra a cargo de la INCO (Instituto Nacional de Concesiones).

Este tramo comunica al departamento de Risaralda con el departamento del Valle del Cauca y el departamento de Antioquia a través de la glorieta de Cerritos que distribuye el transito. Se tiene como proyecto vial un intercambio vial a desnivel en la T de Cerritos.

En el gráfico 2 correspondiente a la Tabla 2, se observa que el TPDs presenta un comportamiento creciente, con tres años de altibajos pero no muy acentuados. El buen comportamiento puede ser debido a la seguridad, mantenimiento y mejoras viales en este tramo que pertenece a la ruta 29RS del corredor vial del occidente.

4.1.2.2 Pereira-Alcalá Estación 435.

Tabla 3. TPDs Pereira-Alcalá Estación 435

AÑO	435 PEREIRA- ALCALÁ
1975	873
1976	290
1977	457
1978	342
1979	361
1980	1406
1981	538
1982	478
1983	484
1984	442
1985	381
1986	451
1987	440
1988	423
1989	838
1990	516
1991	592
1992	510
1993	587
1994	906
1995	1284
1996	1057
1997	1390
1998	1418
1999	1746
2000	1545
2001	2015
2002	2208
2003	2006
2004	2160
2005	1586

Fuente: Volúmenes de Transito, INVIAS

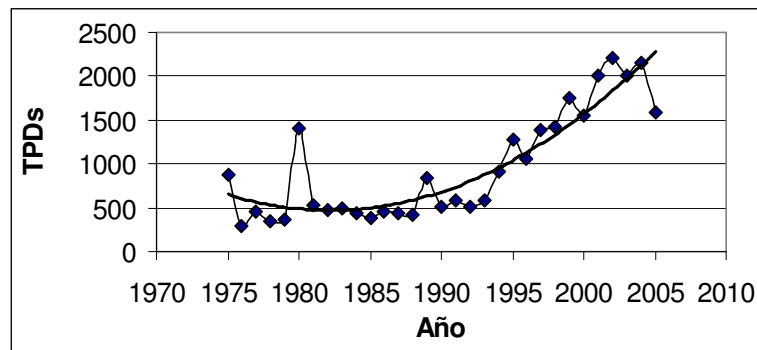


Gráfico 3. TPDs Pereira-Alcalá Estación 435

El gráfico 3 correspondiente a la tabla 3, muestra el comportamiento de los conteos del tráfico promedio diario en el sector de la vía que conduce de Pereira al municipio de Alcalá. La vía tiene en total una longitud de 24 KMS y actualmente está en buen estado y a cargo de la Gobernación de Risaralda.

En el último semestre la administración encargada del mantenimiento vial a realizado labores de reparcho con concreto asfáltico entre el barrio San Marcos y Morelia y retiro de derrumbes a lo largo de la vía principal.

Se tiene en proyecto para la vía, el reparcho con concreto asfáltico entre Morelia – Alcalá, rocería e instalación de señalización vertical y horizontal en la vía.

En la gráfica 3 se observan puntos altos y bajos, es un volumen vehicular irregular en donde no se puede determinar la causa específica porque no hay observaciones o novedades en los conteos, Se sabe que no es un tramo de paso Nacional luego sus volúmenes vehiculares no superan los 2.500 TPDs, pero localmente hay que tenerla en cuenta porque es otra opción para comunicar el departamento de Risaralda con el departamento del Valle del Cauca.

4.1.2.3 Pereira-Combia Estación 766.

Tabla 4. TPDs Pereira-Combia Estación 766

AÑO	766 PEREIRA- COMBIA
1975	
1976	670
1977	252
1978	1086
1979	1025
1980	1526
1981	1257
1982	1303
1983	1363
1984	1834
1985	2037
1986	1889
1987	2220
1988	2382
1989	2561
1990	2682
1991	2798
1992	3135
1993	2762
1994	3816
1995	6006
1996	2710
1997	2930
1998	3328
1999	2783
2000	2811
2001	3356
2002	3310
2003	3566
2004	4315
2005	4262

Fuente: Volúmenes de Transito, INVIAS

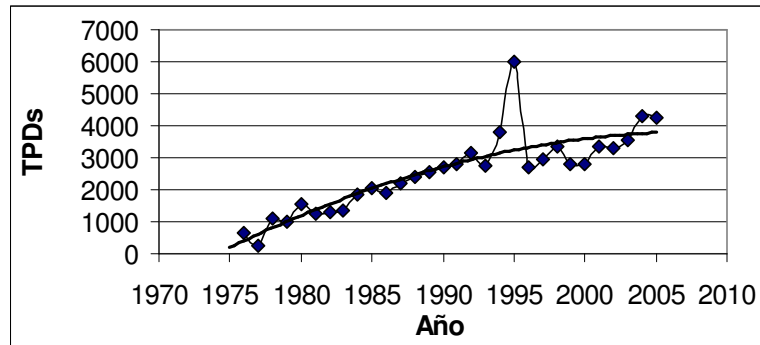


Gráfico 4. TPDs Pereira-Combia Estación 766

El gráfico 4 correspondiente a la tabla 4, muestra los conteos del tráfico promedio diario en el sector de la vía que de Pereira conduce al municipio de Combia. La vía actualmente se encuentra a cargo de la Gobernación de Risaralda y en el último semestre del año pasado la administración encargada del mantenimiento vial realizó labores de reparcho en concreto asfáltico entre la vereda El Placer y La Cantera de Combia.

Para el I semestre del presente año la vía presentó problemas de deslizamientos debido al invierno. Para este año se tiene programado labores de rocería y señalización horizontal.

En la gráfica 4 se observa solo un punto muy alto respecto a los demás en el año 1995, al cual no se le encontró una observación o novedad en el conteo que lo pueda explicar, pero en los otros años se observa un comportamiento regularmente sostenido.

4.1.2.4 Pereira-Dosquebradas Estación 926.

Tabla 5. TPDs Pereira-Dosquebradas Estación 926

AÑO	926 Pereira-DOSQUEBRADAS
1975	
1976	
1977	
1978	
1979	
1980	
1981	20244
1982	21556
1983	21675
1984	24475
1985	23660
1986	24855
1987	26877
1988	30068
1989	30246
1990	30596
1991	29909
1992	28512
1993	26149
1994	29717
1995	33437
1996	38526
1997	65050
1998	26718
1999	16918
2000	19099
2001	18860
2002	19428
2003	17221
2004	19197
2005	18444

Fuente: Volúmenes de Transito, INVIAS

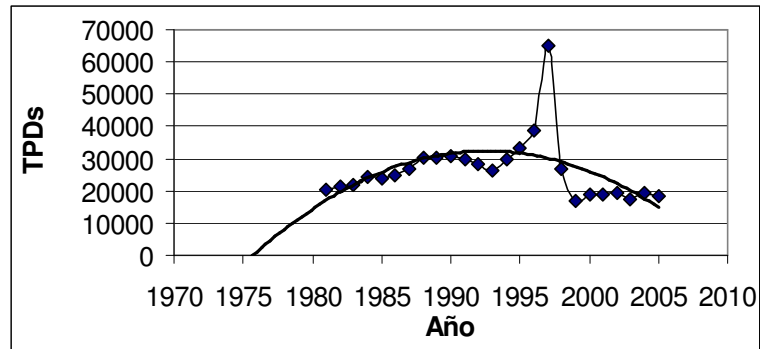


Gráfico 5. TPDs Pereira-Dosquebradas Estación 926

Esta estación pertenece a la antigua vía que comunica a la ciudad de Pereira con Dosquebradas, es una vía pavimentada de 2 KMS de longitud y la mayor parte se encuentra en buen estado y actualmente a cargo del INVIAS.

Se observa en la grafica 5 correspondiente a la tabla 5, que a partir 1998 año siguiente a la inauguración del viaducto Cesar Gaviria Trujillo, uno de los puntos de referencia que tienen los colombianos sobre Pereira, además, fue catalogado como el primer puente de Colombia y recibió en 1998 el Premio Nacional de Ingeniería. El TPDs bajo notablemente porque esta solución vial Pereira-Dosquebradas paso a hacer la vía principal que comunica a la capital Risaraldense con Dosquebradas, municipio clave para el desarrollo de la ciudad de Pereira por su cercanía. No se conocen observaciones o novedades en el conteo del año 1997 que justifique el TPDs tan elevado que presenta.

A continuación en la tabla 6 se presenta el resumen de los conteos de tránsito para cada una de las estaciones:

Tabla 6. Resumen TPDs estaciones perímetro de Pereira

AÑO	TPDS			
	335 CERRITOS-PEREIRA	435 PEREIRA-ALCALA	766 PEREIRA-COMBIA	926 PEREIRA-DOSQUEBRADAS
1975	5065	873		
1976	4935	290	670	
1977	5867	457	252	
1978	6283	342	1086	
1979	6026	361	1025	
1980	7185	1406	1526	
1981	7419	538	1257	20244
1982	7278	478	1303	21556
1983	7491	484	1363	21675
1984	9152	442	1834	24475
1985	7887	381	2037	23660
1986	8102	451	1889	24855
1987	7470	440	2220	26877
1988	9375	423	2382	30068
1989	7526	838	2561	30246
1990	8903	516	2682	30596
1991	10729	592	2798	29909
1992	10273	510	3135	28512
1993	11227	587	2762	26149
1994	12547	906	3816	29717
1995	13904	1284	6006	33437
1996	14161	1057	2710	38526
1997	14365	1390	2930	65050
1998	15371	1418	3328	26718
1999	14165	1746	2783	16918
2000	14964	1545	2811	19099
2001	14110	2015	3356	18860
2002	12958	2208	3310	19428
2003	15503	2006	3566	17221
2004	14220	2160	4315	19197
2005	15951	1586	4262	18444

Fuente: Volúmenes de Transito, INVIAS

4.2 VARIABLES INDIRECTAS UTILIZADAS

4.2.1 Población Censada y Proyectada en la Ciudad de Pereira.

Tabla 7. Población Censada (Años 85 y 93) y Proyectada en la Ciudad de Pereira

AÑO	Población
1975	
1976	
1977	
1978	
1979	
1980	
1981	
1982	
1983	
1984	
1985	300224
1986	
1987	
1988	
1989	
1990	
1991	
1992	
1993	401909
1994	
1995	415706
1996	425662
1997	435855
1998	446231
1999	456816
2000	467313
2001	478001
2002	488839
2003	499771
2004	510739
2005	521684

Fuente: DANE. Anuario Estadístico de Risaralda 94-95 y www.Dane.gov.co

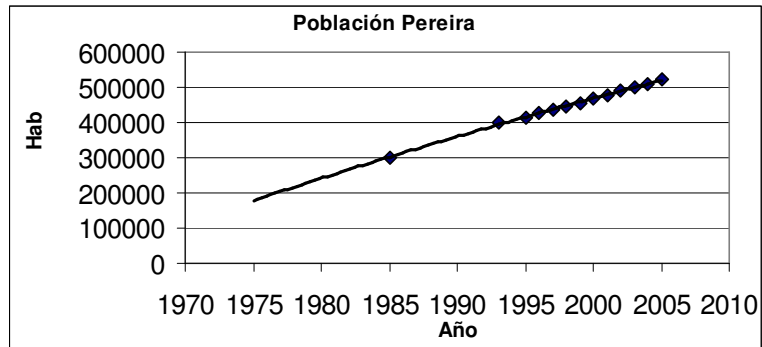


Gráfico 6. Población Censada (Años 85 y 93) y Proyectada en la Ciudad de Pereira

Como muestra la gráfica 6 correspondiente a la tabla 7, el número de habitantes en la ciudad de Pereira presenta un crecimiento constante en los últimos años, sin embargo los datos de proyección son determinados por el DANE que es la entidad encargada de su elaboración por modelos representativos del crecimiento de la ciudad, puesto que los datos reales se realizan por medio del Censo de Población cada 8 o 10 años aproximadamente con un alto costo para el estado. No se trabajo con el censo 2005 porque el dato que hay es conciliado pero no aprobado como dato final por el DANE.

4.2.2 Número De Vehículos Matriculados (Público, Oficial Y Particular) En La Ciudad De Pereira.

Tabla 8. Número de Vehículos Matriculados en la ciudad de Pereira.

AÑO	Número de Vehículos Matriculados
1975	487
1976	1175
1977	2200
1978	3715
1979	5489
1980	7602
1981	9882
1982	11727
1983	12824
1984	14098
1985	15472
1986	16885
1987	18858
1988	20922
1989	22805
1990	24689
1991	26667
1992	29543
1993	34676
1994	40221
1995	45465
1996	50018
1997	53203
1998	56118
1999	57709
2000	59483
2001	61437
2002	63570
2003	66865
2004	70325
2005	75940

Fuente: Secretaria de Transito y Transporte de Pereira

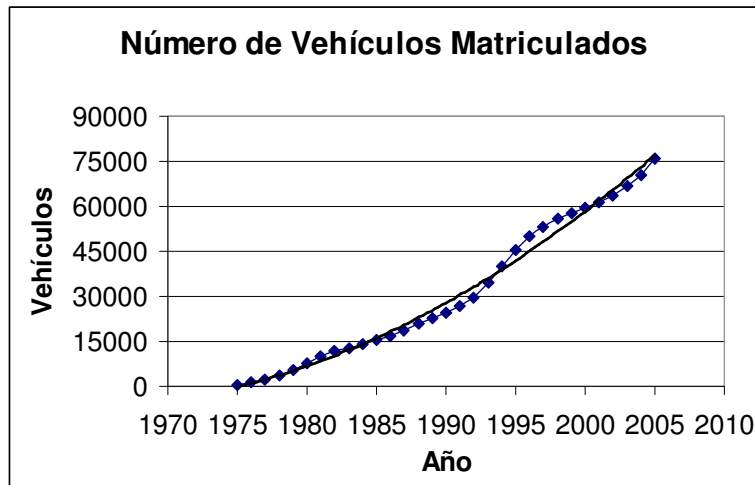


Gráfico 7. Número de Vehículos Matriculados en la ciudad de Pereira

El parque automotor de la ciudad de Pereira aquí utilizado está compuesto por vehículos oficiales, públicos y privados matriculados, acumulados en los últimos 30 años. La gráfica 7 que corresponde a la tabla 8, presenta un comportamiento creciente y regular en los años de estudio, el transporte terrestre contribuye en la dinámica continua del sector transporte y comunicaciones; uno de los más importantes en la estructura económica del municipio.

“El transporte como variable de la movilidad poblacional se constituye en un sector clave para el desarrollo de la ciudad, teniendo presente los nexos con municipios cercanos como Dosquebradas y La Virginia, esta cercanía explica porque el proyecto posiblemente de mayor envergadura como el Megabus inicialmente tiene un recorrido entre Pereira y Dosquebradas, y seguramente más adelante irá hasta La Virginia.”³

³ Cuentas Económicas de Pereira 1990-2004.

4.2.3 Producción Bruta De La Industria Manufacturera (Área Metropolitana).

Tabla 9. Producción Bruta de la Industria Manufacturera (Área Metropolitana)

AÑO	Producción Bruta Industria Manufacturera. AM (Miles de Pesos)
1975	4.330.261
1976	6.874.917
1977	8.346.798
1978	10.620.077
1979	12.736.716
1980	14.770.697
1981	18.346.873
1982	21.377.081
1983	25.698.893
1984	32.050.145
1985	45.565.390
1986	67.913.059
1987	83.530.274
1988	113.027.384
1989	151.555.550
1990	203.756.204
1991	253.104.708
1992	305.354.084
1993	330.046.080
1994	552.740.130
1995	689.993.614
1996	802.356.714
1997	938.371.067
1998	1.100.482.399
1999	1.102.836.249
2000	1.234.773.251
2001	1.261.138.440
2002	1.226.907.351
2003	1.379.491.064
2004	1.595.802.577
2005	1.745.374.957

Fuente: DANE. Anuario de Industria Manufacturera 1975 – 2005

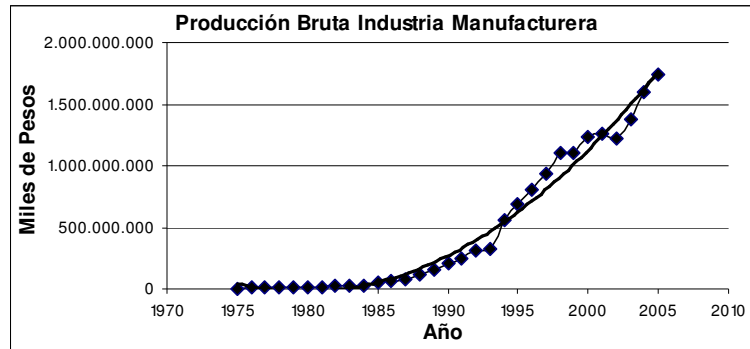


Gráfico 8. Producción Bruta de la Industria Manufacturera (Área Metropolitana)

La grafica 8 correspondiente a la tabla 9, muestra un comportamiento creciente para la dinámica económica del municipio de Pereira, sin embargo la industria manufacturera mostró una desaceleración en el ritmo de crecimiento en el año 2002.

“El comportamiento industrial incide significativamente en el comportamiento de la economía regional y en el mercado laboral, por sus encadenamientos productivos y de empleo existentes en la región, de manera que una desaceleración industrial incide directa e indirectamente en la disminución del producto interno bruto y reduce la demanda laboral”⁴

⁴ Centro de Investigaciones Socioeconómicas de Risaralda C.I.R.

4.2.4 Actividad Edificadora En La Ciudad De Pereira.

Tabla 10. Actividad Edificadora en la Ciudad de Pereira

AÑO	Actividad Edificadora (M² Construidos)
1975	125015
1976	138518
1977	359736
1978	237026
1979	193327
1980	186390
1981	147372
1982	128824
1983	259782
1984	160642
1985	191216
1986	157112
1987	219089
1988	157856
1989	240426
1990	191560
1991	284500
1992	392717
1993	344659
1994	384043
1995	236542
1996	184683
1997	244915
1998	152022
1999	77914
2000	688906
2001	347845
2002	130472
2003	416306
2004	275785
2005	269778

Fuente: DANE. Boletines de Estadística.

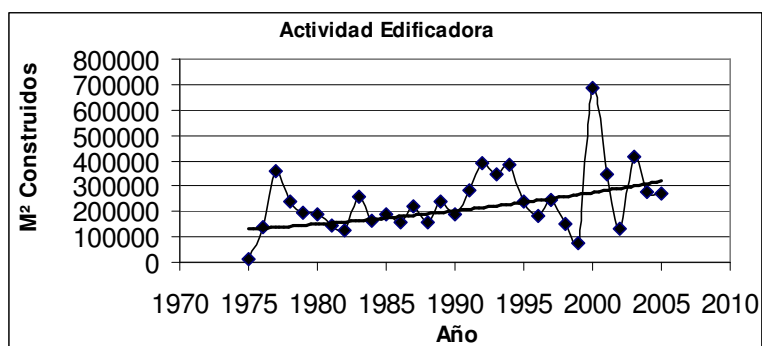


Gráfico 9. Actividad Edificadora en la Ciudad de Pereira

La grafica 9 correspondiente a la tabla 10, demuestra la volatilidad en el crecimiento del sector de la construcción.

La construcción de vivienda y otras edificaciones puede decirse que entró en un ciclo expansivo similar al registrado a principios de la década de los noventa, pero con dos diferencias de resaltar, la primera es que la vivienda construida en el ultimo año se ha dado en mayor proporción en los estratos altos, y la segunda es que parte de la construcción no se apalanca en el sistema financiero como lo muestra la cartera hipotecaria que cae sistemáticamente, seguramente el ahorro de fomento para la construcción (AFC), las remesas, incluso dineros ilícitos explican este comportamiento. Se debe anotar que a la expansión de centros comerciales en el municipio, se le debe reconocer que ha ayudado a la dinámica de la construcción no solo de los establecimientos como tal, sino su área de influencia, acompañada de una reestructuración de su malla vial⁵.

La desaceleración pronunciada en el año 1999 es consecuencia del terremoto del 25 de enero ocurrido en ese año, lo cual refleja que las labores de reconstrucción iniciaron aceleradamente en el año 2000; aumentan los programas de vivienda de interés social y subsidios para vivienda, convirtiéndose en importante generador de empleo. Estas acciones para la reconstrucción del eje cafetero se reflejaron en el sector de la construcción hasta el año 2001.

⁵ Cuentas Económicas de Pereira 1990-2004.

4.2.5 Energía Eléctrica Consumida En La Ciudad De Pereira.

Tabla 11. Energía Eléctrica Consumida en la Ciudad de Pereira

AÑO	Energía Eléctrica Consumida (KWH)
1975	129556290
1976	136119234
1977	142693554
1978	176216922
1979	182609737
1980	198906095
1981	185214939
1982	194976550
1983	210804765
1984	247760217
1985	270162333
1986	265282425
1987	269427290
1988	292312085
1989	
1990	312854845
1991	340472969
1992	
1993	351977152
1994	379387731
1995	386064307
1996	388414061
1997	364690810
1998	
1999	
2000	330322000
2001	353256000
2002	320766000
2003	321201000
2004	325254000
2005	334719000

Fuente: DANE, con base en diversas fuentes.

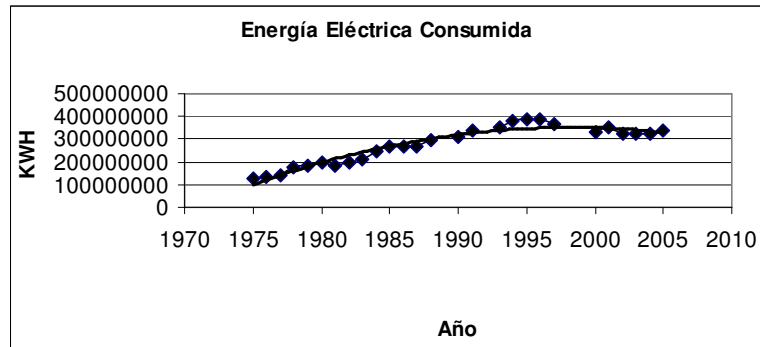


Gráfico 10. Energía Eléctrica Consumida en la Ciudad de Pereira

La grafica 10 que representa la tabla 11, tiene un comportamiento regular. Los servicios públicos son parte fundamental del desarrollo económico y de bienestar de las familias. Las razones más importantes en el crecimiento de este sector están relacionadas con el crecimiento poblacional, incremento en la cobertura del servicio, la expansión por construcción de vivienda nueva y mejoras en la eficiencia del servicio por disminución de pérdidas y mejores recaudos. La tendencia indica que el terremoto del año 1999 no afecto sustancialmente a este sector.

4.2.6 Número De Sociedades Constituidas En La Ciudad De Pereira.

Tabla 12. Número de Sociedades Constituidas en la Ciudad de Pereira

AÑO	Número de Sociedades Constituidas
1975	113
1976	155
1977	178
1978	228
1979	254
1980	255
1981	253
1982	301
1983	265
1984	324
1985	307
1986	319
1987	345
1988	651
1989	390
1990	412
1991	469
1992	442
1993	462
1994	418
1995	430
1996	379
1997	327
1998	
1999	272
2000	333
2001	471
2002	398
2003	388
2004	485
2005	446

Fuente: DANE, con base en diversas fuentes.

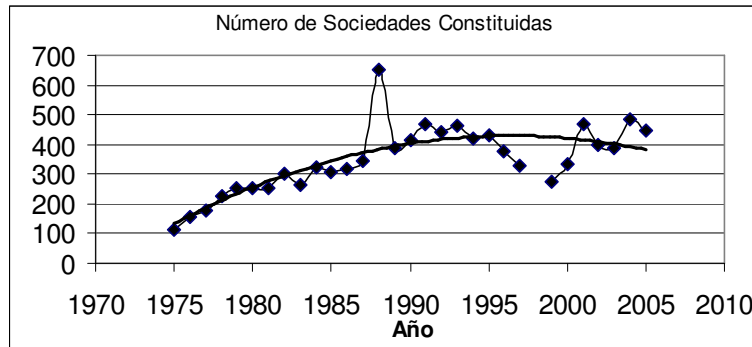


Gráfico 11. Número de Sociedades Constituidas en la Ciudad de Pereira

El gráfico 11 que corresponde a la tabla 12, presenta un punto alto en el año 1988 y un descenso pronunciado en el año 1999 como consecuencia del terremoto ocurrido el 25 de enero de 1999. El comportamiento es sensible a las condiciones por las que se encuentre atravesando la economía colombiana y regional. El número de sociedades constituidas puede reflejar la dinámica de las actividades de comercio, servicios, industria y transporte, evidenciando las direcciones de la inversión de capital a la actividad Comercial.

4.2.7 Producto Interno Bruto PIB Anual Nacional En Millones De Pesos Corrientes.

Tabla 13. Producto Interno Bruto PIB Anual Nacional en Millones de Pesos Corrientes

AÑO	PIB Nacional	
	Precios Corrientes	
	Base 75	Base 94
1975	405108	
1976	532270	
1977	716029	
1978	909487	
1979	1188817	
1980	1579130	
1981	1982773	
1982	2497298	
1983	3054137	
1984	3856584	
1985	4965883	
1986	6787956	
1987	8824408	
1988	11731348	
1989	15126718	
1990	20228122	24030173
1991	26106698	31130592
1992	33515046	39730752
1993	43898166	52271688
1994	57982290	67532862
1995	73510862	84439109
1996	89523824	100711389
1997		121707501
1998		140483322
1999		151565005
2000		174896258
2001		188558786
2002		203451414
2003		228516603
2004		257746373
2005		285312864

Fuente: DANE. www.dane.gov.co

Tabla 14. Producto Interno Bruto PIB Anual Nacional en Millones de Pesos
 Corrientes Indexados al Año 1975

AÑO	PIB Nacional
	Precios Corrientes
	Base 75 Indexado
1975	405108
1976	532270
1977	716029
1978	909487
1979	1188817
1980	1579130
1981	1982773
1982	2497298
1983	3054137
1984	3856584
1985	4965883
1986	6787956
1987	8824408
1988	11731348
1989	15126718
1990	20228122
1991	26106698
1992	33515046
1993	43898166
1994	57982290
1995	73510862
1996	89523824
1997	104004844
1998	120049676
1999	129519501
2000	149457165
2001	161132445
2002	173858903
2003	195278299
2004	220256527
2005	243813403

Fuente: Elaboración propia.

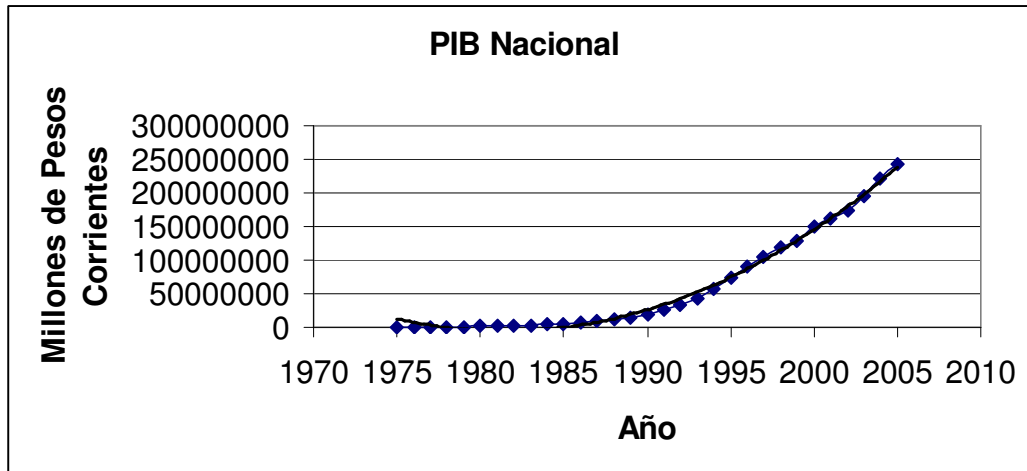


Gráfico 12. Producto Interno Bruto PIB Anual Nacional en Millones de Pesos Corrientes Indexados al Año 1975

La grafica 12 representa la tabla 14 en la cual se ajustaron los datos desde 1997 hasta el 2005 para trabajar toda la serie en base a pesos corrientes de 1975. La indexación se realizo aplicando la siguiente fórmula:

$$FC = \sum_{i=90}^{I=96} \frac{PIB_{(75)i}}{PIB_{(94)i}}$$

$$PIB_{ni} = FC * PIB_{(94)ii}$$

Donde:

FC : Factor de Conversión: **0,849**

$PIB_{(75)i}$: Valor del PIB Nacional i del año traslapado entre las dos bases, en Pesos corrientes.

$PIB_{(94)i}$: Valor del PIB Nacional i del año traslapado entre las dos bases, en Pesos corrientes.

$PIB_{(94)ii}$: Valor del PIB Nacional ii del año a indexar en la base año 1994, en Pesos corrientes.

PIB_{ni} : Valor del PIB Nacional i actualizado, en Pesos corrientes.

4.2.8 Producto Interno Bruto PIB Risaralda Anual En Millones De Pesos Corrientes.

Tabla 15. Producto Interno Bruto PIB Risaralda Anual en Millones de Pesos Corrientes

AÑO	PIB Departamental (Pesos Corrientes)	
	Base 75	Base 94
1975		
1976		
1977		
1978		
1979		
1980	34481	
1981	40106	
1982	53249	
1983	66857	
1984	81902	
1985	114310	
1986	165208	
1987	206596	
1988	279668	
1989	359828	
1990	470405	439255
1991	639891	593368
1992	803491	750989
1993	1054290	959446
1994	1290143	1261957
1995		1584728
1996		1800938
1997		2222030
1998		2591634
1999		2633450
2000		2847756
2001		3064514
2002		3410022
2003		3737683
2004		4320864
2005		5030170

Fuente: DANE. www.dane.gov.co

Tabla 16. Producto Interno Bruto PIB Risaralda Anual en Millones de Pesos
 Corrientes Indexados al Año 1975

AÑO	PIB Departamental
	Precios Corrientes
	Base 75 Indexado
1975	
1976	
1977	
1978	
1979	
1980	34.481
1981	40.106
1982	53.249
1983	66.857
1984	81.902
1985	114.310
1986	165.208
1987	206.596
1988	279.668
1989	359.828
1990	470.405
1991	639.891
1992	803.491
1993	1.054.290
1994	1.290.143
1995	1.692.622
1996	1.923.553
1997	2.373.314
1998	2.768.082
1999	2.812.745
2000	3.041.642
2001	3.273.158
2002	3.642.189
2003	3.992.159
2004	4.615.045
2005	5.372.643

Fuente: Elaboración propia.

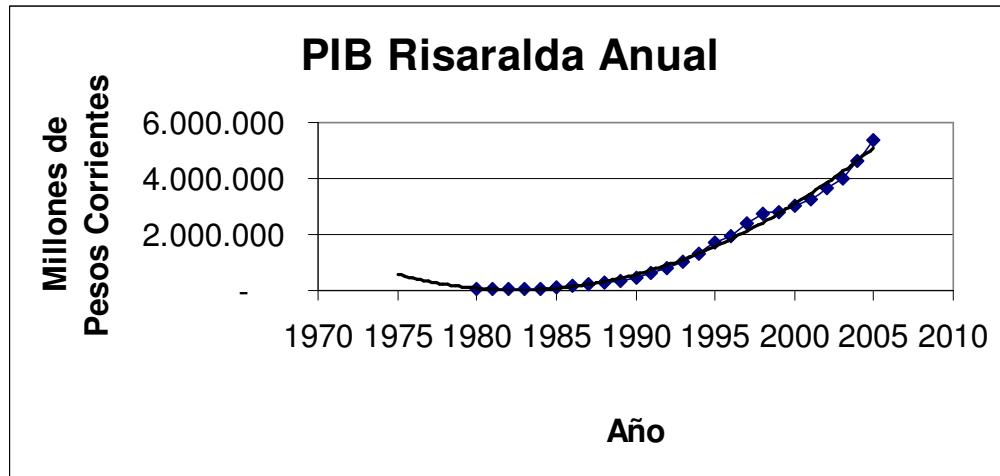


Gráfico 13. Producto Interno Bruto PIB Risaralda Anual en Millones de Pesos Corrientes Indexados al Año 1975

La grafica 13 representa la tabla 16 en la cual se ajustaron los datos desde 1995 hasta el 2005 para trabajar toda la serie en base a pesos corrientes de 1975. La indexación se realizo aplicando la misma formula del caso anterior.

Donde:

FC : Factor de Conversión: **1,068**

La tendencia muestra un crecimiento económico sostenido. La importancia de estudiar el PIB radica en que las características del territorio, población y ubicación geográfica tienen características económicas propias por las variables ya mencionadas, diferentes a otros sitios. El PIB de Risaralda es de importancia para el estudio porque la capital risaraldense tiene la mayor participación en este indicador.

4.2.9 Índice De Precios Al Consumidor IPC Nacional Anual.

Tabla 17. Índice de Precios al Consumidor IPC Nacional Anual

AÑO	IPC Nacional
1975	17,7
1976	25,8
1977	28,3
1978	18,7
1979	28,8
1980	25,85
1981	26,36
1982	24,03
1983	16,64
1984	18,28
1985	22,45
1986	20,95
1987	24,02
1988	28,12
1989	26,12
1990	32,36
1991	26,82
1992	25,13
1993	22,6
1994	22,59
1995	19,46
1996	21,63
1997	17,68
1998	16,7
1999	9,23
2000	8,75
2001	7,65
2002	6,99
2003	6,49
2004	5,5
2005	4,85

Fuente: DANE. Seccional Pereira

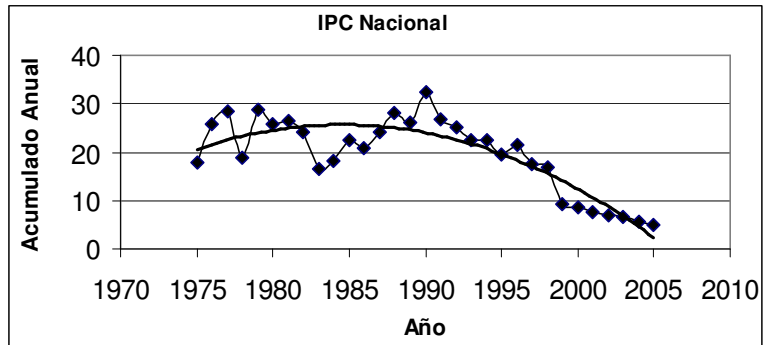


Gráfico 14. Índice de Precios al Consumidor IPC Nacional Anual

El IPC es un indicador que mide la variación de precios de una canasta de bienes y servicios representativos del consumo de los hogares del país. El gráfico 14 correspondiente a la tabla 17, muestra una tendencia decreciente desde el año 1997

Tabla 18. Cuadro resumen del estado actual de las variables

AÑO	Población	Número de Vehículos Matriculados	Producción Bruta Industria Manufacturera. AM (Miles de Pesos)	Actividad Edificadora M ² Construidos	Energía Eléctrica Consumida (KWH)	Número de Sociedades Constituidas	PIB Anual Nacional	PIB Anual Risaralda	IPC Nacional
1975		487	4.330.261	125015	129556290	113	405.108		17,7
1976		1175	6.874.917	138518	136119234	155	532.270		25,8
1977		2200	8.346.798	359736	142693554	178	716.029		28,3
1978		3715	10.620.077	237026	176216922	228	909.487		18,7
1979		5489	12.736.716	193327	182609737	254	1.188.817		28,8
1980		7602	14.770.697	186390	198906095	255	1.579.130	34.481	25,85
1981		9882	18.346.873	147372	185214939	253	1.982.773	40.106	26,36
1982		11727	21.377.081	128824	194976550	301	2.497.298	53.249	24,03
1983		12824	25.698.893	259782	210804765	265	3.054.137	66.857	16,64
1984		14098	32.050.145	160642	247760217	324	3.856.584	81.902	18,28
1985	300224	15472	45.565.390	191216	270162333	307	4.965.883	114.310	22,45
1986		16885	67.913.059	157112	265282425	319	6.787.956	165.208	20,95
1987		18858	83.530.274	219089	269427290	345	8.824.408	206.596	24,02
1988		20922	113.027.384	157856	292312085	651	11.731.348	279.668	28,12
1989		22805	151.555.550	240426		390	15.126.718	359.828	26,12
1990		24689	203.756.204	191560	312854845	412	20.228.122	470.405	32,36
1991		26667	253.104.708	284500	340472969	469	26.106.698	639.891	26,82
1992		29543	305.354.084	392717		442	33.515.046	803.491	25,13
1993	401909	34676	330.046.080	344659	351977152	462	43.898.166	1.054.290	22,6
1994		40221	552.740.130	384043	379387731	418	57.982.290	1.290.143	22,59
1995	415706	45465	689.993.614	236542	386064307	430	73.510.862	1.692.622	19,46
1996	425662	50018	802.356.714	184683	388414061	379	89.523.824	1.923.553	21,63
1997	435855	53203	938.371.067	244915	364690810	327	104.004.844	2.373.314	17,68
1998	446231	56118	1.100.482.399	152022			120.049.676	2.768.082	16,7
1999	456816	57709	1.102.836.249	77914		272	129.519.501	2.812.745	9,23
2000	467313	59483	1.234.773.251	688906	330322000	333	149.457.165	3.041.642	8,75
2001	478001	61437	1.261.138.440	347845	353256000	471	161.132.445	3.273.158	7,65
2002	488839	63570	1.226.907.351	130472	320766000	398	173.858.903	3.642.189	6,99
2003	499771	66865	1.379.491.064	416306	321201000	388	195.278.299	3.992.159	6,49
2004	510739	70325	1.595.802.577	275785	325254000	485	220.256.527	4.615.045	5,5
2005	521684	75940	1.745.374.957	269778	334719000	446	243.813.403	5.372.643	4,85

4.3 CORRECCIÓN DE DATOS FALTANTES

Los criterios utilizados para corregir los datos faltantes encontrados en cada una de las series son; sustitución por la media, el cual consiste en sustituir los valores ausentes por un valor que es el promedio de sus valores adyacentes. Para casos diferentes se usa la extrapolación por medio de funciones obtenidas de las regresiones que presenten un mejor comportamiento en comparación con cada una de las series históricas, teniendo en cuenta el coeficiente de determinación R^2 y el punto de intersección de cada curva con el eje de las abscisas, se obtiene la línea de tendencia mas adecuada utilizando todos los datos de cada una de las series y verificando con un nivel de significancia del 5% ($p\text{-valor} \leq 0,05$), se realiza este análisis estadístico a través del programa STATGRAPHICS PLUS 5.1(Español). Este software es una versión gratuita totalmente operativa, sin restricción en sus comandos y menús durante un periodo de evaluación de treinta días calendario. Esto se debe gracias a la política de publicidad y difusión de la corporación "Statistical Graphics Corporation" la cual en su propio sitio web www.statgraphics.com en el link download se encuentra para descargar y evaluarla solo por un periodo de uso.

La tabla 16 presenta el resumen de las variables indirectas medibles utilizadas para este estudio, a partir de ella decidimos los limites de la serie histórica a analizar. Como limite inferior se tomara el año 1975 y el limite superior será el año 2005.

A continuación se presentan los cuatro análisis de regresión considerados en cada una de las series para completar los datos faltantes:

MODELO LINEAL

$$Y = a + b \cdot X$$

MODELO LOGARÍTMICO

$$Y = a + b \cdot \ln(X)$$

MODELO POLINOMIAL DE 2° GRADO

$$Y = a X^2 + b X + c$$

MODELO EXPONENCIAL

$$Y = \exp(a + b \cdot X)$$

Población.

Los resultados de ajuste al mejor modelo muestran que los 4 modelos tiene R^2 mayores al 98%, pero el modelo polinomial de segundo orden tiene el R^2 mas alto indicando que el modelo explica un 99,7514% de la variabilidad en población y el corte con el eje X es en el año 1962 arrojando valores negativos fuera del año inicial de estudio. Por lo tanto se escoge el modelo polinomial.

La ecuación del modelo de ajuste es:

$$\text{Población} = -2,97375\text{E}8 + 287760,0 \cdot \text{AÑO} - 69,419 \cdot \text{AÑO}^2$$

Parámetro	Estimación	Error Estándar	Estadístico T	P-Valor	
CONSTANTE	-2,97375E8	1,02281E8	-2,90743	0,0156	
AÑO	287760,0	102533,0	2,80651	0,0186	
AÑO^2	-69,419	25,6963	-2,70151	0,0223	
Análisis de la Varianza					
Fuente	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrados Medios	F-Ratio	P-Valor
Modelo	3,61382E10	2	1,80691E10	2006,24	0,0000
Residuo	9,00645E7	10	9,00645E6		
Total (Corr.)	3,62283E10	12			

Dado que el p-valor en la tabla ANOVA es inferior a 0.05, hay relación estadísticamente significativa entre Población y AÑO para un nivel de confianza del 95%.

El p-valor del término de mayor orden del polinomio es igual a 0,0223. Puesto que el p-valor no sobrepasa a 0.05, el término de orden superior es estadísticamente significativo para un nivel de confianza del 95%.

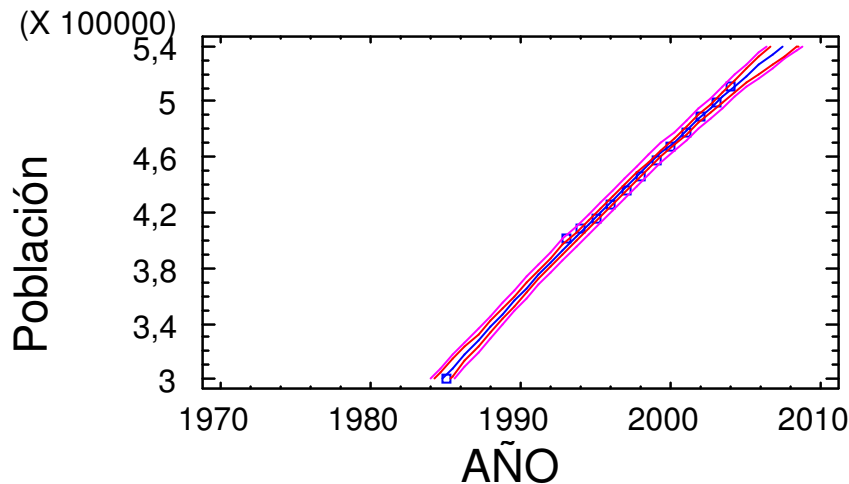


Gráfico 15. Ajuste para la variable Población

El gráfico 15 muestra el mejor modelo de ajuste para la variable Población, después de realizar el análisis estadístico de la serie para completar los datos faltantes.

Energía Eléctrica Consumida.

Los resultados del ajuste muestra al modelo polinomial con el $R^2 = 93,2543\%$, mayor a los otros 3 modelos, pero la tendencia del gráfico muestra que en el año 2001 inicia su descenso lo cual no se ajusta al periodo de estudio. Los otros modelos tiene R^2 aproximados entre ellos y el mas alto es el del modelo logarítmico con $R^2 = 76,9852$.

La ecuación del modelo ajustado es:

$$\text{Energía Eléctrica} = -1,23028E11 + 1,62342E10 \cdot \ln(\text{AÑO})$$

Parámetro	Estimación	Error estándar	Estadístico T	P-Valor	
Ordenada	-1,23028E11	1,32218E10	-9,30493	0,0000	
Pendiente	1,62342E10	1,74078E9	9,3258	0,0000	
Análisis de la Varianza					
Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado medio	Cociente-F	P-Valor
Modelo	1,38067E17	1	1,38067E17	86,97	0,0000
Residuo	4,12753E16	26	1,58751E15		
Total (Corr.)	1,79342E17	27			

Dado que el p-valor en la tabla ANOVA es inferior a 0.05, existe relación estadísticamente significativa entre Energía Eléctrica Consumida y AÑO para un nivel de confianza del 95%. Dado que el p-valor es inferior a 0.05, hay indicio de una posible correlación serial.

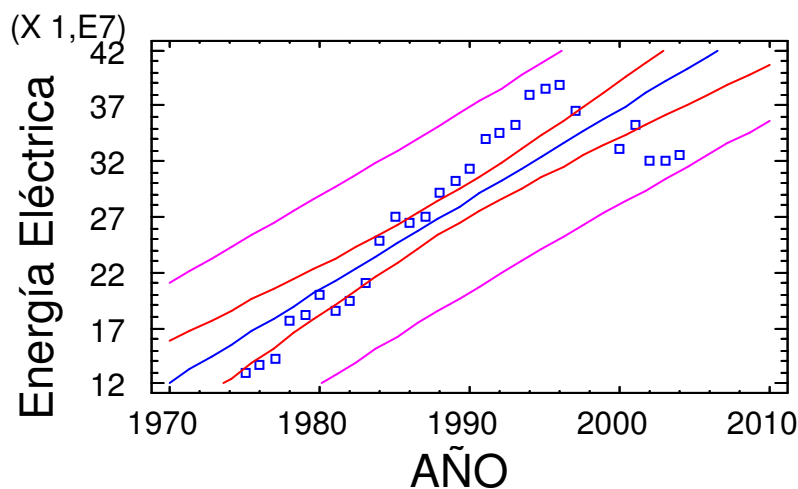


Gráfico 16. Ajuste a la variable Energía Eléctrica Consumida

El gráfico 16 muestra el mejor modelo de ajuste para la variable Energía Eléctrica Consumida, después de realizar el análisis estadístico de la serie para completar los datos faltantes.

Producto Interno Bruto PIB Risaralda

Los resultados del ajuste muestran que el $R^2 = 99,2964$ es el mas alto y pertenece al modelo polinomial pero la tendencia del gráfico muestra que en el año 1975 inicia su descenso hasta el año 1983 lo cual no se ajusta al periodo de estudio. Se toma como ajuste el modelo exponencial con $R^2 = 96,6087$.

La ecuación del modelo ajustado es

$$\text{PIB Anual Risaralda} = \exp(-408,318 + 0,211641 * \text{AÑO})$$

Parámetro	Estimación	Error estándar	Estadístico T	P-Valor	
Ordenada	-408,318	16,1276	-25,318	0,0000	
Pendiente	0,211641	0,00809409	26,1477	0,0000	
Análisis de la Varianza					
Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado medio	Cociente-F	P-Valor
Modelo	65,5085	1	65,5085	683,70	0,0000
Residuo	2,29955	24	0,0958147		
Total (Corr.)	67,808	25			

Dado que el p-valor en la tabla ANOVA es inferior a 0.05, existe relación estadísticamente significativa entre PIB Anual Risaralda y AÑO para un nivel de confianza del 95%. Dado que el p-valor es inferior a 0.05, hay indicio de una posible correlación serial.

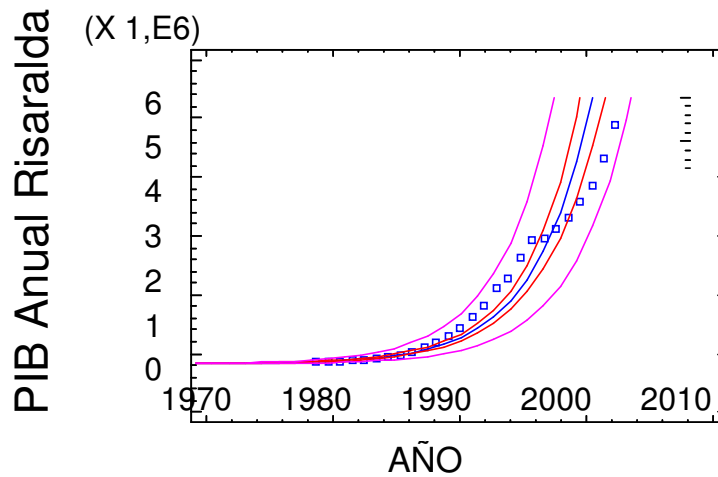


Gráfico 17. Ajuste a la variable PIB Anual Risaralda

El gráfico 17 muestra el mejor modelo de ajuste para la variable PIB Anual Risaralda, después de realizar el análisis estadístico de la serie para completar los datos faltantes.

TPDs Pereira-Combia.

Los resultados del ajuste muestran $R^2 = 73,5461$ como el mayor y pertenece al modelo polinomial y no arroja valores negativos en el periodo de estudio.

La ecuación del modelo ajustado es:

$$\text{PEREIRA COMBIA} = -1,30038E7 + 12951,9 \cdot \text{AÑO} - 3,22412 \cdot \text{AÑO}^2$$

Parámetro	Estimación	Error Estándar	Estadístico T	P-Valor	
CONSTANTE	-1,30038E7	7,06149E6	-1,84151	0,0766	
AÑO	12951,9	7095,28	1,82543	0,0790	
AÑO ²	-3,22412	1,78228	-1,80898	0,0816	
Análisis de la Varianza					
Fuente	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrados Medios	F-Ratio	P-Valor
Modelo	3,20113E7	2	1,60056E7	37,53	0,0000
Residuo	1,15142E7	27	426452,0		
Total (Corr.)	4,35255E7	29			

Dado que el p-valor en la tabla ANOVA es inferior a 0.05, existe relación estadísticamente significativa entre Pereira-Combia y Año para un nivel de confianza del 95%.

El p-valor del término de mayor orden del polinomio es igual a 0,0578 Puesto que el p-valor no sobrepasa significativamente a 0.05, el término de orden superior es estadísticamente significativo para un nivel de confianza del 95%

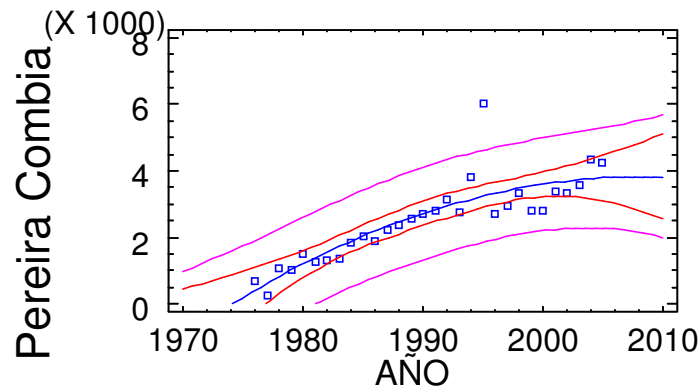


Gráfico 18. Ajuste a la estación de conteo Pereira-Combia

El gráfico 18 muestra el mejor modelo de ajuste para la estación Pereira-Combia, después de realizar el análisis estadístico de la serie para completar los datos faltantes.

TPDs Pereira-Dosquebradas.

El modelo polinomial con el R^2 mas alto de 30,5923 arroja valores negativos dentro del periodo en estudio. Los otros 3 modelos tienen R^2 muy bajos y no existe relación estadísticamente significativa entre Pereira-Dosquebradas y Año para un nivel de confianza del 95% o superior. Se escoge el modelo exponencial con $R^2 = 3,42697$ porque es necesario completar los datos faltantes en esta estación que comunica la ciudad de Pereira con el municipio de Dosquebradas, el cual influye significativamente en el desarrollo de la ciudad en todos los aspectos por la cercanía que hay entre estos dos municipios. Además queda por fuera del estudio la estación 1154 (Dosquebradas - Pereira viaducto) porque los conteos empezaron en el año 1998 primer año del viaducto, perdiéndose una estación muy representativa por los volúmenes de tránsito que circula por ella. Es por esto que se considera importante conocer los resultados de un posible modelo que mejor se ajuste a esta estación.

La ecuación del modelo ajustado es:

$$\text{PEREIRA DOSQUEBRADAS} = \exp(25,1252 - 0,00752152 \cdot \text{AÑO})$$

Parámetro	Estimación	Error estándar	Estadístico T	P-Valor	
Ordenada	25,1252	16,593	1,51421	0,1436	
Pendiente	-0,00752152	0,00832559	-0,903423	0,3757	
Análisis de la Varianza					
Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado medio	Cociente-F	P-Valor
Modelo	0,0735453	1	0,0735453	0,82	0,3757
Residuo	2,07253	23	0,09011		
Total (Corr.)	2,14608	24			

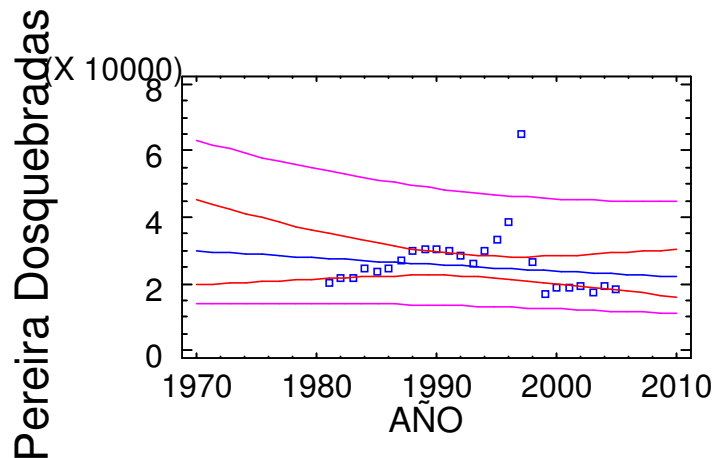


Gráfico 19. Ajuste a la estación de conteo Pereira-Dosquebradas

El gráfico 19 muestra el mejor modelo de ajuste para la estación de conteo Pereira-Dosquebradas, después de realizar el análisis estadístico de la serie para completar los datos faltantes.

Tabla 19. Cuadro resumen de las variables con los datos faltantes corregidos

AÑO	Población	Número de Vehículos Matriculados	Producción Bruta Industria Manufacturera. AM (Miles de Pesos)	Actividad Edificadora M ² Construidos	Energía Eléctrica Consumida (KWH)	Número de Sociedades Constituidas	PIB Anual Nacional	PIB Anual Risaralda	IPC Nacional
1975	176085	487	4330261	125015	129556290	113	405.108	15.883	17,7
1976	189325	1175	6874917	138518	136119234	155	532.270	19.626	25,8
1977	202441	2200	8346798	359736	142693554	178	716.029	24.252	28,3
1978	215432	3715	10620077	237026	176216922	228	909.487	29.968	18,7
1979	228300	5489	12736716	193327	182609737	254	1.188.817	37.032	28,8
1980	241043	7602	14770697	186390	198906095	255	1.579.130	34.481	25,85
1981	253662	9882	18346873	147372	185214939	253	1.982.773	40.106	26,36
1982	266156	11727	21377081	128824	194976550	301	2.497.298	53.249	24,03
1983	278526	12824	25698893	259782	210804765	265	3.054.137	66.857	16,64
1984	290772	14098	32050145	160642	247760217	324	3.856.584	81.902	18,28
1985	300224	15472	45565390	191216	270162333	307	4.965.883	114.310	22,45
1986	314891	16885	67913059	157112	265282425	319	6.787.956	165.208	20,95
1987	326764	18858	83530274	219089	269427290	345	8.824.408	206.596	24,02
1988	338512	20922	113027384	157856	292312085	651	11.731.348	279.668	28,12
1989	350137	22805	151555550	240426	302583465	390	15.126.718	359.828	26,12
1990	361637	24689	203756204	191560	312854845	412	20.228.122	470.405	32,36
1991	373012	26667	253104708	284500	340472969	469	26.106.698	639.891	26,82
1992	384264	29543	305354084	392717	346225061	442	33.515.046	803.491	25,13
1993	401909	34676	330046080	344659	351977152	462	43.898.166	1.054.290	22,6
1994	408808	40221	552740130	384043	379387731	418	57.982.290	1.290.143	22,59
1995	415706	45465	689993614	236542	386064307	430	73.510.862	1.692.622	19,46
1996	425662	50018	802356714	184683	388414061	379	89.523.824	1.923.553	21,63
1997	435855	53203	938371067	244915	364690810	327	104.004.844	2.373.314	17,68
1998	446231	56118	1100482399	152022	350328386	300	120.049.676	2.768.082	16,7
1999	456816	57709	1102836249	77914	358451579	272	129.519.501	2.812.745	9,23
2000	467313	59483	1234773251	688906	330322000	333	149.457.165	3.041.642	8,75
2001	478001	61437	1261138440	347845	353256000	471	161.132.445	3.273.158	7,65
2002	488839	63570	1226907351	130472	320766000	398	173.858.903	3.642.189	6,99
2003	499771	66865	1379491064	416306	321201000	388	195.278.299	3.992.159	6,49
2004	510739	70325	1595802577	275785	325254000	485	220.256.527	4.615.045	5,5
2005	521684	75940	1745374957	269778	334719000	446	243.813.403	5.372.643	4,85

Tabla 20. Cuadro resumen con los TPDs faltantes corregidos

AÑO	TPDS			
	335 CERRITOS- PEREIRA	435 PEREIRA- ALCALÁ	766 PEREIRA- COMBIA	926 PEREIRA- DOSQUEBRADAS
1975	5065	873	119	28860
1976	4935	290	670	28643
1977	5867	457	252	28429
1978	6283	342	1086	28216
1979	6026	361	1025	28004
1980	7185	1406	1526	27220
1981	7419	538	1257	20244
1982	7278	478	1303	21556
1983	7491	484	1363	21675
1984	9152	442	1834	24475
1985	7887	381	2037	23660
1986	8102	451	1889	24855
1987	7470	440	2220	26877
1988	9375	423	2382	30068
1989	7526	838	2561	30246
1990	8903	516	2682	30596
1991	10729	592	2798	29909
1992	10273	510	3135	28512
1993	11227	587	2762	26149
1994	12547	906	3816	29717
1995	13904	1284	6006	33437
1996	14161	1057	2710	38526
1997	14365	1390	2930	65050
1998	15371	1418	3328	26718
1999	14165	1746	2783	16918
2000	14964	1545	2811	19099
2001	14110	2015	3356	18860
2002	12958	2208	3310	19428
2003	15503	2006	3566	17221
2004	14220	2160	4315	19197
2005	15951	1586	4262	18444

4.4 DEPURACIÓN DE LA INFORMACIÓN

En una serie de datos generalmente aparecen algunos dudosos o inconsistentes que posiblemente se deban a un dato mal tomado, o a un caso poco común o fortuito. Para conocer si un dato esta por fuera del intervalo o no, se calcula el valor de Z (medida de posición relativa), siendo esta la distancia a que se encuentra cada valor de la serie por debajo o por arriba de la media, si Z toma un valor negativo significa que el dato se encuentra a la izquierda, por el contrario si es positivo este se encuentra a la derecha, el valor de Z se mide en unidades de desviaciones estándar:

$$Z = \frac{X - X_m}{S}$$

Donde:

Z= Medida de posición relativa.

X_m= Valor de la media.

S= Desviación estándar.

X=Cualquier dato de la serie.

Valores de este estadístico fuera del rango de -2 a +2 indican una desviación significativa de la normalidad, que tendería a invalidar muchos de los procedimientos estadísticos aplicados a estos datos. En este caso, las siguientes variables y estaciones muestran valores de Z fuera del rango esperado:

- Actividad Edificadora M² Construidos
Año 2000 = 212880 (nuevo valor)
- Número de Sociedades Constituidas
Año 1988 = 368 (nuevo valor)
- PIB Anual Nacional
Año 2004 = 219545851 (nuevo valor)
- PIB Anual Risaralda
Año 2004 = 4682401 (nuevo valor)
- 766 Pereira-Combia
Año 1995 = 3263 (nuevo valor)
- 926 Pereira-Dosquebradas
Año 1997 = 32622 (nuevo valor)

La mayoría de los datos se encuentran a menos de dos desviaciones estándar y algunos a menos de cuatro. Para los valores fuera del rango esperado se trabaja el criterio de la media; que es un valor promedio de sus valores adyacentes. Para casos diferentes se utilizo la extrapolación por medio de funciones obtenidas de las regresiones, pero no funciono porque se presentaron valores Z mas alejados del rango que los iniciales, indicando una desviación significativa más alejada de la normalidad. Luego para estos casos donde el valor esta al extremo de la serie, no se cambio el valor.

AÑO	Z			
	335 CERRITOS- PEREIRA	435 PEREIRA- ALCALA	766 PEREIRA- COMBIA	926 PEREIRA- DOSQUEBRADAS
1975	-1,47	-0,14	-1,82	0,23
1976	-1,51	-1,08	-1,39	0,21
1977	-1,25	-0,81	-1,72	0,18
1978	-1,13	-1,00	-1,07	0,16
1979	-1,20	-0,97	-1,12	0,13
1980	-0,88	0,72	-0,73	0,11
1981	-0,81	-0,68	-0,94	-0,75
1982	-0,85	-0,78	-0,90	-0,60
1983	-0,79	-0,77	-0,85	-0,58
1984	-0,33	-0,84	-0,48	-0,27
1985	-0,68	-0,94	-0,33	-0,36
1986	-0,62	-0,82	-0,44	-0,22
1987	-0,80	-0,84	-0,18	0,01
1988	-0,27	-0,87	-0,06	0,37
1989	-0,78	-0,20	0,08	0,39
1990	-0,40	-0,72	0,18	0,43
1991	0,11	-0,59	0,27	0,35
1992	-0,02	-0,73	0,53	0,19
1993	0,25	-0,60	0,24	-0,08
1994	0,62	-0,09	1,06	0,33
1995	1,00	0,53	2,77	0,75
1996	1,07	0,16	0,20	1,33
1997	1,13	0,70	0,37	4,34
1998	1,41	0,74	0,68	-0,01
1999	1,07	1,27	0,26	-1,12
2000	1,29	0,95	0,28	-0,88
2001	1,05	1,71	0,70	-0,90
2002	0,73	2,02	0,67	-0,84
2003	1,44	1,69	0,87	-1,09
2004	1,08	1,94	1,45	-0,87
2005	1,57	1,01	1,41	-0,95

Tabla 21. Medida de posición relativa de las estaciones utilizadas

AÑO	Z									
	Población	Número de Vehículos Matriculados	Producción Bruta Industria Manufacturera. AM (Miles de Pesos)	Actividad Edificadora M ² Construidos	Energía Eléctrica Consumida (KWH)	Número de Sociedades Constituidas	PIB Anual Nacional	PIB Anual Risaralda	IPC Nacional	
1975	-1,74	-1,31	-0,87	-0,97	-1,91	-2,09	-0,81	-0,82	-0,24	
1976	-1,61	-1,28	-0,86	-0,86	-1,83	-1,72	-0,81	-0,82	0,79	
1977	-1,48	-1,24	-0,86	0,96	-1,74	-1,51	-0,81	-0,82	1,11	
1978	-1,36	-1,17	-0,86	-0,05	-1,33	-1,06	-0,80	-0,82	-0,11	
1979	-1,23	-1,10	-0,85	-0,41	-1,25	-0,83	-0,80	-0,81	1,17	
1980	-1,11	-1,01	-0,85	-0,46	-1,05	-0,82	-0,79	-0,81	0,80	
1981	-0,99	-0,91	-0,84	-0,79	-1,22	-0,84	-0,79	-0,81	0,86	
1982	-0,87	-0,84	-0,84	-0,94	-1,09	-0,41	-0,78	-0,80	0,57	
1983	-0,75	-0,79	-0,83	0,14	-0,90	-0,73	-0,77	-0,79	-0,37	
1984	-0,63	-0,74	-0,82	-0,68	-0,44	-0,21	-0,76	-0,78	-0,16	
1985	-0,54	-0,68	-0,79	-0,42	-0,16	-0,36	-0,75	-0,76	0,37	
1986	-0,40	-0,62	-0,75	-0,71	-0,22	-0,25	-0,72	-0,73	0,18	
1987	-0,29	-0,54	-0,73	-0,19	-0,17	-0,02	-0,70	-0,70	0,57	
1988	-0,17	-0,45	-0,67	-0,70	0,12	2,71	-0,66	-0,66	1,09	
1989	-0,06	-0,37	-0,61	-0,02	0,25	0,38	-0,61	-0,61	0,83	
1990	0,05	-0,29	-0,51	-0,42	0,37	0,58	-0,55	-0,54	1,63	
1991	0,16	-0,21	-0,43	0,34	0,72	1,08	-0,47	-0,43	0,92	
1992	0,27	-0,09	-0,33	1,24	0,79	0,84	-0,37	-0,33	0,71	
1993	0,44	0,13	-0,29	0,84	0,86	1,02	-0,23	-0,17	0,39	
1994	0,50	0,36	0,10	1,16	1,20	0,63	-0,05	-0,03	0,38	
1995	0,57	0,58	0,34	-0,05	1,28	0,74	0,16	0,23	-0,01	
1996	0,67	0,77	0,54	-0,48	1,31	0,28	0,37	0,37	0,26	
1997	0,76	0,91	0,78	0,02	1,02	-0,18	0,56	0,65	-0,24	
1998	0,86	1,03	1,07	-0,75	0,84	-0,43	0,78	0,90	-0,36	
1999	0,97	1,10	1,07	-1,36	0,94	-0,67	0,90	0,93	-1,31	
2000	1,07	1,17	1,31	3,68	0,59	-0,13	1,17	1,07	-1,37	
2001	1,17	1,25	1,35	0,87	0,88	1,10	1,32	1,22	-1,51	
2002	1,27	1,34	1,29	-0,93	0,47	0,45	1,49	1,45	-1,60	
2003	1,38	1,48	1,56	1,43	0,48	0,36	1,77	1,67	-1,66	
2004	1,49	1,63	1,94	0,27	0,53	1,23	2,10	2,06	-1,79	
2005	1,59	1,86	2,21	0,22	0,65	0,88	2,42	2,53	-1,87	

Tabla 22. Medida de posición relativa de las variables utilizadas

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS




Con la información completa en todo el periodo de análisis (1975 a 2005), Se realizan los siguientes análisis estadísticos por medio del programa STATGRAPHICS PLUS 5.1 (Español)

5.1 MEDIDAS DE CORRELACIÓN INICIAL

El primer indicador que se va a utilizar para escoger las posibles variables que harán parte del modelo, es un análisis de correlación inicial.

Tabla 23. Matriz de correlación inicial

VARIABLES	Población	Vehículos Matriculados	Producción Bruta	Actividad Edificadora	Energía Eléctrica	Sociedades	PIB Nacional	PIB Risaralda	IPC Nacional
Población	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Vehículos Matriculados	0,9761	1	-	-	-	-	-	-	-
Producción Bruta	0,9047	0,9721	1	-	-	-	-	-	-
Actividad Edificadora	0,3032	0,2529	0,2201	1	-	-	-	-	-
Energía Eléctrica	0,8898	0,8068	0,6589	0,3129	1	-	-	-	-
Sociedades	0,7782	0,6554	0,5191	0,4851	0,8254	1	-	-	-
PIB Nacional	0,8835	0,9533	0,9923	0,2343	0,6023	0,5155	1	-	-
PIB Risaralda	0,8888	0,9573	0,9934	0,2307	0,6170	0,5225	0,9986	1	-
IPC Nacional	-0,6780	-0,7743	-0,8449	-0,0963	-0,3628	-0,2587	-0,8655	-0,8546	1

-  Variables con coeficientes ≥ 0.7
-  Variables inversamente proporcionales (≤ -0.7)
-  Variables con menores coeficientes en valor absoluto

Los criterios para definir las variables a utilizar son los siguientes:

1. Variables que presenten los coeficientes de correlación más proporcionales, mayor o igual a 0.7 (moderadamente bueno).
2. Variables inversamente proporcionales, es decir las que presenten menores valores negativos de correlación, menor o igual a 0.7.
3. Variables que presenten los menores coeficientes en valor absoluto.

Tabla 24. Variables utilizadas en cada modelo para el análisis de correlación inicial

Variable	Modelo								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Población	X	X	X	X	X	X			
Vehículos Matriculados	X	X	X		X	X	X		
Producción Bruta		X			X	X	X	X	
Actividad Edificadora								X	X
Energía Eléctrica			X	X					
Sociedades				X					
PIB Nacional					X	X	X		
PIB Risaralda						X	X		
IPC Nacional							X		X

Fuente: Elaboración propia.

Para aprobar en primera instancia los modelos, se van a eliminar las variables independientes que posean un nivel de significancia mayor a 0.05 ($p\text{-valor} > 0,05$) así los coeficientes de correlación ajustado R^2 presenten valores altos, de esta manera se van eliminando las variables para obtener un modelo que cumpla satisfactoriamente el nivel de significancia escogido.

Como segunda instancia se van a eliminar los modelos que presenten coeficientes de correlación ajustado R^2 menor a 70% (moderadamente bueno), el cual indica que la variable Y_i es explicada en un 70% o más por la variable X_i , para este estudio.

5.1.1 Modelo 1.

Estación 335 Cerritos-Pereira.

En el modelo obtenido la variable Población no es estadísticamente significativa porque tiene un p-valor = 0,4031 > 0,05, por lo tanto, debe eliminarse del modelo. Solo queda la variable Vehículos Matriculados, la cual no es suficiente para un modelo que permita estimar el TPDs, luego este posible modelo es eliminado.

Estación 435 Pereira-Alcalá.

El modelo obtenido muestra el siguiente nivel de significancia para las variables en estudio:

Población = 0.0021

Vehículos Matriculados = 0.0000

La correlación ajustada para este modelo es = 79,58 %

El coeficiente r^2 ajustado indica que el 79,58 % de los datos del tránsito de esta estación es explicado por el modelo generado.

El modelo generado es:

$$TPD_{PEREIRA\ ALCALÁ} = 1956,0 - 0,00766607 * Población + 0,0548866 * \text{Número de Vehículos Matriculados}$$

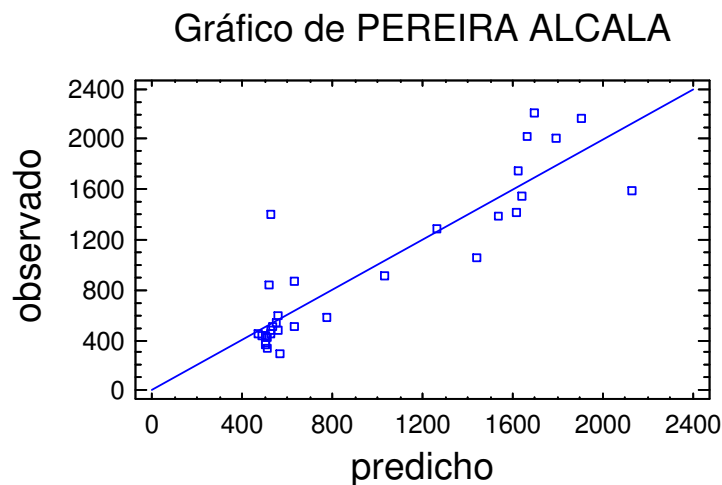


Gráfico 20. Modelo 1 TPD Pereira-Alcalá

El gráfico 20 muestra el mejor modelo de ajuste para la estación de conteo Pereira-Alcalá, después de realizar el análisis estadístico con las variables independientes que le corresponden al modelo 1.

Estación 766 Pereira-Combia.

El modelo obtenido muestra el siguiente nivel de significancia para las variables en estudio:

Población = 0.0000

Vehículos Matriculados = 0.0066

La correlación ajustada para este modelo es = 91,81 %

El coeficiente r^2 ajustado indica que el 91,81 % de los datos del tránsito de esta estación es explicado por el modelo generado.

El modelo generado es:

$$TPD_{PEREIRA\ COMBIA} = -2828,59 + 0,0174971 * Población - 0,0329363 * Número\ de\ Vehículos\ Matriculados$$

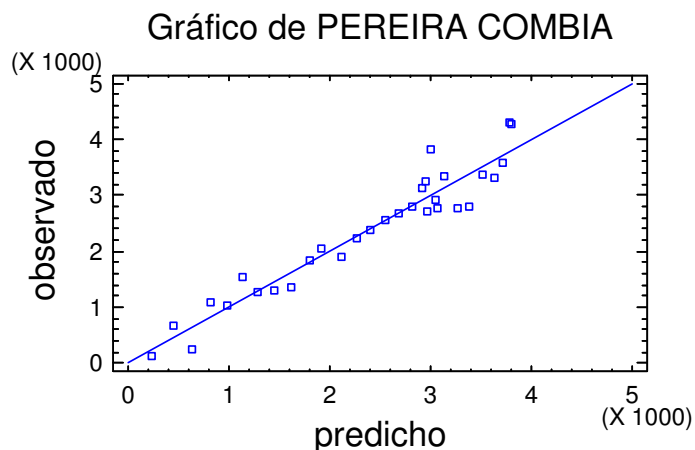


Gráfico 21. Modelo 1 TPD Pereira-Combia

El gráfico 21 muestra el mejor modelo de ajuste para la estación de conteo Pereira-Combia, después de realizar el análisis estadístico con las variables independientes que le corresponden al modelo 1.

Estación 926 Pereira-Dosquebradas.

En el modelo obtenido la variable Población no es estadísticamente significativa porque tiene un p-valor = 0,3122 > 0,05, por lo tanto, debe eliminarse del modelo. Solo queda la variable Vehículos Matriculados, la cual no es suficiente para un modelo que permita estimar el TPDs, luego este posible modelo es eliminado.

5.1.2 Modelo 2.

Estación 335 Cerritos-Pereira.

El modelo obtenido muestra el siguiente nivel de significancia para las variables en estudio:

Población = 0.0276
Vehículos Matriculados = 0.0002
Producción Bruta = 0.0031

La correlación ajustada para este modelo es = 94,85 %

El coeficiente r^2 ajustado indica que el 94,85 % de los datos del tránsito de esta estación es explicado por el modelo generado.

El modelo generado es:

$$TPD_{CERRITOS PEREIRA} = 10851,0 - 0,00000730133 * Producción Bruta - 0,030854 * Población + 0,445804 * Número de Vehículos Matriculados$$

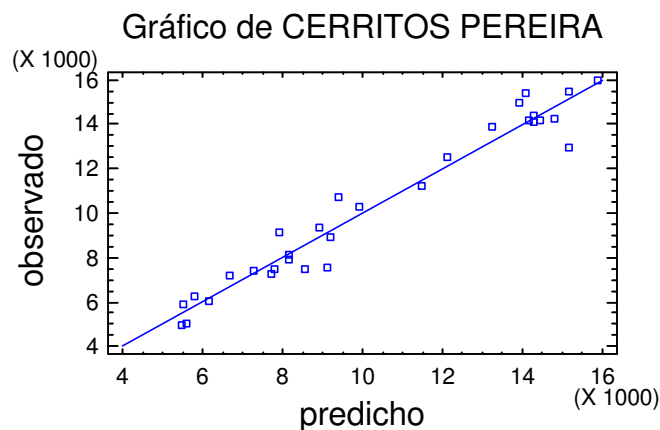


Gráfico 22. Modelo 2 TPD Cerritos-Pereira

El gráfico 22 muestra el mejor modelo de ajuste para la estación de conteo Cerritos-Pereira, después de realizar el análisis estadístico con las variables independientes que le corresponden al modelo 2.

Estación 435 Pereira-Alcalá.

En el modelo obtenido la variable Producción Bruta no es estadísticamente significativa porque tiene el p-valor mas alto de las variables independientes, igual a $0,4611 > 0,05$, por lo tanto, debe eliminarse del modelo, quedando las variables Población y Vehículos Matriculados para volver a generar un modelo en esta estación que ya fue analizado en el modelo 1, cumpliendo con el nivel de significancia y el coeficiente de correlación ajustado.

Estación 766 Pereira-Combia.

En el modelo obtenido la variable Producción Bruta no es estadísticamente significativa porque tiene el p-valor mas alto de las variables independientes, igual a $0,3120 > 0,05$, por lo tanto, debe eliminarse del modelo, quedando las variables Población y Vehículos Matriculados para volver a generar un modelo en esta estación que ya fue analizado en el modelo 1, cumpliendo con el nivel de significancia y el coeficiente de correlación ajustado.

Estación 926 Pereira-Dosquebradas.

En el modelo obtenido la variable Población no es estadísticamente significativa porque tiene el p-valor mas alto de las variables independientes, igual a $0,0598 > 0,05$, por lo tanto, debe eliminarse del modelo, quedando las variables Vehículos Matriculados y Producción Bruta para volver a generar un modelo que muestra a la variable Vehículos Matriculados con el siguiente nivel de significancia de $0,0925 > 0,05$, solo queda la variable Producción Bruta la cual no es suficiente para un modelo que permita estimar el TPDs, luego este posible modelo es eliminado.

5.1.3 Modelo 3.

Estación 335 Cerritos-Pereira.

El modelo obtenido muestra el siguiente nivel de significancia para las variables en estudio:

Vehículos Matriculados = 0,0000
Población = 0,0046

Energía Eléctrica = 0.0001

La correlación ajustada para este modelo es = 96,09 %

El coeficiente r^2 ajustado indica que el 96,09 % de los datos del tránsito de esta estación es explicado por el modelo generado.

El modelo generado es:

$$TPD_{CERRITOS PEREIRA} = 8030,78 + 0,0000213129 * \text{Energía Eléctrica} - 0,0292586 * \text{Población} + 0,212056 * \text{Número de Vehículos Matriculados}$$

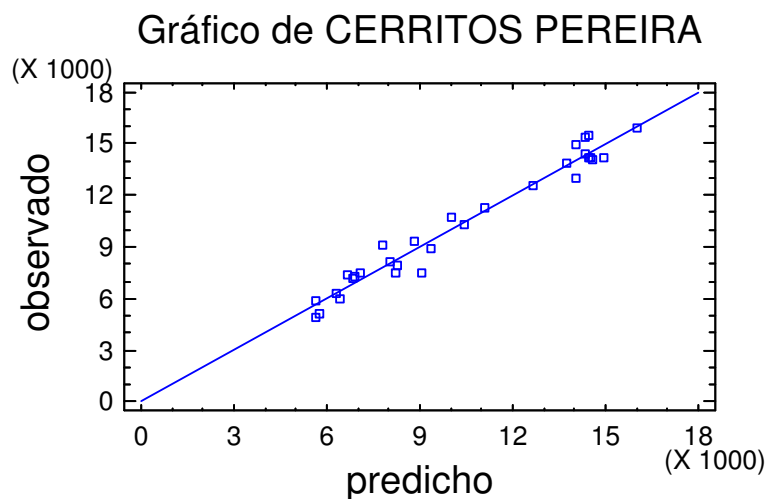


Grafico 23. Modelo 3 TPD Cerritos Pereira

El gráfico 23 muestra el mejor modelo de ajuste para la estación de conteo Cerritos-pereira, después de realizar el análisis estadístico con las variables independientes que le corresponden al modelo 3.

Estación 435 Pereira-Alcalá.

En el modelo obtenido la variable Población no es estadísticamente significativa porque tiene el p-valor más alto de las variables independientes, igual a $0,3479 > 0,05$, por lo tanto, debe eliminarse del modelo, quedando las variables Energía Eléctrica Consumida y Vehículos Matriculados para volver a generar un modelo que muestra siguiente nivel de significancia para las variables en estudio:

Vehículos Matriculados = 0,0000

Energía Eléctrica Consumida = 0,0012

La correlación ajustada para este modelo es = 80,36 %

El coeficiente r^2 ajustado indica que el 80,36 % de los datos del tránsito de esta estación es explicado por el modelo generado.

El modelo generado es:

$$TPD_{PEREIRA\ ALCALA} = 1006,4 + 0,0325909 * \text{Número de Vehículos Matriculados} - 0,00000380997 * \text{Energía Eléctrica}$$

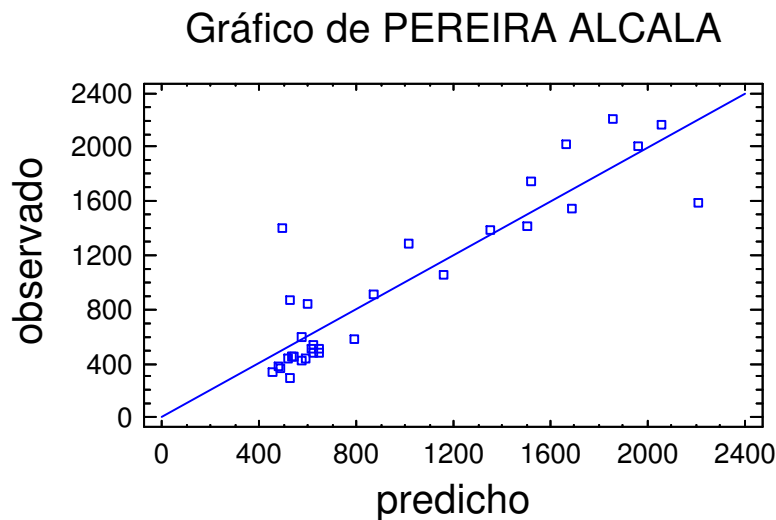


Grafico 24. Modelo 3 TPD Pereira Alcalá

El gráfico 24 muestra el mejor modelo de ajuste para la estación de conteo Pereira-Alcalá, después de realizar el análisis estadístico con las variables independientes que le corresponden al modelo 3.

Estación 766 Pereira-Combia.

En el modelo obtenido la variable Energía Eléctrica Consumida no es estadísticamente significativa porque tiene el p-valor más alto de las variables independientes, igual a $0,4018 > 0,05$, por lo tanto, debe eliminarse del modelo, quedando las variables Vehículos Matriculados y Población para volver a generar un modelo en esta estación que ya fue analizado en el modelo 1, cumpliendo con el nivel de significancia y el coeficiente de correlación ajustado.

Estación 926 Pereira-Dosquebradas.

El modelo obtenido muestra el siguiente nivel de significancia para las variables en estudio:

Vehículos Matriculados = 0,0408

Población = 0,0004

Energía Eléctrica = 0.0000

La correlación ajustada para este modelo es = 62,36 %. Este coeficiente es un valor bajo para el estudio, luego este posible modelo es eliminado.

5.1.4 Modelo 4.

Estación 335 Cerritos-Pereira.

El modelo obtenido muestra el siguiente nivel de significancia para las variables en estudio:

Población = 0,0000

Energía Eléctrica Consumida = 0,0284

Sociedades Constituidas = 0,0006

La correlación ajustada para este modelo es = 93,39 %

El coeficiente r^2 ajustado indica que el 93,39 % de los datos del tránsito de esta estación es explicado por el modelo generado.

El modelo generado es:

$$TPD_{CERRITOS PEREIRA} = -859,349 - 12,0376 * \text{Número de Sociedades} + 0,0333225 * \text{Población} + 0,0000119884 * \text{Energía Eléctrica}$$

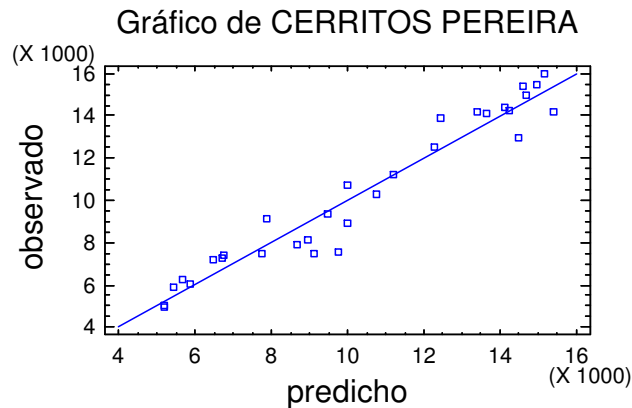


Gráfico 25. Modelo 4 TPD Cerritos-Pereira

El gráfico 25 muestra el mejor modelo de ajuste para la estación de conteo Cerritos-Pereira, después de realizar el análisis estadístico con las variables independientes que le corresponden al modelo 4.

Estación 435 Pereira-Alcalá.

El modelo obtenido muestra el siguiente nivel de significancia para las variables en estudio:

Población = 0,0000

Energía Eléctrica Consumida = 0,0126

Sociedades Constituidas = 0,0392

La correlación ajustada para este modelo es = 75,41 %

El coeficiente r^2 ajustado indica que el 75,41 % de los datos del tránsito de esta estación es explicado por el modelo generado.

El modelo generado es:

$$TPD_{PEREIRA\ ALCALÁ} = -331,297 - 2,24452 * \text{Número de Sociedades} + 0,00940528 * \text{Población} - 0,00000460438 * \text{Energía Eléctrica}$$

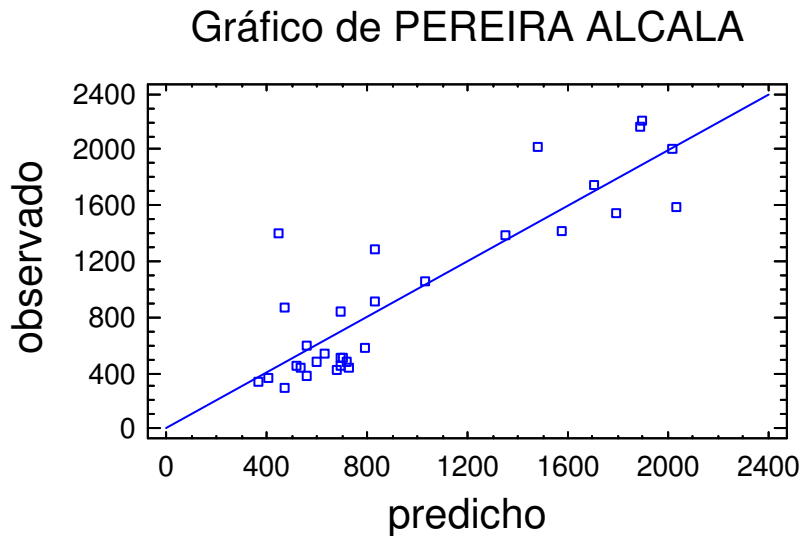


Gráfico 26. Modelo 4 TPD Pereira Alcalá

El gráfico 26 muestra el mejor modelo de ajuste para la estación de conteo Pereira-Alcalá, después de realizar el análisis estadístico con las variables independientes que le corresponden al modelo 4.

Estación 766 Pereira-Combia.

En el modelo obtenido la variable Energía Eléctrica Consumida no es estadísticamente significativa porque tiene el p-valor mas alto de las variables independientes, igual a $0,3985 > 0,05$, por lo tanto, debe eliminarse del modelo, quedando las variables Sociedades Constituidas y Población para volver a generar un modelo que muestra el siguiente nivel de significancia para las variables en estudio:

Población = 0,0000

Sociedades Constituidas = 0,0001

La correlación ajustada para este modelo es = 93,88 %

El coeficiente r^2 ajustado indica que el 93,88 % de los datos del tránsito de esta estación es explicado por el modelo generado.

El modelo generado es:

$$TPD_{PEREIRA\ COMBIA} = -1542,84 + 0,00739443 * Población + 3,7648 * Número\ de\ Sociedades$$

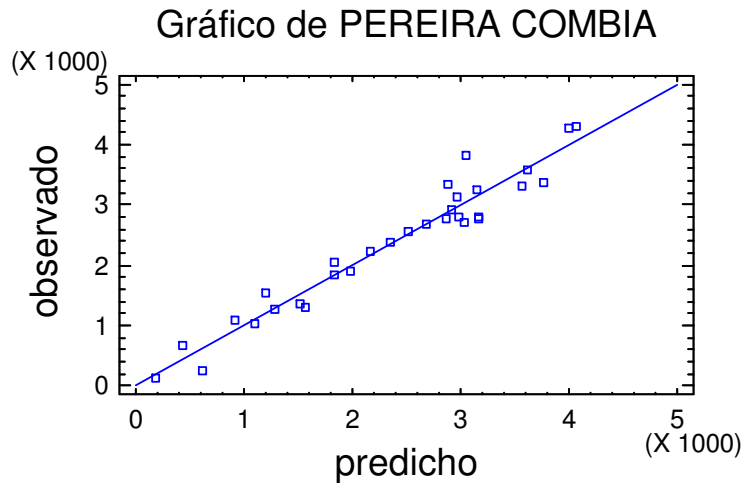


Grafico 27. Modelo 4 TPD Pereira Combia

El gráfico 27 muestra el mejor modelo de ajuste para la estación de conteo Pereira-Combia, después de realizar el análisis estadístico con las variables independientes que le corresponden al modelo 4.

Estación 926 Pereira-Dosquebradas.

En el modelo obtenido la variable Sociedades Constituidas no es estadísticamente significativa porque tiene el p-valor más alto de las variables independientes, igual a $0,6889 > 0,05$, por lo tanto, debe eliminarse del modelo, quedando las variables Energía Eléctrica Consumida y Población para volver a generar un modelo en esta estación que muestra el siguiente nivel de significancia para las variables en estudio:

Población = 0,0000

Energía Eléctrica = 0.0000

La correlación ajustada para este modelo es = 57,51 %. Este coeficiente es un valor bajo para el estudio, luego este posible modelo es eliminado.

5.1.5 Modelo 5.

Estación 335 Cerritos-Pereira.

En el modelo obtenido la variable Producción Bruta no es estadísticamente significativa porque tiene el p-valor mas alto de las variables independientes, igual a $0,3918 > 0,05$, por lo tanto, debe eliminarse del modelo, quedando las variables Vehículos Matriculados, PIB Nacional y Población para volver a generar un

modelo que muestra el siguiente nivel de significancia para las variables en estudio:

Población = 0,0158
PIB Nacional = 0,0001
Vehículos Matriculados = 0,0000

La correlación ajustada para este modelo es = 96,06 %

El coeficiente r^2 ajustado indica que el 96,06 % de los datos del tránsito de esta estación es explicado por el modelo generado.

El modelo generado es:

$$TPD_{CERRITOS PEREIRA} = 9145,01 - 0,0000382779 * PIB Anual Nacional - 0,0212465 * Población + 0,351608 * Número de Vehículos Matriculados$$

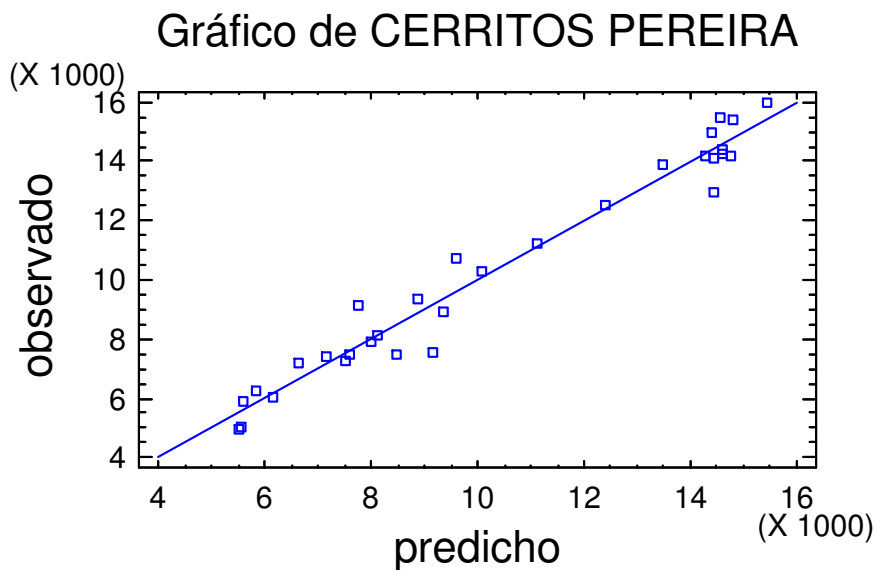


Gráfico 28. Modelo 5 TPD Cerritos-Pereira

El gráfico 28 muestra el mejor modelo de ajuste para la estación de conteo Cerritos-Pereira, después de realizar el análisis estadístico con las variables independientes que le corresponden al modelo 5.

Estación 435 Pereira-Alcalá.

En el modelo obtenido la variable Producción Bruta no es estadísticamente significativa porque tiene el p-valor mas alto de las variables independientes con un valor de $0,6665 > 0,05$, por lo tanto, debe eliminarse del modelo quedando las

variables PIB Nacional, Vehículos Matriculados y Población para volver a generar un modelo que muestra un nivel de significancia para la variable PIB Nacional de $0,2811 > 0,05$, por lo tanto, también debe eliminarse esta variable del modelo, quedando las dos variables restantes para volver a generar un modelo en esta estación que ya fue analizado en el modelo 1, cumpliendo con el nivel de significancia y el coeficiente de correlación ajustado.

Estación 766 Pereira-Combia.

En el modelo obtenido la variable PIB Nacional no es estadísticamente significativa porque tiene el p-valor mas alto de las variables independientes con un valor de $0,7069 > 0,05$, por lo tanto, debe eliminarse del modelo quedando las variables Producción Bruta, Vehículos Matriculados, y Población para volver a generar un modelo que muestra un nivel de significancia para la variable Producción Bruta de $0,3120 > 0,05$, por lo tanto, también debe eliminarse esta variable del modelo, quedando las dos variables restantes para volver a generar un modelo en esta estación que ya fue analizado en el modelo 1, cumpliendo con el nivel de significancia y el coeficiente de correlación ajustado.

Estación 926 Pereira-Dosquebradas.

En el modelo obtenido la variable Producción Bruta no es estadísticamente significativa porque tiene el p-valor mas alto de las variables independientes con un valor de $0,6564 > 0,05$, por lo tanto, debe eliminarse del modelo quedando las variables Vehículos Matriculados, Población y PIB Nacional para volver a generar un modelo que muestra un nivel de significancia para la variable Población de $0,0699 > 0,05$, por lo tanto, también debe eliminarse esta variable del modelo, quedando las dos variables restantes para volver a generar un modelo que muestra el siguiente nivel de significancia para las variables en estudio:

PIB Nacional = 0,0019

Vehículos Matriculados = 0,0174

La correlación ajustada para este modelo es = 34,76 %. Este coeficiente es un valor bajo para el estudio, luego este posible modelo es eliminado.

5.1.6 Modelo 6.

Estación 335 Cerritos-Pereira.

En el modelo obtenido la variable PIB Risaralda no es estadísticamente significativa porque tiene el p-valor mas alto de las variables independientes con un valor de $0,7251 > 0,05$, por lo tanto, debe eliminarse del modelo quedando las

variables Vehículos Matriculados Producción Bruta, PIB Nacional, y Población para volver a generar un modelo que muestra un nivel de significancia para la variable Producción Bruta de $0,3918 > 0,05$, por lo tanto, también debe eliminarse esta variable del modelo, quedando las tres variables restantes para volver a generar un modelo que ya fue analizado y aprobado para esta estación en el modelo anterior.

Estación 435 Pereira-Alcalá.

En el modelo obtenido la variable Producción Bruta no es estadísticamente significativa porque tiene el p-valor mas alto de las variables independientes con un valor de $0,8416 > 0,05$, por lo tanto, debe eliminarse del modelo quedando las variables PIB Nacional, PIB Risaralda, Vehículos Matriculados, y Población para volver a generar un modelo con estas variables que muestra el siguiente nivel de significancia para las variables en estudio:

PIB Nacional = 0,0206
PIB Risaralda = 0,0336
Población = 0,0477
Vehículos Matriculados = 0,0367

La correlación ajustada para este modelo es = 82,37 %

El coeficiente r^2 ajustado indica que el 82,37 % de los datos del tránsito de esta estación es explicado por el modelo generado.

El modelo generado es:

$$TPD_{PEREIRA\ ALCALÁ} = 1728,45 + 0,0000298071 * PIB\ Anual\ Nacional - 0,00135837 * PIB\ Anual\ Risaralda - 0,00636377 * Población + 0,046775 * Número\ de\ Vehículos\ Matriculados$$

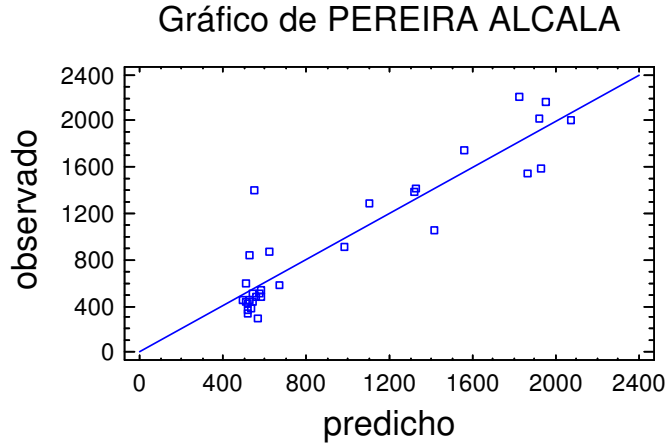


Gráfico 29. Modelo 7 TPD Pereira-Alcalá

El gráfico 29 muestra el mejor modelo de ajuste para la estación de conteo Pereira-Alcalá, después de realizar el análisis estadístico con las variables independientes que le corresponden al modelo 6.

Estación 766 Pereira-Combia.

En el modelo obtenido la variable Producción Bruta no es estadísticamente significativa porque tiene el p-valor mas alto de las variables independientes con un valor de $0,5633 > 0,05$, por lo tanto, debe eliminarse del modelo quedando las variables PIB Nacional, PIB Risaralda, Vehículos Matriculados, y Población para volver a generar un modelo con estas variables que muestra el siguiente nivel de significancia para las variables en estudio:

PIB Nacional = 0,0242
PIB Risaralda = 0,0129
Población = 0,0000
Vehículos Matriculados = 0,0091

La correlación ajustada para este modelo es = 93,20 %

El coeficiente r^2 ajustado indica que el 93,20 % de los datos del tránsito de esta estación es explicado por el modelo generado.

El modelo generado es:

$$TPD_{PEREIRA\ COMBIA} = -3449,25 - 0,0000322574 * PIB\ Anual\ Nacional + 0,00180275 * PIB\ Anual\ Risaralda + 0,0210528 * Población - 0,0667502 * Número\ de\ Vehículos\ Matriculados$$

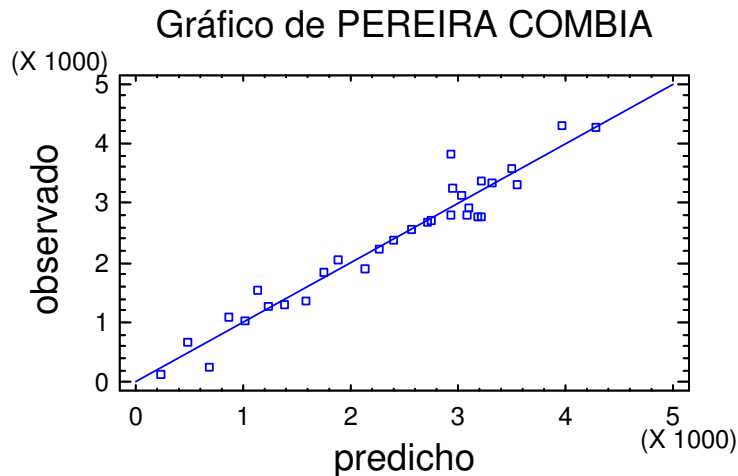


Gráfico 30. Modelo 7 TPD Pereira-Combia

El gráfico 30 muestra el mejor modelo de ajuste para la estación de conteo Pereira-Combia, después de realizar el análisis estadístico con las variables independientes que le corresponden al modelo 6.

Estación 926 Pereira-Dosquebradas.

En el modelo obtenido la variable Producción Bruta no es estadísticamente significativa porque tiene el p-valor mas alto de las variables independientes con un valor de $0,7966 > 0,05$, por lo tanto, debe eliminarse del modelo quedando las variables PIB Nacional, Vehículos Matriculados, Población y PIB Risaralda para volver a generar un modelo que muestra un nivel de significancia para la variable Población de $0,1197 > 0,05$, por lo tanto, también debe eliminarse esta variable del modelo quedando las tres variables restantes para volver a generar un modelo que muestra un nivel de significancia para la variable Vehículos Matriculados de $0,0792 > 0,05$, por lo tanto, también debe eliminarse esta variable del modelo quedando las dos variables restantes para volver a generar un modelo que muestra el siguiente nivel de significancia para las variables en estudio:

Producción Bruta = 0,0120

PIB Nacional = 0,0078

La correlación ajustada para este modelo es = 36,30 %. Este coeficiente es un valor bajo para el estudio, luego este posible modelo es eliminado.

Modelo 7.

Estación 335 Cerritos-Pereira.

En el modelo obtenido la variable IPC Nacional no es estadísticamente significativa porque tiene el p-valor mas alto de las variables independientes, igual a $0,6407 > 0,05$, por lo tanto, debe eliminarse del modelo, quedando las variables Vehículos Matriculados, PIB Nacional, PIB Risaralda y Producción Bruta para volver a generar un modelo que muestra un nivel de significancia para la variable IPC Nacional de $0,7094 > 0,05$, por lo tanto, también debe eliminarse esta variable del modelo quedando las tres variables restantes para volver a generar un modelo que muestra el siguiente nivel de significancia para las variables en estudio:

Producción Bruta = 0,0168
PIB Nacional = 0,0006
Vehículos Matriculados = 0,0000

La correlación ajustada para este modelo es = 96,04 %

El coeficiente r^2 ajustado indica que el 96,04 % de los datos del tránsito de esta estación es explicado por el modelo generado.

El modelo generado es:

$$TPD_{CERRITOS PEREIRA} = 5298,65 + 0,170236 * \text{Número de Vehículos Matriculados} + 0,00000663584 * \text{Producción Bruta} - 0,0000590256 * \text{PIB Anual Nacional}$$

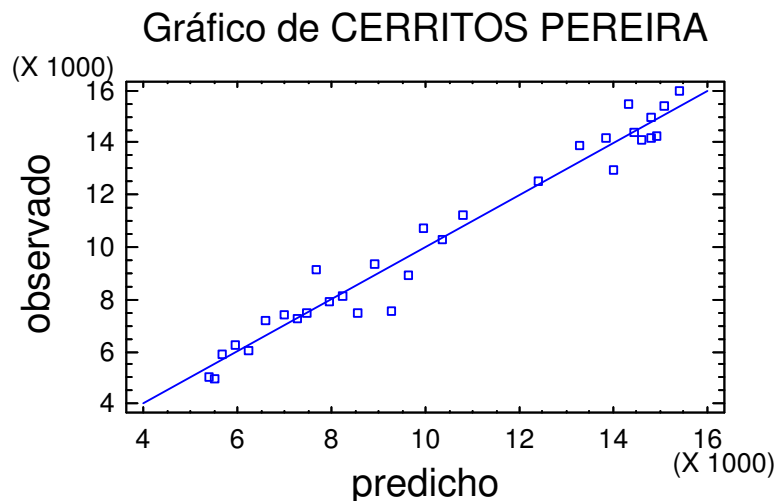


Gráfico 31. Modelo 7 TPD Cerritos-Pereira

El gráfico 31 muestra el mejor modelo de ajuste para la estación de conteo Cerritos-Pereira, después de realizar el análisis estadístico con las variables independientes que le corresponden al modelo 7.

Estación 435 Pereira-Alcalá.

En el modelo obtenido la variable Vehículos Matriculados no es estadísticamente significativa porque tiene el p-valor mas alto de las variables independientes con un valor de $0,8354 > 0,05$, por lo tanto, debe eliminarse del modelo quedando las variables PIB Nacional, IPC Nacional, PIB Risaralda y Producción Bruta para volver a generar un modelo que muestra un nivel de significancia para la variable IPC Nacional de $0,4107 > 0,05$, por lo tanto, también debe eliminarse esta variable del modelo quedando las tres variables restantes para volver a generar un modelo que muestra un nivel de significancia para la variable Producción Bruta de $0,1332 > 0,05$, por lo tanto, también debe eliminarse esta variable del modelo quedando las dos variables restantes para volver a generar un modelo que muestra a la variable PIB Risaralda con un p-valor = $0,1053 > 0,05$, por lo tanto, debe eliminarse del modelo. Solo queda la variable PIB Nacional, la cual no es suficiente para un modelo que permita estimar el TPDs, luego este posible modelo es eliminado.

Estación 766 Pereira-Combia.

En el modelo obtenido la variable PIB Nacional no es estadísticamente significativa porque tiene el p-valor mas alto de las variables independientes, igual a $0,6617 > 0,05$, por lo tanto, debe eliminarse del modelo, quedando las variables Vehículos Matriculados, PIB Risaralda, IPC Nacional y Producción Bruta para volver a generar un modelo que muestra un nivel de significancia para la variable IPC Nacional de $0,0882 > 0,05$, por lo tanto, también debe eliminarse esta variable del modelo quedando las tres variables restantes para volver a generar un modelo que muestra el siguiente nivel de significancia para las variables en estudio:

Producción Bruta = 0,0012
PIB Risaralda = 0,0465
Vehículos Matriculados = 0,0000

La correlación ajustada para este modelo es = 88,20 %

El coeficiente r^2 ajustado indica que el 88,20 % de los datos del tránsito de esta estación es explicado por el modelo generado.

El modelo generado es:

$$TPD_{PEREIRA\ COMBIA} = 440,387 + 0,104795 * \text{Número de Vehículos Matriculados} - 0,00000505518 * \text{Producción Bruta} + 0,000834965 * \text{PIB Anual Risaralda}$$

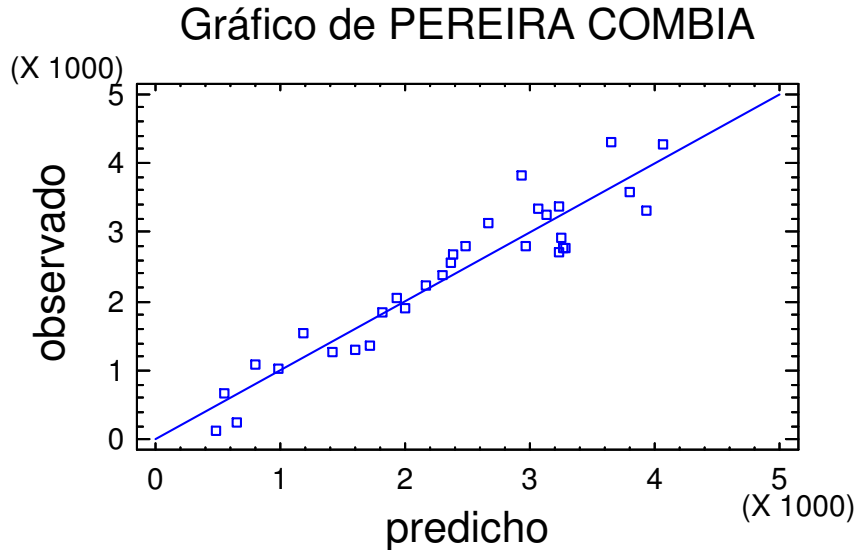


Gráfico 32. Modelo 7 TPD Pereira-Combia

El gráfico 32 muestra el mejor modelo de ajuste para la estación de conteo Pereira-Combia, después de realizar el análisis estadístico con las variables independientes que le corresponden al modelo 7.

Estación 926 Pereira-Dosquebradas.

En el modelo obtenido la variable Vehículos Matriculados no es estadísticamente significativa porque tiene el p-valor mas alto de las variables independientes, igual a $0,9284 > 0,05$, por lo tanto, debe eliminarse del modelo, quedando las variables PIB Risaralda, PIB Nacional, IPC Nacional y Producción Bruta para volver a generar un modelo que muestra un nivel de significancia para la variable PIB Risaralda de $0,3017 > 0,05$, por lo tanto, también debe eliminarse esta variable del modelo quedando las tres variables restantes para volver a generar un modelo que muestra el siguiente nivel de significancia para las variables en estudio:

Producción Bruta = 0,0100
 PIB Nacional = 0,0237
 IPC Nacional = 0,0036

La correlación ajustada para este modelo es = 55,14 %. Este coeficiente es un valor bajo para el estudio, luego este posible modelo es eliminado.

5.1.8 Modelo 8.

Estación 335 Cerritos-Pereira.

En el modelo obtenido la variable Actividad Edificadora no es estadísticamente significativa porque tiene el p-valor más alto de las variables independientes, igual a $0,3941 > 0,05$, por lo tanto, debe eliminarse del modelo, solo queda la variable Producción Bruta la cual no es suficiente para un modelo que permita estimar el TPDs, luego este posible modelo es eliminado.

Estación 435 Pereira-Alcalá.

En el modelo obtenido la variable Actividad Edificadora no es estadísticamente significativa porque tiene el p-valor más alto de las variables independientes, igual a $0,3487 > 0,05$, por lo tanto, debe eliminarse del modelo, solo queda la variable Producción Bruta la cual no es suficiente para un modelo que permita estimar el TPDs, luego este posible modelo es eliminado.

Estación 766 Pereira-Combia.

En el modelo obtenido la variable Actividad Edificadora no es estadísticamente significativa porque tiene el p-valor más alto de las variables independientes, igual a $0,0605 > 0,05$, por lo tanto, debe eliminarse del modelo, solo queda la variable Producción Bruta la cual no es suficiente para un modelo que permita estimar el TPDs, luego este posible modelo es eliminado.

Estación 926 Pereira-Dosquebradas.

En el modelo obtenido la variable Actividad Edificadora no es estadísticamente significativa porque tiene el p-valor más alto de las variables independientes, igual a $0,5392 > 0,05$, por lo tanto, debe eliminarse del modelo, solo queda la variable Producción Bruta la cual no es suficiente para un modelo que permita estimar el TPDs, luego este posible modelo es eliminado.

5.1.9 Modelo 9.

Estación 335 Cerritos-Pereira.

En el modelo obtenido la variable Actividad Edificadora no es estadísticamente significativa porque tiene el p-valor más alto de las variables independientes, igual a $0,1399 > 0,05$, por lo tanto, debe eliminarse del modelo, solo queda la variable IPC Nacional la cual no es suficiente para un modelo que permita estimar el TPDs, luego este posible modelo es eliminado.

Estación 435 Pereira-Alcalá.

En el modelo obtenido la variable Actividad Edificadora no es estadísticamente significativa porque tiene el p-valor más alto de las variables independientes, igual a $0,7043 > 0,05$, por lo tanto, debe eliminarse del modelo, solo queda la variable IPC Nacional la cual no es suficiente para un modelo que permita estimar el TPDs, luego este posible modelo es eliminado.

Estación 766 Pereira-Combia.

El modelo obtenido muestra el siguiente nivel de significancia para las variables en estudio:

Actividad Edificadora = 0,0334
IPC Nacional = 0,0019

La correlación ajustada para este modelo es = 35,37 %. Este coeficiente es un valor bajo para el estudio, luego este posible modelo es eliminado.

Estación 926 Pereira-Dosquebradas.

En el modelo obtenido la variable Actividad Edificadora no es estadísticamente significativa porque tiene el p-valor más alto de las variables independientes, igual a $0,6208 > 0,05$, por lo tanto, debe eliminarse del modelo, solo queda la variable IPC Nacional la cual no es suficiente para un modelo que permita estimar el TPDs, luego este posible modelo es eliminado.

5.2 MEDIDA DE CORRELACIÓN PARCIAL

Utilizando el paquete estadístico Statgraphics Plus, se realiza la matriz con la correlación parcial de todas y cada una de las variables estudiadas, esta matriz se presenta a continuación:

Tabla 25. Matriz de correlación parcial

VARIABLES	Población	Vehículos Matriculados	Producción Bruta	Actividad Edificadora	Energía Eléctrica	Sociedades	PIB Nacional	PIB Risaralda	IPC Nacional
Población	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Vehículos Matriculados	0,7557	1	-	-	-	-	-	-	-
Producción Bruta	-0,5004	0,4953	1	-	-	-	-	-	-
Actividad Edificadora	-0,0403	-0,1729	0,04260	1	-	-	-	-	-
Energía Eléctrica	0,0850	0,4922	0,26317	0,2276	1	-	-	-	-
Sociedades	0,4491	-0,4438	-0,30202	0,1809	0,5025	1	-	-	-
PIB Nacional	0,2038	0,1365	0,43015	0,2308	-0,6659	0,3798	1	-	-
PIB Risaralda	-0,1493	-0,0364	0,01144	-0,1876	0,2710	-0,0363	0,8005	1	-
IPC Nacional	0,0383	-0,0599	0,20344	0,0697	-0,0528	0,2436	-0,3784	0,2802	1

Variables con coeficientes mayor y menor

El criterio para definir las variables que harán parte de los modelos, es seleccionar aquellas que presenten el mayor y el menor coeficiente de correlación, en este caso, Producción Bruta, PIB Nacional y PIB Risaralda son las variables que generan el modelo 10.

Tabla 26. Variables utilizadas en el modelo para el análisis de correlación parcial

<i>Variable</i>	<i>Modelo</i>
	10
Población	
Vehículos Matriculados	
Producción Bruta	X
Actividad Edificadora	
Energía Eléctrica	
Sociedades	
PIB Nacional	X
PIB Risaralda	X
IPC Nacional	

Fuente: Elaboración propia.

5.2.1 Modelo 10.

Estación 335 Cerritos-Pereira.

En el modelo obtenido la variable PIB Risaralda no es estadísticamente significativa porque tiene el p-valor más alto de las variables independientes, igual a $0,5021 > 0,05$, por lo tanto, debe eliminarse del modelo, quedando las dos variables restantes para volver a generar un modelo que muestra el siguiente nivel de significancia para las variables en estudio:

PIB Nacional = 0.0001
Producción Bruta = 0.0000

La correlación ajustada para este modelo es = 89,80 %

El coeficiente r^2 ajustado indica que el = 89,80 % de los datos del tránsito de esta estación es explicado por el modelo generado.

El modelo generado es:

$$TPD_{CERRITOS PEREIRA} = 7082,18 - 0,0000990518 * PIB \text{ Anual Nacional} + 0,0000188807 * Producción Bruta$$

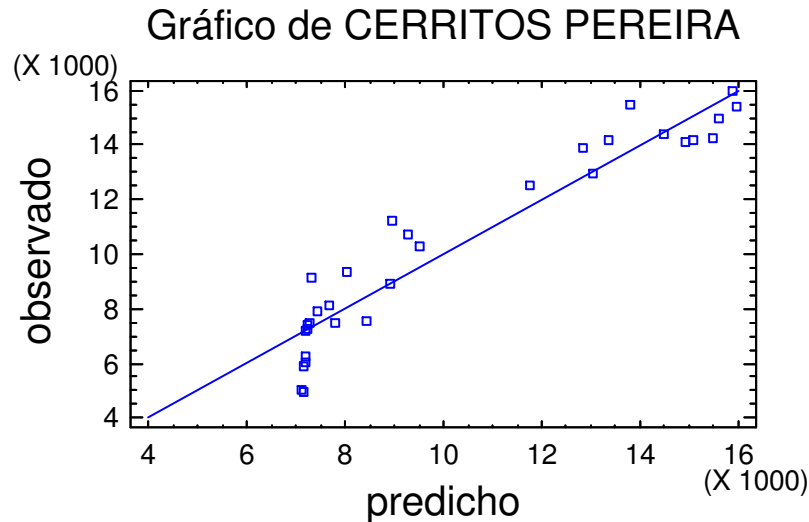


Gráfico 33. Modelo 9 TPD Cerritos-Pereira

El gráfico 33 muestra el mejor modelo de ajuste para la estación de conteo Cerritos-Pereira, después de realizar el análisis estadístico con las variables independientes que le corresponden al modelo 10.

Estación 435 Pereira-Alcalá.

En el modelo obtenido la variable Producción Bruta no es estadísticamente significativa porque tiene el p-valor mas alto de las variables independientes, igual a $0,1332 > 0,05$, por lo tanto, debe eliminarse del modelo, quedando las variables PIB Risaralda, PIB Nacional, para volver a generar un modelo que muestra un nivel de significancia para la variable PIB Risaralda de $0,1053 > 0,05$, por lo tanto, también debe eliminarse esta variable del modelo, solo queda la variable PIB Nacional la cual no es suficiente para un modelo que permita estimar el TPDs, luego este posible modelo es eliminado.

Estación 766 Pereira-Combia.

En el modelo obtenido la variable Producción Bruta no es estadísticamente significativa porque tiene el p-valor mas alto de las variables independientes, igual a $0,2479 > 0,05$, por lo tanto, debe eliminarse del modelo, quedando las variables PIB Risaralda, PIB Nacional, para volver a generar un modelo que muestra un nivel de significancia para la variable PIB Nacional de $0,0861 > 0,05$, por lo tanto, también debe eliminarse esta variable del modelo, solo queda la variable PIB Risaralda la cual no es suficiente para un modelo que permita estimar el TPDs, luego este posible modelo es eliminado.

Estación 926 Pereira-Dosquebradas.

En el modelo obtenido la variable PIB Risaralda no es estadísticamente significativa porque tiene el p-valor mas alto de las variables independientes, igual a $0,0847 > 0,05$, por lo tanto, debe eliminarse del modelo, quedando las variables, Producción Bruta, PIB Nacional, para volver a generar un modelo que muestra el siguiente nivel de significancia para las variables en estudio:

PIB Nacional = 0.0015

Producción Bruta = 0.0043

La correlación ajustada para este modelo es = 89,80 %. Este coeficiente es un valor bajo para el estudio, luego este posible modelo es eliminado.

5.3 ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES

El objetivo de realizar un análisis de componentes principales es reconocer que variables son redundantes en el análisis, de esta manera lograr reducir el número de variables para así generar un modelo de crecimiento del tránsito con las variables más representativas que tendrán un carácter adimensional e independientes entre ellas.

Este análisis de componentes principales se realiza con la ayuda del programa Statgraphics Plus y los resultados obtenidos son los siguientes:

Tabla 27. Análisis de componentes principales

Componente Número	Valor Propio	Porcentaje de Varianza	Porcentaje Acumulado
1	6,57140	73,016	73,016
2	1,38119	15,347	88,362
3	0,72456	8,051	96,413
4	0,16915	1,879	98,292
5	0,13629	1,514	99,807
6	0,01255	0,139	99,946
7	0,00302	0,034	99,98
8	0,00113	0,013	99,992
9	0,00071	0,008	100

La influencia de los componentes uno, dos y tres (96,413 %) permiten escogerlos como variables adimensionales para el análisis y realizar el Undécimo modelo de regresión lineal múltiple.

Se observa en el gráfico 34 la influencia que tiene la varianza en cada una de las componentes y como disminuye de acuerdo a su importancia.

Gráfico de Sedimentación

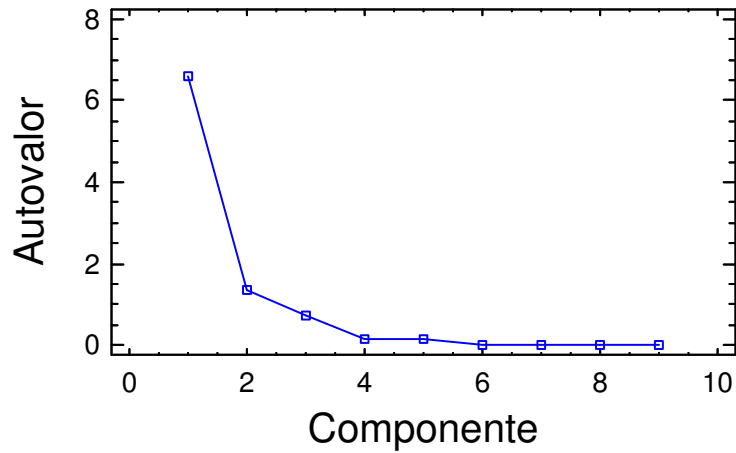


Gráfico 34. Influencia de cada componente

El gráfico 34 muestra el análisis de variabilidad en los datos originales de las variables, en este caso 9 componentes que juntos explican el 100% de la variabilidad.

Diagrama de dispersión

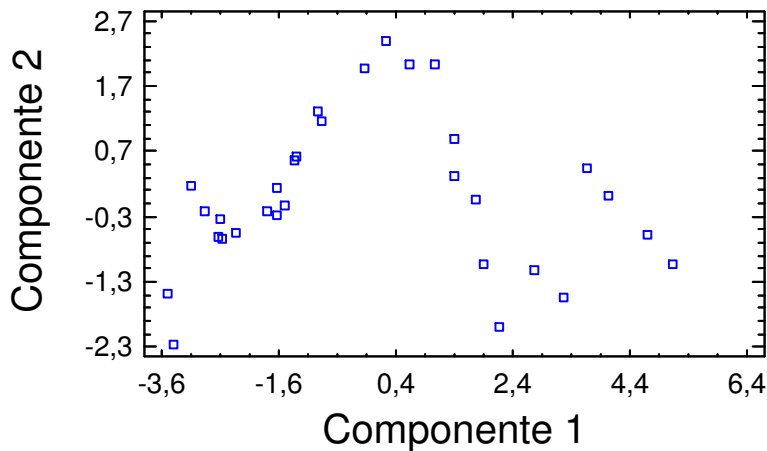


Gráfico 35. Dispersión de los componentes

El gráfico 35 muestra el trazado de los pesos de los componentes principales para obtener las ecuaciones de cada uno de ellos.

Tabla 28. Pesos de las variables en cada componente

Variables	Componentes								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Población	0,38052	0,10289	0,18266	-0,06693	-0,06924	-0,80342	0,10287	0,37092	-0,09129
Vehículos Matriculados	0,38670	-0,04560	0,08905	-0,20553	-0,00079	-0,19432	-0,33855	-0,80253	-0,04221
Producción Bruta	0,37673	-0,18867	-0,06149	-0,21051	0,19883	0,28991	-0,63727	0,44873	-0,20816
Actividad Edificadora	0,13109	0,54945	-0,79996	-0,17016	-0,10558	-0,02811	0,00050	-0,00617	-0,00721
Energía Eléctrica	0,31127	0,35876	0,42208	-0,35743	-0,48906	0,40952	0,20447	0,07685	0,11788
Sociedades	0,27518	0,52097	0,21209	0,70596	0,27596	0,13409	-0,11494	-0,03703	-0,02836
PIB Nacional	0,37311	-0,20696	-0,12748	-0,02110	0,31556	0,04970	0,19010	0,04751	0,81291
PIB Risaralda	0,37413	-0,19862	-0,10735	-0,05997	0,33066	0,20189	0,61443	-0,08605	-0,52003
IPC Nacional	-0,30783	0,40921	0,25314	-0,49983	0,64829	-0,05484	0,00335	-0,00549	0,02343

La tabla 28 muestra las ecuaciones de los componentes principales. Por ejemplo, la ecuación para el componente principal número 1 sería:

$$0,380518 * \text{Población} + 0,386704 * \text{Número de Vehículos Matriculados} + 0,376734 * \text{Producción Bruta} + 0,131088 * \text{Actividad Edificadora} + 0,31127 * \text{Energía Eléctrica} + 0,275176 * \text{Número de Sociedades} + 0,37311 * \text{PIB Anual Nacional} + 0,374126 * \text{PIB Anual Risaralda} - 0,307833 * \text{IPC Nacional}$$

Con los pesos obtenidos en la tabla 29 se obtienen las nuevas variables adimensionales extrayendo solo los componentes que tienen más efecto en la conformación del modelo. Las variables que mayor peso tienen en los componentes, corresponden a Vehículos Matriculados y Actividad Edificadora.

Tabla 29. Valores de los componentes principales para cada año

Fila	Componentes		
	1	2	3
1	-3,4129	-2,2479	-0,6228
2	-3,5026	-1,4785	-0,3327
3	-3,1152	0,1838	-2,1362
4	-2,5735	-0,6497	-1,0257
5	-2,8544	-0,2202	-0,1883
6	-2,5996	-0,3313	-0,1033
7	-2,6470	-0,6132	0,2179
8	-2,3261	-0,5435	0,4931
9	-1,8122	-0,2335	-0,8974
10	-1,6353	-0,2774	0,3955
11	-1,6356	0,1328	0,3507
12	-1,4998	-0,1208	0,6327
13	-1,3330	0,5727	0,2715
14	-1,3024	0,6130	1,1413
15	-0,8657	1,1600	0,4466
16	-0,9214	1,3083	1,1955
17	-0,1236	1,9786	0,4495
18	0,2458	2,3895	-0,6081
19	0,6271	2,0330	-0,1690
20	1,0556	2,0170	-0,5075
21	1,3926	0,8934	0,7468
22	1,4141	0,3132	1,1650
23	1,7748	-0,0408	0,2171
24	1,9086	-1,0183	0,8468
25	2,1669	-2,0044	1,2616
26	2,7561	-1,1121	-0,0238
27	3,6785	0,4462	-0,8665
28	3,2513	-1,5336	0,7269
29	4,0494	0,0106	-1,9309
30	4,6923	-0,5940	-0,5399
31	5,1475	-1,0329	-0,6066

5.3.1 Modelo 11.

Estación 335 Cerritos-Pereira.

En el modelo obtenido la variable Componente 2 no es estadísticamente significativa porque tiene un p-valor = 0,6240 > 0,05, por lo tanto, debe eliminarse del modelo, quedando las otras dos componentes para volver a generar un modelo que muestra el siguiente nivel de significancia para las variables en estudio:

Componente 1 = 0.0000

Componente 2 = 0.0242

La correlación ajustada para este modelo es = 91,17 %

El coeficiente r^2 ajustado indica que el 91,17 % de los datos del tránsito de esta estación es explicado por el modelo generado.

El modelo generado es:

$$TPD_{CERRITOS PEREIRA} = 10335,9 + 1325,64 * COMPONENTE_1 + 544,009 * COMPONENTE_3$$

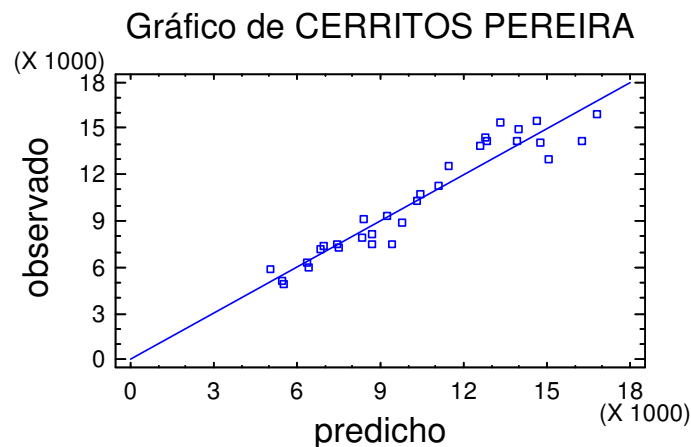


Gráfico 35. Modelo 10 TPD Cerritos-Pereira

El gráfico 35 muestra el mejor modelo de ajuste para la estación de conteo Cerritos-Pereira, después de realizar el análisis estadístico con las variables independientes que le corresponden al modelo 11.

Estación 435 Pereira-Alcalá.

En el modelo obtenido la variable Componente 3 no es estadísticamente significativa porque tiene un p-valor = 0,4645 > 0,05, por lo tanto, debe eliminarse del modelo, quedando las otras dos componentes para volver a generar un modelo que el siguiente nivel de significancia para las variables en estudio:

Componente 1 = 0.0000

Componente 2 = 0.0005

La correlación ajustada para este modelo es = 80,13 %

El coeficiente r^2 ajustado indica que el 80,13 % de los datos del tránsito de esta estación es explicado por el modelo generado.

El modelo generado es:

$$TPD_{PEREIRA\ ALCALÁ} = 959,032 + 203,556*COMPONENTE_1 - 168,022*COMPONENTE_2$$

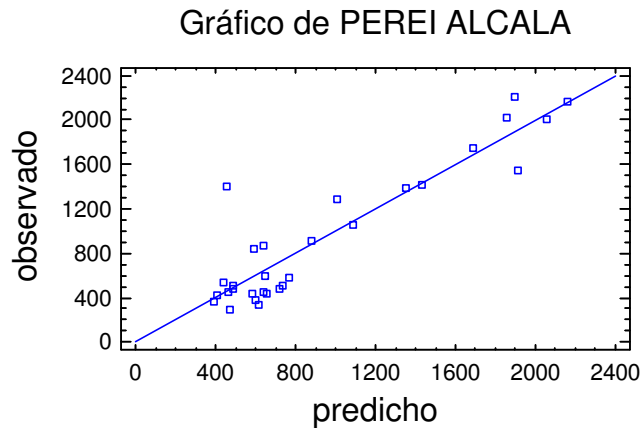


Gráfico 36. Modelo 10 TPD Pereira-Alcalá

El gráfico 36 muestra el mejor modelo de ajuste para la estación de conteo Pereira-Alcalá, después de realizar el análisis estadístico con las variables independientes que le corresponden al modelo 11.

Estación 766 Pereira-Combia.

El modelo obtenido muestra el siguiente nivel de significancia para las variables en estudio:

Componente 1 = 0.0000

Componente 2 = 0.0000
 Componente 3 = 0,0007

La correlación ajustada para este modelo es = 93,99 %

El coeficiente r^2 ajustado indica que el = 79,6251 % de los datos del tránsito de esta estación es explicado por el modelo generado.

El modelo generado es:

$$TPD_{PEREIRA\ COMBIA} = 2366,16 + 393,909 * COMPONENTE_1 + 281,958 * COMPONENTE_2 + 222,57 * COMPONENTE_3$$

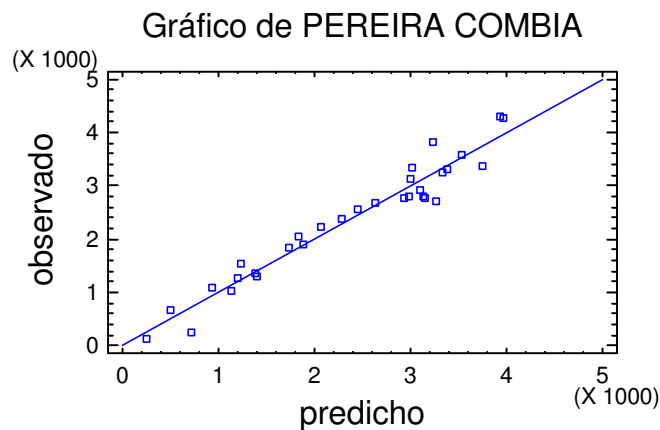


Gráfico 37. Modelo 10 TPD Pereira-Combia

El gráfico 37 muestra el mejor modelo de ajuste para la estación de conteo Pereira-Combia, después de realizar el análisis estadístico con las variables independientes que le corresponden al modelo 11.

Estación 926 Pereira-Dosquebradas.

En el modelo obtenido la variable Componente 3 no es estadísticamente significativa porque tiene el p-valor más alto de las variables independientes, igual a 0,0864 > 0,05, por lo tanto, debe eliminarse del modelo quedando las otras dos componentes para volver a generar un modelo que muestra el siguiente nivel de significancia para las variables en estudio:

Componente 1 = 0,0148
 Componente 2 = 0,0066

La correlación ajustada para este modelo es = 30,81 %. Este coeficiente es un valor bajo para el estudio, luego este posible modelo es eliminado.

6. RESUMEN DE LOS MODELOS ACEPTADOS UTILIZANDO COMO CRITERIO EL NIVEL DE SIGNIFICANCIA Y EL COEFICIENTE DE CORRELACIÓN AJUSTADO

Tabla 30. Modelos aceptados

<i>Estación</i>	<i>Modelo</i>										
	1	2	3	4	5	6	7	10	11		
335 Cerritos-Pereira		X	X	X	X		X	X	X		
435 Pereira-Alcalá	X		X	X		X			X		
766 Pereira-Combia	X			X		X	X		X		
926 Pereira-Dosquebradas											

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 30 se puede analizar que la estación 335 Cerritos-Pereira cumplió con los criterios de aceptación en el 63,64% del total de los posibles modelos, seguido de las estaciones 435 Pereira-Alcalá y 766 Pereira-Combia con un 45,45% de participación en los posibles modelos. La estación 926 Pereira-Dosquebradas no cumplió con los dos criterios de aceptación en ninguno de los posibles modelos, cabe recordar que en algunos modelos esta estación si cumplió con el nivel de significancia, pero los valores del coeficiente de correlación ajustada indicaban poca relación entre esta estación y las variables independientes correspondientes a cada posible modelo para este estudio.

Tabla 31. Relación de los modelos con las estaciones y las variables correspondientes.

Variable	Estación		
	335 CERRITOS- PEREIRA	435 PEREIRA- ALCALÁ	766 PEREIRA- COMBIA
Población	2, 3, 4 y 5	1, 4, y 6	1, 4 y 6
Vehículos Matriculados	2, 3, 5, 7 y 11	1, 3, 6 y 11	1, 6, 7 y 11
Producción Bruta	2, 7 Y 10		7
Actividad Edificadora	11	11	11
Energía Eléctrica	3	3	
Sociedades	4	4	4
PIB Nacional	5, 7 y 10	6	6
PIB Risaralda		6	6 y 7
IPC Nacional			

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 31 se puede analizar que las variables independientes que tuvieron relación significativa en las tres estaciones representativas fueron todas excepción de IPC Nacional, siendo la variable Número de Vehículos Matriculados la de mayor participación con trece posibles modelos repartidos en las tres estaciones. La variable independiente IPC Nacional es la única que no presento relación significativa para los posibles modelos en ninguna estación, posiblemente por redundancia con otra variable económica.

7. APLICACIÓN DE LOS MODELOS

Utilizando el paquete estadístico Statgraphics Plus, se obtienen los valores previstos de todas las estaciones para cada uno de los modelos aceptados con el criterio de nivel de significancia en primera instancia, y correlación ajustada en segunda instancia.

Al final de cada tabla se observara el Error Típico para cada modelo. El modelo que presente el menor Error Típico en cada una de las estaciones en estudio, se escogerá finalmente como el modelo con mejor comportamiento.

7.1 ESTACIÓN 335 CERRITOS-PEREIRA

Tabla 32. Aplicación de los modelos para la estación Cerritos-Pereira

AÑO	335 CERRITOS- PEREIRA	MODELO 2	MODELO 3	MODELO 4	MODELO 5	MODELO 7	MODELO 10	MODELO 11
1975	5065	5604	5743	5201	5560	5386	7124	5473
1976	4935	5483	5642	5215	5515	5513	7159	5512
1977	5867	5525	5615	5454	5590	5686	7169	5044
1978	6283	5783	6271	5687	5839	5948	7193	6366
1979	6026	6161	6407	5880	6179	6247	7205	6449
1980	7185	6695	6830	6488	6636	6598	7205	6834
1981	7419	7296	6652	6768	7154	6986	7232	6945
1982	7278	7711	6886	6724	7518	7289	7238	7521
1983	7491	7787	7094	7759	7619	7472	7265	7445
1984	9152	7930	7793	7900	7776	7684	7305	8383
1985	7887	8153	8286	8688	8016	7942	7451	8358
1986	8102	8167	8052	8974	8132	8223	7692	8692
1987	7470	8566	8211	9106	8495	8542	7785	8717
1988	9375	8908	8793	9495	8860	8918	8054	9230
1989	7526	9108	9071	9741	9145	9294	8445	9431
1990	8903	9212	9353	9982	9368	9660	8926	9765
1991	10729	9382	10028	10006	9597	9977	9275	10417
1992	10273	9936	10432	10775	10085	10376	9528	10331
1993	11227	11499	11126	11192	11118	10801	8965	11075
1994	12547	12133	12685	12280	12382	12391	11775	11459
1995	13904	13255	13737	12445	13485	13278	12828	12588
1996	14161	14158	14461	13419	14261	13854	13364	12844
1997	14365	14270	14333	14100	14610	14444	14497	12807
1998	15371	14066	14341	14599	14801	15069	15969	13327
1999	14165	14431	14542	15386	14773	14796	15075	13895
2000	14964	13935	14012	14664	14410	14797	15592	13977
2001	14110	14284	14602	13634	14423	14615	14933	14741
2002	12958	15150	14045	14485	14456	14000	13026	15041
2003	15503	15168	14433	14974	14562	14309	13785	14654
2004	14220	14792	14932	14221	14617	14901	15466	16263
2005	15951	15866	16004	15168	15430	15417	15886	16830
ERROR TÍPICO		765	671	862	674	675	1069	1002

7.2 ESTACIÓN 435 PEREIRA-ALCALÁ

Tabla 33. Aplicación de los modelos para la estación Pereira-Alcalá

AÑO	435 PEREIRA- ALCALÁ	MODELO 1	MODELO 3	MODELO 4	MODELO 6	MODELO 11
1975	873	633	529	475	621	642
1976	290	569	526	475	568	494
1977	457	525	534	516	531	294
1978	342	508	456	372	518	544
1979	361	507	490	405	517	415
1980	1406	525	496	448	550	486
1981	538	554	623	634	581	523
1982	478	559	646	599	585	577
1983	484	525	621	723	556	629
1984	442	501	522	535	541	673
1985	381	504	481	559	534	604
1986	451	469	546	693	492	674
1987	440	486	594	727	513	591
1988	423	509	575	681	523	591
1989	838	524	597	693	529	588
1990	516	539	619	705	546	552
1991	592	560	578	557	511	601
1992	510	632	650	697	573	608
1993	587	778	795	791	669	745
1994	906	1030	872	829	984	835
1995	1284	1265	1017	836	1102	1092
1996	1057	1438	1157	1033	1415	1194
1997	1390	1535	1351	1355	1320	1327
1998	1418	1615	1501	1579	1332	1519
1999	1746	1621	1521	1704	1561	1737
2000	1545	1638	1686	1796	1860	1707
2001	2015	1664	1663	1481	1917	1633
2002	2208	1698	1856	1896	1826	1879
2003	2006	1795	1962	2019	2074	1782
2004	2160	1901	2059	1886	1951	2014
2005	1586	2125	2206	2033	1930	2180
ERROR TÍPICO		247	243	261	226	244

7.3 ESTACIÓN 766 PEREIRA-COMBIA

Tabla 34. Aplicación de los modelos para la estación Pereira-Combia

AÑO	766 PEREIRA-COMBIA	MODELO 1	MODELO 4	MODELO 6	MODELO 7	MODELO 11
1975	119	236	185	241	483	249
1976	670	445	441	476	545	496
1977	252	641	624	686	649	715
1978	1086	818	909	863	801	941
1979	1025	985	1102	1019	982	1138
1980	1526	1139	1200	1129	1191	1226
1981	1257	1284	1285	1240	1417	1199
1982	1303	1442	1558	1387	1606	1406
1983	1363	1622	1514	1581	1710	1387
1984	1834	1795	1827	1755	1824	1732
1985	2037	1915	1833	1884	1927	1837
1986	1889	2125	1987	2132	2004	1882
1987	2220	2268	2172	2259	2167	2063
1988	2382	2405	2346	2407	2295	2280
1989	2561	2547	2515	2561	2365	2452
1990	2682	2686	2682	2712	2390	2638
1991	2798	2820	2981	2935	2490	2975
1992	3135	2922	2963	3036	2664	3001
1993	2762	3062	3168	3182	3286	3149
1994	3816	3000	3054	2928	2938	3238
1995	3263	2948	3150	2948	3130	3333
1996	2710	2972	3032	2753	3232	3271
1997	2930	3045	2911	3099	3254	3102
1998	3328	3131	2886	3317	3069	3019
1999	2783	3264	2859	3209	3262	2935
2000	2811	3389	3166	3081	2972	3133
2001	3356	3512	3765	3216	3236	3748
2002	3310	3631	3570	3557	3941	3376
2003	3566	3714	3613	3507	3807	3534
2004	4315	3792	4060	3968	3653	3927
2005	4262	3798	3994	4285	4061	3968
ERROR TÍPICO		300	262	266	348	255

8. DETERMINACIÓN DE LAS ÁREAS DE APLICACIÓN PARA CADA MODELO SELECCIONADO

Debido a las grandes diferencias en los TPDs entre las estaciones del estudio, no es posible definir un solo modelo para establecer el crecimiento del tránsito de la ciudad de Pereira. El modelo que determina el tránsito en cada estación, tiene su área de influencia representada por las comunas, que reciben la influencia de los vehículos contados en las estaciones más cercanas.

El modelo que mejor representa la estación 335 (Cerritos-Pereira), es el modelo número 3, el cual tiene como variables la Población, Vehículos Matriculados y la Energía Eléctrica. Permite obtener el volumen de tránsito presente en el sector occidental de la ciudad de Pereira representado por las comunas San Joaquín, Cuba, Olímpica y Ferrocarril.

El modelo que mejor representa la estación 435 (Pereira-Alcalá), es el modelo número 6, el cual tiene como variables Población, Vehículos Matriculados, PIB Nacional Y PIB Risaralda. Permite obtener el volumen de tránsito presente en el sector sur de la ciudad de Pereira representado por las comunas El Oso, Perla del Otún, Consota, El Rocío y El Poblado.

El modelo que mejor representa la estación 766 (Pereira-Combia), es el modelo número 10, el cual tiene como variables el componente 1 que representa la variable Vehículos Matriculados, y los componentes 2 y 3 que representan la variable Actividad Edificadora. Permite obtener el volumen de tránsito presente en el sector norte de la ciudad de Pereira representado por las comunas Río Otún, Centro, El Jardín, Del Café y San Nicolás. [Ver Anexo B. Área de Influencia de los modelos en la ciudad de Pereira.](#)

9. CONCLUSIONES

Para realizar la modelación se tomaron como referencia datos sobre conteos de volúmenes tránsito de estaciones ubicadas en las afueras de la ciudad de Pereira. Se trabajó con la información obtenida por el INVIAS en las vías de jurisdicción nacional las cuales se encuentran muy cercanas al perímetro urbano de la ciudad.

Con la ayuda de herramientas estadísticas fue posible relacionar las nueve variables consideradas como influyentes o de comportamiento conexas, con cada una de las cuatro intersecciones estudiadas. Utilizando el programa computacional Statgraphics plus se obtuvieron modelos referenciados con base en correlaciones iniciales, correlaciones parciales y componentes principales, que demuestran que no es posible desarrollar un solo modelo para la ciudad de Pereira; se requiere que cada zona o sector cuente con una ecuación diferente, con variables diferentes.

Vale la pena aplicar el análisis de componentes principales ya que este método estadístico permite reconocer de mejor modo las variables independientes y no redundantes para ser aplicadas al modelo

De los coeficientes de correlación ajustada para los 11 modelos generados en este estudio, se observa que la estación 335 Cerritos-Pereira es la que mejor comportamiento presenta, ya que sus coeficientes R^2 son los más altos en los modelos en donde los criterios de aceptación fueron superados. Análogamente sucede con la estación 926 Pereira-Dosquebradas, la cual no aplicó para ningún modelo y es la estación que más cerca se encuentra al sector Este de la ciudad de Pereira para este estudio. Situación que refleja el particular comportamiento que presenta el TPDs en esta estación, pues hasta el año 1997 tenía un comportamiento sostenido, pero a partir de dicho año presenta un descenso muy pronunciado debido a la apertura del Viaducto Cesar Gaviria Trujillo.

Las variables IPC Nacional, PIB Nacional y PIB Risaralda tienen un comportamiento redundante dentro de los posibles modelos, situación que se debe en gran parte a que el PIB es un indicador macro económico en donde influyen todos los sectores de la economía del país, generando a que el IPC se encuentre correlacionado con estas variables.

Dentro de los proyectos viales tan necesarios en nuestras regiones de constante crecimiento y desarrollo, el conocer e identificar los modelos reales de crecimiento del tránsito permite optimizar acciones y dejar de suponer valores que pueden subdiseñar o sobre diseñar obras de las cuales el país no está en condiciones de asumir.

10. RECOMENDACIONES

Durante la elaboración del presente análisis para la formulación y evaluación de posibles modelos de crecimiento, se tenían sugeridas también otras variables de origen económico y/o de desarrollo de la región, como; estudiantes matriculados, pasajeros movilizados, producción de café, consumo de gasolina como combustible, pero el principal inconveniente fue la obtención de la información de la base de datos de cada una de las variables, tanto las modeladas, como todas las sugeridas al inicio de la investigación.

En las entidades visitadas; oficina de planeación departamental y municipal, centro de documentación de la alcaldía, DANE seccional Pereira y Bogotá, unidad administrativa El Lago, oficina área sobretasa a la gasolina, plantas de abastecimiento TERPEL y ESSO-MOBIL, Federación de cafeteros y universidades, entre otras. No se encontró toda la información en forma consecutiva y las series quedaban con algunos datos faltantes.

Para valores del PIB solo fue posible de obtener a nivel Nacional y Departamental porque las entidades encargadas no la discriminan por ciudades capitales o municipios. Para el IPC de Pereira solo se tienen los cálculos a partir del año 1989, luego se trabajó con el IPC Nacional. La información de la Producción Bruta de la Industria Manufacturera se trabajo con la referencia (área Metropolitana) por no tenerse registros más concisos de Pereira.

Otro inconveniente que se presentó en la obtención de la información, fue la falta de organización y control que se presenta en las entidades públicas, las cuales en su mayoría son las que registran y almacenan la información, puesto que solo en los últimos años las investigaciones económicas son de vital importancia para la ciudad y el departamento. Debería contarse con la totalidad de la información, en bases de datos físicas y/o magnéticas con personal a cargo idóneo en capacidad para argumentar inquietudes y solicitudes.

Los entes de carácter público o privado no deberían de disminuir los esfuerzos y recursos en los programas de investigaciones socioeconómicas para poder proponer alternativas de desarrollo en la región, fundamentadas en estudios reales que acompañen técnicamente las posibilidades de un buen desarrollo dentro de una sociedad organizada, democrática, civilizada y con una infraestructura moderna adecuada a los requerimientos futuros, aprovechando la oportunidad de localización geográfica que tiene la ciudad de Pereira.

Es conveniente que todas las entidades públicas y privada, en el ejercicio de sus funciones o actividades hagan el esfuerzo y dispongan recursos para tener un conjunto ordenado de información almacenada en medio magnético, recopilando la información que se tenga antes de la llegada de los computadores al país, de esta manera poder contar con series históricas consecutivas que puedan ser manejadas bajo la misma estructura y ojala bajo la misma fuente de información. Sin hacer a un lado la documentación física almacenada en archivos que puede ser menos vulnerable a pérdidas o daños.

Seria importante realizar este estudio en distintas ciudades del país, para realizar un análisis nacional en donde se pueda medir la relación de transporte vehicular con las actividades económicas y sociales concentradas en el desarrollo de un país.

El 21 de agosto de 2006 entro a operar la troncal número 3 de las tres rutas troncales previstas para el sistema integrado de transporte masivo de la ciudad de Pereira, denominado Megabus, será interesante realizar de nuevo este estudio para tener de una manera tangible el crecimiento del transito después de una obra de tal envergadura.

BIBLIOGRAFÍA

CAL Y MAYOR, Carl y CARDENAS James, 2000. Ingeniería de Tránsito (Fundamentos y aplicaciones), 7ª Edición, Editorial Alfaomega.

SCHWAR Johyannes Y PUY HUARTE José, Métodos estadísticos en Ingeniería de tránsito, CO-Editores, México D.F. 1985.

DANE. Anuarios Estadísticos de Risaralda, años 1974 a 1995.

DANE. Indicadores Económicos de Pereira y Risaralda, años 1973 a 1997.

DANE. Información de Coyuntura Económica, Regional de Risaralda, ICER.

DANE. Informe Regional de Indicadores Sociales Risaralda, IRIS.

DANE. Centro de Investigaciones Socioeconómicas de Risaralda, CIR.

DANE. Cuentas Económicas de Pereira, 1990 – 2004.

DANE, Boletín de Estadísticas, 1975 - 2005.

INVIAS, Cartilla de volúmenes vehiculares, años 1975 a 2005.

Lina María Cifuentes Wchima, Formulación y Evaluación de Posibles Modelos de Crecimiento del Tránsito en la Ciudad de Armenia en Función de Variables Indirectas Medibles, 2005.

Jaime Hernán Quintero Quiroga, Formulación y Evaluación de Posibles Modelos de Crecimiento del Tránsito en la Ciudad de Neiva en Función de Variables Indirectas Medibles, 2005.

David Saldaña M, Formulación y Evaluación de Posibles Modelos de Crecimiento del Tránsito en la Ciudad de Cartago en Función de Variables Indirectas Medibles, 2006.

INSTITUCIONES O ENTIDADES

Alcaldía Municipal de Pereira, secretaría de planeación, centro de documentación.

Secretaría de Transito y Transporte de Pereira

INVIAS, Instituto Nacional de Vías, seccional Pereira y Santa Fe de Bogota DC.

DANE, Departamento Administrativo Nacional de Estadística, regionales Tolima y Bogotá.

INCO, Instituto Nacional de Concesiones, Santa Fe de Bogota.

SITIOS WEB

www.banrep.gov.co - Banco de la República.

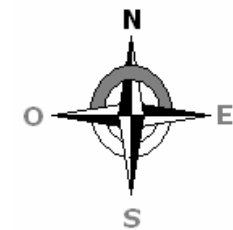
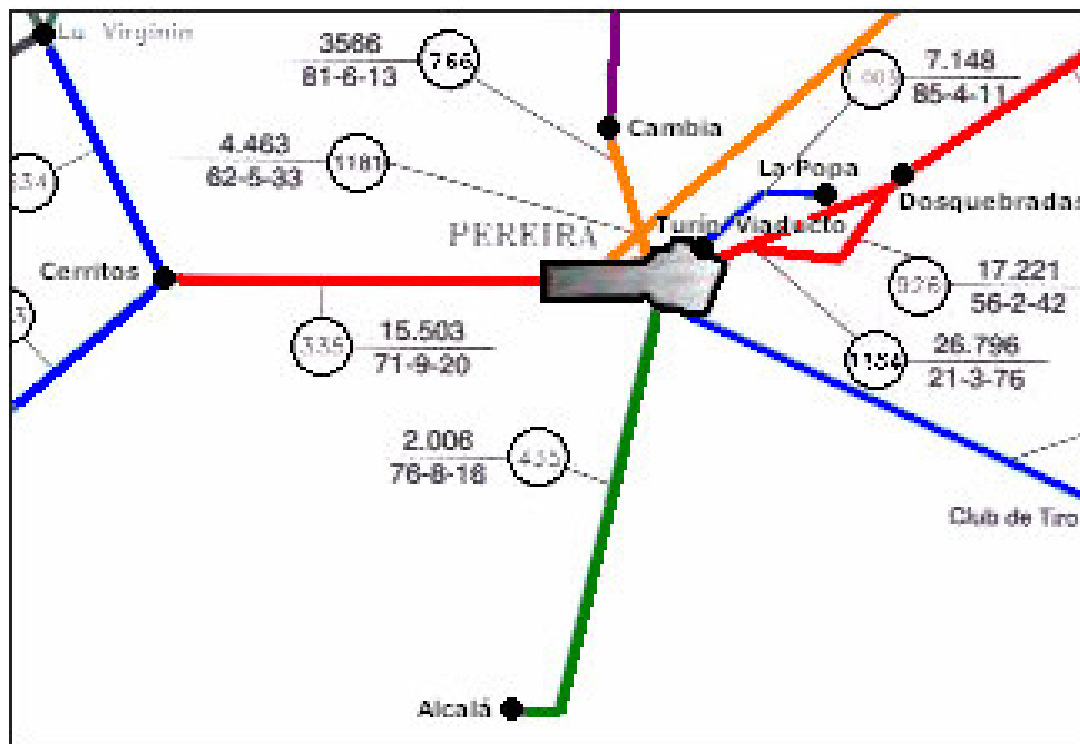
www.dane.gov.co - Departamento Administrativo Nacional de Estadística.

www.invias.gov.co - Instituto Nacional de Vías.

www.pereira.gov.co – Alcaldía Social de Pereira.

ANEXOS

Anexo A. Localización Espacial de las Intersecciones.



RANGO DE TPDs	
> 10.000	— (Red line)
5.001 - 10.000	— (Blue line)
2.501 - 5.000	— (Orange line)
1.001 - 2.500	— (Green line)
501 - 1.000	— (Brown line)
0 - 500	— (Purple line)
Conteo esporádico	— (Dashed line)

Anexo B. Área de Influencia de los Modelos en la Ciudad de Pereira.

