

## CAPITULO I.- INTRODUCCION.-

### I.1.- ANTECEDENTES.-

En los últimos años el incremento del parque automotor de la ciudad de Tarija ha sido muy considerable y por tanto este incremento trae consigo diversos problemas de tráfico vehicular.

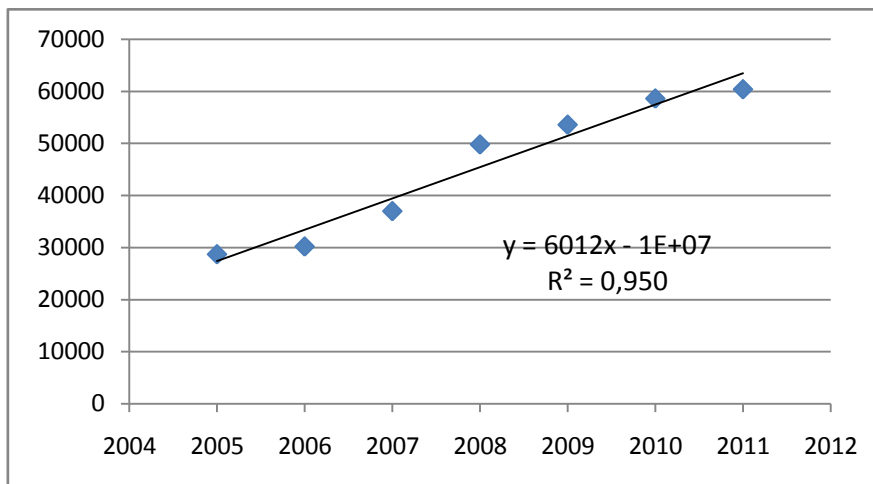
Este incremento en la ciudad de Tarija se ve reflejado en la tabla 1.1 y ajustado en la figura 1.1 para ser proyectados al año 2012.

Tabla 1.1 incremento del parque automotor en la ciudad de Tarija

Años	Parque automotor (veh)
2005	28687
2006	30177
2007	36966
2008	49756
2009	53546
2010	58568
2011	60345
ESTIMADO PARA EL AÑO 2012	
<b>2012</b>	<b>62904</b>

Fuente: honorable alcaldía de Tarija (Ruat)

Figura 1.1 incremento del parque automotor en la ciudad de Tarija



**Fuente: Elaboración propia**

El incremento del parque automotor de la ciudad de Tarija está ajustado en la figura 1.1. Para ser proyectada al año 2012, e inclusive proyectarlos al año deseado y así estimar cuanto de parque automotor se contará para la ciudad de Tarija a un determinado año.

Como podemos ver, este incremento trae consigo problemas de tráfico, como ser el congestionamiento de vehículos en ciertas áreas de la ciudad, los cuales son el producto de la falta de planificación en la ciudad y todo el departamento de Tarija.

Al realizarse mejoramientos y aperturas en vías rurales y urbanas por lo general no se realiza un estudio real de los parámetros del comportamiento del tráfico.

Esto hace que en el futuro estas vías se vean congestionadas por peatones y conductores, que se encuentran en serias dificultades para transitar estas vías, estas dificultades generan una problemática de tráfico que disgusta a conductores, peatones y a la población en general.

El tramo Tomatitas – San Lorenzo fue licitado en el año 1984 y es considerado como un tramo turístico ya que une estas dos poblaciones.

En la actualidad cuenta con las siguientes distancias de recorrido:

Tabla 1.2. Distancias del tramo Tomatitas – San Lorenzo

Descripción.	Distancia total (km)
Tomatitas	0.00
San Lorenzo	10.00

**Fuente: guía turística de Tarija**

También el tramo cuenta con las siguientes características geométricas que se muestran en la tabla 1.3

Tabla 1.3. Características geométricas del tramo Tomatitas – San Lorenzo

Tramo	Número de carriles	Ancho de carril (m)	Berma (m)
Tomatitas - rancho	2.00	3.65	1.5
Rancho – san Lorenzo	2.00	3.65	2.1

**Fuente: elaboración propia**

Además cabe hacer notar que el tramo está construido en un paquete estructural, sobre del cual tiene como capa de rodadura pavimento flexible, también a lo largo del tramo en las noches se cuenta con iluminación, como también en su generalidad el tramo cuenta con señalización, tanto horizontal como vertical, exceptuando en algunas partes que no cuentan con las mismas.

## **I.2.- JUSTIFICACIÓN.-**

La ciudad de Tarija en los últimos años ha sufrido un gran crecimiento poblacional y como consecuencia de esto también el parque automotor de la ciudad ha crecido considerablemente, lo que nos obliga a contar con un mejor nivel de servicios en las carreteras de nuestra ciudad.

La problemática del tráfico en las carreteras de nuestra ciudad se podría solucionar haciendo estudios del comportamiento de tráfico en todas las carreteras y luego tomar todas las medidas que sean necesarias para solucionar los problemas presentados que afectan tanto a conductores, peatones como a toda la población en general.

La idea de solucionar los problemas del tráfico vehicular es que tanto conductores, peatones y población en general se sientan cómodos y seguros al transitar por estas carreteras.

Si se realizaran los estudios y se tomarían las medidas que sean aconsejables para el acomodo y comportamiento del tráfico, en vías urbanas como rurales, podríamos evitar los problemas de tráfico en nuestra ciudad y en vías rurales, en el futuro.

Uno de los tramos más importantes de vinculación turística de nuestra ciudad es el tramo Tomatitas – San Lorenzo, el cual se ve en la necesidad que se realicen estudios de comportamiento de tráfico vehicular, ya que dicho tramo formará parte del corredor bioceánico y una carretera de tal magnitud tendrá que tener los estudios de tráfico necesarios reales y acordes a nuestro medio.

Para realizar estos estudios se deberá efectuar aforos reales en el tramo estableciendo los puntos de aforo convenientes y como consecuencia se podrá realizar los estudios de tráfico, que deberán ser los parámetros que definen el comportamiento de tráfico como ser la velocidad, intensidad y densidad de tráfico, para ello se requiere realizar un estudio de la correlación existente entre la velocidad-intensidad, velocidad-densidad e intensidad-densidad, y aplicar al modelo lineal de B.D greenshields.

El cual nos permitirá analizar el comportamiento de los factores de tráfico en el tramo Tomatitas-San Lorenzo

Este estudio en el tramo permitirá, prever las acciones futuras que se deberá realizar por las instituciones encargadas en el tema, las cuales deberán dar comodidad en lo posible a conductores, peatones y población en general que circulan por este importante tramo turístico de nuestra ciudad.

### **I.3.- OBJETIVOS.-**

Los objetivos que se pretenden alcanzar con la realización del estudio son:

#### **I.3.1.- OBJETIVO GENERAL. -**

El objetivo es realizar el estudio del comportamiento del tráfico vehicular en el tramo Tomatitas – San Lorenzo y compararlos con el modelo de tráfico B.D greenshieds y métodos estadísticos de la correlación entre la velocidad-intensidad, velocidad-densidad e intensidad-densidad del tráfico a flujo libre.

### **I.3.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS.-**

- Analizar los fundamentos teóricos necesarios de la ingeniería de tráfico para el estudio del tema.
- Obtener toda la información necesaria referente al parque automotor del tramo en estudio.
- Determinar las velocidades en el tramo Tomatitas –San Lorenzo por medio de aforos manuales.
- Determinar la intensidad de tráfico en el tramo Tomatitas –San Lorenzo por medio de aforos manuales.
- Realizar un análisis de los datos de los aforos.
- Realizar un análisis de técnicas para la depuración de datos tomados en el campo.
- Realizar el ajuste necesario con datos depurados, para cada curva utilizando el método de correlación
- Graficar las curvas, velocidad-intensidad, velocidad-densidad e intensidad-densidad para el tramo Tomatitas – San Lorenzo.
- Analizar las variables del comportamiento de tráfico que son: velocidad, intensidad, densidad y otros que serán empleados para el estudio del comportamiento del tráfico vehicular en el tramo Tomatitas – San Lorenzo.
- Comparar los resultados de las curvas, velocidad-intensidad, velocidad-densidad e intensidad-densidad, obtenidas en el tramo con gráficas obtenidas en estudios realizados en la ingeniería de tráfico con el modelo de tráfico de B.D Greenshieds.

- Establecer la capacidad o intensidad máxima y el nivel de servicio de cada uno de los carriles del tramo Tomatitas-San Lorenzo modelo de tráfico de B.D Greenshieds.
- Establecer las conclusiones y recomendaciones que se vean necesarias para el estudio realizado.

#### **I.4.- ALCANCE.-**

EL parque automotor de nuestra ciudad se va incrementando y trae consigo problemas de congestionamiento de tráfico vehicular en todas nuestras carreteras el cual incomoda tanto a conductores, peatones y a la población en general, por lo cual se debería realizar estudios de comportamiento del tráfico y tomar en cuenta los factores que intervienen en esta problemática.

Uno de los tramos más importantes de vinculación turística de nuestra ciudad es el tramo Tomatitas – San Lorenzo, el cual necesita que se realice un estudio de tráfico vehicular para ver el comportamiento actual y prever accidentes en el futuro en dicho tramo.

Para el estudio se pretende primeramente estudiar y profundizar los fundamentos teóricos de la ingeniería de tráfico, para luego aplicarlos al tramo en estudio.

Seguidamente se debe realizar el reconocimiento del tramo para luego definir la cantidad y el lugar de los puntos de aforo, tomando en cuenta la variación de volúmenes de vehículos existentes y las características geométricas de la carretera.

Con los puntos de aforos ya definidos se deberá realizar la toma tiempos para la velocidad de tráfico (lo que tarda un vehículo en recorrer una distancia definida) y aforos manuales de volúmenes (cómputo de vehículos que pasa por el punto tanto de ida como de vuelta; y siguiendo una clasificación de vehículos livianos, vehículos medianos y vehículos pesados) este aforo se lo realizara en el transcurso de 5 semanas.

Con los datos de campo de aforos manuales, se empezará a realizar el almacenamiento de los mismos con ayuda del programa de office (Microsoft Excel) y se procedió a realizar un análisis completo de los datos de campo.

Una vez almacenados los datos de los aforos y habiendo hecho un análisis de los datos se podrá calcular los demás parámetros del comportamiento de tráfico como ser: la intensidad de tráfico, la velocidad media y la densidad de tráfico para dicho tramo.

Teniendo estos parámetros se deberá detallar las curvas de correlación que hay entre estos tres parámetros: velocidad-densidad, velocidad intensidad y densidad- intensidad.

Con las gráficas de correlación de los tres parámetros se deberá aplicar a un modelo del tráfico vehicular, el cual para este estudio se aplicará el modelo lineal de B.D Greenshieds.

Luego se deberá hacer un análisis detallado y completo de los resultados obtenidos, Con estos parámetros de la ingeniería de tráfico que son los más importantes se podrá conocer la situación actual del comportamiento del tráfico vehicular en el tramo Tomatitas – San Lorenzo.

De acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio se podrá obtener las conclusiones y recomendaciones que se vean necesarias para así tomar todas las medidas necesarias para el futuro en dicho tramo.

## **CAPITULO II.-**

### **FUNDAMENTOS DE LA INGENIERIA DE TRÁFICO**

#### **2.1.-CONCEPTO DE LA INGENIERIA DE TRÁFICO.-**

La ingeniería de tráfico se define como la rama de la ingeniería que trata del planeamiento, trazado y explotación de las redes viales, instalaciones auxiliares (aparcamientos, terminales, etc.) y zonas de influencia, así como de su relación con otros medios de transporte.

Dentro de los objetivos señalados pueden señalarse dos aspectos: el planeamiento de redes viarias, si se trata de proyectar redes de carreteras para necesidades futuras, y la ordenación y regulación del tráfico en redes existentes, si se trata de resolver problemas actuales o previsibles a corto plazo. En ambos casos es necesario conocer previamente las características de circulación.

Así, las técnicas de la ingeniería de tráfico pueden clasificarse en tres grupos: planeamiento de redes futuras, ordenación del tráfico existente y estudio y análisis de la circulación. En el presente tema nos preocuparemos del estudio y análisis de la circulación.

El objetivo del estudio y análisis de la circulación es deducir las relaciones que existen entre las características del tráfico y el trazado de la red y las normas de regulación que se utilicen. Para obtener los datos necesarios se han desarrollado una serie de técnicas de medida, utilizando sistemas y aparatos de medición

##### **2.1.1 Evolución De Tráfico**

La construcción de caminos nace por la necesidad de establecer rutas de comercio entre ciudades de la antigüedad, tal es el caso de la Mesopotamia hace unos 5000 años.

También los pueblos asirios y egipcios hace unos 3000 años A.C. construyeron caminos.

Los primeros caminos construidos con ciencia llegaron junto con el Imperio Romano quienes fueron realmente los que de manera sistemática y organizada construyeron caminos en todo el imperio.

En las antiguas civilizaciones americanas tales como la Azteca, Maya e Incaica se construyeron caminos destinados al comercio.

El transcurso del tiempo ha traído consigo la evolución del transporte.

#### **2.1.1.1.-El Automóvil.-**

Los primeros vehículos de la historia eran propulsados a vapor y constituían un gran gasto. Se cree que los intentos iniciales de producirlos se llevaron a cabo en China, a fines del siglo XVII.

El primer vehículo propulsado a vapor fue creado por Nicholas-Joseph Cugnot en 1769. Era un triciclo de unas 4,5 toneladas, con ruedas de madera y llantas de hierro, cuyo motor estaba montado sobre los cigüeñales de las ruedas de un carro para transportar cañones.

Su prototipo se estrelló y una segunda máquina quedó destruida en 1771, pero la idea sería retomada y desarrollada en Inglaterra en los años siguientes.

#### **2.1.1.2.-Calles.-**

Esta rama de la ingeniería se ocupa de estudiar las características de 4 elementos fundamentales de tránsito: el conductor, el peatón, el vehículo y la vía; estos dos últimos elementos son indispensables para la realización de actividades humanas.

Las grandes ciudades surgieron en la antigüedad, pero sus calles eran para el uso de peatones y de bestias.

Ya en el siglo XIX las ciudades tienen un crecimiento acelerado causando que existan ciertos problemas en circulación del peatón por las calles así como de los propios vehículos que eran de tracción animal.

### 2.1.2.- Problemas De Tráfico

Existen varios factores que afectan al tráfico vehicular entre los cuales podemos mencionar:

- ↪ Casi todo intento de reforma urbanística ha sido derrotada por intereses creados y ceguera de particulares y autoridades sobre todo en lo referente a la concepción de ancho de calles destinadas a un tránsito futuro, ya que como se ve en la actualidad el ancho de las calles de Tarija no pueden sostener el tránsito vehicular que en ellas ocurre.
- ↪ Diferentes tipos de vehículos en la misma vialidad
  - ⊕ Vehículos de diferentes dimensiones, velocidades, aceleración, peso, motocicletas, bicicletas, etc. Conviven en una misma vía.
- ↪ Superposición del tránsito motorizado en vialidades inadecuadas
  - ⊕ El uso de calles angostas, torcidas y pronunciadas pendientes, aceras insuficientes y carreteras que no han evolucionado.
- ↪ Falta de planificación en el Tránsito
  - ⊕ Calles, carreteras y puentes que se siguen proyectando con normas y especificaciones anticuadas.
  - ⊕ Intersecciones proyectas sin base técnica.
  - ⊕ Previsión casi nula para estacionamiento.
  - ⊕ Localización inapropiada de zonas residenciales en relación con zonas industriales y comerciales.
- ↪ El automóvil no considerado como una necesidad pública
  - ⊕ Falta de apreciación del automóvil dentro de la economía del transporte.
  - ⊕ Falta de la apreciación del público a la importancia del automotor.

↪ Falta de asimilación por parte del gobierno y del usuario

⊕ Falta de educación vial del conductor y del peatón.

### **2.1.3.- Planteamiento De Soluciones**

Para la solución de cualquier problema de tránsito se deben de tomar en cuenta tres factores que son:

1. La Ingeniería de Tránsito.- Es importante que un técnico especializado en la ingeniería de tránsito resuelva los problemas del proyecto físico de la carretera o de la calle con todos sus detalles.
2. La Educación Vial.- Que le corresponde tanto a las autoridades educativas como al gobierno preparar al individuo para la era motorizada en la que vive.
3. La Legislación y Vigilancia Policiaca.- La creación de leyes y reglamentos adaptados al tránsito moderno cuyo cumplimiento deberá ser por medio de agentes de tránsito preparados para el fin.

Tomando en cuenta estos tres factores en la solución de cualquier problema de tipo vial es que se pueden presentar tres tipos de solución al problema de tránsito:

1. Solución Integral.- Si el problema es causado por vehículos modernos sobre carreteras y calles antiguas, la solución consistirá en construir nuevos tipos de vialidades que sirvan a este vehículo.

Si bien esta solución acabaría con los problemas del tráfico es casi imposible aplicarla en las ciudades actuales, ya que se necesitaría barrer con todo lo existente para sustituir las calles actuales con nuevas cuya velocidad de proyecto sería de 130 kilómetros por hora o más.

2. Solución Parcial de Alto Costo.- Consiste en aprovechar de la mejor manera posible lo que ya se tiene con ciertos cambios necesarios con fuertes inversiones, las

medidas a tomar consiste en el ensanchamiento de calles, modificación de intersecciones rotatorias, creación de intersecciones canalizadas, sistemas de control automático con semáforos, estacionamientos públicos y privados y otros.

3. Solución Parcial de Bajo Costo.- Es el aprovechamiento máximo de las condiciones existentes con el mínimo de obra de material, implica un máximo de regulación funcional de tránsito a través de disciplina y educación vial del usuario.

Incluye legislación y reglamentación adaptada a las necesidades existentes, educación vial, circulación de un solo sentido en las calles, estacionamiento con tiempo limitado, semaforización, etc.

#### **2.1.4.- Alcance De La Ingeniería De Tráfico.-**

La ingeniería de tráfico puede contestar ahora acertadamente muchas preguntas que siempre se hacían los proyectistas de vías sin que pudieran encontrar respuestas satisfactorias.

Gracias a los progresos de la ingeniería se han podido proyectar un tipo de vía capaz de conducir grandes masas de vehículos a altas velocidades con máxima seguridad.

Se analizan los diversos factores y las limitaciones de los vehículos y los usuarios como elementos de la corriente de tránsito.

Se investigan la velocidad, el volumen y la densidad; el origen y destino del movimiento; la capacidad de las calles y carreteras; el funcionamiento de: pasos a desnivel, terminales, intersecciones canalizadas; se analizan los accidentes, etc.

Así se pone en evidencia la influencia de la capacidad y limitaciones del usuario en el tránsito; se estudia al usuario particularmente desde el punto de vista psíquico- físico, indicándose la rapidez de las reacciones para frenar, para acelerar, para maniobrar, su resistencia al cansancio, etc., empleando en todo esto, métodos modernos e instrumentos psicotécnicos, sí como la metodología estadística.

## **2.2.-ELEMENTOS DE LA INGENIERIA DE TRÁFICO.-**

Los elementos fundamentales del tráfico son tres que son: el usuario, el vehículo y camino o vía, de acuerdo a la bibliografía consultada, se tratará de explicar cada uno de estos elementos fundamentales del tráfico:

### **2.2.1.-Usuario.-**

El elemento Usuario es aquel que corresponde a los conductores y peatones los cuales son elementos primordiales del tránsito por las calles y carreteras, quienes deben ser atendidos, y el comportamiento del individuo en el tránsito es uno de los factores que establece sus características.

#### **2.2.1.1.- El Conductor.-**

Es uno de elementos básicos y fundamentales para el estudio de tráfico ya que es un elemento que incide directamente en el funcionamiento del tráfico.

Se define como conductor al usuario del automóvil que circula en el tráfico y éste tiene influencia directa en el movimiento y circulación del tráfico vehicular. Este elemento está sujeto en su comportamiento a unos análisis físicos y las reacciones físicas y psicológicas que pueda tener al manejar un vehículo.



Fig. 2.1.- conductor

#### **2.2.1.1.1.- Condiciones Físicas.-**

La cualidad física está basada en el órgano de la visión, que es el que le da facultad para conducir un vehículo, este órgano de la visión normalmente un conductor forma un cono visual cuya amplitud puede ser variable, sin embargo en estudios realizados se ha comprobado que una visión segura se produce considerando una amplitud de ángulo de 10° a partir del órgano de la visión donde todos los objetos son identificados con tal claridad; más allá de esta amplitud puede el conductor visualizar pero sin detalle a los objetos.

Existen algunos defectos en la visión que pueden ser perjudiciales o no perjudiciales en los conductores, entre ellos la miopía, el astigmatismo, el estrabismo, la presbicia, etc. Son considerados no perjudiciales ya que se pueden corregir por medio de lentes, y no hay razón para que un individuo con estos defectos se le pueda impedir conducir un vehículo.

Sin embargo hay otros defectos como el daltonismo cuya consecuencia es la distinción de los colores, este defecto puede ser perjudicial en un conductor para efectos de señalización y semáforo.

#### **2.2.1.1.2.- Condiciones Psicológicas.-**

En el aspecto psicológico el usuario conductor puede tener dos reacciones: reacciones psicológicas condicionadas y reacciones psicológicas no condicionadas que se detallarán a continuación:

##### **2.2.1.1.2.1.- Reacciones Psicológicas Condicionadas.-**

Es muy frecuente que se presenten reacciones psicológicas condicionadas las cuales están ligadas al hábito y la forma de conducir, a su recorrido de circulación, a los horarios de conducción, etc.

Por lo que el conductor debido a estos factores tiene una forma establecida de conducción y todas sus reacciones son de carácter aceptable y determinado.

Sin embargo también puede tener el usuario conductor reacciones inesperadas debido a factores psicológicos no condicionados.

#### **2.2.1.1.2.2.- Reacciones Psicológicas No Condicionadas.-**

El usuario a pesar de la responsabilidad que tiene al conducir un vehículo es muy probable que tenga reacciones inesperadas debido a situaciones psicológicas temporales a las que esté sometido el usuario conductor, algunos de estos factores son: condiciones del estado emocional de conductor, hepaticas, las condiciones climatológicas del entorno. Estas condiciones pueden afectar la forma de proceder del conductor en la forma de conducir, siendo en algunos casos condiciones muy críticas en las que se pone en peligro la vida del conductor o de los peatones.

Son numerosas las enfermedades que tienen efectos perjudiciales para la conducción. Durante el periodo primaveral, cabe prestar atención a los procesos alérgicos, cuyos síntomas afectan a la capacidad de conducir. El lagrimeo, la rinitis, la conjuntivitis, la fatiga, el malestar general, los picores y las series de estornudos reducen la capacidad de concentración y el rendimiento al volante.

Además, muchos de los fármacos empleados para tratar estas enfermedades producen insomnio u otros efectos secundarios incapacitantes. Algunos factores que pueden modificar el comportamiento y reacción del conductor son:

- La fatiga.
- Enfermedad provocada por el alcohol.
- Estado emocional.
- Condiciones del tiempo.
- La época del año.

Se considera que un buen conductor debe tener las siguientes cualidades:

- Poseer buenas reacciones a los estímulos visuales.
- Calcular correctamente las distancias y velocidades de acuerdo con el movimiento de los vehículos y peatones.
- Ser rápidos y estar habituados a situaciones de urgencia.
- Tener aptitud mecánica y habilidad para el vehículo.

- Ser personas de confianza para asumir responsabilidades y respetar el derecho de los demás.

### 2.2.1.2.-El Peatón.-



Fig. 2.2.-peaton

Es uno de los elementos básicos y fundamentales para el estudio de tráfico sobre todo en las ciudades por ser un elemento que incide dentro del funcionamiento del tráfico.

Se define como peatón a la población en general, el comportamiento de los peatones es poco predecible e indisciplinado respecto a las normas de circulación del flujo vehicular lo que conlleva a que se produzcan accidentes de tráfico.

Cuanto mayor es la población, mayor incidencia tiene el elemento peatón en el problema de tráfico, siendo importante definir en la etapa de análisis cuáles son los puntos críticos relacionados con el usuario peatón y cuál la magnitud de los problemas existentes.

Es importante en el usuario peatón establecer sus áreas de circulación y éstos son básicamente las áreas peatonales, cuya posición es paralela a la calzada a los costados de las mismas en anchos que pueden fluctuar entre 1 a 3,5 m. de ancho, la cual está en función del volumen peatonal considerando que aproximadamente se tiene cuatro peatones por metro cuadrado como máximo, lo ideal es considerar 0,45 a 0,55 m<sup>2</sup> por cada peatón.

Otra de las áreas que están destinadas a la circulación peatonal son los cruces de peatones en las intersecciones de las calles para circular transversalmente a la circulación vehicular.

La velocidad con que transitan los peatones en ciudades de más de 100.000 habitantes está entre 1 a 1,4 m/seg. Estos son parámetros generales tomando en cuenta zonas comerciales, sin embargo puede haber muchas diferencias entre ciudades y cada punto crítico donde haya afluencia de gente.

El elemento peatón tiene una mayor incidencia en los problemas de tráfico en el área urbana y no así en carreteras donde su incidencia es casi mínima.

De acuerdo a estudios realizados se ha visto una gran necesidad de incidir en la educación vial orientada al mejor comportamiento de las normas y reglamentaciones vigentes para que a través de ellos se pueda aminorar los accidentes donde la causa sean los peatones.

### **2.2.2.-El Vehículo.-**

El vehículo ha tenido desde sus inicios una constante transformación en cuanto a sus características físicas de ancho y largo.

Estas características pueden ser muy diferentes de unos vehículos a otros, en Bolivia actualmente circulan vehículos muy variados en sus características.

Sin embargo la tendencia actual es la de estandarizar estas dimensiones en todas las fabricas habiendo la tendencia de reducir las dimensiones y aumentar la potencia.



Fig. 2.3.- El vehículo

### **2.2.2.1.- Tipos de vehículos.-**

Las normas que rigen el proyecto de calles y carreteras se fundamentan en gran parte en las dimensiones y características de operación de los vehículos que circulan por ellas.

El vehículo del proyecto, es aquel tipo de vehículo hipotético, cuyo peso, dimensiones y características de operación son utilizadas para establecer los lineamientos que guiarán el proyecto geométrico de las calles o carreteras para que éstas puedan acomodar vehículos de este tipo.

En general para efectos del proyecto se consideran tres tipos de vehículo de proyecto, que son los vehículos ligeros o medianos, los vehículos medianos y vehículos pesados.

Los vehículos más numerosos son los coches, destinados al transporte de pasajeros (normalmente con capacidad para cuatro o cinco pasajeros). Suelen ser los que definen las condiciones geométricas de las carreteras por su mayor velocidad.

Les siguen en importancia los vehículos destinados al transporte de mercancía, entre los que existen muy diferentes tipos, desde las pequeñas furgonetas semejantes a los coches, que realizan transportes a corta distancia en zonas urbanas o suburbanas, hasta los grandes camiones que se emplean en los transportes a largas distancias.

Entre éstos pueden distinguirse los camiones rígidos con 2, 3 o 4 ejes, los vehículos articulados formado por un vehículo tractor y un semirremolque (que precisa apoyarse sobre el tractor al carecer de eje delantero) y los trenes de carreteras formado por un camión rígido que arrastra 1 o 2 remolques.

Estos grandes vehículos tienen mucha importancia al considerar los esfuerzos a los que están sometidos los firmes y las obras de fábrica.

Los autobuses y autocares destinados al transporte de viajeros tienen dimensiones similares a las de los grandes camiones, pero su peso total suele ser menor y pueden viajar a mayores velocidades.

### **2.2.2.2.- Clasificación Vehicular.-**

Tiene el objeto de establecer la diversidad del tipo de vehículo que circula por una calle o carretera, además se podrá establecer las características de circulación que tiene ese flujo vehicular en cuanto a sentidos y giros en intersecciones.

Dependiendo del tipo de estudio que se va a realizar se debe establecer cuál es la clasificación que se requiere al momento de realizar el aforo.

#### **Vehículos Pesados**

- Camiones simples
- Camiones con semirremolque
- Camiones con remolque
- Autobuses

#### **Vehículos Medianos**

- Camionetas de estacas hasta 2 ton,
- Volquetas hasta 6 m<sup>3</sup>
- Micros hasta 29 pasajeros

#### **Vehículos Livianos**

- Automóviles
- Jeeps
- Vagonetas
- Camionetas

También podemos clasificar los vehículos según su uso:

#### **Privados**

- Pasajeros
- Carga

## **Públicos**

- Pasajeros
- Carga

Por lo tanto según el tipo de estudio del proyecto se clasificará y se realizará el aforo correspondiente, estableciendo planillas metodológicas que sirvan de forma integral de manera que el aforo nos proporcione toda la información requerida en cuanto a volúmenes de tráfico.

### **2.2.2.3.- Inspección Mecánica Del Vehículo.-**

Una inspección mecánica rigurosa de los vehículos, trae ciertas ventajas al estado general de los vehículos, como sigue:

- Mejora su estado general.
- Lo conserva a un mayor nivel comercial.
- Ofrece la oportunidad de revisar el número de serie del motor, verificándolo contra la factura y permite también cooperar en la aplicación de la ley en algunos casos.
- Mejora la calidad de la mano de obra en su reparación.
- Proporciona una excelente oportunidad para informar a los conductores sobre la condición del vehículo y su responsabilidad bajo esas circunstancias.

Según la experiencia de servicios en asociaciones de automovilismo, las causas principales de la falla de servicios de un vehículo ocurren por el estado de las llantas, los frenos, la suspensión delantera, la dirección, las luces, etc. La labor preventiva puede ser significativa a través de una revisión rápida, cada vez que haya un contacto de la autoridad con el usuario, cuando menos en vehículos del servicio público.

Sea cual sea el tipo de vehículo se puede hacer una revisión de cinco minutos, que mucho ayudará al usuario y al agente de la ley para conocer las condiciones del vehículo, al grado que se pueda determinar si conviene dejarlo seguir su camino o prohibirle el paso en la carretera.

Una sencilla revisión ocular de las llantas determinará si ese vehículo puede seguir su camino con las que lleva. La presencia de llantas lisas, o bien aberturas laterales o en el piso de la misma, indicará peligro.

Tratándose de vehículos de servicio público, debe obligarse al operador a corregir el defecto, antes de seguir adelante.

Por lo que respecta a los frenos, hay una sencilla regla para saber si el vehículo puede seguir con seguridad o no. Si al oprimir el pedal del freno, se llega a una distancia menor de 3 centímetros del tablero del piso, ese freno necesita revisión urgente.

Las fallas de la suspensión delantera casi siempre pueden observarse en las ruedas 'abiertas', o en el desgaste anormal de las llantas delanteras. Los casos críticos pueden significar desgaste peligroso.

En lo que tiene que ver con la dirección, una simple operación con la mano puede probar su sensibilidad para determinar si es correcta o no. Si el volante del vehículo gira más de  $\frac{1}{4}$  de círculo sin que las ruedas se muevan, debe ir al taller para su reparación. El volante debe ser lo suficientemente sensible para que al menor movimiento accionen las ruedas.

Las luces pueden ser revisadas con toda facilidad verificando el cambio de luces altas, bajas y traseras. La simple ausencia de la luz trasera, debe justificar que se impide el tránsito a un vehículo. Naturalmente, la ausencia o defecto de las luces delanteras también facultan al policía para negar la circulación del vehículo.

#### **2.2.2.4.- Características Físicas Del Vehículo.-**

El vehículo ha tenido desde sus inicios una constante transformación en cuanto a sus características físicas de ancho y largo.

Sin embargo la tendencia actual es la de estandarizar estas dimensiones en todas las fabricas habiendo la tendencia de reducir las dimensiones y aumentar la potencia y velocidad.

Estas características pueden ser muy diferentes de unos vehículos a otros, en Bolivia actualmente circulan vehículos muy variados en sus características.

Consideramos como tipos de vehículos a los automóviles, camiones y autobuses.

Los automóviles los consideramos a aquellos que tienen cuatro ruedas en las que están incluidos los jeeps y camionetas pequeñas. Los camiones son aquellos que los consideramos para transporte de carga normalmente tienen seis ruedas o más, estos pueden ser simples o combinados, los simples son aquellos que tienen solo dos ejes y los combinados son los que tienen más de dos ejes que pueden tener remolque o semirremolque. Finalmente autobuses consideramos a los vehículos para transporte de pasajeros con una capacidad de más de 24 personas.

**Radio De Giro.-** El radio de giro es una medición que describe la capacidad de un determinado vehículo para girar. Cuanto más corto es el radio de giro de un vehículo se dice que éste ofrece más maniobrabilidad.

Existen dos tipos de radios de giro, uno denominado *radio de giro de ruedas*, que describirá el radio formado por el recorrido de los neumáticos del vehículo, y el *radio de giro pared, pared a pared, o entre paredes*, que hará lo propio en función del ancho total del vehículo. La distinción entre estas dos mediciones se hace necesaria al diferenciar el giro de un vehículo en calle, donde posiblemente el radio de giro de ruedas sea suficiente para determinar la maniobrabilidad del vehículo con respecto a los cordones de las veredas, mientras que en interiores esta medición podría resultar ineficaz, debiéndose considerar el ancho total del vehículo antes de que alcance las paredes.

El radio de giro mínimo es el radio de la circunferencia descrita por la rueda delantera del lado opuesto al que se gira. Conocer este radio sirve para saber el espacio que necesita el vehículo para girar 180° sin efectuar maniobras. Sobre ancho: es la distancia que vuela por delante de la rueda delantera exterior y es importante a la hora de realizar giros entre muros.

Según datos de la AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*) de 1994, los radios de giro de diseño de un vehículo utilitario se establecen en 7,3

m, mientras que los camiones más grandes deben cumplir con un radio de giro de 13,7 m. Vehículos más grandes o que no cumplan con anchuras y radios de giro oficiales, deben solicitar un permiso especial para circular por carretera.

**Resistencia A La Circulación.**- Un vehículo está sujeto a diferentes tipos de resistencia en su circulación siendo los más importantes:

- La resistencia al aire
- La resistencia a la tracción
- La resistencia a la pendiente.

**Resistencia Al Aire.**- La resistencia al aire es la fuerza que debe de vencer un vehículo en movimiento a la resistencia que confiere aire que tiene enfrente y a la debida a la fricción provocada alrededor del vehículo.

La resistencia al aire depende del área expuesta del vehículo y del cuadrado de la velocidad a la que circula.

A partir de las ecuaciones de la aerodinámica, la fuerza de arrastre que el aire genera en el vehículo es:

$$F_d = C_d \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 \cdot A$$

Donde:  $F_d$  es la resistencia del aire;  $C_d$  el coeficiente de arrastre, cuyo valor medio en el caso de automóviles es de 0.006;  $v$  la velocidad del vehículo,  $\rho$  la densidad del aire a nivel del mar y  $A$  es el área transversal del vehículo en dirección perpendicular a la dirección del movimiento, con las unidades en el sistema internacional.

**Resistencia A La Pendiente.**- Cuando el vehículo se encuentra en un plano inclinado, una parte del peso gravita en contra al sentido de la marcha, originando una resistencia ( $F_p$ ), debida a la pendiente, que se opone a la fuerza de impulsión.

En consecuencia hay que aumentar ésta por tal de poder desplazar el vehículo. La resistencia a la pendiente depende del peso del vehículo ( $P_t$ ) y del ángulo de la pendiente ( $\alpha$ )

$$F_p = P_t \cdot \sin \alpha \text{ [ N ]}$$

$F_p$ : Resistencia a la pendiente

$P_t$ : Peso total del vehículo

$\alpha$ : Angulo de pendiente del terreno

El ángulo de la pendiente viene determinado por la relación entre la altura del terreno ( $h$ ) y la longitud ( $l$ ) del mismo; se suele expresar en % de pendiente a subir.

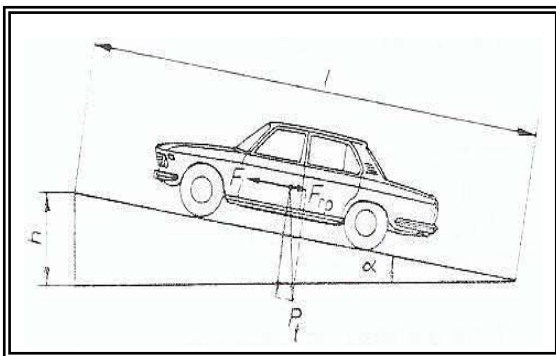
$$\sin \alpha = h / l$$

$$\text{Pendiente} = \sin \alpha \cdot 100 = (h / l) \cdot 100 \text{ (en \%)}$$

$\alpha$ : Angulo de pendiente del terreno

$h$ : Altura del terreno

$l$ : Longitud del terreno



Si se trata de un recorrido de pendiente hacia arriba, la inclinación tenderá a detener el vehículo y el motor tendrá que vencerla. Si al contrario, se trata de una pendiente hacia abajo, la inclinación acelerará el coche; esto último es muy importante para la conducción por montaña ya que el motor del vehículo puede llegar a velocidades peligrosas que pueden destruirlo.

**Resistencia Por Fricciones Mecánicas.-** Esta resistencia se debe a las pérdidas de rendimiento en los mecanismos de transmisión y oscila entre un 10 y un 15 % de la potencia transmitida por el motor.

$$W_n = h_m \cdot W_f \text{ [J]}$$

$W_n$ : Potencia útil a la rueda

$h_m$ : Rendimiento mecánico

$W_f$ : Potencia aplicada a la transmisión

**Resistencia Por Inercia.-** Esta resistencia se pone de manifiesto en los cambios de velocidad y viene determinada por la energía absorbida por el vehículo para producir el incremento de velocidad como todo aumento de velocidad origina una aceleración, la resistencia que se opone al vehículo es ésta:

$$F = m \cdot a \text{ [N]}$$

$F$ : Resistencia per inercia

$m$ : Masa del vehículo

$a$ : aceleración del vehículo

Esta fuerza es muy importante en el tránsito urbano, y genera un alto nivel de consumo. Se pueden tener valores altos en caso de frenadas repentinas y toda esta energía se disipa en forma de calor en el medio por la fricción de los discos o pinzas de frenos y los neumáticos contra el asfalto.

**Resistencias Al Rodamiento.-** Debido al peso que gravita sobre las ruedas, los neumáticos ejercen presión sobre el terreno. Esta presión hace que el neumático no se apoye sólo sobre un punto, sino sobre una superficie más o menos grande que origina el rozamiento con el terreno y por lo tanto, una resistencia ( $Fr$ ), llamada resistencia al rodamiento. Esta resistencia depende de la profundidad de la pisada, del peso del vehículo ( $Pt$ ) y del coeficiente de resistencia al rodamiento ( $mr$ .)

$$Fr = Pt * mr \text{ [N]}$$

$Fr$ : Resistencia al rodamiento

$Pt$ : Peso total del vehículo

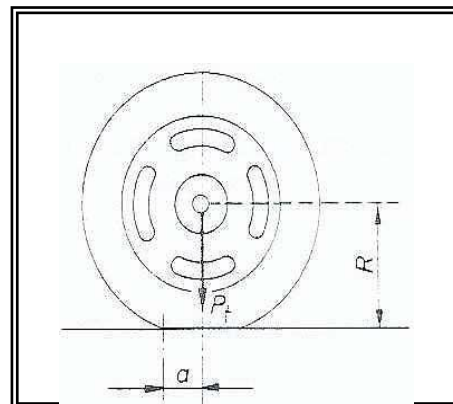
$mr$ : Coeficiente de resistencia al rodamiento

El coeficiente de resistencia al rodamiento, calculado en función de la pisada, depende de la naturaleza y el estado del terreno sobre el cual se apoya la rueda, de las dimensiones del neumático, de la presión de inflado. Todas estas condiciones determinan este coeficiente y hacen que la resistencia al rodamiento sea variable para un determinado vehículo. Según esto:

$$Mr = a / R$$

$a$ : semi longitud de la huella

$R$ : radio de la rueda



## Distancia De Frenado Del Automóvil.-

Se entiende por distancia de frenado a aquella longitud necesaria para que un vehículo en movimiento, ante la presencia de un obstáculo pueda parar a través del frenado.

Para que un sistema de frenado sea bueno debe cumplir:

- Eficacia: para que un sistema de frenado sea bueno debe cumplir con las siguientes características:
- Potencia: para permitir al conductor ejercer la máxima fuerza de frenado posible.
- Constancia: para cuando debe hacerse uso continuado de los frenos, especialmente al circular a altas velocidades.
- Ausencia de bloqueo: si se bloquea una rueda un instante antes que la otra, por más mínimo que este instante sea, puede producir la pérdida de control del vehículo.
- Determinación de la velocidad por las marcas de frenado: si se posee el coeficiente de rozamiento de la superficie de deslizamiento, se puede calcular mediante la fórmula:

$$d_o = \frac{V * t}{3,6} + \frac{V^2}{254 (f \mp i)}$$

Donde:

V = velocidad de diseño (km/h)

t = tiempo de percepción y reacción (2 a 2.5 seg.), usualmente 1.75 seg

i = pendiente longitudinal (decimal)

f = coeficiente de fricción (0.2 a 0.9), usualmente 0.4.

**Costo De Operación.-** Los costos de operación son en realidad, la cantidad de dinero por unidad de distancia de movimiento de cualquier tipo de automóvil que está en circulación por una carretera o cualquier calle urbana.

Para estimar el costo de operación de cualquier vehículo se debe tomar en cuenta una serie de elementos importantes que pueden intervenir en este costo como ser: combustible, aceite, mantenimiento y reparación del vehículo, operación, chofer, amortización, depreciación, impuestos y seguros.

Dependiendo del tipo de vehículo y el uso que tienen se puede determinar los costos de operación en base a todos los elementos antes mencionados o en su caso a alguno de ellos.

No es muy fácil determinar los costos de operación debido a la diversidad en todos los vehículos, diferencias en las vías en que circulan y diferentes usos del automóvil.

### **2.2.3.- Camino O Vía.-**

Este elemento fundamental de la circulación, es el propio camino o vía por el que se mueven los vehículos.

Para que la circulación resulte segura y cómoda es necesario disponer de una superficie preparada que satisfaga ciertas condiciones.

El conjunto de los caminos que existen en un área determinada (una ciudad, región y nación) forma la *red viaria* que permite el movimiento de vehículos entre dos puntos del área.

Existen diferencias muy notables entre las redes viarias de zonas urbanas y las que permiten la circulación fuera de las mismas.

Las redes urbanas están formadas en su mayor parte por calles por las que circulan tanto vehículos de motor como peatones (aunque con cierta separación entre ambos tráficos).

Son muy frecuentes las intersecciones, así como los puntos de acceso desde los edificios colindantes y los vehículos realizan principalmente recorridos cortos. Por el contrario, en las carreteras que forman la red viaria interurbana predomina el tráfico de vehículos de

motor, ya que los peatones y los vehículos de tracción animal son muy escasos (excepto en algunos tramos cerca de poblaciones y en algunas zonas agrícolas), las distancia entre intersecciones son frecuentemente de varios kilómetros, existe pocos puntos de acceso a la carretera desde los terrenos adyacentes, y los vehículos suelen correr largas distancias.

De acuerdo a las características mencionadas en el análisis del problema de tráfico tendrá que tomarse en cuenta todas esas características y plantear en principio una solución de bajo costo que mejore la circulación sin modificaciones de orden físico y si se requiere un mejoramiento de orden físico proponer este a partir de las condiciones ya existentes.

Las características de las calles o carreteras al ser elementos físicos cuya construcción por lo general es única y no tiene adelantos a través del tiempo se ha convertido en elemento más estático que produce una incongruencia con el avance tecnológico, el elemento vehículo y con el aumento de la población como usuarios peatones y conductores.



Fig. 2.4.- camino o vía

La vía, es un elemento y está caracterizada y conformada por un ancho, un alineamiento y una pendiente que deben ser adecuadamente señaladas para permitir la circulación vehicular, estos tres elementos tienen sus propias características, si la vía es perteneciente al trazo urbano o si la vía es una carretera.

Sin embargo independiente de la geometría de éstos, la que nos interesa como ingeniería de tráfico es que en ella hay una circulación de vehículos cuyo comportamiento depende de las condiciones de circulación y las condiciones de ordenamiento.

Existe en práctica diferentes tipos de vía, una clasificación muy general será:

- 1.- calles o vías urbanas
- 2.- carreteras o vías rurales

**1.- Calles o vías urbanas.-** El elemento de la calle en los trazos urbanos es muy importante ya que es muy fácil modificar el trazo urbano sin que los costos sean altos para esto hay que realizar una clasificación las cuales pueden ser: arteriales, colectores y simples. En cada una de éstas se debe hacer un inventario sobre sus características físicas y hacer estudios que sirvan para el planteamiento de soluciones de todos los factores de tráfico que intervienen.

Siendo principales las que tienen el flujo vehicular principal y secundarias cuando el flujo es transversal. Cuando tienen esa catalogación, tienen preferencia de paso las vías principales frente a las vías secundarias.

Cuando no existe una diferencia marcada entre las dos vías transversales, el flujo de preferencia es el de la derecha.

Son **arteriales**, aquellos que llevan el flujo direccional principal en el caso de troncos urbanos cuadriláteros, pueden que sea en sentido N-S y O-E y en el sentido transversal N-S o S-N.

Normalmente las calles arteriales coinciden en tener una mejor geometría y mejores características físicas en cuanto a lo ancho, alineamiento y pendiente.

En el caso de trazos urbanos radiales, las arterias vienen a ser los anillos de circulación concéntricos en el trazo urbano

Las calles *colectoras*, son aquellas que llevan el flujo vehicular a las arteriales, es decir resultan ser las calles alimentadoras del flujo vehicular a las calles arteriales, normalmente éstas tienen condiciones físicas o geométricas de menor envergadura, pero tienen igual importancia en el sentido de tráfico.

Las calles *secundarias o terciarias*, son aquellas que están apartando el flujo a las calles colectoras, lo que implica que la cantidad de flujo es menor y que las condiciones físicas y geométricas también tenga una menor envergadura.

Otra clasificación de las vías es por el sentido o número de sentidos del flujo vehicular que a su vez da origen a intersecciones de diferente tipo en el cruce de estas vías por lo tanto la división sería en calles de un solo sentido y en calles de doble sentido, en estos últimos de doble sentido podrán tener separadores físicos o no.

Las calles de un solo sentido son las que permiten un flujo vehicular a una sola dirección pudiendo estar formada por una, dos o más líneas de flujo, normalmente en calles de trazo cuadrangular las de un sentido tienen una o dos líneas de flujo.

El tipo de calles por el número de sentidos de flujo vehicular dan origen a diferentes tipos de intersecciones simples e intersecciones compuestas, las simples serán aquellas donde se encuentran flujos de sentido simple, y las compuestas donde se encuentran calles de sentido simple o de sentido doble

**2.- Carreteras O Vías Rurales.-** Este elemento fundamental de la circulación es el propio camino por donde se mueven los vehículos.

Este elemento es de igual importancia dentro de la problemática de tráfico y transporte sobre todo por sus características físicas que pueden de alguna manera influir en la circulación vehicular y peatonal.

Las características más importantes del elemento calle o carretera son las siguientes:

- a) Su sección transversal
- b) La pendiente longitudinal y transversal
- c) Su relación en las intersecciones
- d) Su relación con el entorno ambiental.

**a) Su Sección Transversal.-**

Sea una calle o una carretera la sección transversal está compuesta de la calzada que a su vez tiene a los carriles, las bermas en carreteras, las aceras en las calles urbanas, los taludes de corte y relleno en carreteras, los umbrales en las calles urbanas.

La magnitud de los elementos físicos de la sección transversal influye directamente en la circulación vehicular y peatonal, al ancho de los carriles de circulación vehicular y peatonal.

Cuanto mayor es la dimensión de la sección transversal en todos sus elementos mejor es la condición de circulación vehicular y peatonal.

Los anchos de carril normalmente varía entre 2.5 – 3.65 m.

Los anchos de berma entre 0,5 – 2 m.

Los anchos de acera entre 0,5 – 2 m.

Los anchos de separadores de sentido de 1 – 4 m.

Por supuesto estos valores sólo son de carácter indicativo es la planificación urbana la que debe indicar en definitiva los anchos en la sección transversal de una calle o carretera tomando en cuenta la problemática del tráfico.

## **b) Pendiente Longitudinal y Transversal.-**

Las pendientes tanto longitudinal como transversal son elementos incluyentes y que la circulación del tráfico vehicular y peatonal se ve influenciada por este elemento a pendientes mayores la circulación vehicular y peatonal y tiene menores velocidades y se reduce la capacidad y se reduce la capacidad.

En las ciudades se trata de que las pendientes sean lo más bajas posibles siempre y cuando las condiciones topográficas lo permitan

En las carreteras la pendiente longitudinal está ligada a los otros elementos geométricos en un máximo de 7 % y un mínimo de 0,4 %.

La pendiente mínima tanto en calles como en carreteras está ligada al escurrimiento del drenaje superficial por lo tanto tampoco es recomendable tener pendientes demasiado bajas que puedan perjudicar en su momento por el tema del escurrimiento al tema de la circulación vehicular y peatonal.

La pendiente transversal está más ligada al escurrimiento del drenaje la calidad de la superficie de rodadura, cuanto más rigurosa mayor la necesidad de mayor pendiente transversal.

Los valores varían entre 1.5 y 4% de pendiente.

## **c) Intersecciones.-**

Con mayor incidencia en las calles que en las carreteras las intersecciones son elementos físicos muy importantes para la visibilidad para los conductores para el momento de realizar maniobras de circulación en cada una de las intersecciones la presencia del ancho de las intersecciones del equilibrio entre las pendientes de llegada en una intersección, las ochaves debido a las edificaciones y la amplitud de la mismas inciden en la circulación

vehicular y peatonal de manera que cuanto mayor sea la amplitud mayores serán los grados de seguridad en circulación y menores los grados de accidentalidad.

#### **d) Relación con el Entorno Ambiental.-**

Las características de la calle o carretera también tienen que tener una relación con el entorno ambiental es decir debe tomarse en cuenta el ruido que producen los vehículos la que se producen por la conducción usadas por el vehículo en entorno vegetativo los hábitos de la población, la presencia de los animales en la circulación vehicular y peatonal.

Todos estos aspectos de carácter ambiental debe influir cuando se está proyectando las características físicas del elemento calle o carretera, a futuro se espera que la influencia de los temas ambientales será mayor porque la premisa es que toda obra física debe apuntar al bienestar humano y por lo tanto debe cuidarse este elemento en toda clase de proyectos civiles.

### **2.3.- Parámetros De La Ingeniería De Tráfico**

El comportamiento de tráfico se estudia por medio de unas variables que recogen los aspectos más importantes del mismo.

Entre las de tipo macroscópico las empleadas más frecuentemente son:

La **intensidad o volumen** que define el número de vehículos que pasan por un perfil transversal de la vía en la unidad de tiempo; La **velocidad media** de los vehículos; la **densidad** que es el número de vehículos por unidad de longitud de vía y la **capacidad** que es el número de vehículos máximo que pasa por una sección de una calle o carretera en un periodo de tiempo.

Entre las variables de tipo microscópico de mayor empleo se encuentran:

El **intervalo inter vehicular** y el **intervalo hueco inter vehicular** espaciales y temporales, que describen magnitudes que relaciona a cada vehículo con el que le sigue, y el **número de paradas** de cada vehículo en un recorrido o tiempo dado.

Es evidente que tanto desde el punto de vista físico como matemático estas variables están relacionadas entre sí directamente o indirectamente para el estudio del comportamiento del tráfico hay que conocer estas relaciones y sus características más importantes.

En este capítulo sólo hablaremos de los parámetros macroscópicos que son:

- Intensidad o volumen,
- Velocidad media,
- Densidad
- Capacidad
- Nivel de servicio

### **2.3.1.- Intensidad.-**

Se define como intensidad de tráfico al número de vehículos que pasan por un punto o sección transversal dados, de un carril o de una calzada, durante un periodo de tiempo determinado, las unidades más usadas son vehículos/hora (intensidad horaria) y vehículos/día (intensidad diaria) se expresa como:

$$Q = \frac{N}{T}$$

Donde:

Q = vehículos que pasan por unidad de tiempo.

N = número total de vehículos que pasan (vehículo)

T = periodo determinado (en tiempo)

La intensidad es la característica más importante de la circulación vial ya que las demás pueden relacionarse con ella fácilmente.

Proporciona una descripción muy intuitiva del comportamiento de tráfico en cada momento y además, al haber sido la variable más utilizada por la ingeniería de tráfico, existe una gran variedad de datos y estudios de la misma.

Para medirla, como se verá más adelante, se realizan aforos en determinadas secciones de la carretera, aforando manualmente o automáticamente utilizando aparatos contadores.

Estos aforos se realizan durante periodos más o menos largos y se obtienen así un registro de los valores de la intensidad durante dichos periodos.

La variación de la intensidad a lo largo del tiempo presenta gran importancia. Como valor representativo de la misma durante el periodo de medida, se suele adoptar la intensidad diaria (u horaria si el periodo de medida es menor que un día), media de todas las registradas.

Generalmente el periodo de aforo se extiende durante un año, y la **intensidad media diaria** durante un año (IMD) es la magnitud más utilizada para caracterizar la intensidad en carreteras, y se puede definir como el número total de vehículos que ha pasado por una sección de la carretera durante un año determinado dividido por 365.

La IMD define la importancia de las distintas vías y permite su clasificación. Sirve además de base para la elaboración de estadísticas, estudio de las tendencias y la evolución del tráfico, para los estudios económicos y también para relacionar el tráfico con otras magnitudes.

### **2.3.1.1.- Diferencia Entre Volumen E Intensidad**

La diferencia entre volumen e intensidad de tráfico es importante. El volumen es el número real de vehículos que pasan por una sección de una calzada durante un intervalo pero expresados a través de una intensidad horaria equivalente. La intensidad de tráfico se obtiene dividiendo el número de vehículos observados durante un periodo subhorarios entre el tiempo de observación (en horas). En consecuencia, un volumen de de 100 vehículos observados durante un periodo de 15 minutos (15 min.) implica una intensidad de tráfico de  $100/0,25h$ . es decir 400 veh/hrs.

### **2.3.1.2.-Composicion De Volúmenes.-**

Si bien es importante conocer el número de vehículos que circula por una sección de carretera o, calle en periodos de tiempo definidos resulta también importante tener una relación del tipo de vehículo que circulen en ese periodo de tiempo entendiéndose como la composición del tráfico.

Una composición casi del tipo universal es la que se subdivide en automóviles camiones autobuses y motocicletas y bicicletas.

Entendiéndose por automóviles a todos aquellos que generalmente están compuestos de 2 ejes y 4 ruedas como los autos, jeeps y camionetas pequeñas.

En el tipo de camiones, se tendrá los pequeños, medianos y grandes diferenciándose por la capacidad de carga que tiene este tipo de vehículos.

Generalmente los autobuses representados por los livianos y pesados diferenciándose por la capacidad de pasajeros que puedan transportar este tipo de vehículos.

Motocicletas y bicicletas si bien debe estudiárselas para saber la cantidad de este tipo de motorizados no está incluidos en el volumen total representadas en el TPD o el TPH.

Este tipo de la clasificación de la composición no es rígida pudiendo establecerse la mas adecuada para un proyecto en particular de una carretera o una calle.

Es necesario conocer los porcentajes de cada tipo de vehículos que circulan para analizar los efectos que estos producen como ser: el porcentaje de vehículos pesados que ejercerán una disminución de la capacidad de una ruta reducirán las velocidades de circulación requerirán mayor espacio para las maniobras.

### **2.3.1.3.-Volumen Directriz.-**

Es un concepto definido exclusivamente para obtener un valor que represente. el 80 % o más del tiempo durante un día la cantidad de vehículos que circula por una calle o carretera no exceda el valor máximo.

Para ello se ha definido que el volumen directriz numéricamente se obtenga de un ordenamiento descendente del TPH máximo correspondientes a los 365 días de un año denominado el valor "trigésimo".

Para algunos proyectos de menor envergadura también se han utilizado de ese mismo ordenamiento el valor 50 o el valor 80 como volúmenes directrices.

Es muy probable que en algunas carreteras o calles de ciudades no se tengan aforos de volúmenes horarios, por ello se ha establecido una relación entre el volumen diario y el volumen horario en carreteras, calles donde se realizaban ambas mediciones obteniéndose un valor racional esta para el TPH entre el 12 al 15% del TPD.

### **2.3.1.4.-Tipos de Volúmenes De Circulación.-**

Se define como volumen de tráfico al número de vehículos que pasan por un punto o sección transversal dados, de un carril o de una calzada, durante un periodo de tiempo determinado.

Los volúmenes se pueden expresar en relación a periodos anuales, diarios, horarios o subhorarios, dando origen a un nuevo concepto de trafico promedio diario y trafico promedio horario respectivamente.

- a) transito promedio diario (TPD)
- b) trafico promedio horario (TPH).

### **a) Volumen De Tránsito Promedio Diario.-**

Dentro de los volúmenes de tráfico considerando que el concepto general es de la relación de número de vehículos que pasan por un punto o sección de una carretera o calle en un periodo de tiempo, si ese periodo de tiempo es de un día o 24 horas el volumen determinado recibe el nombre de Tránsito Diario, si ese conteo o aforo es realizado por varios días el valor promedio es conocido como Tránsito Promedio Diario.

Normalmente se estipula que un estudio de volúmenes de tráfico completo debe tener un tiempo de duración de registro de un año, por lo tanto los valores de Tránsito Diario que se obtengan serán de Tránsito Promedio Diario Anual.

En la práctica solo instituciones públicas pueden tener registros permanentes, para proyectos específicos los estudios que se realizan son en periodos cortos siendo significativo por lo menos de 3 meses de registro con mayor intensidad de horas registradas.

### **b) Volumen De Transito Promedio Horario.-**

Los volúmenes horarios a diferencia de los volúmenes diarios dentro de los estudios de ingeniería de tráfico son más significativos porque nos muestran las características de circulación en cuanto al número de vehículos en cada hora correspondiente a un día y en todo el transcurso de un año eso permite trabajar estadísticamente y formar polígonos de frecuencia, histogramas, determinar horas pico, determinar variaciones horarias, etc.

Si bien es más importante tener información del tráfico horario, también es cierto que resulta más costoso obtener esta información debiendo tenerse mayor personal, mayores puntos de aforo y por lo tanto un mayor costo.

Cuando no es posible tener información sobre el Tránsito Promedio Horario se puede utilizar la relación establecida por la AASTHO y por la AIPCR organismos que han estudiado el efecto del volumen del tráfico quienes establecen la Siguiete relación:

$$\text{TPH} = (12\% - 15\%) \text{TPD}$$

### **2.3.1.5.- Tipos De Aforo**

Existen diferentes tipos de aforo los más usados los explicaremos a continuación:

- a) Aforos Manuales
- b) Aforos Automáticos

#### **a) Aforo Manual.-**

Los aforos manuales son realizados definiéndose puntos en la carretera o calle estudiada sobre la sección transversal de la misma, por la cual se debe realizar el conteo de vehículos que pasan en tiempos determinados horarios o diarios.

Para ello es necesario que el aforador tenga definido si el aforo solamente va ha tener el objetivo de determinar cantidad o además de ello se va ha determinar la composición vehicular o alguna característica especial que se requiera de la forma como por ejemplo la cantidad de vehículos públicos. Para realizar un aforo manualmente se debe preparar una planilla de campo un esquema de gabinete.

La periodicidad con que se debe realizarse los estudios, son estudios determinados o puntuales de un proyecto o son parte de un control permanente de trafico lo ideal es estudiar los volúmenes de tráfico todos los días del año, y en los días por lo menos 12 a 15 horas al día sin embargo esto implica tener un buen equipo de aforadores y procesadores de datos lo cual no siempre es disponible en las instituciones relacionados a este tema, por ello se establece que para estudios cortos debe ser de 3 horas del día generalmente horas pico, horas criticas y durante tres meses, si se quiere acortar la duración de los registros a un mes se tendrá que aumentar las horas y días de aforo.

La ventaja de un registro manual esta en que no solo se puede hacer un conteo de los vehículos numérico sino con composición vehicular e inclusive con características especiales para un proyecto especial no es posible para un aforo automático.

La desventaja que requiere mucho personal y por lo tanto mayor costo económico lo que restringe el uso del trabajo de aforo manual.

#### **b) Aforo Automático.-**

Estos aforos se refieren a que están basados en el uso de controladores o registradores automáticos que permiten aforar la cantidad de vehículos que pasan por una sección definida entre las formas mas usadas están:

- Membrana eléctrica
- Bucles
- Los pares de bucles
- Sensores

#### **• Membranas Eléctricas.-**

Una membrana eléctrica es un dispositivo que se coloca transversalmente a la calle en el punto que se va hacer el aforo esa membrana esta conectada en serie a un contador que por cada impulso abarca una unidad lo que quiere decir que cada vehículo de dos ejes va ha producir dos impulsos y por lo tanto las lecturas se van a tener en el contador dividido por dos, nos dará el numero de vehículos registrados en el periodo establecido.

Este sistema es bueno para realizar solo aforos de cantidad de vehículos no nos proporciona información sobre la composición vehicular ni tampoco las particulares de aquellos vehículos que llevan más de dos ejes por lo tanto podrá distorsionarse la información pero la ventaja se requiere de poco personal que solo realice los conteos en lapsos de tiempo determinado

- **Bucles Electromagnéticos.-**

El bucle electromagnético es otro dispositivo que se utiliza para el aforo del tráfico que consiste en colocar un lazo en el carril de aforo que está conectado, a un contador automático cuyo lazo produce en su interior un campo electromagnético el cual actúa para movilizar el contador ante la presencia de un vehículo este sistema es mucho más moderno que el de la membrana eléctrica que tenía las mismas ventajas pero sufría el mismo defecto de no poder darnos información sobre la composición vehicular aunque se tenía la posibilidad de colocar bucles calibrados continuos cuya calibración estaba con relación al peso por lo tanto algunos bucles registraban a los vehículos livianos y otros a los pesados.

- **Par De Bucles Electromagnéticos.-**

Este tipo de dispositivos se construye en un par de bucles juntos de tal manera que solo un bucle accione un vehículo liviano y el par de bucles solo era accionado por un vehículo pesado por la longitud y peso esta modificación permite obtener información sobre el volumen con composición de tráfico.

- **Sensores**

El avance tecnológico de la electrónica y la informática ha permitido que se pueda usar sensores de diversos tipos que actúan ante la presencia de los vehículos que son registrados por contadores automáticos que están ya conectados un sistema informático la posibilidad de los videos de los rayos láser radares y programas informáticos permite con todo este sistema no solo la cantidad de vehículos que pasa por una sección sino información sobre la composición vehicular intervalos entre vehículos densidad, velocidad, etc. Por supuesto estas grandes centrales de tráfico tienen una inversión económica muy alta que no es accesible en todas las ciudades.

Cualquiera sea la forma de realizar el aforo lo que debe interesar al ingeniero De tráfico es que obtenga una información lo más cierta posible y que sea la mínima necesaria para realizar sus estudios.

### **2.3.1.6.- Periodo De Aforo.-**

De acuerdo a las necesidades de cada proyecto o estudio se pueden tener tres tipos de periodos de aforo de acuerdo a la periodicidad.

- a) Permanente
- b) Periódicos
- c) De tiempo específico

#### **a) Aforos permanentes**

Son aquellos que se realizan generalmente con contadores automáticos que han sido instalados en una sección de la carretera que se van registrando diariamente los volúmenes para luego procesarlos, tener las variaciones semanales, mensuales y anuales.

Este tipo de recuento solo es factible en aquellas carreteras de mucha importancia por ejemplo en la actualidad debido a la tendencia de tener carreteras en concesión se hace necesario el registro permanente de los volúmenes de tráfico.

Esto obviamente obliga a tener un presupuesto destinado al registro de valores de tráfico.

#### **b) Aforos periódico**

Cuando no se puede disponer de equipo permanente para toda la red vial que realice el trabajo del recuento de volúmenes.

Se debe establecer que es muy útil realizar recuentos periódicos en ciertas épocas del año que nos den valores contables y significativos cuya correlación nos permita adoptar como valores promedio del año.

Estos recuentos periódicos se realizan en ciertas épocas del año y a lo sumo tienen un tiempo de un mes y por un máximo de tres veces al año.

#### **c) Aforos de tiempo específico**

Son aquellos que se realizan en un determinado sector del trazo urbano generalmente entre 5 y 30 días las 24 horas y proyectarlas a volúmenes diarios mensuales y anuales.

La ejecución de estudios de diseño de carreteras, diseño de trazos urbanos evaluación de carreteras ya existentes, evaluación de trazos urbanos, estudios de variantes y ampliaciones por ser proyectos específicos involucran a un tramo definido o a un sector del trazo urbano definido se establece que recuentos en tiempos específicos pueden ser útiles en su información para correlacionar con los ya existentes y coadyuvar a la toma de decisiones para dichos proyectos, se pueden tener 5 días o 30 días de recuento constante es decir las 24 horas del día en ese tiempo específico y procesar esa información proyectándola a volúmenes diarios, mensuales y anuales, de acuerdo a la variabilidad que pueda tener el volumen en diferentes épocas del año se elegirán la época más adecuada más significativa.

### **2.3.2.-Velocidad.-**

En general, el término *velocidad* se define como la relación entre el espacio recorrido y el tiempo que se tarda en recorrerlo. Es decir, para un vehículo representa su relación de movimiento, generalmente expresada en kilómetros por hora.

La velocidad se ha manifestado siempre como una respuesta al deseo del humano de comunicarse rápidamente desde el momento en que él mismo inventó los medios de transporte.

En este sentido, la velocidad se ha convertido en uno de los principales indicadores utilizado para medir la calidad de la operación a través de un sistema de transporte.

A su vez, los conductores, considerados de una manera individual, miden parcialmente la calidad de su viaje por su habilidad y libertad en conservar uniformemente la velocidad deseada.

Se sabe además por experiencia que el factor más simple a considerar en la selección de una ruta específica para ir de un origen a un destino, consiste en la minimización de las demoras, lo cual obviamente se logrará con una velocidad buena y sostenida y que ofrezca seguridad.

Esta velocidad está bajo el control del conductor, y su uso determinará la distancia recorrida, el tiempo de recorrido y el ahorro de tiempo, según la variación de ésta.

La importancia de la velocidad, como elemento básico para el proyecto de un sistema vial, queda establecida por ser un parámetro de cálculo de la mayoría de los demás elementos del proyecto.

Finalmente, un factor que hace a la velocidad muy importante en el tránsito es que la velocidad de los vehículos actuales ha sobrepasado los límites para los que fue diseñada la carretera actual y las calles, por lo que la mayor parte de los reglamentos resultan obsoletos.

Así, por todas las razones anteriores, la velocidad debe ser estudiada, regulada y controlada con el fin de que origine un perfecto equilibrio entre el usuario, el vehículo y la vía, de tal manera que siempre se garantice la seguridad.

### **2.3.2.1.- Tipos De Velocidades**

Existen diferentes tipos de velocidades entre las cuales las más importantes son:

- Velocidad De Punto
- Velocidad De Recorrido Total
- Velocidad De Crucero
- Velocidad Directriz O De Diseño
- Velocidad De Circulación Media

#### **2.3.2.1.1.-Velocidad De Punto.-**

La velocidad de punto es aquella velocidad que se mide a la circulación vehicular considerando a la misma como flujo libre, es decir, que no se tengan restricciones en el movimiento por vehículos que van adelante, por vehículos que van por atrás, por cruce de peatones, etc.

La velocidad de punto no es una velocidad de diseño ni en calles ni en carreteras, pero es una velocidad cuya referencia nos da las velocidades máximas posibles que se puedan presentar tanto en calles como en carreteras.

Al ser una velocidad que se considere en flujo libre eso no sería posible en espacios o distancias largas por ello que para su estudio se definen espacios o distancias pequeñas, en el caso de ciudades los espacios serán de 25, 50 o 100 metros y en el caso de carreteras los espacios serán de 100, 200 o 500 metros siempre y cuando no hayan accesos de entrada y de salida.

La relación que nos permite determinar la velocidad de punto es la siguiente.

$$VP = \frac{d}{t}$$

Donde:

VP = velocidad de punto

d = distancia de recorrido

t = tiempo de recorrido

### **METODOS DE MEDICIÓN:**

Para medir la velocidad de punto se pueden utilizar varios métodos en los que se tiene.

- Método del cronómetro
- Método del enoscopio
- Método del radar métrico
  
- método del cronómetro

Es aquel que utiliza generalmente dos operadores, una a la entrada provisto de algún dispositivo para dar la señal en el momento que el vehículo ingresa a la línea de entrada

para que el segundo operador ubicado en la línea de parada final pueda accionar el cronómetro y detener el mismo en el momento que cruza la línea de salida.

Este método es el más utilizado por la facilidad de su realización y por la necesidad solamente de un cronómetro. Es factible utilizando las distancias mínimas que este método pueda ser ejecutado por un solo operador y que tenga visualidad suficiente a la línea de entrada y salida.

- El método del enoscopio

Se utiliza además del cronómetro un aparato simple denominado enoscopio que es una caja de lados iguales en uno de sus vértices tiene un espejo ubicado a  $45^\circ$  de tal forma que la visual de entrada se reflecte en forma ortogonal a  $90^\circ$  la forma de medición utilizando el enoscopio en el momento en que el vehículo cruza la línea de entrada para accionar el cronómetro y medir el tiempo hasta que el vehículo cruza la línea de salida.

Este método es muy útil para la realización de mediciones nocturnas.

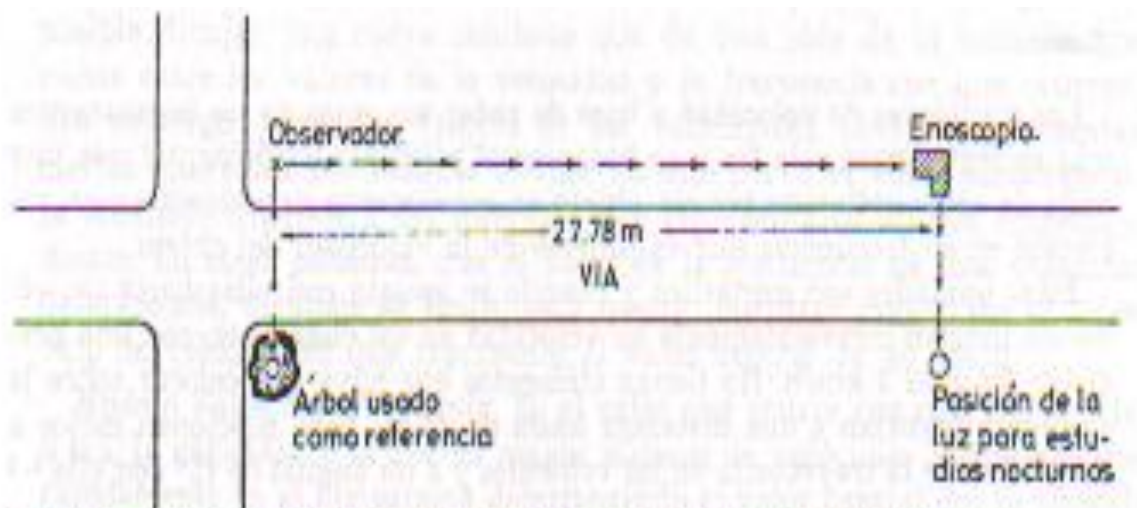


Fig. 4.3 — Disposición del observador y el enoscopio en un acceso a una intersección.

- El método del radar métrico

Es el método menos utilizado pero mucho más preciso para cuya determinación de velocidades utiliza un transmisor incorporado en un vehículo que emite ondas de longitud media que son captadas por un radar u pueden ser transformadas en distancias de la diferencia de las longitudes emitidas en el momento de ingreso de la línea de entrada y el ingreso a la línea de salida, se obtiene la distancia y el tiempo de recorrido determinándose así la-, velocidades de punto.

Estas velocidades de punto en un estudio de tráfico deben ser llevadas a cabo en 3 horarios diferentes de cada día, recomendable en horas pico, 3 diferentes días de la semana, si se lo va a hacer anualmente 3 diferentes meses del año.

En la hora de estudio se determinara una metodología homogénea para la obtención de velocidades de vehículos en circulación, por ejemplo hacer la medición respectiva a cada 5 vehículos que ingresan a la zona de estudio.

Se utiliza 6 horas diferentes del día.

#### **2.3.2.1.2.-Velocidad De Recorrido Total.-**

Desde el punto de vista conceptual la velocidad de recorrido total es aquella velocidad que se asemeja más al comportamiento real del vehículo en circulación, si bien también es una relación de espacio sobre tiempo para el caso de velocidades de recorrido total el espacio que se toma en cuenta debe ser más grande debido a que se quiere reflejar todas las restricciones a las maniobras de velocidad y todas las causas de demora que pudiesen presentarse, para ello se requiere de una distancia relativamente grande.

En el caso de ciudades urbanas estas distancias de recorrido total son elegidas en función de la dirección de los flujos direccionales más importantes; en carreteras se toman tramos experimentales que reflejen el comportamiento real de la carretera.

La velocidad de recorrido total es la relación entre la distancia de recorrido total sobre el tiempo de circulación mas el tiempo de demoras.

El tiempo que se tarda en recorrer la distancia de recorrido total tiene dos componentes que son:

- El tiempo que se tarda en circulación propiamente dicho
- El tiempo de demoras donde el vehículo no esta en movimiento

Este tiempo de demoras puede tener como causas, detención de vehículos, cruce de peatones, semáforos, estacionamientos, etc.

$$VR = \frac{dr}{(tc + td)}$$

Donde:

VR = velocidad de recorrido total (km/hr)

tc = tiempo de circulación ( hr )

td = tiempo de demoras ( hr )

dr = distancia de recorrido total (km )

#### **2.3.2.1.3.- Velocidad De Crucero.-**

La velocidad de crucero es una velocidad que se determina analíticamente en base a la relación de una distancia recorrida entre un tiempo neto de circulación.

El mismo estudio de las velocidades de recorrido total puede servir de información para determinar las velocidades de crucero tomando en cuenta sólo los tiempos de circulación y no así los tiempos de demora.

Esta velocidad de crucero nos permite hacer una comparación y análisis con las velocidades de punto ya que ambos tienen la misma concepción, son velocidades de vehículos en

movimiento, su diferencia está que el uno tiene un entorno de flujo libre y el otro tiene un entorno de vehículos en un flujo de circulación.

El análisis nos permitirá determinar las pérdidas de velocidad en diferentes puntos de estudio que sufre la velocidad de recorrido por efecto del entorno en movimiento.

La relación que nos permite determinar la velocidad de cruce es la siguiente.

$$VC = \frac{dr}{tc}$$

Donde:

VC = velocidad de cruce

dr = distancia de recorrido total

Tc = tiempo de circulación

#### **2.3.2.1.4.- Velocidad De Diseño**

La velocidad de diseño es un valor muy importante tanto en carreteras como en calles urbanas, la velocidad de diseño no es resultado de un aforamiento más bien es de concepto que indica que la velocidad de diseño debe ser aquella con el cual el 80% o más de los vehículos que circulan deben tener esa velocidad.

La velocidad de diseño es un valor adoptado tanto en carreteras como en calles. En el caso de carreteras existen tablas de velocidades de diseño recomendables en función al tipo de carretera, por lo tanto carreteras cuyas condiciones físicas sean más exigentes tendrán una velocidad de diseño mayor y carreteras de condiciones físicas menores tendrán velocidades de diseño menor.

En el caso de calles urbanas no está tan ligada la velocidad de diseño a las características geométricas y físicas de las calles ya que estas están más relacionadas con conceptos arquitectónicos. En las ciudades la velocidad de diseño se adopta en función de los valores

de la velocidad de circulación media que son producto de promedios de las velocidades de punto en diferentes arterias de la ciudad.

#### **2.3.2.1.5.- Velocidad De Circulación Media**

Es la velocidad que se determina a partir de las velocidades de punto registradas en varios puntos de la ciudad y determinando sus valores medios.

De estos valores se puede adoptar ya sea el valor máximo, el valor medio o un valor mínimo como valores de velocidad de diseño de acuerdo a las características propias de cada estudio de cada proyecto.

#### **2.3.3.- Densidad.**

Se entiende por densidad de tráfico al número de vehículos que ocupan un tramo de una calle o carretera de longitud dada. Cuya relación es directamente proporcional al volumen de tráfico e inversamente proporcional a la velocidad que imprimen los vehículos. Se suele expresar en vehículos/kilómetros. El valor máximo de la densidad tiene lugar cuando todos los vehículos están en fila sin espaciamiento entre ellos y lógicamente depende de la longitud media de los vehículos.

Es difícil medir directamente la densidad en el campo, pues es necesario contar con un punto elevado desde donde se pueda fotografiar, video filmar, o divisar tramos de vía de longitud significativa.

Sin embargo, se puede calcular a través de la velocidad media de recorrido y de la intensidad de circulación, que son de más sencilla medición, a partir de la formula:

$$I = V * D$$

Donde:

I= intensidad de circulación, en veh/h

V= velocidad media de recorrido, km/h

D= densidad, en veh/km

La densidad es un parámetro crítico en la descripción de las operaciones de tráfico.

Describe la proximidad entre los vehículos, y refleja la libertad de maniobra dentro de la corriente de tráfico.

#### **2.3.4.- Capacidad Vehicular.-**

Se define a la *capacidad vehicular* como el número de vehículos máximo que pasa por una sección de una calle o carretera en un periodo de tiempo que puede ser normalmente horario o diario.

La capacidad vehicular se determina con el propósito de comparar con el volumen de tráfico que circula por una calle o carretera y establecer un análisis que permita definir la calidad de la circulación, esa calidad de circulación en Ingeniería de Tráfico se ha realizado a través de los Niveles de Servicio.

La capacidad define un estado de la circulación inaceptable, como referencia y base de cálculo tiene una importancia práctica fundamental en la determinación de conjunto de regímenes de explotación posible de una carretera, en el proyecto de nuevas carreteras y en la explotación de las existentes. Por consiguiente, dentro de la ingeniería de tráfico se han desarrollado métodos, denominados de análisis o cálculo de capacidad, que permiten el cálculo de esta y del resto de los regímenes posibles teniendo en cuenta las características de la carretera. Estos métodos se basan fundamentalmente en datos empíricos ya que las complejas condiciones de la circulación no han permitido el desarrollo de modelos teóricos generales que pueden aplicarse en la práctica o toda la casuística de carreteras y circulaciones que sobre ella se pueden presentar.

El intervalo de tiempo utilizado en la mayoría de los análisis de capacidad es de 15 minutos, debido a que se considera que éste es el intervalo más corto durante el cual puede presentarse un flujo estable.

Para que se alcance la capacidad de una sección de carretera será necesario que haya una demanda de tráfico suficiente en el acceso de la sección y que no exista una sección anterior de menor capacidad que impida que la intensidad de tráfico se mantenga en la entrada; ni una sección posterior de menor capacidad que dé lugar a la información de una cola de vehículos que llegue a impedir la salida de los mismos de la sección considerada. Debido a la fluctuación aleatoria del tráfico pueden presentarse valores muy altos de la intensidad durante periodos muy cortos, por lo que normalmente interesa más definir la capacidad mediante el número de vehículos que pasan durante un periodo lo suficientemente largo como para eliminar estas oscilaciones aleatorias, por ejemplo, 15 min.

La capacidad depende de las condiciones existentes. Estas condiciones se refieren fundamentalmente a las características de la sección (características geométricas, condición del pavimento, etc.) y las del tráfico (especialmente su composición). Además habrá que tener en cuenta las regulaciones de la circulación que existan (limitaciones de velocidad prohibiciones de adelantamientos, etc.) y que influirán sobre el tráfico. Por último, habría que considerar las condiciones ambientales y meteorológicas. Aunque se tiene poca experiencia sobre la influencia de estos factores, ya que generalmente es pequeña y solo en condiciones excepcionales puede llegar a ser importante.

En este sentido, la capacidad de una sección de una carretera podrá alcanzar un valor máximo cuando sus propias condiciones y las del tráfico sean óptimas, lo que corresponde a una capacidad en condiciones ideales.

### **2.3.4.1.-Capacidad En Vías Urbanas.-**

Cuando hablamos de capacidad en vías interrumpidas, nos referimos específicamente a la capacidad de calles o arterias dentro de una ciudad.

Estas vías poseen características de circulación que obedecen a interrupciones en periodos de tiempo o en longitudes determinadas dadas por las intersecciones, las cuales originan la interrupción del tráfico.

La determinación de la capacidad en este tipo de vías esta dada por una capacidad teórica, una capacidad práctica y una capacidad real en función de factores de reducción.

En la determinación de la capacidad se tiene como premisa que las intersecciones serán semaforizadas o en su caso accionadas por un agente de tráfico que regula la circulación.

**Capacidad Básica o Teórica.-** La capacidad teórica ha sido estudiada en función a condiciones ideales como ser ancho de carril, visibilidad, velocidad de diseño, ciclo de semáforo, etc.

Esas condiciones y tomando en cuenta las diferentes zonas de un área urbana la forma de estacionamiento cerca de la intersección es que se han establecido ábacos que nos proporcionan una capacidad básica ideal o teórica.

**Capacidad Práctica.-** La capacidad práctica es un concepto de que por diferentes razones no siempre se van ha mantener las condiciones ideales en la circulación por lo tanto se debe colocar un factor de seguridad de por lo menos el 10% con referencia a la capacidad teórica.

**Capacidad Real.-** La capacidad real es el producto de la capacidad práctica por una serie de factores que reducen la capacidad de una intersección como ser el % de vehículos pesados, los movimientos de giro y las condiciones de estacionamiento cercanos a la intersección.

## **Factores De Influencia**

En la Capacidad.- Existen varios factores que influyen y reducen la capacidad de las calles, de entre ellas la mayoría de las normas han hecho énfasis de las tres más importantes que son:

- Vehículos pesados
- Movimientos de giro (izquierda y derecha)
- Estacionamientos

**En el Nivel de Servicio.**- De los factores que afectan el Nivel de Servicio, se distinguen los internos y los externos. Los internos son aquellos que corresponden a variaciones en la velocidad, en el volumen, en la composición del tránsito, en el porcentaje de movimientos de entrecruzamientos o direccionales, etc.

Entre los externos están las características físicas, tales como la anchura de los carriles, la distancia libre lateral, la anchura de acotamientos, las pendientes, etc.

## CAPITULO III.-

### 3.-PARÁMETROS FUNDAMENTALES DEL TRÁFICO.

#### 3.1.- INTENSIDAD.-

Se llama intensidad de tráfico al número de vehículos que pasa a través de un punto o una sección fija de una carretera por unidad de tiempo. Es pues, el número de vehículos N, que pasan durante un periodo de tiempo específico T, inferior a una hora en unidades de minutos o segundos.

Las unidades más usadas de la intensidad son vehículos/hora (intensidad horaria) y vehículos/día (intensidad diaria).

Se calcula entonces con la siguiente expresión.-

$$Q = \frac{N}{T}$$

Donde:

Q = vehículos que pasan por unidad de tiempo.

N = número total de vehículos que pasan (vehículo)

T = periodo determinado (en tiempo)

La intensidad es la característica fundamental de la circulación, ya que permite caracterizar el tipo de circulación en un tramo viario, por lo que es una variable básica en el análisis del tráfico.

Desde el punto de vista de la Ingeniería de Tráfico interesan especialmente los siguientes estados de la variable de la intensidad.

### **3.1.1.- La Intensidad Media Diaria Anual.-**

La Intensidad Media Diaria Anual es el número de vehículos que pasan por una sección de carretera durante un año, dividido por 365. Se conoce normalmente en España como **IMD**, y puede considerarse como la intensidad de tráfico que corresponde al día medio del año.

**La IMD** se utiliza fundamentalmente para el **planeamiento**: clasificación de vías, programas de mejora, determinación de tendencias en el uso de las vías, determinación de características geométricas de carácter general, proyectos de señalización e iluminación, etc...

La intensidad de tráfico en cualquier carretera varía a lo largo del tiempo siguiendo una ley formada por una tendencia a largo plazo, normalmente creciente, a la que se superponen unas oscilaciones cíclicas (de año, semana, día) y unas variaciones aleatorias.

Entre los factores que contribuyen a que las variaciones de tráfico sean acusadas destacan los siguientes:

- El carácter turístico del tráfico (en ciclos anuales).
- La proximidad a una gran población, que suele generar viajes de recreo de corto recorrido (en ciclos semanales).

Al estudiar las intensidades medias diarias (IMD) correspondientes a una serie de años, se observa en la mayoría de las carreteras una tendencia creciente. Durante un corto tiempo de años (por ejemplo, 5 años) se puede suponer la tasa de crecimiento constante, por lo que las IMD anuales formaran una progresión geométrica.

En periodos más largos, la tasa de crecimiento puede presentar variaciones importantes y la aproximación no será aceptable.

Este crecimiento general de las intensidades de tráfico es principalmente debido al aumento de la población y del grado de motorización.

Es particularmente elevado cuando se presenta un fuerte desarrollo económico, lo que trae consigo un aumento de la población y del grado de motorización. Este es el caso por ejemplo de áreas metropolitanas, zonas de desarrollo industrial, zonas turísticas, etc.

Por el contrario, será mucho menos importante e incluso puede presentar una tendencia decreciente en zonas en regresión, como zonas rurales que exista una fuerte emigración, o en épocas de crisis económicas.

También será decreciente en algunos casos excepcionales, como el que se presenta cuando se construye una autopista alternativa de una carretera existente de trazado antiguo, registrándose un decrecimiento brusco en esta última.

### **3.1.2.-La Intensidad Horaria Punta.-**

La Intensidad Horaria Punta es el número de vehículos que pasan por una sección de carretera durante la hora que se considera más representativa de las condiciones de mayor circulación.

La **intensidad horaria** se utiliza para el **proyecto y la ordenación**: capacidad de las vías, características de las intersecciones y enlaces, control de tráfico, coordinación de semáforos y ordenación de la circulación.

Por lo que respecta al concepto de intensidad de hora punta, ha de partirse de que el correcto funcionamiento de una vía, no se juzga por su capacidad para intensidades medias, sino para intensidades en horas punta.

Por ello la intensidad de tráfico en la hora punta—matizada a veces por la variación del tráfico dentro de esa hora— es de gran interés.

Por otro lado, para realizar el proyecto de una vía ha de tenerse en cuenta la intensidad de tráfico que habrá de soportar.

Pero la intensidad varía a lo largo del tiempo, por lo que habrá que atender a la frecuencia con que se presentan los distintos valores de esta intensidad, puesto que no estaría justificado utilizar como intensidad horaria representativa la intensidad máxima.

Será preferible escoger un valor de la intensidad horaria que sólo sea sobrepasado durante un escaso número de horas al año.

La práctica habitual es escoger como representativa de la demanda, la intensidad horaria que sólo se excede durante 100 o 150 horas al año en función de los requerimientos del análisis que se vaya a abordar, considerándose así la, IH100 o la IH1

**Factor De Hora Punta:** También se puede medir la intensidad durante periodos menores de una hora, por ejemplo durante un cuarto de hora o cinco minutos, y estudiar las variaciones a corto plazo que se producen dentro de cada periodo.

En general, mientras la saturación de las carreteras no era frecuente bastaba con considerar las intensidades horarias, pero las vías con tráfico importante pueden saturarse por efecto de estas fluctuaciones durante largos periodos de tiempo.

Para tener en cuenta este hecho se divide la intensidad horaria durante estas puntas por un factor, conocido como factor de hora punta, que tiene en cuenta esas variaciones a corto plazo.

Por ejemplo, si durante la hora punta se miden las intensidades cada 15 minutos y es  $I_{15}$  el número de vehículos que pasan durante los 15 minutos de mayor circulación e  $I_{60}$  la intensidad horaria durante toda la hora punta, el factor de hora punta será:

$$F = \frac{I_{60}}{(4 * I_{15})}$$

Donde:

F = factor de hora punta

$I_{60}$  = volumen horario, en v/h

$I_{15}$  = volumen durante los 15 min punta de la hora.

Analógicamente se podrá medir el número de vehículos cada 5 minutos, y siendo  $I_5$  el número de vehículos durante el periodo más cargado, se define el factor:

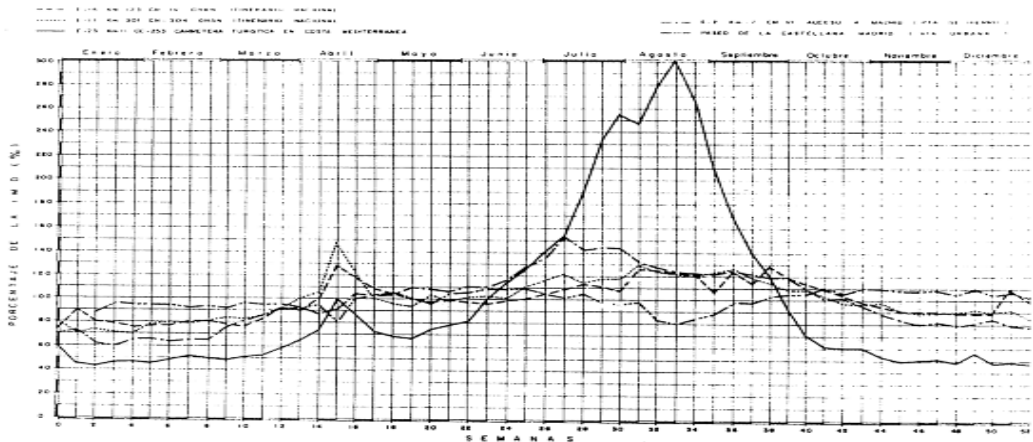
$$F = \frac{I_{60}}{(12 * I_5)}$$

**3.1.3.- Ciclos De La Intensidad De Tráfico.**

La intensidad de tráfico en cualquier carretera varía a lo largo del tiempo siguiendo una ley formada por una tendencia a largo plazo, normalmente creciente, a la que se superponen unas oscilaciones cíclicas (de año, semana, día) y unas variaciones aleatorias. Aunque la forma y magnitud de estas oscilaciones varían de unas carreteras a otras, el fenómeno es análogo en todas ellas y pueden estudiarse separadamente todas las características de estas componentes de las variaciones de tráfico

**3.1.3.1.- Ciclo anual.**

Normalmente en cualquier tramo de calle o carretera la variación de la intensidad de tráfico del día típico de un mes sigue una ley relativamente constante a lo largo de los años, mientras no se modifiquen substancialmente las características físicas y funcionales de la vía o el uso del suelo próximo a ella. La variación generalmente es más acusada en las zonas rurales que en las urbanas y es sensible a una serie de factores que más adelante se detallan.



**figura 3.1.- : EJEMPLO DE VARIACIÓN ANUAL DEL TRÁFICO**

Entre los factores que contribuyen a que las variaciones de tráfico sean acusadas destacan los siguientes:

- El carácter turístico del tráfico.
- Las bajas intensidades de tráfico que hacen que los valores de las intensidades diarias sean más sensibles a situaciones extraordinarias. Esto se nota mucho en vías con *IMD* inferior a 500 vehículos.
- La proximidad a una gran población, que suele generar viajes de recreo de corto recorrido.

Por otra parte ayudan a una distribución a lo largo del año los factores siguientes:

- El carácter industrial de la zona.
- La mayor proporción de tráfico pesado.
- La situación próxima al centro de una ciudad, donde normalmente el tráfico de un día laborable cualquiera no difiere en más del 10 por 100 de la *IMD*.

### **3.1.3.2.- Ciclo semanal**

Normalmente el tráfico de los días laborables (de lunes a viernes), difiere del de los sábados y domingos. Las diferencias son más o menos acusadas según el tipo y la función de cada vía.

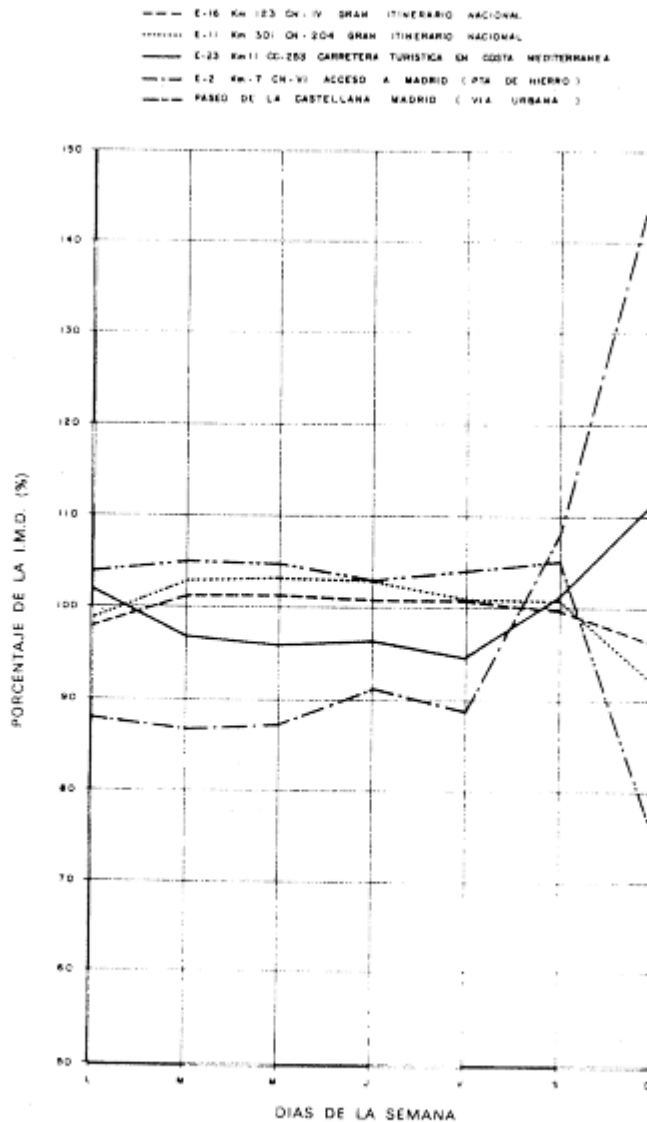
Esta variación semanal se acusa tanto en las vías urbanas como en las interurbanas: en las primeras, el domingo suele ser el día de menor tráfico y el sábado no muy diferente del de los días laborables.

En las interurbanas la influencia relativa del tráfico en sábados y domingos varía a lo largo del año, siendo frecuente que en época de buen tiempo el domingo represente una punta acusada. Las cifras de intensidades de tráfico en los días festivos son mucho más variables que las que corresponden a días laborables.

Hay factores que contribuyen a mayores variaciones dentro del ciclo semanal y que podemos enumerar:

- a) La proximidad a una gran ciudad, que acusa la influencia de los viajes de recreo en los fines de semana.
- b) Las condiciones atmosféricas favorables.

En la fig. 3.2 se dan ejemplos típicos de ciclos semanales de tráfico en diversas carreteras y calles, en los que puede apreciarse la dispersión de las curvas en los fines de semana.



**FIGURA 3.2 : EJEMPLO DE VARIACIÓN SEMANAL EN VARIAS CALLES Y CARRETERAS.**

### **3.1.3.3.- Ciclo diario**

El ciclo diario es quizás el más importante desde el punto de vista técnico. Los valores de la intensidad horaria del tráfico varían considerablemente a lo largo del día.

Si el tráfico fuera uniforme, la intensidad de cada hora representaría un 4,17 por 100 del total del día. Sin embargo, es normal que los porcentajes horarios varíen entre el 1 por 100 y el triple de la cifra media, es decir, que la gama de variación entre las intensidades de tráfico a lo largo de un día generalmente se extiende entre 1 y 12.

Es normal que del 80 al 90 por 100 del tráfico se produzca en las 16 horas comprendidas entre las 6 de la mañana y las 10 de la noche.

Para estudios de Capacidad en ramales de autopistas urbanas o en ciertas intersecciones, interesan periodos aún más cortos, del orden de 5 o 6 minutos, habiéndose llegado a la conclusión de que la variación en las intensidades de tráfico en estos períodos corto normalmente disminuye al aumentar el tamaño de la ciudad.

### **3.1.4.- Intensidad de circulación.-**

La intensidad de circulación se define como el número total de vehículos que pasan por un punto o sección de una vía durante un tiempo determinado (inferior a la hora, normalmente 15 min.) y se expresa en veh/hora.

La diferencia entre volumen e intensidad de tráfico es importante.

El volumen es el número real de vehículos que pasan por una sección de carretera o punto durante un intervalo de tiempo.

La intensidad de tráfico se obtiene dividiendo el número de vehículos observados durante un período subhorarios entre el tiempo de observación (en horas).

En consecuencia, un volumen de 100 vehículos observado durante un período de 15 minutos (15-min) implica una intensidad de tráfico de  $100/0,25$  h, es decir 400 v/h.

El correcto funcionamiento de una calle o carretera no se juzga por su capacidad para intensidades medias, sino para intensidades en horas punta. Por ello la intensidad de tráfico

en la hora punta matizada a veces por la variación del tráfico dentro de esa hora es de gran interés.

Cuando se conoce la intensidad de tráfico hora por hora a lo largo de un año (actualmente factible en secciones controladas) es posible ordenar los valores de las intensidades de forma decreciente.

La primera decisión que ha de tomarse si se acepta como tráfico horario de proyecto el de la hora de mas tráfico del año o el de la hora que, en un rango de mayor a menor intensidad de tráfico, ocupa el lugar 10,30,50 o 100.

La práctica tanto en Estados Unidos como en Europa, recomienda tomar como intensidad de tráfico de proyecto la correspondiente a la hora 30, aunque éste no sea un criterio muy rígido. Puesto que lo normal es que no se conozca la distribución horaria de todos los puntos y en cambio sea fácil estimar la IMD, es de mayor interés establecer que porcentaje de de la IMD equivale al tráfico de la hora del proyecto.

En las carreteras con tráfico uniforme a lo largo del año y con tráfico de fin de semana poco importante, puede considerarse que la intensidad de tráfico en la hora 30 equivale a una cifra comprendida entre el 9 y el 13 % de la intensidad media diaria (IMD). Donde existe una ligera punta de verano, del 13 al 15 % da la IMD, y si esta punta es de mayor importancia se alcanza el 20 % de la IMD y en vías que son de carácter fundamentalmente turístico o de recreación puede llegar a superar hasta el 25 % de la IMD.

### **3.1.5.- Flujos Netos De Vehículos (Salidas Y Entradas)**

Tomando una sección completa de aforo (entrada y salida) de un acceso a una ciudad, situada en las proximidades de la misma, y partiendo de las intensidades horarias (en tiempo real) es posible determinar un flujo neto de tráfico en este acceso durante un periodo de tiempo predeterminado, restando la intensidad horaria de salida de la ciudad y la intensidad horaria de entrada de la misma, y acumulando dicho valor.

De este modo, es posible conocer en tiempo real el flujo neto en dicha sección del acceso. Esto es muy útil en operaciones especiales de tráfico, o simplemente en las operaciones

“fin de semana”. Tomando como periodo de tiempo el comprendido entre la hora de inicio de la operación especial hasta la hora de finalización de la misma, y tomando como eje de ordenadas el flujo neto horario acumulado.

Podemos conocer en todo momento cuantos vehículos faltan por volver a la ciudad, para que asiera de este modo ir tomando medidas de acción para regular el flujo de retorno de los vehículos a la ciudad.

### **3.1.6.- Distribución De Frecuencias De Intensidades Horarias.-**

Las intensidades horarias son las que definen las características de la vía que son necesarias para hacer frente a la demanda, pero a causa de su variabilidad no es posible utilizar simplemente una intensidad horaria media durante un periodo largo.

Para elegir la intensidad horaria que interesa considerar en el proyecto de una vía o carretera hay que tener en cuenta la frecuencia con que se presentan los distintos valores de esta intensidad.

Representando el número de horas al año en que se sobrepasan determinados valores de la intensidad, se obtiene una curva en la que se puede verse que, excepto que para las 100 horas de mayor intensidad, la intensidad horaria disminuye lentamente al aumentar la frecuencia con que se sobrepasan dichos valores de la intensidad. En cambio, para fuertes intensidades de tráfico, estas disminuyen rápidamente al incrementarse la frecuencia entre las 10 y las 50 horas del año.

Para comparar entre si curvas de frecuencia correspondientes a distintas carreteras, en lugar de utilizar las intensidades horarias se emplean las relaciones intensidad horaria vs la IMD anual. La máxima intensidad horaria puede ser mayor del 20% de la IMD para carreteras en zonas turísticas y menor que el 10% en calles congestionadas.

Naturalmente, no estaría justificado utilizar como intensidad horaria representativa de esta intensidad máxima sino que será preferible escoger un valor de la intensidad horaria que solo sea sobrepasado durante un escaso numero de horas del año.

La practica norteamericana, seguida también en otros países, es la de escoger como la representativa de la demanda, la intensidad horaria que solo se excede durante treinta horas

del año, llamada Intensidad en la hora 30. La razón para escoger esta cifra es que el número de horas en las que es sobrepasada es relativamente pequeño y que generalmente coincide con el codo de la curva de frecuencia, por lo que escoger una frecuencia menor (por ejemplo, la hora 10) llevaría a emplear una intensidad horaria mucho más alta (lo que traduciría a un mayor costo de la vía), y por el contrario al escoger una frecuencia mayor (por ejemplo, la hora 50) apenas se modificaría la intensidad horaria.

En la mayoría de las carreteras la intensidad en la hora 30, oscila entre el 11% y el 17% de la IMD. Los valores más bajos se presentan en arterias urbanas, donde los valores pueden ser menores del 8% de la IMD, y los más altos en carreteras con tráfico turístico (o fin de semana) donde pueden ser del orden del 20%.

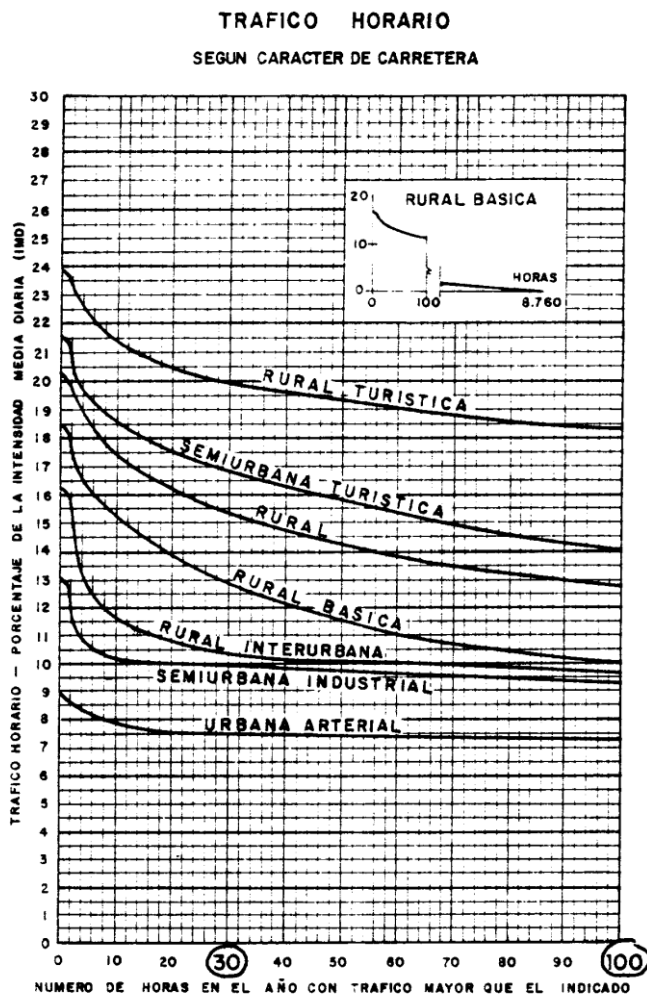


FIG. 3.3 CURVAS DE INTENSIDADES HORARIAS CLASIFICADAS

### **3.1.6.- Distribución Del Tráfico Entre Diferentes Carriles.-**

En las carreteras de dos carriles y de dos sentidos de circulación se suele considerar la intensidad de tráfico total, es decir, la suma de las correspondientes a ambos sentidos.

Mientras se consideran intensidades diarias, especialmente la IMD, será aceptable suponer que esta cifra se divide en partes iguales entre ambos sentidos.

Por el contrario, cuando se consideran intensidades horarias (como por ejemplo, la de la hora 30) pueden presentarse grandes diferencias entre sentidos. Como se vera al estudiar la capacidad vial, puede ser preciso considerar estas diferencias con detalle en algunos casos, como en los estudios de intersecciones.

En carreteras con calzadas separadas, suele ser normal considerar independientemente la intensidad correspondiente a cada calzada. Dentro de ellas el tráfico se reparte entre los carriles existentes.

Este reparto depende de la intensidad del tráfico total y de la composición del mismo. Por ejemplo, si las calzadas tienen dos carriles para un solo sentido, cuando la intensidad de tráfico es baja, la mayor parte de los vehículos utilizan el carril derecho (en países donde se circula por la derecha), mientras que si la intensidad es muy alta se utiliza más frecuentemente el carril izquierdo que el derecho.

Además la composición del tráfico es muy distinta en estos carriles. En el carril derecho circulan muchos mas vehículos lentos que por el carril izquierdo.

Cuando la intensidad de tráfico aumenta, el carril derecho acaba siendo utilizado principalmente por vehículos pesados y vehículos ligeros lentos, mientras que el carril izquierdo lo utilizan preferentemente vehículos ligeros rápidos.

Esta diferencia entre carriles y especialmente las condiciones en el carril derecho son muy importantes en ciertas situaciones del tráfico, especialmente en enlaces de autopistas y en rampas.

### **3.1.7.-Composición del tráfico.**

Además de conocer el número total de vehículos que pasan por una carretera, frecuentemente interesará saber qué tipo de vehículos circulan por ella.

Por esta razón al realizar los aforos se clasifican los vehículos registrados en varias categorías, más o menos detalladas según las necesidades. A menudo, se clasifican los vehículos según una clasificación resumida como la siguiente:

- Motocicletas
- Vehículos ligeros
- Vehículos pesados

La composición del tráfico se define mediante el porcentaje de vehículos en la IMD que pertenecen a cada categoría.

En general, la mayor parte del tráfico está formado por vehículos ligeros, mientras que las motos representan un porcentaje muy pequeño. Dentro de los vehículos ligeros, los más importantes son los coches (que forman del 85% al 90% del grupo de vehículos ligeros) y dentro de los vehículos pesados los camiones representan más del 90% de este grupo.

Naturalmente la composición del tráfico varía de unas carreteras a otras. Así, por ejemplo, en zonas urbanas, el porcentaje de vehículos ligeros es mayor que en carreteras, llegando en las calles céntricas de las grandes ciudades a ser superior al 90%. En las proximidades a las grandes ciudades, son frecuentes porcentajes de vehículos pesados entre el 15% y el 20%, mientras que en las zonas interurbanas, especialmente en itinerarios importantes para el transporte, son frecuentes porcentajes entre el 20% y el 30% e incluso superiores. Evidentemente, estas composiciones están sujetas a variaciones temporales.

### **3.2.- VELOCIDAD.**

La velocidad es una variable fundamental del tráfico y la de definición más compleja. Cuando hablamos de velocidad, podemos referirnos a la de un vehículo determinado, a la de un grupo de vehículos o a una magnitud que tiene en cuenta las circunstancias de la circulación y de la vía.

La velocidad en un tramo de carretera varía mucho de unos vehículos a otros. Incluso cuando se estudia la velocidad de un solo vehículo, se ve que el vehículo no permanece a una velocidad constante aun cuando el conductor procure mantener una velocidad fija, como ya se ha indicado se tratará de ver cómo afecta la velocidad a la circulación vehicular como un factor.

### **3.2.1.- Definiciones.-**

Por otra parte será más interesante estudiar valores medios de la velocidad, que seguir con detalle la evolución de los distintos vehículos que circulan por un tramo de carretera.

Estos valores medios pueden obtenerse de distintas formas, con resultados totalmente diferentes, por lo que conviene especificar claramente como se ha obtenido la velocidad de la que se trate.

Podemos definir de modo general la velocidad como la relación existente entre el espacio recorrido y el tiempo empleado en recorrerlo, y suele expresarse en km/h.

Podemos hablar, sin embargo, de otros conceptos más precisos:

- ***Velocidad puntual.***- Es la velocidad de un vehículo al pasar por una sección de la carretera.
- ***Velocidad instantánea.***- la velocidad de un vehículo en un momento determinado.
- ***Velocidad de recorrido.***- de un vehículo es la velocidad media conseguida por el vehículo al recorrer un tramo dado de carretera.
- ***Velocidad de circulación.***- de un vehículo es la velocidad media descontando las paradas completas.
- ***Velocidad media temporal.***- es la velocidad media de todos los vehículos que pasan por un perfil fijo de la carretera durante un cierto periodo de tiempo.
- ***Velocidad media espacial.***- es la velocidad media de todos los vehículos que en un instante determinado están en un tramo de carretera dado.
- ***Velocidad media de recorrido.***- es la media de las velocidades de recorrido de todos los vehículos en un tramo de carretera.

### 3.2.2- Formas de medir las velocidades.

Ahora bien, en Ingeniería de Tráfico, lo que interesa no es la velocidad de un vehículo aislado sino de un grupo de vehículos. Hay dos formas de obtener los valores medios:

- a) La primera es medir las velocidades instantáneas o locales de todos los vehículos que pasan por una sección determinada y obtener la media en un cierto período. Se obtiene así una “velocidad media instantánea o local” en el tiempo:

$$V_t = \frac{\sum V_j}{n}$$

Siendo n el número de vehículos observados y  $v_j$  la velocidad local del vehículo j.

- b) Otro sistema es considerar un cierto tramo de vía de longitud L y hallar la media de los tiempos empleados por un grupo de n vehículos en recorrer el tramo: se obtiene así una “velocidad media en un tramo”. Esta es la manera más habitual de medir la velocidad, por su facilidad de cálculo en base a la observación de vehículos individuales del flujo, y por ser la medida estadísticamente más relevante en las relaciones con otras variables. Así, si los tiempos de recorrido medidos para los n vehículos que recorren un segmento de longitud L son  $t_1, t_2, t_3, \dots, t_n$ , la velocidad media del recorrido será:

$$V = L / (t_1 + t_2 + \dots + t_n) / n = n \cdot L / (t_1 + t_2 + \dots + t_n)$$

Siendo:

V= la velocidad media de recorrido, en km/h.

L= la longitud del segmento de carretera en k.

$t_i$ = el tiempo de recorrido del i-ésimo vehículo que recorre la sección, en horas; y

n= el número de tiempos de recorrido observados.

Considérese un segmento de carretera de un kilómetro por el que circulan vehículos con los siguientes tiempos de recorrido observados:

1,0 min (0,0167 h)

1,2 min (0,0200 h)

1,7 min (0,0283 h)

1,1 min (0,0183 h)

El tiempo medio de recorrido es de  $(0,0167 + 0,0200 + 0,0283 + 0,0183)/4 = 0,0208$  h. La velocidad media de recorrido es la distancia (1 km) dividida entre este tiempo:  $V = 1,0 \text{ km}/0,0208 \text{ h} = 48 \text{ km/h}$ .

Es importante destacar que estos tiempos de recorrido utilizados en el cálculo anterior incluyen las demoras por las paradas producidas por interrupciones completas y por la congestión del tráfico. Son, pues, tiempos totales empleados en recorrer el segmento definido. La velocidad media de recorrido no debe confundirse con otra medida similar, la *velocidad media en movimiento*, definida como la distancia dividida entre el tiempo medio que al recorrer la distancia se permanece en movimiento. El “tiempo medio en movimiento”, incluye únicamente la fracción de tiempo durante el cual el vehículo está en movimiento. En vías de circulación continua que operen en estado no congestionado las velocidades medias de recorrido y en movimiento son iguales.

Cuando todos los vehículos circulan a velocidad uniforme, las dos velocidades medias son idénticas, pero si no es así, siempre es algo mayor -de un 1 a un 6 por 100 generalmente- la velocidad media local en el tiempo. La razón de esto es que en la velocidad media de recorrido en un tramo tienen mayor peso relativo los vehículos lentos, que ocupan durante un tiempo más prolongado el tramo de vía que se considera.

### **3.2.3.- Velocidad Del Percentil 85.-**

Para muchos estudios de trazado o de regulación del tráfico no es adecuado considerar la velocidad media como la velocidad del proyecto, porque 50 % de los vehículos circulan a

una velocidad superior, por ese motivo interesa utilizar una velocidad que sea sobrepasada por un número reducido de vehículos.

Se utiliza frecuentemente la velocidad correspondiente al percentil 85 (velocidad que solo es sobrepasada por el 15 % de los vehículos) de la distribución de los vehículos de turismo, que son los más rápidos. Esta velocidad del percentil 85 suele ser alrededor de un 20 % superior a la velocidad media.

### **3.2.4.- Otros conceptos de velocidades: de proyecto y de servicio.**

Otros conceptos de velocidades tienen también en cuenta las circunstancias de la vía.

- La “velocidad de proyecto”, o aquella que se toma como base para definir los elementos geométricos de la vía: radios de curvas, horizontales y verticales, distancias de visibilidad y peraltes.
- La “velocidad de servicio”, que es aquella a que se puede circular por una determinada vía en situaciones atmosféricas favorables, en las condiciones de circulación existentes en cada momento y dentro de unos márgenes razonables de seguridad. Este concepto de velocidad tiene gran interés en la definición de la capacidad y de los niveles de servicio de los distintos tipos de calles y carreteras.

### **3.2.5.- Velocidad En Función Del Tipo De Vía.**

El concepto que un conductor tiene de una determinada vía depende mucho de la velocidad a que puede circular por ella.

En carreteras importantes, los conductores en general no se conforman si no pueden circular a 100-120 km/h. En las zonas urbanas, se aceptan condiciones de mayor restricción, no estando bien definidos los límites que son generalmente aceptables.

El tipo de calle o carretera condiciona naturalmente las velocidades medias y también la dispersión que se observa en su distribución.

Las mayores velocidades corresponden a las autopistas, siendo bastante parecidas en todos los países.

En otras vías, las velocidades son inferiores, correspondiendo las más bajas a las zonas urbanas. En los centros urbanos y durante las horas punta son normales velocidades de 10 a 15 km/h., y aún se llega a cifras más bajas en algunos casos.

Las observaciones realizadas indican que las velocidades máximas que se alcanzan de día y de noche son del mismo orden: sin embargo, por la noche la dispersión es mayor, es decir, que una parte considerable de los conductores reduce la velocidad.

En cuanto a la influencia de la posición de los vehículos en las calzadas que comprenden varios carriles en un solo sentido, se ha observado que por el carril de la derecha se circula algo más lentamente (5 a 10 km/h más despacio) y si hay tres carriles, por el de la izquierda algo más rápidamente (5 a 6 km/h más deprisa que por el carril central).

### **3.3.- DENSIDAD DE TRÁFICO.-**

Se denomina densidad de tráfico al número de vehículos que hay en un tramo de carretera por unidad de longitud para un instante dado.

Se puede medir, por ejemplo, obteniendo una fotografía de un tramo de carretera y contando los vehículos que hay en él.

Pero realmente esta magnitud rara vez se mide, ya que es posible calcularla fácilmente a partir de medidas de velocidad e intensidad, como se verá más adelante.

Evidentemente existe un valor máximo de la densidad de tráfico, que se obtiene cuando todos los vehículos están en fila, sin huecos entre ellos y que depende, lógicamente, de la longitud de los vehículos.

En estas condiciones los vehículos estarán parados. Esta densidad máxima será igual al producto de la inversa de la longitud media de los vehículos por el número de carriles.

La densidad de tráfico influye de forma directa en la calidad de la circulación, ya que al aumentar la densidad resulta más difícil mantener la velocidad que el conductor desea y éste se ve obligado a realizar un mayor número de maniobras, generando una conducción más incómoda. Si la densidad se acerca a su valor máximo, se circula muy lentamente con frecuentes paradas y arranques.

La libertad de maniobra y la separación de otros vehículos son aspectos altamente

valorados por los conductores en relación con la calidad de servicio de circulación.

Así si los carriles de una carretera son estrechos será obligado guardar una distancia lateral con los otros vehículos inferior a la deseada; el conductor tenderá a compensar esta situación manteniendo una mayor distancia con el vehículo precedente (intervalo hueco).

La distancia entre dos vehículos sumada a la longitud del vehículo es el intervalo intervehicular espacial o espaciamiento:

$$s = d (\text{intr. hueco}) + L (\text{vehículo})$$

Esta variable tiene un valor medio, o espaciamiento medio  $S_m$  cuya inversa es por definición la densidad:

$$D = 1/S_m$$

Consecuentemente la densidad es una variable que explica directamente la valoración que hacen los conductores de la calidad de la circulación, y de ahí el interés de utilizar esta variable.

## **CAPITULO IV.-**

### **4.- RELACIONES ENTRE LAS VARIABLES DE TRÁFICO**

#### **4.1.- Relación Básica Entre Las Tres Magnitudes.-**

Entre las magnitudes de tráfico anteriormente estudiadas existen relaciones que permiten deducir una de ellas a partir de las otras.

La ecuación  $I = V * D$ , que expresa la relación básica entre los tres parámetros descriptores de la corriente de tráfico se deduce de la propia definición de dichas magnitudes.

Aunque dicha ecuación permite algebraicamente la existencia de un número infinito de combinaciones de la velocidad y densidad para cada intensidad, existen otras relaciones que limitan la variedad de condiciones de circulación posibles en un tramo determinado y que se han obtenido empíricamente a partir de un gran número de datos recogidos de estudios reales de tráfico vehicular en carreteras.

#### **4.2. Relación Fundamental.-**

Entre las principales características de la circulación estudiadas existen relaciones que permiten deducir una de ellas a partir de los valores de las otras. Algunas de estas relaciones se deducen de su propia definición, mientras que otras se han obtenido de forma empírica a partir de numerosos datos recogidos en estudios reales.

Estas relaciones son muy utilizadas en estudios de tráfico. Así, cuando se proyecta una nueva carretera o se estudia el acondicionamiento de una existente, en la que se ha determinado la intensidad de tráfico que circula por ella, se podrá estimar la velocidad de los vehículos correspondientes a esta intensidad a partir de una relación velocidad-intensidad determinada en una carretera de características análogas.

En lo que sigue se supone que los vehículos se mueven a lo largo de un tramo de carretera, sin interrupciones a la circulación. Por consiguiente, si los vehículos llegan a detenerse, será debido a las propias circunstancias del tráfico y no a medidas exteriores, como pueden

ser las indicaciones de un semáforo o de un agente de la circulación.

La relación fundamental del flujo vehicular es: intensidad igual a densidad por velocidad media espacial

$$I = D * V_e.$$

Donde:

I = Intensidad de tráfico

D = Densidad de tráfico

$V_e$  = Velocidad media espacial.

Esta relación liga por tanto las tres magnitudes fundamentales del tráfico vial y permite calcular una de ellas (generalmente la densidad) en función de las otras dos.

### **4.3.- Relación Velocidad – Densidad.**

Evidentemente, si la densidad fuera muy pequeña, casi nula, los pocos vehículos que estuvieran en la carretera podrían circular muy separados y llevar la velocidad que quisieran sin que ningún otro les interfiriera.

Con densidades mayores, los vehículos tendrían más dificultades para mantener la velocidad deseada porque encontrarían con cierta frecuencia vehículos más lentos delante de ellos que les impedirían mantener su velocidad. Por tanto al aumentar la densidad de tráfico la velocidad media disminuye.

En el límite, cuando se alcance la densidad máxima (es decir, cuando la carretera esté totalmente ocupada por vehículos, choques contra choques), será absolutamente imposible mover un vehículo sin golpear al que le precede, y la velocidad de todos los vehículos será igual a cero.

La velocidad media resulta así una función de la densidad que alcanza un valor máximo cuando la densidad es casi cero, y disminuye constantemente al aumentar la densidad hasta llegar a anularse cuando la densidad de tráfico alcanza su valor máximo. Hablaremos de zonas, curvas o regiones de circulación inestable cuando tengan altas densidades y bajas velocidades, mientras que será estable en caso contrario.

Esta función variará de unas carreteras a otras, pero indudablemente la influencia del tipo de carretera será mayor cuando la densidad es baja; en estas condiciones la velocidad no depende de otros vehículos, sino exclusivamente de las características de la carretera. Por el contrario, cuando la densidad es alta, los conductores deben preocuparse principalmente de los vehículos que les preceden, por lo que la velocidad

dependerá más de las condiciones del tráfico que de las de la carretera. Si se representa la variación de la velocidad media en función de la densidad de tráfico (midiéndola en vehículos por Km. y carril), se obtienen curvas como las de la Fig. 8, en las que las mayores variaciones entre tipos de carretera se producen en las zonas de baja densidad.

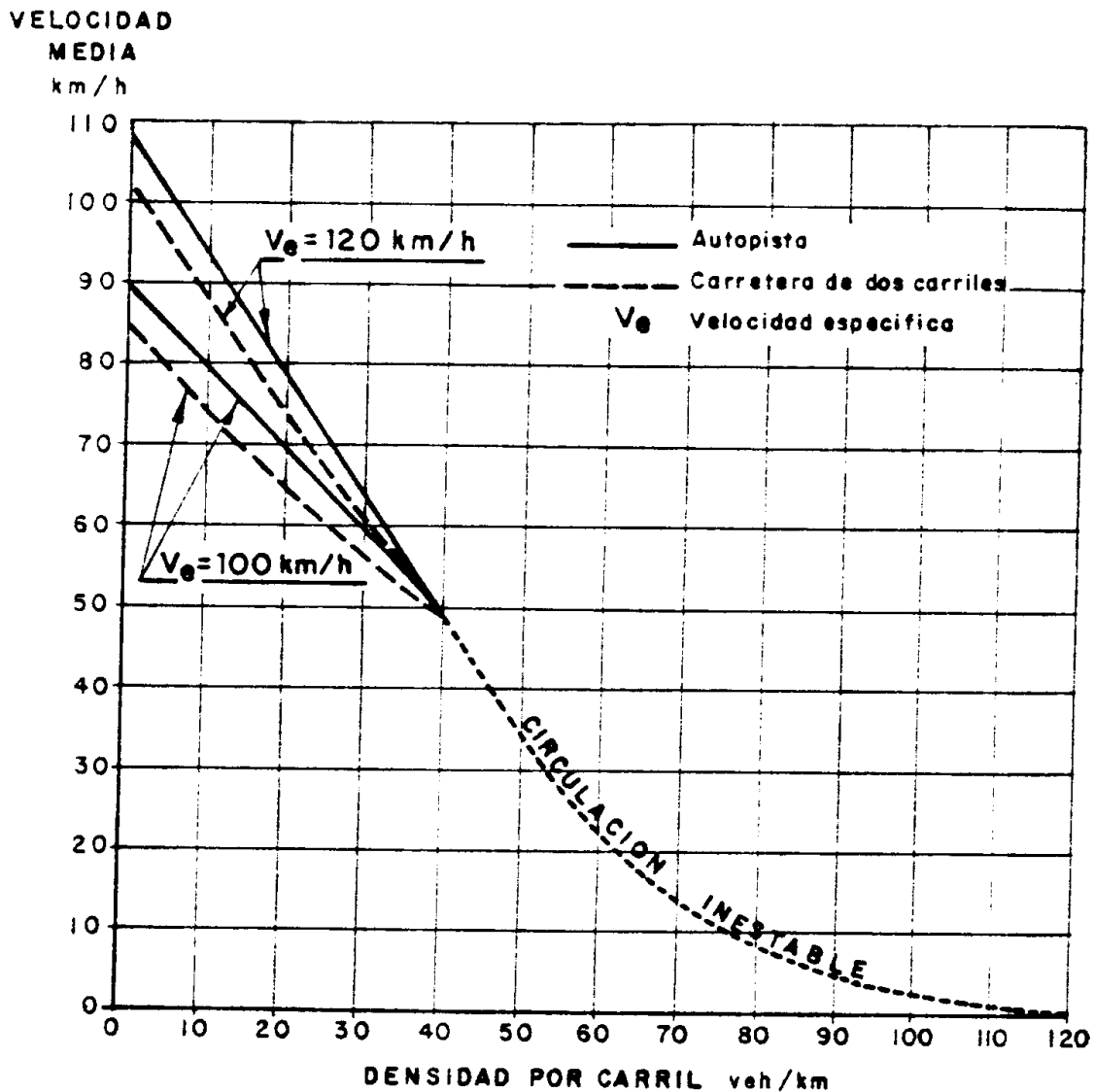


FIG. 4.1 RELACION VELOCIDAD-DENSIDAD

#### 4.4.- Relación Intensidad – Densidad

Teniendo en cuenta la relación básica entre intensidad, densidad y velocidad media  $q = V_e$

\*  $k$  y la relación que existe entre velocidad y densidad se puede la relación existente entre velocidad y densidad.

Cuando la densidad sea nula, también lo será la intensidad: y cuando la densidad alcance su valor máximo, por anularse la velocidad media, se anulará también la intensidad.

Entre ambos extremos, la intensidad tendrá valores positivos, y por consiguiente debe alcanzarse un valor máximo de la intensidad. Representando la intensidad en función de la densidad resultan funciones convexas con un máximo para un cierto valor de la densidad, como las representadas en la Fig.. Como en el caso de la relación velocidad densidad, estas curvas serán diferentes para las distintas carreteras, presentándose mayores diferencias en la zona de baja densidad, mientras que serán similares en la zona cercana a la densidad máxima.

El valor máximo de la intensidad para un tramo de carretera se conoce como capacidad de la carretera, y la densidad para la que se obtiene se llama **densidad crítica**.

Cada valor de la intensidad, menor que la capacidad, se obtiene para dos valores distintos de la densidad, para uno menor que la densidad crítica y para otro mayor. El funcionamiento es completamente distinto en ambos casos.

Cuando la densidad es menor que la crítica, el tráfico se mantiene relativamente fluido y estable, en el sentido que si se produce alguna pequeña perturbación que aumente momentáneamente la densidad de tráfico, tiende a disiparse y volver a la situación anterior.

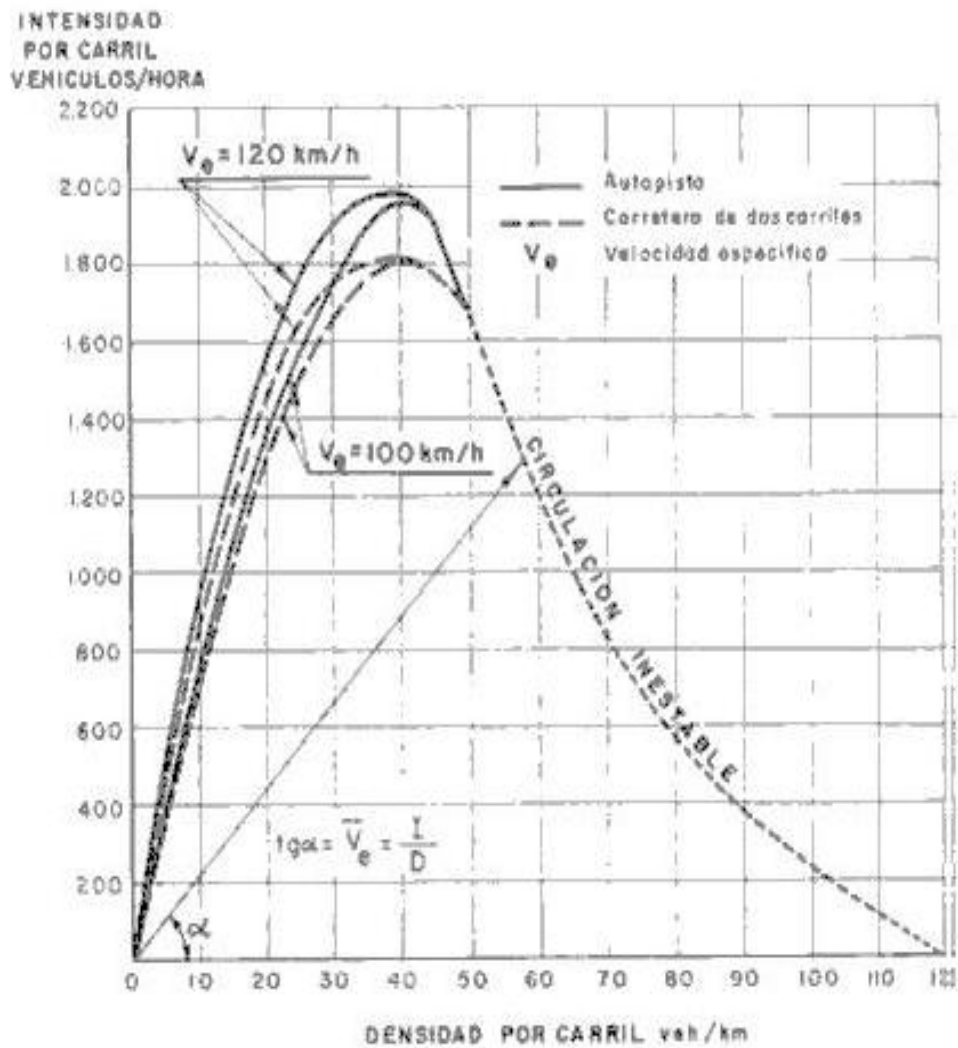
Por el contrario, cuando la densidad es superior a la crítica, las perturbaciones tienden a producir un empeoramiento de la situación que puede llegar a la detención total del tráfico.

Por ello, los puntos de la rama ascendente del diagrama fundamental corresponden a condiciones de tráfico que se pueden considerar aceptables, ya que los vehículos se mantienen moviéndose a una velocidad que, aunque no sea la deseable, no sufrirá excesivas variaciones.

Por el contrario, los puntos de la rama descendente corresponden a una circulación inestable en que se producen constantemente paradas y avances y las velocidades oscilan entre cero y valores siempre reducidos.

El diagrama que representa la intensidad en función de la densidad se conoce como

diagrama fundamental del tráfico, y en él puede obtenerse para cualquier punto la intensidad (ordenada), densidad (abscisa) y velocidad media (pendiente de la recta que une el origen con el punto en cuestión). Se estima que la densidad crítica suele ser del orden del 30% al 40% de la densidad máxima.



**FIG 4.2.- RELACION INTENSIDAD-DENSIDAD**

#### 4.5.- Relación Velocidad – Intensidad.

Mientras la intensidad de tráfico es baja, los conductores pueden mantener la velocidad que

ellos juzgan más adecuada, mientras que cuando aumenta la intensidad la velocidad de cada conductor viene determinada en gran parte por la de los demás, produciéndose una disminución de la velocidad media.

Cuando esta intensidad es muy alta y la carretera llega a estar congestionada, la velocidad resulta poco influida por otros factores, como las características de la carretera o el tipo de vehículo.

Esta relación es mucho más sencilla de obtener en la práctica, ya que es más fácil medir velocidades e intensidades que densidades. Además, la intensidad de tráfico es una magnitud que define la demanda de tráfico en la carretera, y es por tanto un dato básico, mientras que la velocidad es la magnitud que mejor define el funcionamiento de la circulación desde el punto de vista de los conductores.

Frecuentemente el problema será deducir las condiciones de tráfico (que pueden definirse por la velocidad), conociendo la demanda de tráfico (definida por la intensidad).

Esto hace que las relaciones velocidad – intensidad tengan una importancia práctica mucho mayor que las otras relaciones y que haya sido objeto de numerosos estudios empíricos, mientras que las relaciones intensidad-densidad y velocidad – densidad hayan sido estudiadas principalmente desde el punto de vista teórico.

Como en el caso de la curva intensidad densidad, se presentan dos velocidades distintas para cada valor de la intensidad, una relativamente elevada, y otra menor. La parte superior de la curva corresponde a una circulación libre y estable, mientras que la parte inferior corresponde a una circulación congestionada e inestable.

Comparando las curvas correspondientes a distintas carreteras, se observa que difieren apreciablemente en la parte superior (velocidades altas), mientras que son parecidas en la parte inferior. La rama superior de la curva, que es la más interesante a efectos prácticos, ya que la rama inferior corresponde a condiciones inaceptables, puede considerarse aproximadamente lineal, variando de unas carreteras a otras su inclinación y ordenada en el origen.

Se han realizado numerosos estudios para determinar cómo depende la relación velocidad intensidad de la composición del tráfico (porcentaje de vehículos pesados) y características

de la carretera (sección transversal, pendientes, etc.). Dichos estudios forman la base de los procedimientos para determinar la capacidad de las carreteras.

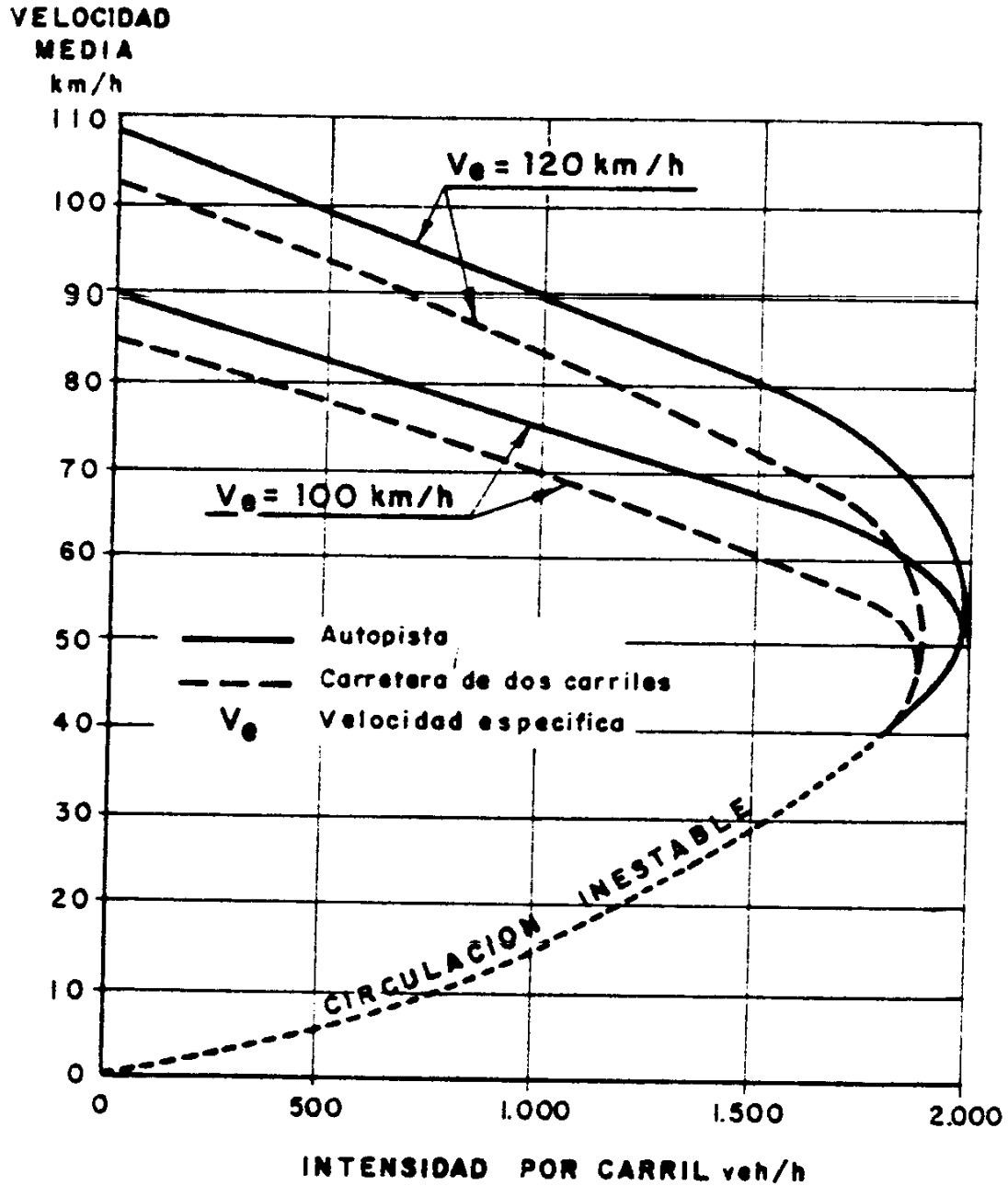


FIG. 4.3.- RELACION VELOCIDAD-INTENSIDAD

#### **4.6.- Modelos de Tráfico Vehicular.-**

Este documento pretende estudiar los diferentes modelos y variables que se utilizan en el estudio del problema del tráfico vehicular.

Este documento definirá posibles variables del tráfico que pueden ser interesantes observar y aplicar en el simulador que se entregará en este proyecto de grado.

##### **4.6.1.- Modelos Macroscópicos**

Un modelo macroscópico describe el comportamiento general de un fenómeno del mundo. Las variables que se estudian quedan en términos de promedio, por ejemplo, se observa que el promedio de velocidad de los vehículos a cierta hora es de 20 km/h, no se detiene al observar que la velocidad de cierto vehículo a esa hora fue 20 km/h. Podemos observar que para describir un modelo macroscópico, debemos sustentarnos en los modelos microscópicos para poder hallar los valores promedios de las variables. Para esto podemos utilizar métodos de estimación estadística.

##### **4.6.2.- Modelos Microscópicos**

La simulación Microscópica es usada para estudiar la relación entre el comportamiento microscópico y un fenómeno macroscópico, este modelo aplica para diferentes *objetos microscópicos* (carros, animales, humanos), que determinan el comportamiento de ciertos fenómenos macroscópicos, como por ejemplo el comportamiento del tráfico vehicular, el comportamiento de una población basándose en el comportamiento de sus individuos entre otras.

- **La Simulación Microscópica de Tráfico**

Los modelos de tráfico han sido construidos usando analogías con flujo de fluidos. Esto asume que cada camino en una red puede ser representado por un enlace que tiene una cierta capacidad de flujo. Este modelo es útil para los sistemas donde el flujo es libre, pero no son muy eficientes cuando el flujo tiene interrupciones tal como es el caso del problema del Tráfico.

Los modelos tradicionales, también asumen que la demanda de tráfico entre un origen y un destino mantiene un valor constante, lo cual no se cumple en la mayoría de los casos, la demanda de la red es dinámica y no existe un estado de equilibrio.

La simulación microscópica de tráfico resuelve estos problemas dado que el movimiento de cada vehículo a través de la red es simulado de manera independiente, donde cada vehículo es modelado de acuerdo a sus características y tiene un comportamiento individual indeterminado tal como ocurre en el mundo real.

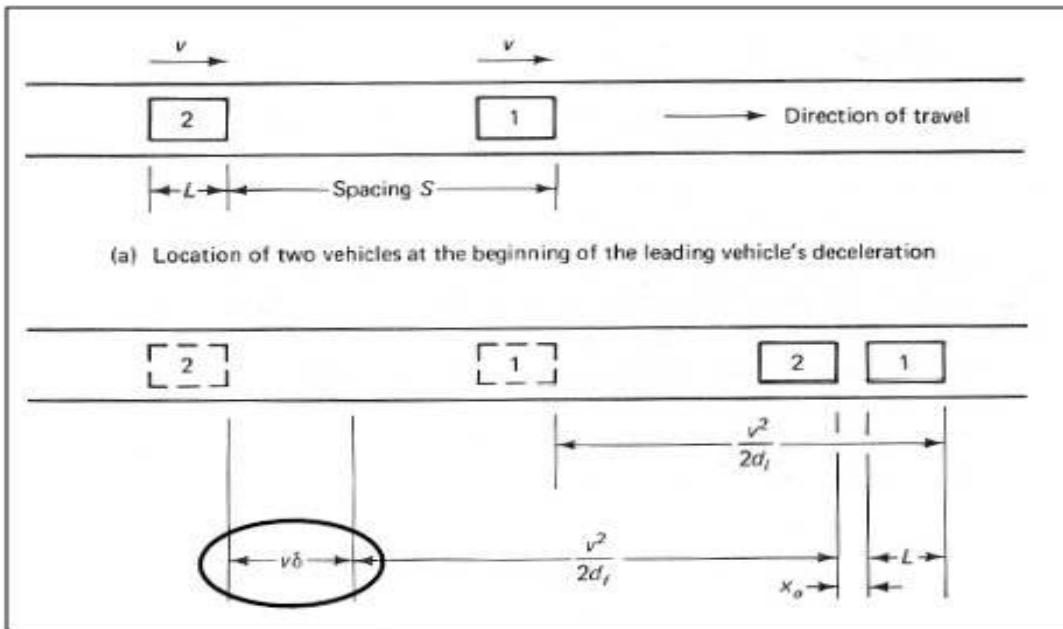
El modelo microscópico de simulación del tráfico permite a los ingenieros del tráfico obtener una visión continua del estado del tráfico bajo ciertas condiciones determinadas. Como podemos observar la simulación microscópica de tráfico es usada para la evaluación en paralelo de la operación de una calle cubriendo objetivos como el estudio del control dinámico del tráfico, la administración de incidentes, la construcción de estrategias de mejor ruta en tiempo real, y el control dinámico de las señales en las intersecciones.

Los modelos microscópicos se pueden estudiar a partir de modelos lineales o modelos no lineales, los cuales se exponen a continuación.

#### **4.6.2.1.- Modelo De Seguimiento Vehicular**

- Considera el caso de un vehículo siguiendo a otro en un solo carril.
- Asume que el flujo no se detiene por razones externas.
- Se da en condiciones de flujo ininterrumpido.
- La única interferencia que se puede experimentar es causada por el vehículo que lidera.
- El vehículo que lidera circula a una velocidad constante.
- El vehículo que lo sigue se encuentra a una distancia razonable, circulando a la misma velocidad.
- El vehículo que lidera puede ser que en un cierto tramo de la carretera decide desacelerar hasta detenerse.

- El vehículo que le sigue debe tener amplio espacio y tiempo para percibir la situación, reaccionar y ser capaz de desacelerar con seguridad y detenerse sin colisionar.



#### 4.6.2.2. - Modelo Lineal (B.D. Greenshields)

El modelo lineal propuesto por B.D. Greenshields supone una relación lineal entre la velocidad y la densidad a partir de la cual se construye un modelo parabólico de volumen-densidad y velocidad-volumen. El modelo lineal propuesto es el siguiente:

#### ➤ Relación Entre Velocidad Y Densidad.-

$$\bar{v}_e = v_1 - \left( \frac{v_1}{k_c} \right) k$$

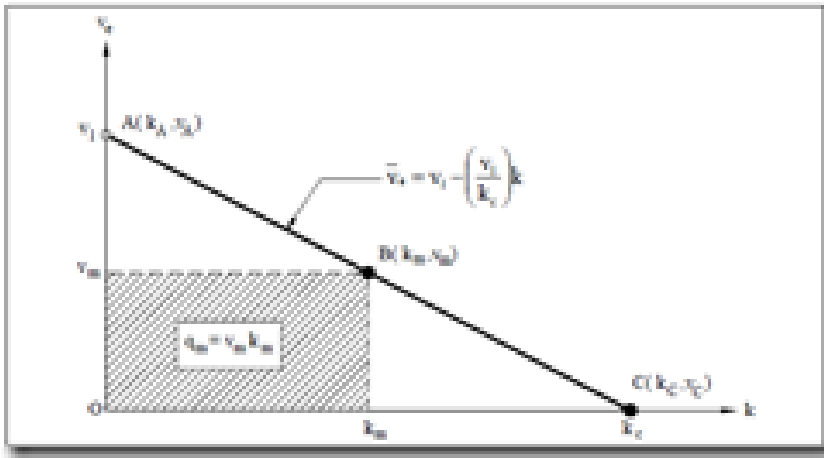
Donde:

$v_e$  = velocidad media espacial (km/hora)

$v_1$  = velocidad media espacial a flujo libre (km/hora)

$k$  = densidad (veh/km/carril)

$k_c$  = densidad de congestionamiento (veh/km/carril)



**Figura 4.4.- Relación lineal entre la velocidad y la densidad**

Para obtener el rectángulo de mayor área (qm.), los valores de  $v_m$  y  $k_m$  deben ser los siguientes:

$$v_m = \frac{v_1}{2} \quad y \quad k_m = \frac{k_c}{2}$$

Por lo tanto el valor del flujo máximo (qm.) es:

$$q_m = \frac{v_1 k_c}{4}$$

#### ➤ Relación Entre El Flujo Y La Densidad

La relación entre el flujo y la densidad se obtiene a partir del modelo lineal propuesto para la velocidad y la densidad, reemplazando la ecuación lineal de la velocidad en la ecuación fundamental del flujo vehicular, tal como se muestra a continuación:

$$q = vk = \left[ v_1 - \left( \frac{v_1}{k_c} \right) k \right] k$$

$$q = v_1 k - \left( \frac{v_1}{k_c} \right) k^2$$

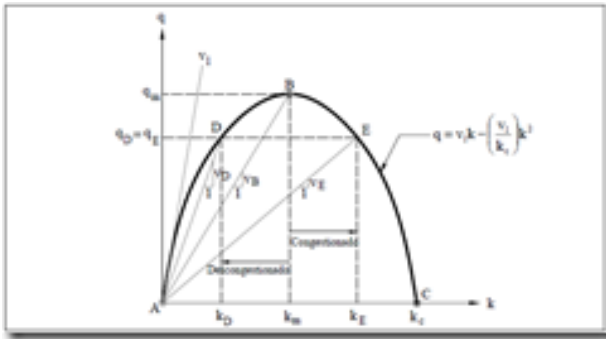


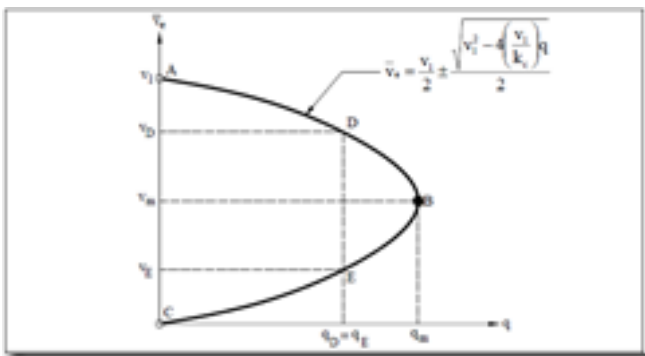
Figura 4.5.- Relación parabólica entre el flujo y la densidad

➤ Relación Entre La Velocidad Y El Flujo

Se obtiene también esta relación a partir del modelo lineal propuesto, despejando  $k$  de la ecuación lineal y reemplazándola en la ecuación fundamental del flujo vehicular. Se expresa como sigue:

$$q = \bar{v}_e k = \bar{v}_e \left[ k_c - \left( \frac{k_c}{v_1} \right) \bar{v}_e \right] = \bar{v}_e k_c - \left( \frac{k_c}{v_1} \right) (\bar{v}_e)^2$$

$$\bar{v}_e = \frac{v_1}{2} \pm \frac{\sqrt{v_1^2 - 4 \left( \frac{v_1}{k_c} \right) q}}{2}$$



## Figura 4.6.- Relación parabólica entre la velocidad y el flujo

### 4.6.2.3.- Modelo Logarítmico (H. Greenberg)

Este modelo propuesto por H. Greenberg analiza el comportamiento del flujo vehicular de forma análoga a la hidrodinámica de los fluidos compresibles, tuvo más resonancia en la ingeniería y estudio de tráfico.

De la combinación y discretización de las ecuaciones de movimiento y continuidad de los fluidos compresibles, aplicadas al flujo vehicular, dando como resultado las siguientes expresiones:

$$\bar{v}_e = v_m \ln\left(\frac{k_c}{k}\right)$$
$$q = v_m k \ln\left(\frac{k_c}{k}\right)$$

- Basándose en la ecuación de movimiento y continuidad de fluidos compresibles.
- Buena aproximación en flujos congestionados.
- No funciona bien a bajas densidades.
- Cuando  $K$  tiende a cero, la velocidad tiende a infinito, que sería la condición a flujo libre.
- Los parámetros del modelo son la velocidad a flujo máximo  $V_m$  y la densidad de congestión  $K_c$ .
- Para condiciones a flujo máximo:  $(V_m, K_m)$

Este modelo da buenos ajustes especialmente en flujos congestionados, pero no funciona bien a bajas densidades. Por lo tanto, para condiciones de flujo máximo se tiene:

$$K = K_m$$
$$V_e = V_m$$

Se tiene la siguiente ecuación:

$$V_m = V_m \ln\left(\frac{K_c}{K}\right)$$

Entonces:

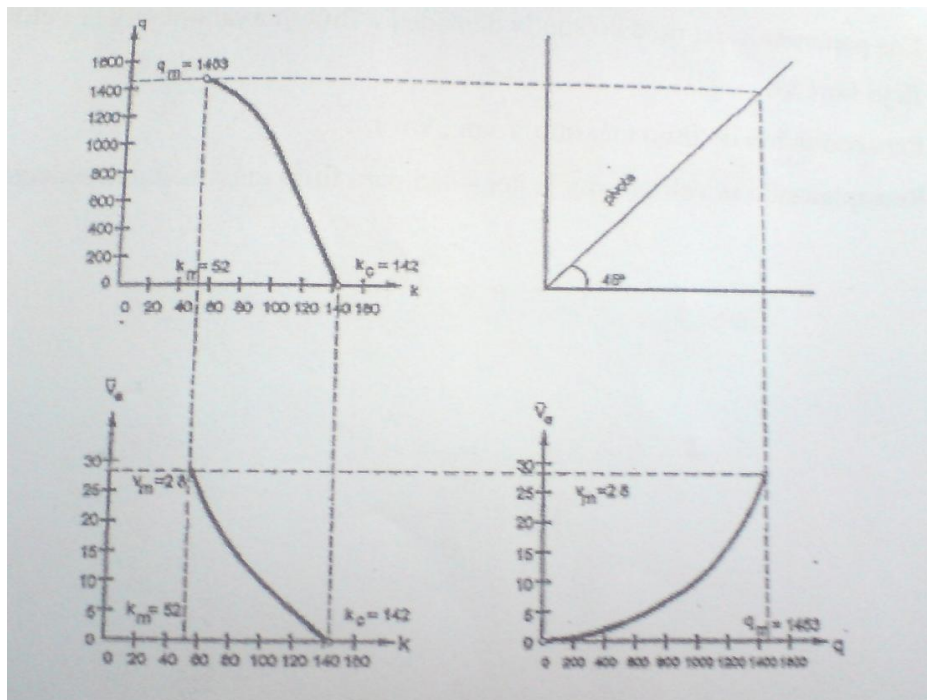
$$\ln\left(\frac{K_c}{K}\right) = 1$$

De donde:

$$K_m = \left(\frac{K_c}{e}\right)$$

Reemplazando el valor de  $k_m$  en la ecuación fundamental del flujo vehicular en condiciones de flujo máximo o capacidad se tiene:

$$q_m = v_m k_m = \frac{v_m k_c}{e}$$



#### Figura 4.7.- Modelo Logarítmico (H. Greenberg)

##### 4.6.2.4.- Modelo Exponencial (R.T. Underwood)

La representación de este modelo buscaba representar más fielmente el comportamiento del flujo libre. Es más usado para modelar autopistas y avenidas o carreteras urbanas, donde se presenta más este fenómeno.

Tiene mucha aceptación en condiciones de flujos no congestionados. Siguiendo con la notación de los modelos anteriores el modelo propuesto por R.T. Underwood, formula las siguientes ecuaciones:

$$\bar{v}_e = v_1 e^{-k/k_m}$$

$$q = v_1 k e^{-k/k_m}$$

- Análisis del régimen de flujo libre
- Este modelo da buenos ajustes para flujos no congestionados.
- El modelo no presenta la velocidad igual a cero para altas densidades, que sería la condición de congestionamiento
- Los parámetros del modelo son la densidad a flujo máximo,  $K_m$  y la velocidad a flujo libre  $V_f$ .
- Para condición de flujo máximo:  $(V_m, K_m)$

$$\begin{aligned} k = k_m & \Rightarrow v_m = v_1 e^{-k_m/k_m} \Rightarrow v_m = \frac{v_1}{e} \\ \bar{v}_e = v_m & \end{aligned}$$

Reemplazando el valor de  $V_m$  en la ecuación fundamental del flujo vehicular en condiciones de flujo máximo o capacidad se tiene:

$$q_m = v_m k_m = \frac{v_1 k_m}{e}$$

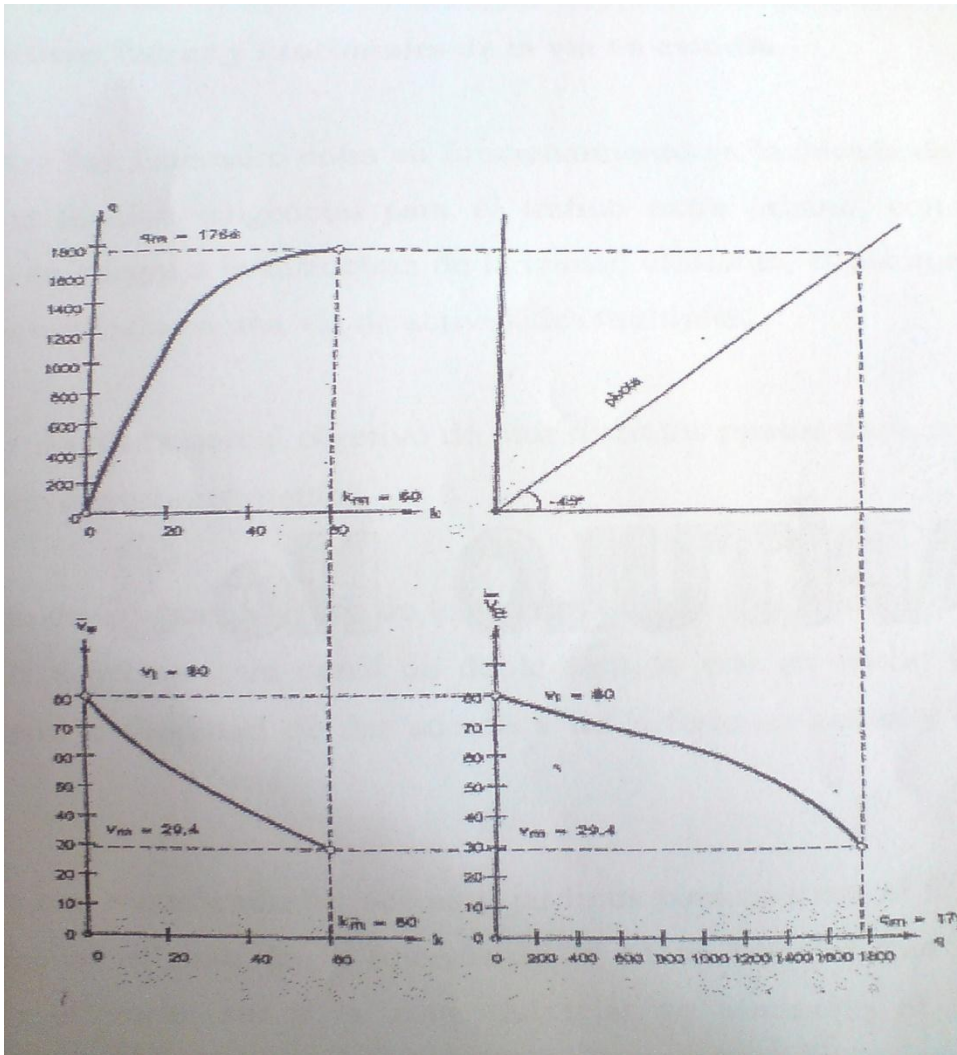


Figura 4.8.- Modelo Exponencial (R.T. Underwood)

#### 4.7.- Depuración De Datos.-

Para realizar la depuración de datos se debe conocer algunos conceptos de la parte de estadística como las medidas de tendencia central, media aritmética, medidas de dispersión, desviación típica, metodología para el ajuste de curvas, como también las ecuaciones que se ajustan a las curvas.

#### 4.7.1.- Promedios O Medidas De Tendencia Central.-

Un promedio es un valor típico o representativo de un conjunto de datos. Como tales valores suelen situarse hacia el centro del conjunto de datos ordenados por magnitud, los promedios se conocen como medidas de tendencia central.

Se definen varios tipos, siendo los mas comunes: la media aritmética, la mediana, la moda, la media geométrica y la media armónica. Cada uno tiene ventajas y desventajas según los datos y el objetivo perseguido.

Como la media aritmética es la que nos interesa, será la que detallaremos a continuación.

##### 4.7.1.1.- La Media Aritmética

La media aritmética es el valor obtenido al sumar todos los datos y dividir el resultado entre el número total de datos.

$\bar{x}$  Es el símbolo de la media aritmética.

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{N}$$

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{N}$$

- **Media aritmética para datos agrupados**

Si los datos vienen agrupados en una tabla de frecuencias, la expresión de la media es:

$$\bar{x} = \frac{x_1 f_1 + x_2 f_2 + x_3 f_3 + \dots + x_n f_n}{N} \quad \Rightarrow \quad \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i f_i}{N}$$

##### 4.7.1.2.- Propiedades De La Media Aritmética

1. La suma de las desviaciones de todas las puntuaciones de una distribución respecto a la media de la misma igual a cero.

$$\sum(X_i - \bar{X}) = 0$$

2. La suma de los cuadrados de las desviaciones de los valores de la variable con respecto a un número cualquiera se hace mínima cuando dicho número coincide con la media aritmética.

$$\sum(X_i - \bar{X})^2 \text{ Mínimo}$$

3. Si a todos los valores de la variable se les suma un mismo número, la media aritmética queda aumentada en dicho número.

4. Si todos los valores de la variable se multiplican por un mismo número la media aritmética queda multiplicada por dicho número.

#### **4.7.1.3.- Observaciones Sobre La Media Aritmética**

La media se puede hallar sólo para variables cuantitativas.

- a) La media es independiente de las amplitudes de los intervalos.
- b) La media es muy sensible a las puntuaciones extremas.
- c) La media no se puede calcular si hay un intervalo con una amplitud indeterminada.

#### **4.7.2.- Medidas De Dispersión O Variación.-**

La dispersión o variación de los datos intenta dar una idea de cuan espaciados se encuentran éstos.

Hay varias medidas de dispersión, siendo las más comunes el rango, la desviación media y la desviación típica. En este caso se estudiará la desviación típica que a continuación se detalla.

#### 4.7.2.1.- La Desviación Típica.-

La desviación típica es la raíz cuadrada de la varianza.

Es decir, la raíz cuadrada de la media de los cuadrados de las puntuaciones de desviación.

La desviación típica se representa por  $\sigma$ .

$$\sigma = \sqrt{\frac{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_n - \bar{x})^2}{N}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{N}}$$

Desviación típica para datos agrupados:

$$\sigma = \sqrt{\frac{(x_1 - \bar{x})^2 f_1 + (x_2 - \bar{x})^2 f_2 + \dots + (x_n - \bar{x})^2 f_n}{N}}$$

Entonces:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 f_i}{N}}$$

Para simplificar el cálculo vamos a utilizar las siguientes expresiones que son equivalentes a las anteriores.

$$\sigma = \sqrt{\frac{x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_n^2}{N} - \bar{x}^2}$$

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{x_i^2}{N} - \bar{x}^2}$$

#### Desviación típica para datos agrupados

$$\sigma = \sqrt{\frac{x_1^2 f_1 + x_2^2 f_2 + \dots + x_n^2 f_n}{N} - \bar{x}^2}$$

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{x_i^2 f_i}{N} - \bar{x}^2}$$

#### 4.7.2.2.- Propiedades De La Desviación Típica

1.- La desviación típica será siempre un valor positivo o cero, en el caso de que las puntuaciones sean iguales.

2.- Para distribuciones normales resulta:

a) 68,27% de los casos están entre  $X - s$  y  $X + s$  (una desviación típica a cada lado de la media).

b) 95,45% de los casos están entre  $X - 2s$  y  $X + 2s$  (dos desviaciones típicas a cada lado de la media).

c) 99,73% de los casos están entre  $X - 3s$  y  $X + 3s$  (tres desviaciones típicas a cada lado de la media)

3.- Si todos los valores de la variable se multiplican por un número la desviación típica queda multiplicada por dicho número.

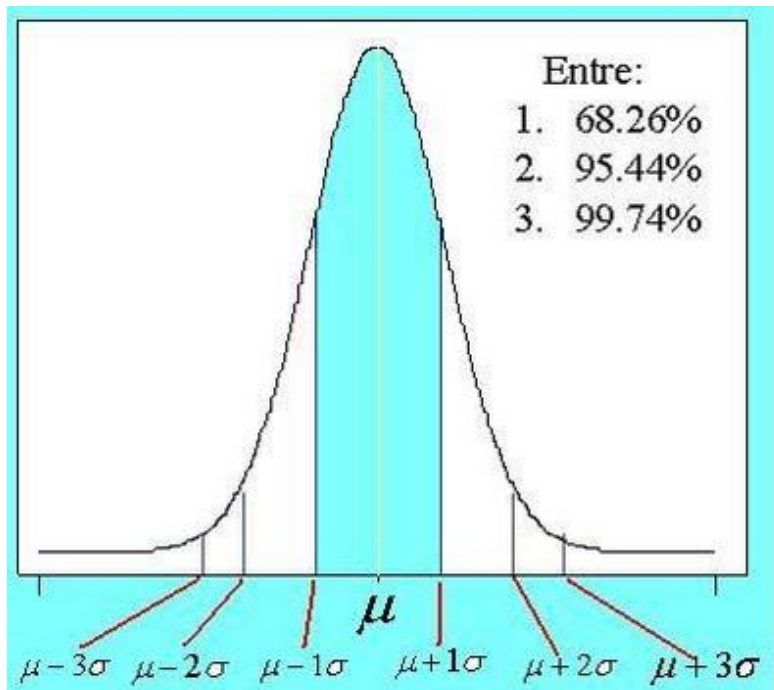
4.- Si tenemos varias distribuciones con la misma media y conocemos sus respectivas desviaciones típicas se puede calcular la desviación típica total.

Si todas las muestras tienen el mismo tamaño:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \dots + \sigma_n^2}{n}}$$

Si las muestras tienen distinto tamaño:

$$\sigma = \sqrt{\frac{k_1 \cdot \sigma_1^2 + k_2 \cdot \sigma_2^2 + \dots + k_n \cdot \sigma_n^2}{k_1 + k_2 + \dots + k_n}}$$



### 4.7.2.3.- Observaciones Sobre La Desviación Típica

- 1 La desviación típica, al igual que la media y la varianza, es un índice muy sensible a las puntuaciones extremas.
- 2 En los casos que **no se pueda hallar la media** tampoco será posible hallar la desviación típica.
- 3 Cuanta más pequeña sea la desviación típica mayor será la concentración de datos alrededor de la media.

### 4.7.3.- Ajuste De Curvas

Uno de los objetivos en el análisis de resultados es el llegar a establecer una relación cuantitativa entre dos o más variables y mediante esta relación poder efectuar predicciones. Por lo general la relación consiste en una ecuación que expresa cómo la variable dependiente (cuyo valor se desea predecir) es afectada por una o más variables independientes.

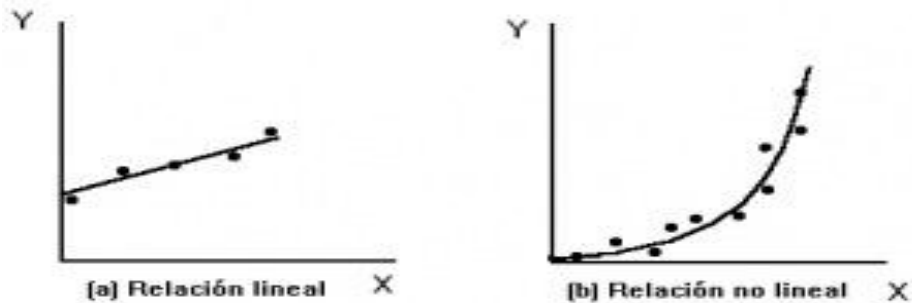
En esta unidad se ilustra la forma de establecer la posible relación de una variable dependiente con otra variable considerada independiente. El primer paso es disponer de una colección de datos obtenidos experimentalmente. Si se simbolizan por X y Y las variables independiente y dependiente respectivamente, y sus valores particulares por  $X_1, Y_1, X_2, Y_2,$  etc., en una tabla se dispondrían así:

<b>X</b>	$X_1$	$X_2$	$X_3$	.....	$X_N$
<b>Y</b>	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$	.....	$Y_N$

El siguiente paso es representar los puntos  $(X_1, Y_1), (X_2, Y_2) \dots, (X_N, Y_N)$  en un sistema de coordenadas rectangulares. El sistema de puntos resultantes se llama **diagrama de dispersión**.

Con el diagrama de dispersión es posible representar una curva que se aproxime a los datos, es decir, que siga la tendencia de los mismos. Tal curva se llama **curva de aproximación**.

En la figura a) por ejemplo, se ve que los datos experimentales se aproximan bien a una línea recta y se dice que entre las variables existe una relación lineal. En b), existe una relación no lineal.



Las curvas mostradas en la Fig. Se denominan curvas de aproximación y describen la tendencia de los puntos en el diagrama de dispersión. El problema general de hallar la ecuación de la curva de aproximación que se ajuste mejor al conjunto de datos con los que se obtuvo el diagrama de dispersión se denomina determinación de la CURVA DE AJUSTE.

Una curva de aproximación como la de la Fig. (a) Sugiere una ecuación lineal; (ecuación de la recta)  $Y = a + bX$ ; mientras que la de la curva en la Fig. (b) sugiere una ecuación cuadrática (parabólica) de la forma  $Y = a + bX + cX^2$ .

La dispersión de los puntos se debe a los errores que afectan en el proceso de medición tanto a la variable dependiente como a la independiente. En ocasiones puede despreciarse el error en la variable independiente al compararse con el error (o variación aleatoria) de la variable dependiente. Esto dependerá de la situación particular de las causas de error sobre cada variable al realizar el experimento.

#### 4.7.3.1.- Ajuste De Curvas A Mano

A menudo puede recurrirse a la intuición personal a la hora de dibujar una curva que ajuste un conjunto de datos. Esto se conoce como *método de Ajuste De Curvas A Mano*.

Si el tipo de ecuación es una curva conocida, es posible obtener las constantes de la ecuación, eligiendo tantos puntos de la curva como constantes haya en la ecuación.

Por ejemplo si la curva es una recta, son necesarios dos puntos; si es una parábola, son precisos tres puntos.

#### 4.7.4.- Ecuaciones de curvas aproximantes.-

Uno de los propósitos principales de la curva de ajuste es estimar una de las variables a partir de la otra. El proceso de estimación se conoce como **regresión**. Si Y se va a estimar a partir de X por medio de alguna ecuación la llamamos ecuación de regresión de Y sobre X y a la curva correspondiente curva de regresión de Y sobre X.

A continuación se presentan algunos ejemplos de relaciones denominadas funciones o ecuaciones de predicción:

$$Y_c = a + bX \quad (\text{Línea Recta})$$

$$Y_c = a + bX + cX^2 \quad (\text{Ecuación de segundo grado o cuadrática})$$

$$Y_c = KX^n \quad \text{o} \quad Y_c = aX^b \quad (\text{Ecuación potencial})$$

$$Y_c = A D^X \quad \text{o} \quad Y_c = a b^X \quad (\text{Ecuación exponencial})$$

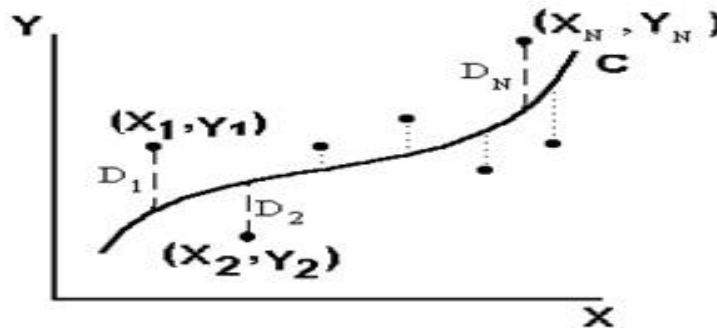
En estos ejemplos,  $Y_c$  representa el valor estimado de la variable dependiente a partir del valor X, de la variable independiente.

Existen varios métodos para determinar la **ecuación de regresión**. El "método de mínimos cuadrados", que se describe mas adelante, se considera el mejor; por fundamentarse en el tratamiento estadístico de los datos experimentales.

Como se mencionó anteriormente, los errores afectan tanto a la variable independiente como a la variable dependiente, sin embargo en muy diversos casos la variable independiente puede considerarse sin error (o de error despreciable) y considerar que la dispersión es debido únicamente a los errores en la variable dependiente. En este caso se considera que para un valor puntual de X (sin error) el valor experimental de Y se aparta del valor que predice la curva de regresión.

#### 4.7.5.- Método De Mínimos Cuadrados

Generalmente, más de una curva de un tipo dado parece ajustarse a un conjunto de datos. Para evitar el juicio individual en la construcción de rectas, parábolas u otras curvas de aproximación, es necesario obtener una definición de la “mejor curva de ajuste”, mejor parábola de ajuste,” etc.



Para un valor dado de x, por ejemplo  $X_1$  habrá una diferencia entre el valor de  $Y_1$  y el valor correspondiente de la curva C.

Esta diferencia se denota por  $D_1$  y se conoce como desviación, error, o residuo y puede ser positivo, negativo o cero. Análogamente, correspondiendo a los valores  $X_2, X_3, \dots, X_N$  obtenemos las desviaciones  $D_2, D_3, \dots, D_N$ .

Una medida de la “bondad de ajuste” de la curva C al conjunto de datos la suministra la cantidad  $D_1^2 + D_2^2 + \dots + D_N^2$ . Si la suma es pequeña el ajuste es bueno, si es grande, el ajuste es malo.

#### **Definición:**

De todas las curvas de aproximación correspondientes a un conjunto de puntos dados, la curva que tenga la propiedad de que  $D_1^2 + D_2^2 + \dots + D_N^2$  es mínimo, se conoce como la *mejor curva de ajuste*.

Una curva con esta propiedad se dice que ajusta los datos por *mínimos cuadrados* y se llama “**Curva de regresión de mínimos cuadrados**” o simplemente “Curva de mínimos cuadrados”.

Una recta con esta propiedad se llama *recta de mínimos cuadrados*, una parábola con esta propiedad se llama *parábola de mínimos cuadrados*, etc.

#### **4.7.5.1.- Regresión Lineal.**

Se aplicará el método de mínimos cuadrados para determinar la ecuación de regresión. Para una relación lineal en general  $Y_c = a + bX$ ;  $Y_c$  representa el valor teórico de  $Y_i$  ó el valor estimado de  $Y$  que corresponde a un valor particular de  $X$ .

El criterio de mínimos cuadrados requiere la determinación de los valores de “a” y “b” tal que  $Z = \Sigma(Y_i - Y_c)^2$  sea un mínimo (es decir, que tienda a cero). En la ecuación de la relación lineal “a” y “b” se denominan coeficientes de regresión: “a” es la intercepción con el eje de las ordenadas  $Y$  y “b” es la pendiente de la línea que mejor se ajusta.

Como se busca la recta que mejor se ajuste a los puntos experimentales, el intercepto “a” y la pendiente “b” adquieren el carácter de variables; ya que estos parametros son los que diferencian a una recta de otra.

Sea  $Z = \Sigma(Y_i - Y_c)^2$  y sustituyendo  $Y_c = a + bX$ ,  $Z = \Sigma(Y_i - a - bX)^2$ , que debe ser un mínimo de acuerdo a la definición de mejor curva de ajuste (en este caso, mejor recta de ajuste).

Utilizando el cálculo diferencial con derivadas parciales actuando sobre sumatorias, se llega a establecer un sistema de dos ecuaciones, denominadas **ecuaciones normales** para la regresión lineal o ecuaciones normales para la recta de mínimos cuadrados.

Las ecuaciones son :

$$\Sigma Y = na + b\Sigma X \quad (1)$$

$$\Sigma XY = a\Sigma X + b\Sigma X^2 \quad (2)$$

Donde n es el número de pares ordenados (X, Y) o número de puntos o número de observaciones, a y b son incógnitas que representan, como ya se mencionó, respectivamente, el intercepto y la pendiente de la recta de mínimos cuadrados.

Para resolver estas ecuaciones se requiere obtener  $\Sigma X$ ,  $\Sigma Y$ ,  $\Sigma XY$  y  $\Sigma X^2$ . Para el ejemplo del anillo tensor se tiene:

NOTA: Si el lector no recuerda los métodos de solución de un sistema de ecuaciones (lo ideal sería que consultará un texto de matemática ó habrá un post de “Sistemas de Ecuaciones” si es pedido) escribiremos a continuación las fórmulas para encontrar a y b:

$$a = \frac{\Sigma X^2 \Sigma Y - \Sigma X \cdot \Sigma XY}{n \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$$

$$b = \frac{n \Sigma XY - \Sigma Y \cdot \Sigma X}{n \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$$

#### 4.7.5.2.- Regresión Curvilínea

##### 4.7.5.2.1.-Función Potencial O Curva Geométrica: $Y_c = Ax^b$ .

Aplicando logaritmo a la función  $Y_c = aX^b$ , tenemos:

$$\text{Log } Y_c = \text{Log } a + b \text{ Log } X$$

Tal como hemos dicho anteriormente, la expresión  $S(\text{Log } Y_i - \text{Log } Y_c)^2$  es un mínimo; sustituyendo en esta expresión  $\text{Log } Y_c$  por su valor, tenemos:

$$S(\text{Log } Y_i - \text{Log } a - b \text{ Log } X)^2, \text{ es un mínimo}$$

Al derivar parcialmente con respecto a “a” y respecto a “b” e igualar a cero las derivadas, obtenemos las ecuaciones normales siguientes:

$$S \log Y = n \log a + b S \log X \quad (1)$$

$$S \log X \log Y = \log a S \log X + b S (\log X)^2 \quad (2)$$

#### 4.7.5.2.2.- Caso exponencial: $Y_c = a b^X$

Existen muchas transformaciones físicas en las que la variación de una magnitud en un intervalo de tiempo dado es proporcional a la cantidad de dicha magnitud al principio del intervalo.

Como se observa, le corresponde el tipo de ecuación exponencial  $Y_c = a b^X$ .

A la información le ajustaremos, por mínimos cuadrados dicha función exponencial.

Aplicando logaritmos a  $Y_c = a b^X$  tenemos:  $\log Y_c = \log a + X \log b$ .

Como en los casos anteriores, interesa minimizar la expresión:

$$Z = S (\log Y_i - \log a - X \log b)^2$$

Al derivar parcialmente con respecto a “a” y “b” e igualar a cero las derivadas llegamos a las siguientes ecuaciones normales:

$$S \log Y_i = n \log a + \log b S X_i \quad (1)$$

$$S X_i \log Y_i = \log a S X_i + \log b S X_i^2 \quad (2)$$

#### 4.7.6.- Correlación.-

La **correlación** trata de establecer la relación o dependencia que existe entre las dos variables que intervienen en una **distribución bidimensional**.

Si todos los valores de las variables satisfacen una ecuación exactamente, decimos que las variables están perfectamente correlacionadas o que hay correlación perfecta entre cada una de ellas.

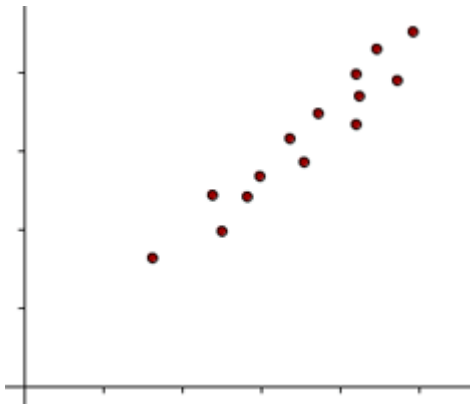
Es decir, determinar si los cambios en una de las variables influyen en los cambios de la otra. En caso de que suceda, diremos que las variables están correlacionadas o que hay **correlación** entre ellas.

#### 4.7.6.1.- Tipos De Correlación

##### 1º Correlación Directa

La correlación directa se da cuando al aumentar una de las variables la otra aumenta.

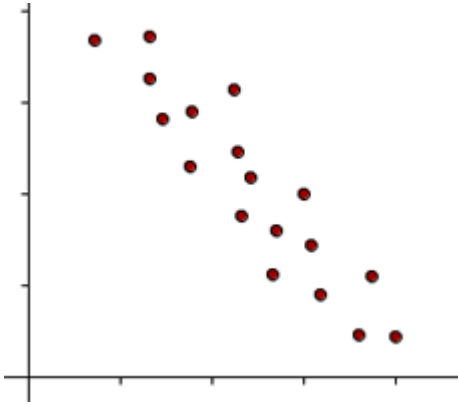
La recta correspondiente a la nube de puntos de la distribución es una recta creciente.



##### 2º Correlación Inversa

La correlación inversa se da cuando al aumentar una de las variables la otra disminuye.

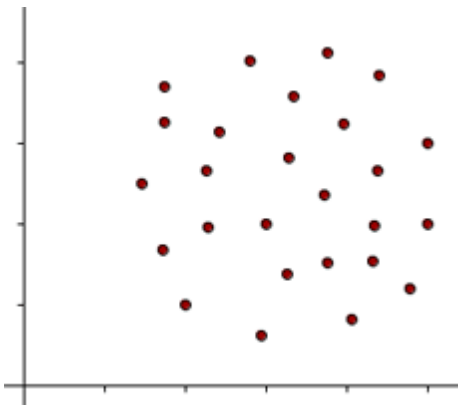
La recta correspondiente a la nube de puntos de la distribución es una recta decreciente.



### 3º Correlación nula

La correlación nula se da cuando no hay dependencia de ningún tipo entre las variables.

En este caso se dice que las variables son incorrelacionadas y la nube de puntos tiene una forma redondeada.



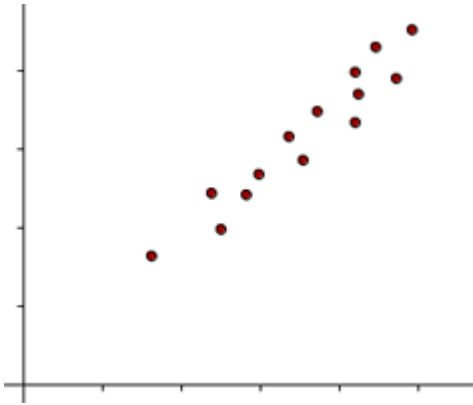
#### 4.7.6.2.- Grado De Correlación

El **grado de correlación** indica la proximidad que hay entre los puntos de la nube de puntos.

Se pueden dar dos tipos:

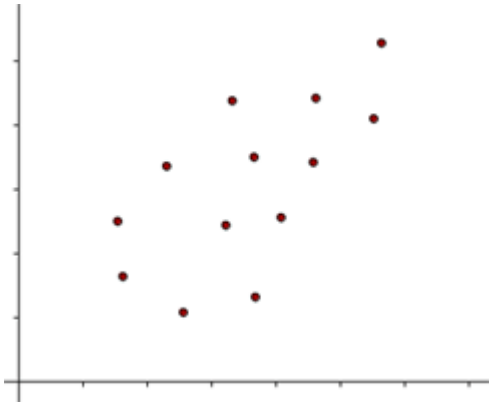
### 1. Correlación fuerte

La correlación será fuerte cuanto más cerca esté los puntos de la recta.



### 2. Correlación débil

La correlación será débil cuanto más separados estén los puntos de la recta.



### 4.7.7.- El Coeficiente De Correlación Lineal.-

El **coeficiente de correlación lineal** es el cociente entre la **covarianza** y el producto de las **desviaciones típicas** de ambas variables.

El **coeficiente de correlación lineal** se expresa mediante la letra **r**.

$$r = \frac{\sigma_{xy}}{\sigma_x \sigma_y}$$

#### 4.7.7.1.- Propiedades del coeficiente de correlación

1. El **coeficiente de correlación** no varía al hacerlo la escala de medición.

Es decir, si expresamos la altura en metros o en centímetros el coeficiente de correlación no varía.

2. El signo del **coeficiente de correlación** es el mismo que el de la **covarianza**.

Si la covarianza es positiva, la correlación es directa.

Si la covarianza es negativa, la correlación es inversa.

Si la covarianza es nula, no existe correlación.

3. El **coeficiente de correlación lineal** es un número real comprendido entre  $-1$  y  $1$ .

$$-1 \leq r \leq 1$$

4. Si el **coeficiente de correlación lineal** toma valores cercanos a  $-1$  la correlación es **fuerte e inversa**, y será tanto más fuerte cuanto más se aproxime  $r$  a  $-1$ .

5. Si el **coeficiente de correlación lineal** toma valores cercanos a  $1$  la correlación es **fuerte y directa**, y será tanto más fuerte cuanto más se aproxime  $r$  a  $1$ .

6. Si el **coeficiente de correlación lineal** toma valores cercanos a  $0$ , la correlación es **débil**.

7. Si  $r = 1$  ó  $-1$ , los puntos de la nube están sobre la recta creciente o decreciente. Entre ambas variables hay **dependencia funcional**.

## **CAPITULO V.-**

### **APLICACIÓN PRACTICA EN EL TRAMO TOMATITAS- SAN LORENZO**

#### **5.1.- Criterio Y Aforamiento De Datos.-**

Para el estudio realizado en el tramo lo que se hizo es la toma de tiempos (tiempo que tardaba en recorrer un vehículo 30m) para que después en gabinete se pudiera calcular velocidades y el aforo de intensidades (todo vehículo que pasaba por la sección, vehículo registrado, en un lapso de una hora, en horas pico, tres veces al día, en cinco semanas, dos días hábiles y un día del fin de semana.

En el aforo de intensidades se tomo el sentido de ida y de vuelta, como así también se hizo una clasificación de liviano, medio y pesado, con estos datos en gabinete se procedió a tabularlos.

La obtención de datos se le realizo mediante aforos manuales que se realizaron en la mañana, al medio día y en la tarde, en tres puntos.-

El primer punto de aforo está ubicado en Tomatitas después del cruce a Erquiz (denominado punto de aforo 1).



Fig. 5.1.- punto de aforo 1 (Tomatitas)

El segundo punto de aforo está ubicado en la rotonda norte, (denominado punto de aforo 2).



Fig. 5.2.- punto de aforo 2 (Rotonda al norte)

El tercer punto de aforo está ubicado en San Lorenzo, a la altura pasando el cruce del camino al norte, en la recta para llegar a San Lorenzo (denominado punto de aforo 3).

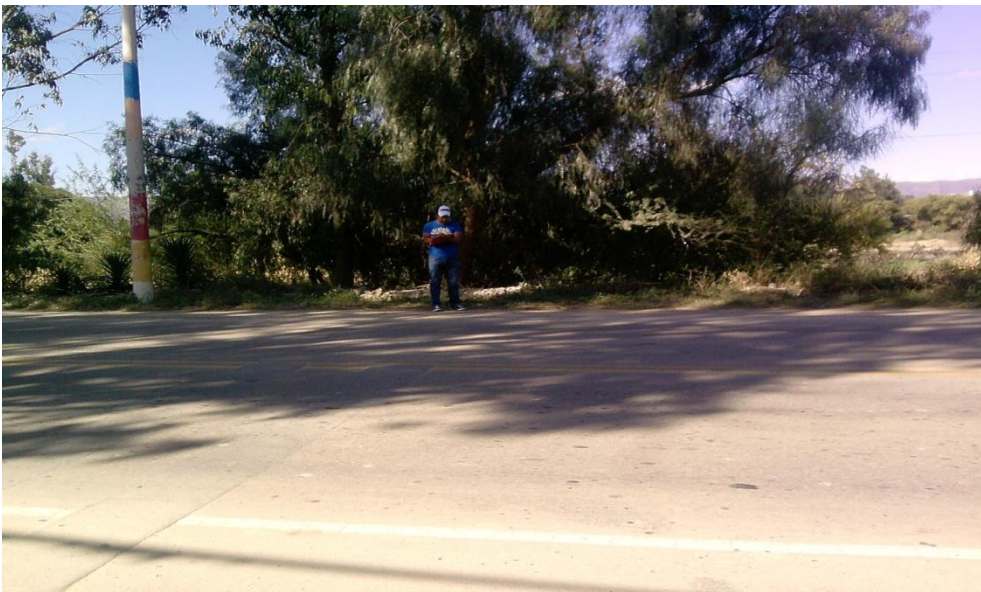


Fig. 5.3.- punto de aforo 3 (San Lorenzo)

### 5.1.1.- Aforo De Intensidades.-

Para el aforo de intensidades de tráfico primeramente se procedió a aforar una semana entera (de lunes a domingo) para saber cuáles eran las horas pico.

A continuación se presenta el registro de los aforos vehiculares, realizado desde el 30 de mayo al 5 de junio de 2011 de horas 05:00 am hasta las 23:00 pm.

FECHA	LUNES 30 / 05 /2011		
horas	Vehículos (ida)	Vehículos (vuelta)	TOTAL
05:00am - 06:00am	64	52	116
06:00am - 07:00am	102	98	200
07:00am - 08:00am	184	192	376
08:00am - 09:00am	124	132	256
09:00am - 10:00am	154	116	270
10:00am - 11:00am	135	105	240
11:00am - 12:00pm	145	115	260
12:00pm - 13:00pm	190	184	374
13:00pm - 14:00pm	132	125	257
14:00pm - 15:00pm	124	102	226
15:00pm - 16:00pm	108	105	213
16:00pm - 17:00pm	156	148	304
17:00pm - 18:00pm	187	175	362
18:00pm - 19:00pm	125	112	237
19:00pm - 20:00pm	136	95	231
20:00pm - 21:00pm	124	84	208
21:00pm - 22:00pm	95	75	170
22:00pm - 23:00pm	62	58	120

FECHA	MARTES 31 / 05 /2011		
horas	Vehículos (ida)	Vehículos (vuelta)	TOTAL
05:00am - 06:00am	60	52	112
06:00am - 07:00am	95	98	193
07:00am - 08:00am	164	192	356
08:00am - 09:00am	135	132	267
09:00am - 10:00am	154	116	260
10:00am - 11:00am	146	105	251
11:00am - 12:00pm	154	115	269
12:00pm - 13:00pm	158	184	342
13:00pm - 14:00pm	134	125	259
14:00pm - 15:00pm	122	102	224
15:00pm - 16:00pm	125	105	230
16:00pm - 17:00pm	145	148	293
17:00pm - 18:00pm	185	175	360
18:00pm - 19:00pm	125	112	237
19:00pm - 20:00pm	136	95	231
20:00pm - 21:00pm	124	84	208
21:00pm - 22:00pm	95	75	170
22:00pm - 23:00pm	52	48	100

FECHA	MIERCOLES 01 / 06 /2011		
horas	Vehículos (ida)	Vehículos (vuelta)	TOTAL
05:00am - 06:00am	60	50	110
06:00am - 07:00am	98	92	190
07:00am - 08:00am	180	185	365
08:00am - 09:00am	124	132	256
09:00am - 10:00am	154	116	270
10:00am - 11:00am	135	105	240
11:00am - 12:00pm	145	115	260
12:00pm - 13:00pm	185	181	366
13:00pm - 14:00pm	132	125	257
14:00pm - 15:00pm	124	102	226
15:00pm - 16:00pm	108	105	213
16:00pm - 17:00pm	156	148	304
17:00pm - 18:00pm	187	175	362
18:00pm - 19:00pm	125	112	237
19:00pm - 20:00pm	136	95	231
20:00pm - 21:00pm	124	84	208
21:00pm - 22:00pm	95	75	170
22:00pm - 23:00pm	63	55	118

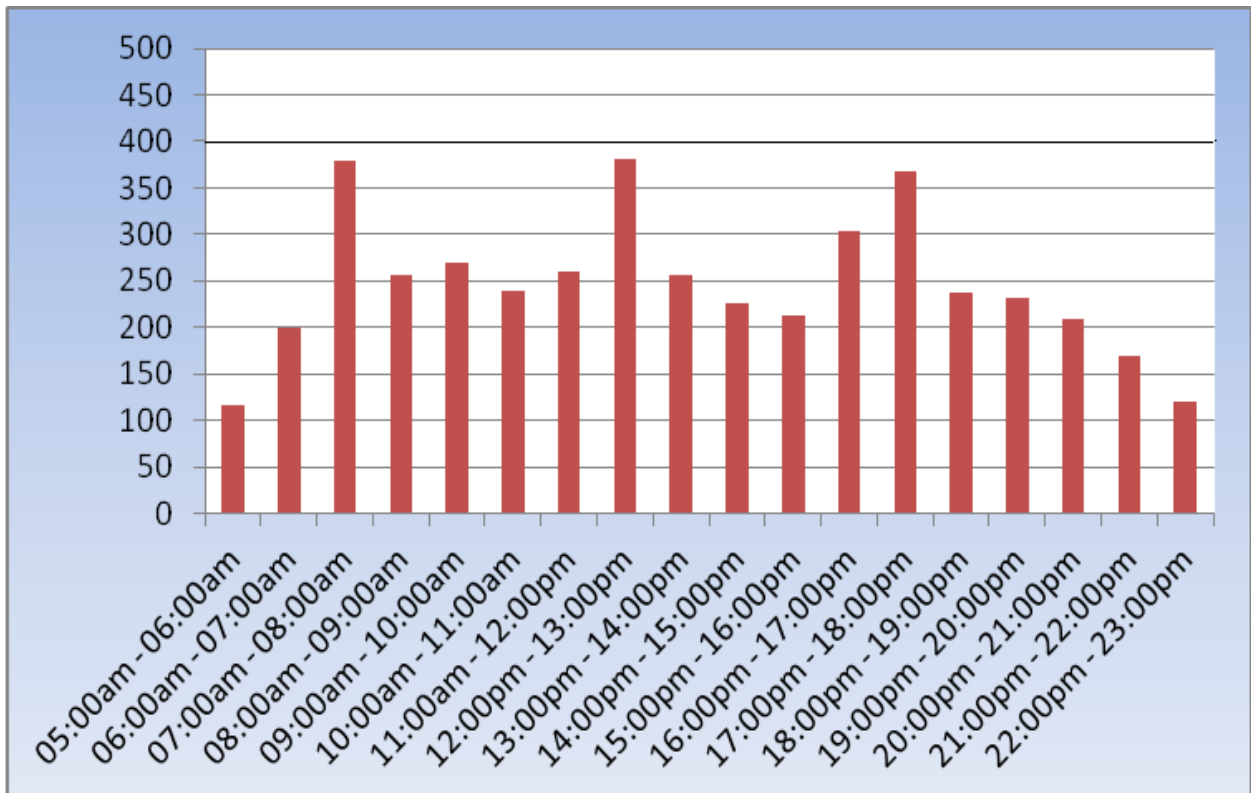
FECHA	JUEVES 02 / 06 /2011		
horas	Vehículos (ida)	Vehículos (vuelta)	TOTAL
05:00am - 06:00am	68	54	122
06:00am - 07:00am	105	100	205
07:00am - 08:00am	190	194	384
08:00am - 09:00am	125	135	260
09:00am - 10:00am	157	118	275
10:00am - 11:00am	135	105	240
11:00am - 12:00pm	148	115	263
12:00pm - 13:00pm	193	187	380
13:00pm - 14:00pm	130	125	255
14:00pm - 15:00pm	124	102	226
15:00pm - 16:00pm	108	105	213
16:00pm - 17:00pm	156	148	304
17:00pm - 18:00pm	186	174	360
18:00pm - 19:00pm	125	112	237
19:00pm - 20:00pm	136	95	231
20:00pm - 21:00pm	124	84	208
21:00pm - 22:00pm	95	75	170
22:00pm - 23:00pm	62	58	120

FECHA	VIERNES 03 / 06 /2011		
horas	Vehículos (ida)	Vehículos (vuelta)	TOTAL
05:00am - 06:00am	64	52	116
06:00am - 07:00am	102	98	200
07:00am - 08:00am	184	192	376
08:00am - 09:00am	124	132	256
09:00am - 10:00am	154	116	270
10:00am - 11:00am	135	105	240
11:00am - 12:00pm	145	115	260
12:00pm - 13:00pm	190	184	374
13:00pm - 14:00pm	132	125	257
14:00pm - 15:00pm	124	102	226
15:00pm - 16:00pm	108	105	213
16:00pm - 17:00pm	156	148	304
17:00pm - 18:00pm	187	175	362
18:00pm - 19:00pm	125	112	237
19:00pm - 20:00pm	136	95	231
20:00pm - 21:00pm	124	84	208
21:00pm - 22:00pm	95	75	170
22:00pm - 23:00pm	62	58	120

FECHA	SABADO 04 / 06 /2011		
horas	Vehículos (ida)	Vehículos (vuelta)	TOTAL
05:00am - 06:00am	60	52	116
06:00am - 07:00am	92	98	200
07:00am - 08:00am	174	192	376
08:00am - 09:00am	120	132	256
09:00am - 10:00am	148	116	270
10:00am - 11:00am	131	105	240
11:00am - 12:00pm	141	115	260
12:00pm - 13:00pm	186	184	374
13:00pm - 14:00pm	132	125	257
14:00pm - 15:00pm	124	102	226
15:00pm - 16:00pm	108	105	213
16:00pm - 17:00pm	156	148	304
17:00pm - 18:00pm	187	175	362
18:00pm - 19:00pm	125	112	237
19:00pm - 20:00pm	136	95	231
20:00pm - 21:00pm	124	84	208
21:00pm - 22:00pm	95	75	170
22:00pm - 23:00pm	62	58	120

FECHA	DOMINGO 05 / 06 /2011		
horas	Vehículos (ida)	Vehículos (vuelta)	TOTAL
05:00am - 06:00am	67	55	122
06:00am - 07:00am	105	111	206
07:00am - 08:00am	187	195	382
08:00am - 09:00am	127	135	262
09:00am - 10:00am	157	119	276
10:00am - 11:00am	138	108	246
11:00am - 12:00pm	148	118	266
12:00pm - 13:00pm	193	187	380
13:00pm - 14:00pm	135	128	263
14:00pm - 15:00pm	127	105	232
15:00pm - 16:00pm	111	108	219
16:00pm - 17:00pm	159	151	310
17:00pm - 18:00pm	190	178	368
18:00pm - 19:00pm	128	115	243
19:00pm - 20:00pm	139	98	237
20:00pm - 21:00pm	127	87	214
21:00pm - 22:00pm	98	78	176
22:00pm - 23:00pm	65	61	126

# POLÍGONO DE FRECUENCIAS



Una vez aforado en una semana entera se determino los días críticos que son los días lunes, jueves y domingo, y las horas pico que son de 07:00am – 08:00am, da 12:00pm – 13:00pm y de 17:00pm - 18:00pm. Para el cual se hizo un polígono de frecuencias especificando las horas pico en el día mas critico.

Después se procedió al aforo de intensidades en las horas pico durante un mes y medio tomando en cuenta todos los vehículos que pasaban por el punto tanto de ida como de vuelta.

## **5.2.- Calculo De Los Parámetros.-**

Primeramente se saco el promedio de todas las intensidades aforadas en las 5 semanas en los tres puntos de aforo, como las intensidades fueron aforados en una hora, estas ya son intensidades reales, luego se hizo la depuración de intensidades por medio de fundamentos estadísticos.

Luego se procedió al calculo de las velocidades con la relación  $V = d / t$ , donde (d) que es la distancia en nuestro caso era de 30m, y (t) era el tiempo que tardaba un vehículo en recorrer la distancia de 30m, primeramente calculamos en m/seg, y luego lo multiplicamos por un factor de conversión de 3,6 para convertir la velocidad en km/h, ya que esta unidad se utiliza para trabajar en carreteras que es nuestro caso, luego se hizo la depuración de velocidades por medio de fundamentos estadísticos.

Después de realizar este calculo se procedió a calcular el promedio de todas las velocidades aforadas en una determinad hora, para obtener un solo dato y con datos de todas las horas promediadas, se tenia una tabla de resumen de todos los datos para las 5 semanas de aforo.

Luego se calculo la densidad la cual es más teórica y para obtenerla, se tendría que contar con una filmadora o fotografía aérea y así se podría filmar un determinado tramo, así podríamos obtener una densidad para el tramo, por lo tanto se opto por realizar un calculo de la densidad, para lo cual se utilizo la formula:  $D = I / v$  (donde D, es la densidad, I: es la intensidad y v: es la velocidad) para cada punto de aforo.

## **5.3.- Tablas De Aforos Vehiculares.-**

A continuación se presenta el registro de aforos vehiculares, realizados desde el 6 de junio de 2011 al 10 de julio del 2011.

El conteo de datos se realizo de horas 07:00am – 08:00am, de 12:00pm – 13:00pm y de 17:00pm – 18:00pm, en dos días hábiles y un día de fin de semana.

PUNTO DE AFORO 1 ( TOMATITAS)

FECHA:	06 - 06 - 2011	PUNTO:	1 (TOMATITAS)		
DATOS					
horas	sentido		tipo de vehiculo		
	ida	vuelta	liviano	medio	pesado
7:00am - 8:00am	208	162	172	132	52
12:00pm - 13:00pm	192	152	160	144	40
17:00pm - 18:00pm	184	144	164	128	36
Promedios	195	153			

FECHA:	09 - 06 - 2011	PUNTO:	1 (TOMATITAS)		
DATOS					
horas	sentido		tipo de vehiculo		
	ida	vuelta	liviano	medio	pesado
7:00am - 8:00am	202	140	166	136	40
12:00pm - 13:00pm	184	160	160	144	48
17:00pm - 18:00pm	180	152	168	132	32
Promedios	189	151			

FECHA:	12 - 06 - 2011	PUNTO:	1 (TOMATITAS)		
DATOS					
horas	sentido		tipo de vehiculo		
	ida	vuelta	liviano	medio	pesado
7:00am - 8:00am	220	152	192	128	52
12:00pm - 13:00pm	232	200	204	168	60
17:00pm - 18:00pm	216	168	180	156	48
Promedios	223	173			

FECHA:	14 - 06 - 2011	PUNTO:	1 (TOMATITAS)		
DATOS					
horas	sentido		tipo de vehículo		
	ida	vuelta	liviano	medio	pesado
7:00am - 8:00am	204	180	178	158	48
12:00pm - 13:00pm	192	148	160	128	52
17:00pm - 18:00pm	184	136	152	124	44
Promedios	193	155			

FECHA:	16 - 06 - 2011	PUNTO:	1 (TOMATITAS)		
DATOS					
horas	sentido		tipo de vehículo		
	ida	vuelta	liviano	medio	pesado
7:00am - 8:00am	200	160	160	144	56
12:00pm - 13:00pm	192	152	164	128	52
17:00pm - 18:00pm	208	164	172	160	40
Promedios	200	159			

FECHA:	19 - 06 - 2011	PUNTO:	1 (TOMATITAS)		
DATOS					
horas	sentido		tipo de vehículo		
	ida	vuelta	liviano	medio	pesado
7:00am - 8:00am	192	176	180	152	36
12:00pm - 13:00pm	224	208	208	172	52
17:00pm - 18:00pm	224	192	200	168	48
Promedios	213	192			

FECHA:	21 - 06 - 2011	PUNTO:	1 (TOMATITAS)		
DATOS					
horas	sentido		tipo de vehículo		
	ida	vuelta	liviano	medio	pesado
7:00am - 8:00am	208	144	160	152	40
12:00pm - 13:00pm	184	160	152	144	48
17:00pm - 18:00pm	196	152	164	148	36
Promedios	196	152			

FECHA:	23 - 06 - 2011	PUNTO:	1 (TOMATITAS)		
DATOS					
horas	sentido		tipo de vehículo		
	ida	vuelta	liviano	medio	pesado
7:00am - 8:00am	180	160	148	144	48
12:00pm - 13:00pm	204	148	168	128	56
17:00pm - 18:00pm	192	136	128	156	44
Promedios	192	148			

FECHA:	26 - 06 - 2011	PUNTO:	1 (TOMATITAS)		
DATOS					
horas	sentido		tipo de vehículo		
	ida	vuelta	liviano	medio	pesado
7:00am - 8:00am	212	180	184	148	60
12:00pm - 13:00pm	220	192	204	160	48
17:00pm - 18:00pm	192	172	172	152	40
Promedios	208	181			

FECHA:	28 - 06 - 2011	PUNTO:	1 (TOMATITAS)		
DATOS					
horas	sentido		tipo de vehículo		
	ida	vuelta	liviano	medio	pesado
7:00am - 8:00am	192	150	156	134	52
12:00pm - 13:00pm	200	160	168	144	48
17:00pm - 18:00pm	180	148	152	132	44
Promedios	191	153			

FECHA:	30 - 06 - 2011	PUNTO:	1 (TOMATITAS)		
DATOS					
horas	sentido		tipo de vehículo		
	ida	vuelta	liviano	medio	pesado
7:00am - 8:00am	192	164	180	136	40
12:00pm - 13:00pm	216	152	172	160	36
17:00pm - 18:00pm	204	140	144	152	48
Promedios	204	152			

FECHA:	03 - 07 - 2011	PUNTO:	1 (TOMATITAS)		
DATOS					
horas	sentido		tipo de vehículo		
	ida	vuelta	liviano	medio	pesado
7:00am - 8:00am	212	196	180	172	56
12:00pm - 13:00pm	224	200	200	176	48
17:00pm - 18:00pm	236	176	184	168	60
Promedios	224	191			

FECHA:	05 - 07 - 2011	PUNTO:	1 (TOMATITAS)		
DATOS					
horas	sentido		tipo de vehículo		
	ida	vuelta	liviano	medio	pesado
7:00am - 8:00am	192	148	168	136	36
12:00pm - 13:00pm	180	152	154	138	40
17:00pm - 18:00pm	160	150	142	120	48
Promedios	177	150			

FECHA:	07 - 07 - 2011	PUNTO:	1 (TOMATITAS)		
DATOS					
horas	sentido		tipo de vehículo		
	ida	vuelta	liviano	medio	pesado
7:00am - 8:00am	200	192	172	164	56
12:00pm - 13:00pm	192	160	184	128	40
17:00pm - 18:00pm	180	154	160	142	32
Promedios	191	169			

FECHA:	10 - 07 - 2011	PUNTO:	1 (TOMATITAS)		
DATOS					
horas	sentido		tipo de vehículo		
	ida	vuelta	liviano	medio	pesado
7:00am - 8:00am	180	172	168	136	48
12:00pm - 13:00pm	224	200	192	188	44
17:00pm - 18:00pm	192	156	160	152	36
Promedios	199	176			

TABLA DE RESUMEN		
FECHA	IDA	VUELTA
06/06/2011	195	153
09/06/2011	189	151
12/06/2011	223	173
14/06/2011	193	155
16/06/2011	200	159
19/06/2011	213	192
21/06/2011	196	152
23/06/2011	192	148
26/06/2011	208	181
28/06/2011	191	153
30/06/2011	204	152
03/07/2011	224	191
05/07/2011	177	150
07/07/2011	191	169
10/07/2011	199	176
PROMEDIO	<b>196</b>	<b>162</b>

La Intensidad de tráfico en el carril de ida es:

$$I_{\text{ida}} = 196 \text{ veh/h}$$

La Intensidad de tráfico en el carril de vuelta es:

$$I_{\text{vuelta}} = 162 \text{ veh/h}$$

**PUNTO DE AFORO 2 ( ROTONDA AL NORTE)**

FECHA: 06 - 06 - 2011		PUNTO: 2 (ROTONDA AL NORTE)			
DATOS					
horas	sentido: IDA		sentido: VUELTA		
	frente	Giro Izq.	frente	Giro Dere.	veh. que entran por el acceso
07:00am - 08:00am	168	28	152	14	38
12:00pm - 13:00pm	160	32	144	8	36
17:00pm - 18:00pm	156	28	142	18	40
Promedios	161	29	146	13	38

FECHA: 09 - 06 - 2011		PUNTO: 2 (ROTONDA AL NORTE)			
DATOS					
horas	sentido: IDA		sentido: VUELTA		
	frente	Giro Izq.	frente	Giro Dere.	Veh. que entran por el acceso
07:00am - 08:00am	148	44	148	8	40
12:00pm - 13:00pm	160	24	152	10	38
17:00pm - 18:00pm	148	32	148	14	42
Promedios	152	33	149	11	40

FECHA: 12 - 06 - 2011		PUNTO: 2 (ROTONDA AL NORTE)			
DATOS					
horas	sentido: IDA		sentido: VUELTA		
	frente	Giro Izq.	frente	Giro Dere.	Veh. que entran por el acceso
07:00am - 08:00am	172	48	168	10	42
12:00pm - 13:00pm	176	56	192	8	48
17:00pm - 18:00pm	168	48	164	14	38
Promedios	172	51	175	11	43

FECHA: 14 - 06 - 2011		PUNTO: 2 (ROTONDA AL NORTE)			
DATOS					
horas	sentido: IDA		sentido: VUELTA		
	frente	Giro Izq.	frente	Giro Dere.	Veh. que entran por el acceso
07:00am - 08:00am	156	48	164	10	38
12:00pm - 13:00pm	160	32	160	11	31
17:00pm - 18:00pm	144	40	156	12	40
Promedios	153	40	160	11	36

FECHA: 16 - 06 - 2011		PUNTO: 2 (ROTONDA AL NORTE)			
DATOS					
horas	sentido: IDA		sentido: VUELTA		
	frente	Giro Izq.	frente	Giro Dere.	Veh. que entran por el acceso
07:00am - 08:00am	160	40	164	10	38
12:00pm - 13:00pm	152	40	148	11	31
17:00pm - 18:00pm	148	60	168	12	48
Promedios	153	47	160	11	39

FECHA: 19 - 06 - 2011		PUNTO: 2 (ROTONDA AL NORTE)			
DATOS					
horas	sentido: IDA		sentido: VUELTA		
	frente	Giro Izq.	frente	Giro Dere.	Veh. que entran por el acceso
07:00am - 08:00am	160	32	180	12	40
12:00pm - 13:00pm	200	24	204	11	51
17:00pm - 18:00pm	204	20	192	10	54
Promedios	188	25	192	11	48

FECHA:	21 - 06 - 2011	PUNTO:	2 (ROTONDA AL NORTE)		
DATOS					
horas	sentido: IDA		sentido: VUELTA		
	frente	Giro Izq.	frente	Giro Dere.	Veh. que entran por el acceso
07:00am - 08:00am	168	40	160	12	36
12:00pm - 13:00pm	156	28	164	8	40
17:00pm - 18:00pm	152	44	160	9	45
Promedios	159	37	161	10	40

FECHA:	23 - 06 - 2011	PUNTO:	2 (ROTONDA AL NORTE)		
DATOS					
horas	sentido: IDA		sentido: VUELTA		
	frente	Giro Izq.	frente	Giro Dere.	Veh. que entran por el acceso
07:00am - 08:00am	152	28	168	10	42
12:00pm - 13:00pm	168	36	176	12	44
17:00pm - 18:00pm	160	32	156	18	46
Promedios	160	32	167	13	44

FECHA:	26 - 06 - 2011	PUNTO:	2 (ROTONDA AL NORTE)		
DATOS					
horas	sentido: IDA		sentido: VUELTA		
	frente	Giro Izq.	frente	Giro Dere.	Veh. que entran por el acceso
07:00am - 08:00am	188	24	188	10	46
12:00pm - 13:00pm	192	28	196	16	44
17:00pm - 18:00pm	160	32	180	27	51
Promedios	180	28	188	18	47

FECHA:	28 - 06 - 2011	PUNTO:	2 (ROTONDA AL NORTE)		
DATOS					
horas	sentido: IDA		sentido: VUELTA		
	frente	Giro Izq.	frente	Giro Dere.	Veh. que entran por el acceso
07:00am - 08:00am	144	48	140	12	40
12:00pm - 13:00pm	152	48	148	14	34
17:00pm - 18:00pm	140	40	156	15	51
Promedios	145	45	148	14	42

FECHA:	30 - 06 - 2011	PUNTO:	2 (ROTONDA AL NORTE)		
DATOS					
horas	sentido: IDA		sentido: VUELTA		
	frente	Giro Izq.	frente	Giro Dere.	Veh. que entran por el acceso
07:00am - 08:00am	152	40	148	10	34
12:00pm - 13:00pm	160	56	160	8	40
17:00pm - 18:00pm	148	56	144	14	42
Promedios	153	51	151	11	39

FECHA:	03 - 07 - 2011	PUNTO:	2 (ROTONDA AL NORTE)		
DATOS					
horas	sentido: IDA		sentido: VUELTA		
	frente	Giro Izq.	frente	Giro Dere.	Veh. que entran por el acceso
07:00am - 08:00am	184	28	192	12	48
12:00pm - 13:00pm	200	24	204	11	51
17:00pm - 18:00pm	172	64	196	22	50
Promedios	185	39	197	15	50

FECHA: 05 - 07 - 2011		PUNTO: 2 (ROTONDA AL NORTE)			
DATOS					
horas	sentido: IDA		sentido: VUELTA		
	frente	Giro Izq.	frente	Giro Dere.	Veh. que entran por el acceso
07:00am - 08:00am	144	48	156	11	35
12:00pm - 13:00pm	140	40	152	10	38
17:00pm - 18:00pm	120	40	148	12	40
Promedios	135	43	152	11	38

FECHA: 07 - 07 - 2011		PUNTO: 2 (ROTONDA AL NORTE)			
DATOS					
horas	sentido: IDA		sentido: VUELTA		
	frente	Giro Izq.	frente	Giro Dere.	Veh. que entran por el acceso
07:00am - 08:00am	136	56	152	10	42
12:00pm - 13:00pm	140	52	144	8	40
17:00pm - 18:00pm	144	36	136	17	35
Promedios	140	48	144	12	39

FECHA: 10 - 07 - 2011		PUNTO: 2 (ROTONDA AL NORTE)			
DATOS					
horas	sentido: IDA		sentido: VUELTA		
	frente	Giro Izq.	frente	Giro Dere.	Veh. que entran por el acceso
07:00am - 08:00am	132	48	180	11	39
12:00pm - 13:00pm	188	36	204	9	49
17:00pm - 18:00pm	160	32	172	21	45
Promedios	160	39	185	14	44

TABLA DE RESUMEN					
FECHA	CARRIL DE IDA		CARRIL DE VUELTA		
	frente	Giro Izq.	frente	Giro Dere.	veh. que entran por el acceso
06/06/2011	161	29	146	13	38
09/06/2011	152	33	149	11	40
12/06/2011	172	51	175	11	43
14/06/2011	153	40	160	11	36
16/06/2011	153	47	160	11	39
19/06/2011	188	25	192	11	48
21/06/2011	159	37	161	10	40
23/06/2011	160	32	167	13	44
26/06/2011	180	28	188	18	47
28/06/2011	145	45	148	14	42
30/06/2011	153	51	151	11	39
03/07/2011	185	39	197	15	50
05/07/2011	135	43	152	11	38
07/07/2011	140	48	144	12	39
10/07/2011	160	39	185	14	44
PROMEDIO	<b>160</b>	<b>40</b>	<b>165</b>	<b>11</b>	<b>38</b>

La Intensidad de tráfico en el carril de ida es:

$$I \text{ ida} = 160 \text{ veh/h}$$

Giro a la Izquierda:

$$G.I = 40 \text{ veh/h}$$

la Intensidad de tráfico en el carril de vuelta es:

$$I \text{ vuelta} = 165 \text{ veh/h}$$

Giro a la Derecha:

$$G.D = 11 \text{ veh/h}$$

Veh. Que entran por el acceso

$$\text{Acceso} = 38 \text{ veh/h}$$

PUNTO DE AFORO 3 ( SAN LORENZO)

FECHA:	06 - 06 - 2011	PUNTO:	3 (SAN LORENZO)		
DATOS					
horas	sentido		tipo de vehículo		
	ida	vuelta	liviano	medio	pesado
7:00am - 8:00am	160	128	136	120	32
12:00pm - 13:00pm	152	116	124	104	40
17:00pm - 18:00pm	148	120	128	112	28
Promedios	153	121			

FECHA:	09 - 06 - 2011	PUNTO:	3 (SAN LORENZO)		
DATOS					
horas	sentido		tipo de vehículo		
	ida	vuelta	liviano	medio	pesado
7:00am - 8:00am	140	116	124	104	28
12:00pm - 13:00pm	152	124	132	108	36
17:00pm - 18:00pm	136	120	120	96	40
Promedios	143	120			

FECHA:	12 - 06 - 2011	PUNTO:	3 (SAN LORENZO)		
DATOS					
horas	sentido		tipo de vehículo		
	ida	vuelta	liviano	medio	pesado
7:00am - 8:00am	164	136	148	120	32
12:00pm - 13:00pm	172	152	152	132	40
17:00pm - 18:00pm	156	140	148	112	36
Promedios	164	143			

FECHA:	14 - 06 - 2011	PUNTO:	3 (SAN LORENZO)		
DATOS					
horas	sentido		tipo de vehículo		
	ida	vuelta	liviano	medio	pesado
7:00am - 8:00am	144	136	136	112	32
12:00pm - 13:00pm	152	140	128	116	48
17:00pm - 18:00pm	136	128	124	104	36
Promedios	144	135			

FECHA:	16 - 06 - 2011	PUNTO:	3 (SAN LORENZO)		
DATOS					
horas	sentido		tipo de vehículo		
	ida	vuelta	liviano	medio	pesado
7:00am - 8:00am	156	136	140	104	48
12:00pm - 13:00pm	152	128	132	108	40
17:00pm - 18:00pm	144	132	128	104	36
Promedios	151	132			

FECHA:	19 - 06 - 2011	PUNTO:	3 (SAN LORENZO)		
DATOS					
horas	sentido		tipo de vehículo		
	ida	vuelta	liviano	medio	pesado
7:00am - 8:00am	172	152	144	132	48
12:00pm - 13:00pm	180	164	152	140	52
17:00pm - 18:00pm	184	148	148	124	44
Promedios	179	155			

FECHA:	21 - 06 - 2011	PUNTO:	3 (SAN LORENZO)		
DATOS					
horas	sentido		tipo de vehículo		
	ida	vuelta	liviano	medio	pesado
7:00am - 8:00am	156	136	128	124	40
12:00pm - 13:00pm	148	132	140	92	48
17:00pm - 18:00pm	140	124	120	108	36
Promedios	148	131			

FECHA:	23 - 06 - 2011	PUNTO:	3 (SAN LORENZO)		
DATOS					
horas	sentido		tipo de vehículo		
	ida	vuelta	liviano	medio	pesado
7:00am - 8:00am	148	136	132	120	32
12:00pm - 13:00pm	156	144	136	124	40
17:00pm - 18:00pm	140	128	120	112	36
Promedios	148	136			

FECHA:	26 - 06 - 2011	PUNTO:	3 (SAN LORENZO)		
DATOS					
horas	sentido		tipo de vehículo		
	ida	vuelta	liviano	medio	pesado
7:00am - 8:00am	176	152	152	128	48
12:00pm - 13:00pm	184	168	160	140	52
17:00pm - 18:00pm	180	156	148	136	44
Promedios	180	159			

FECHA:	28 - 06 - 2011	PUNTO:	3 (SAN LORENZO)		
DATOS					
horas	sentido		tipo de vehículo		
	ida	vuelta	liviano	medio	pesado
7:00am - 8:00am	140	112	128	92	32
12:00pm - 13:00pm	148	128	120	116	40
17:00pm - 18:00pm	140	120	112	112	36
Promedios	143	120			

FECHA:	30 - 06 - 2011	PUNTO:	3 (SAN LORENZO)		
DATOS					
horas	sentido		tipo de vehículo		
	ida	vuelta	liviano	medio	pesado
7:00am - 8:00am	140	124	128	100	36
12:00pm - 13:00pm	148	128	136	96	44
17:00pm - 18:00pm	136	116	124	88	40
Promedios	141	123			

FECHA:	03 - 07 - 2011	PUNTO:	3 (SAN LORENZO)		
DATOS					
horas	sentido		tipo de vehículo		
	ida	vuelta	liviano	medio	pesado
7:00am - 8:00am	180	156	152	136	48
12:00pm - 13:00pm	188	164	156	140	56
17:00pm - 18:00pm	164	168	144	132	40
Promedios	177	163			

FECHA:	05 - 07 - 2011	PUNTO:	3 (SAN LORENZO)		
DATOS					
horas	sentido		tipo de vehículo		
	ida	vuelta	liviano	medio	pesado
7:00am - 8:00am	164	132	150	110	36
12:00pm - 13:00pm	152	124	124	104	48
17:00pm - 18:00pm	132	120	128	84	40
Promedios	149	125			

FECHA:	07 - 07 - 2011	PUNTO:	3 (SAN LORENZO)		
DATOS					
horas	sentido		tipo de vehículo		
	ida	vuelta	liviano	medio	pesado
7:00am - 8:00am	158	120	152	94	32
12:00pm - 13:00pm	140	112	116	96	40
17:00pm - 18:00pm	136	118	120	98	36
Promedios	145	117			

FECHA:	10 - 07 - 2011	PUNTO:	3 (SAN LORENZO)		
DATOS					
horas	sentido		tipo de vehículo		
	ida	vuelta	liviano	medio	pesado
7:00am - 8:00am	168	152	148	124	48
12:00pm - 13:00pm	176	164	156	128	56
17:00pm - 18:00pm	160	148	136	128	44
Promedios	168	155			

TABLA DE RESUMEN		
FECHA	IDA	VUELTA
06/06/2011	153	121
09/06/2011	143	120
12/06/2011	164	143
14/06/2011	144	135
16/06/2011	151	132
19/06/2011	179	155
21/06/2011	148	131
23/06/2011	148	136
26/06/2011	180	159
28/06/2011	143	120
30/06/2011	141	123
03/07/2011	177	163
05/07/2011	149	125
07/07/2011	145	117
10/07/2011	168	155
PROMEDIO	<b>157</b>	<b>136</b>

La Intensidad de tráfico en el carril de ida es:

$$I_{\text{ida}} = 157 \text{ veh/h}$$

La Intensidad de tráfico en el carril de vuelta es:

$$I_{\text{vuelta}} = 136 \text{ veh/h}$$

# TABLAS DE INTENSIDADES

Punto de aforo 1 (Tomatitas)

<b>HORA</b>	<b>punto de aforo 1 (Tomatitas)</b>	
	<b>carril de ida</b>	<b>carril de vuelta</b>
	<b>intensidad</b>	<b>intensidad</b>
	<b>veh/hr</b>	<b>veh/hr</b>
7:00am - 8:00am	196	158
12:00pm - 13:00pm	199	168
17:00pm - 18:00pm	204	175

Punto de aforo 2 (Rotonda al norte)

<b>HORA</b>	<b>punto de aforo 2 (Rotonda al norte)</b>	
	<b>carril de ida</b>	<b>carril de vuelta</b>
	<b>intensidad</b>	<b>intensidad</b>
	<b>veh/hr</b>	<b>veh/hr</b>
7:00am - 8:00 am	160	161
12:00pm - 13:00pm	164	170
17:00pm - 18:00pm	167	172

Punto de aforo 3 (San Lorenzo)

<b>HORA</b>	<b>punto de aforo 3 (San Lorenzo)</b>	
	<b>carril de ida</b>	<b>carril de vuelta</b>
	<b>intensidad</b>	<b>intensidad</b>
	<b>veh/hr</b>	<b>veh/hr</b>
7:00am - 8:00 am	157	135
12:00pm - 13:00pm	161	139
17:00pm - 18:00pm	163	143

## PUNTO DE AFORO 1 ( TOMATITAS)

FECHA: 06 - 06 - 2011		PUNTO: 1 (TOMATITAS)			
HORA:		7:00am - 8:00am			
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	Depurado
1	30	1,7	17,647	63,529	63,53
2	30	1,3	23,077	83,077	83,08
3	30	1,5	20,000	72,000	72,00
4	30	1,6	18,750	67,500	67,50
5	30	2,2	13,636	49,091	49,09
6	30	2,1	14,286	51,429	51,43
7	30	1,9	15,789	56,842	56,84
8	30	5,1	5,882	21,176	depurado
9	30	2,2	13,636	49,091	49,09
10	30	2	15,000	54,000	54,00

<b>Media</b>	56,77	VEL. MEDIA (Km/h)
<b>Desv</b>	16,69	
<b>Med+2Desv</b>	90,15	
<b>Med-2Desv</b>	23,40	
<b>60,73</b>		

FECHA: 06 - 06 - 2011		PUNTO: 1 (TOMATITAS)			
HORA:		12:00pm - 01:00pm			
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	1,5	20,000	72,000	72,00
2	30	1,6	18,750	67,500	67,50
3	30	1,9	15,789	56,842	56,84
4	30	1,6	18,750	67,500	67,50
5	30	5,3	5,660	20,377	depurado
6	30	1,8	16,667	60,000	60,00
7	30	2,4	12,500	45,000	45,00
8	30	2,1	14,286	51,429	51,43
9	30	2,3	13,043	46,957	46,96
10	30	1,6	18,750	67,500	67,50

<b>Media</b>	55,51	VEL. MEDIA (Km/h)
<b>Desv</b>	15,49	
<b>Med+2Desv</b>	86,49	
<b>Med-2Desv</b>	24,53	
<b>59,41</b>		

FECHA: 06 - 06 - 2011		PUNTO: 1 (TOMATITAS)			
HORA:		05:00pm - 06:00pm			
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	1,8	16,667	60,000	60,00
2	30	1,6	18,750	67,500	67,50
3	30	5,3	5,660	20,377	depurado
4	30	1,5	20,000	72,000	72,00
5	30	2,1	14,286	51,429	51,43
6	30	1,3	23,077	83,077	83,08
7	30	2,4	12,500	45,000	45,00
8	30	2,3	13,043	46,957	46,96
9	30	1,9	15,789	56,842	56,84
10	30	5,6	5,357	19,286	depurado

<b>Media</b>	52,25	VEL. MEDIA (Km/h)
<b>Desv</b>	20,65	
<b>Med+2Desv</b>	93,55	
<b>Med-2Desv</b>	10,95	
<b>60,35</b>		

FECHA: 09 - 06 - 2011		PUNTO: 1 (TOMATITAS)			
HORA:		7:00am - 8:00am			
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	1,6	18,750	67,500	67,50
2	30	1,8	16,667	60,000	60,00
3	30	2,1	14,286	51,429	51,43
4	30	1,4	21,429	77,143	77,14
5	30	2,2	13,636	49,091	49,09
6	30	1,5	20,000	72,000	72,00
7	30	1,9	15,789	56,842	56,84
8	30	2,8	10,714	38,571	38,57
9	30	1,8	16,667	60,000	60,00
10	30	1,6	18,750	67,500	67,50
			<b>Media</b>	60,01	VEL. MEDIA (Km/h)
			<b>Desv</b>	11,60	
			<b>Med+2Desv</b>	83,22	60,01
			<b>Med-2Desv</b>	36,80	

FECHA: 09 - 06 - 2011		PUNTO: 1 (TOMATITAS)			
HORA:		12:00pm - 01:00pm			
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	1,6	18,750	67,500	67,50
2	30	1,9	15,789	56,842	56,84
3	30	1,4	21,429	77,143	77,14
4	30	1,8	16,667	60,000	60,00
5	30	2,1	14,286	51,429	51,43
6	30	1,8	16,667	60,000	60,00
7	30	2,4	12,500	45,000	45,00
8	30	4,9	6,122	22,041	depurado
9	30	2,2	13,636	49,091	49,09
10	30	1,5	20,000	72,000	72,00
			<b>Media</b>	56,10	VEL. MEDIA (Km/h)
			<b>Desv</b>	15,67	
			<b>Med+2Desv</b>	87,45	59,89
			<b>Med-2Desv</b>	24,76	

FECHA: 09 - 06 - 2011		PUNTO: 1 (TOMATITAS)			
HORA:		05:00pm - 06:00pm			
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	2,1	14,286	51,429	51,43
2	30	1,8	16,667	60,000	60,00
3	30	2,5	12,000	43,200	43,20
4	30	1,5	20,000	72,000	72,00
5	30	2,1	14,286	51,429	51,43
6	30	1,3	23,077	83,077	83,08
7	30	2,4	12,500	45,000	45,00
8	30	4,7	6,383	22,979	depurado
9	30	5,6	5,357	19,286	depurado
10	30	1,4	21,429	77,143	77,14
			<b>Media</b>	52,55	VEL. MEDIA (Km/h)
			<b>Desv</b>	21,34	
			<b>Med+2Desv</b>	95,23	60,41

FECHA: 12 - 06 - 2011		PUNTO: 1 (TOMATITAS)		Med-2Desv	9,87
HORA: 7:00am - 8:00am					
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	2,1	14,286	51,429	51,43
2	30	1,6	18,750	67,500	67,50
3	30	5,7	5,263	18,947	depurado
4	30	1,4	21,429	77,143	77,14
5	30	2,1	14,286	51,429	51,43
6	30	1,4	21,429	77,143	77,14
7	30	1,9	15,789	56,842	56,84
8	30	2,1	14,286	51,429	51,43
9	30	1,8	16,667	60,000	60,00
10	30	1,7	17,647	63,529	63,53
			<b>Media</b>	57,54	VEL. MEDIA (Km/h)
			<b>Desv</b>	16,71	
			<b>Med+2Desv</b>	90,95	61,83
			<b>Med-2Desv</b>	24,13	

FECHA: 12 - 06 - 2011		PUNTO: 1 (TOMATITAS)			
HORA: 12:00pm - 01:00pm					
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	1,7	17,647	63,529	63,53
2	30	1,6	18,750	67,500	67,50
3	30	1,4	21,429	77,143	77,14
4	30	1,8	16,667	60,000	60,00
5	30	2,1	14,286	51,429	51,43
6	30	1,8	16,667	60,000	60,00
7	30	2,3	13,043	46,957	46,96
8	30	1,8	16,667	60,000	60,00
9	30	2,1	14,286	51,429	51,43
10	30	1,6	18,750	67,500	67,50
			<b>Media</b>	60,55	VEL. MEDIA (Km/h)
			<b>Desv</b>	9,02	
			<b>Med+2Desv</b>	78,60	60,55
			<b>Med-2Desv</b>	42,50	

FECHA: 12 - 06 - 2011		PUNTO: 1 (TOMATITAS)			
HORA: 05:00pm - 06:00pm					
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	2,1	14,286	51,429	51,43
2	30	4,8	6,250	22,500	depurado
3	30	2,3	13,043	46,957	46,96
4	30	1,6	18,750	67,500	67,50
5	30	2,1	14,286	51,429	51,43
6	30	1,4	21,429	77,143	77,14
7	30	2,4	12,500	45,000	45,00
8	30	1,7	17,647	63,529	63,53
9	30	5,6	5,357	19,286	depurado
10	30	1,3	23,077	83,077	83,08

<b>Media</b>	52,78	VEL. MEDIA (Km/h)
<b>Desv</b>	21,03	
<b>Med+2Desv</b>	94,85	60,76
<b>Med-2Desv</b>	10,72	

FECHA: 19 - 06 - 2011		PUNTO: 1 (TOMATITAS)			
HORA:		7:00am - 8:00am			
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	1,3	23,077	83,077	83,08
2	30	1,9	15,789	56,842	56,84
3	30	2,1	14,286	51,429	51,43
4	30	1	30,000	108,000	depurado
5	30	2,3	13,043	46,957	46,96
6	30	1,4	21,429	77,143	77,14
7	30	1,7	17,647	63,529	63,53
8	30	2,3	13,043	46,957	46,96
9	30	1,9	15,789	56,842	56,84
10	30	1,7	17,647	63,529	63,53

<b>Media</b>	65,43	VEL. MEDIA (Km/h)
<b>Desv</b>	19,13	
<b>Med+2Desv</b>	103,69	60,70
<b>Med-2Desv</b>	27,17	

FECHA: 19 - 06 - 2011		PUNTO: 1 (TOMATITAS)			
HORA:		12:00pm - 01:00pm			
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	1,2	25,000	90,000	90,00
2	30	1,7	17,647	63,529	63,53
3	30	1,8	16,667	60,000	60,00
4	30	1,4	21,429	77,143	77,14
5	30	2,5	12,000	43,200	43,20
6	30	2,1	14,286	51,429	51,43
7	30	2,4	12,500	45,000	45,00
8	30	4,9	6,122	22,041	depurado
9	30	2,2	13,636	49,091	49,09
10	30	1,7	17,647	63,529	63,53

<b>Media</b>	56,50	VEL. MEDIA (Km/h)
<b>Desv</b>	18,96	
<b>Med+2Desv</b>	94,42	60,32
<b>Med-2Desv</b>	18,57	

FECHA: 19 - 06 - 2011		PUNTO: 1 (TOMATITAS)			
HORA:		05:00pm - 06:00pm			
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	2,1	14,286	51,429	51,43
2	30	1,8	16,667	60,000	60,00
3	30	2,5	12,000	43,200	43,20
4	30	4,7	6,383	22,979	depurado
5	30	2,1	14,286	51,429	51,43
6	30	1,3	23,077	83,077	83,08
7	30	2,4	12,500	45,000	45,00

8	30	1,5	20,000	72,000	72,00
9	30	5,6	5,357	19,286	depurado
10	30	1,4	21,429	77,143	77,14

<b>Media</b>	52,55	VEL. MEDIA (Km/h)
<b>Desv</b>	21,34	
<b>Med+2Desv</b>	95,23	
<b>Med-2Desv</b>	9,87	
		60,41

FECHA: 23 - 06 - 2011	PUNTO: 1 (TOMATITAS)
HORA: 7:00am - 8:00am	

Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	1,6	18,750	67,500	67,50
2	30	1,4	21,429	77,143	77,14
3	30	1,5	20,000	72,000	72,00
4	30	1,8	16,667	60,000	60,00
5	30	3,1	9,677	34,839	34,84
6	30	1,4	21,429	77,143	77,14
7	30	1,6	18,750	67,500	67,50
8	30	2,5	12,000	43,200	43,20
9	30	2,1	14,286	51,429	51,43
10	30	2,6	11,538	41,538	41,54

<b>Media</b>	59,23	VEL. MEDIA (Km/h)
<b>Desv</b>	15,52	
<b>Med+2Desv</b>	90,27	
<b>Med-2Desv</b>	28,19	
		59,23

FECHA: 23 - 06 - 2011	PUNTO: 1 (TOMATITAS)
HORA: 12:00pm - 01:00pm	

Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	1,4	21,429	77,143	77,14
2	30	1,8	16,667	60,000	60,00
3	30	1,6	18,750	67,500	67,50
4	30	2,5	12,000	43,200	43,20
5	30	2,1	14,286	51,429	51,43
6	30	2,3	13,043	46,957	46,96
7	30	2,7	11,111	40,000	40,00
8	30	4,8	6,250	22,500	depurado
9	30	1,2	25,000	90,000	90,00
10	30	1,8	16,667	60,000	60,00

<b>Media</b>	55,87	VEL. MEDIA (Km/h)
<b>Desv</b>	19,47	
<b>Med+2Desv</b>	94,81	
<b>Med-2Desv</b>	16,93	
		59,58

FECHA: 23 - 06 - 2011	PUNTO: 1 (TOMATITAS)
HORA: 05:00pm - 06:00pm	

Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	1,3	23,077	83,077	83,08
2	30	1,8	16,667	60,000	60,00
3	30	2,1	14,286	51,429	51,43
4	30	2,3	13,043	46,957	46,96

5	30	2,8	10,714	38,571	38,57
6	30	1,6	18,750	67,500	67,50
7	30	2,3	13,043	46,957	46,96
8	30	1,7	17,647	63,529	63,53
9	30	5,2	5,769	20,769	depurado
10	30	1,2	25,000	90,000	90,00
			<b>Media</b>	56,88	VEL. MEDIA (Km/h)
			<b>Desv</b>	20,59	
			<b>Med+2Desv</b>	98,06	60,89
			<b>Med-2Desv</b>	15,70	

FECHA: 26 - 06 - 2011		PUNTO: 1 (TOMATITAS)			
HORA:		7:00am - 8:00am			
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	1,4	21,429	77,143	77,14
2	30	1,3	23,077	83,077	83,08
3	30	1,5	20,000	72,000	72,00
4	30	1,6	18,750	67,500	67,50
5	30	2,3	13,043	46,957	46,96
6	30	2,1	14,286	51,429	51,43
7	30	1,9	15,789	56,842	56,84
8	30	5,2	5,769	20,769	depurado
9	30	2,2	13,636	49,091	49,09
10	30	2,4	12,500	45,000	45,00
			<b>Media</b>	56,98	VEL. MEDIA (Km/h)
			<b>Desv</b>	18,48	
			<b>Med+2Desv</b>	93,93	61,00
			<b>Med-2Desv</b>	20,03	

FECHA: 26 - 06 - 2011		PUNTO: 1 (TOMATITAS)			
HORA:		12:00pm - 01:00pm			
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	1,5	20,000	72,000	72,00
2	30	5,1	5,882	21,176	depurado
3	30	1,9	15,789	56,842	56,84
4	30	1,6	18,750	67,500	67,50
5	30	1,7	17,647	63,529	63,53
6	30	1,8	16,667	60,000	60,00
7	30	2,4	12,500	45,000	45,00
8	30	2,1	14,286	51,429	51,43
9	30	2,3	13,043	46,957	46,96
10	30	1,4	21,429	77,143	77,14
			<b>Media</b>	56,16	VEL. MEDIA (Km/h)
			<b>Desv</b>	16,14	
			<b>Med+2Desv</b>	88,44	60,04
			<b>Med-2Desv</b>	23,88	

FECHA: 26 - 06 - 2011		PUNTO: 1 (TOMATITAS)			
HORA:		05:00pm - 06:00pm			
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	1,5	20,000	72,000	72,00

2	30	1,6	18,750	67,500	67,50
3	30	5,3	5,660	20,377	depurado
4	30	1,4	21,429	77,143	77,14
5	30	2,1	14,286	51,429	51,43
6	30	1,3	23,077	83,077	83,08
7	30	2,4	12,500	45,000	45,00
8	30	5,3	5,660	20,377	depurado
9	30	1,9	15,789	56,842	56,84
10	30	2,6	11,538	41,538	41,54
			<b>Media</b>	53,53	VEL. MEDIA (Km/h)
			<b>Desv</b>	22,10	
			<b>Med+2Desv</b>	97,74	61,82
			<b>Med-2Desv</b>	9,32	

FECHA: 30 - 06 - 2011		PUNTO: 1 (TOMATITAS)			
HORA:		7:00am - 8:00am			
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	1,2	25,000	90,000	90,00
2	30	1,5	20,000	72,000	72,00
3	30	1,8	16,667	60,000	60,00
4	30	2,3	13,043	46,957	46,96
5	30	2,1	14,286	51,429	51,43
6	30	2	15,000	54,000	54,00
7	30	2,4	12,500	45,000	45,00
8	30	1,9	15,789	56,842	56,84
9	30	1,7	17,647	63,529	63,53
10	30	1,5	20,000	72,000	72,00
			<b>Media</b>	61,18	VEL. MEDIA (Km/h)
			<b>Desv</b>	13,75	
			<b>Med+2Desv</b>	88,67	61,18
			<b>Med-2Desv</b>	33,68	

FECHA: 30 - 06 - 2011		PUNTO: 1 (TOMATITAS)			
HORA:		12:00pm - 01:00pm			
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	1,4	21,429	77,143	77,14
2	30	1,8	16,667	60,000	60,00
3	30	1,3	23,077	83,077	83,08
4	30	1,7	17,647	63,529	63,53
5	30	2,2	13,636	49,091	49,09
6	30	1,7	17,647	63,529	63,53
7	30	2,3	13,043	46,957	46,96
8	30	5,1	5,882	21,176	depurado
9	30	2,1	14,286	51,429	51,43
10	30	1,9	15,789	56,842	56,84
			<b>Media</b>	57,28	VEL. MEDIA (Km/h)
			<b>Desv</b>	17,18	
			<b>Med+2Desv</b>	91,64	61,29
			<b>Med-2Desv</b>	22,91	

FECHA: 30 - 06 - 2011		PUNTO: 1 (TOMATITAS)			
HORA:		05:00pm -			

06:00pm					
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	2,5	12,000	43,200	43,20
2	30	2,1	14,286	51,429	51,43
3	30	2,2	13,636	49,091	49,09
4	30	1,6	18,750	67,500	67,50
5	30	2,1	14,286	51,429	51,43
6	30	5,6	5,357	19,286	depurado
7	30	1,8	16,667	60,000	60,00
8	30	4,7	6,383	22,979	depurado
9	30	1,2	25,000	90,000	90,00
10	30	1,4	21,429	77,143	77,14
			<b>Media</b>	53,21	VEL. MEDIA (Km/h)
			<b>Desv</b>	22,02	
			<b>Med+2Desv</b>	97,25	61,22
			<b>Med-2Desv</b>	9,16	

FECHA: 05 - 07 - 2011		PUNTO: 1 (TOMATITAS)			
HORA:		7:00am - 8:00am			
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	1,5	20,000	72,000	72,00
2	30	1,9	15,789	56,842	56,84
3	30	2,1	14,286	51,429	51,43
4	30	1,3	23,077	83,077	83,08
5	30	2,3	13,043	46,957	46,96
6	30	1,4	21,429	77,143	77,14
7	30	1,7	17,647	63,529	63,53
8	30	2,3	13,043	46,957	46,96
9	30	1,9	15,789	56,842	56,84
10	30	1,8	16,667	60,000	60,00
			<b>Media</b>	61,48	VEL. MEDIA (Km/h)
			<b>Desv</b>	12,45	
			<b>Med+2Desv</b>	86,37	61,48
			<b>Med-2Desv</b>	36,58	

FECHA: 05 - 07 - 2011		PUNTO: 1 (TOMATITAS)			
HORA:		12:00pm - 01:00pm			
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	1,7	17,647	63,529	63,53
2	30	1,3	23,077	83,077	83,08
3	30	1,8	16,667	60,000	60,00
4	30	1,6	18,750	67,500	67,50
5	30	2,5	12,000	43,200	43,20
6	30	2,1	14,286	51,429	51,43
7	30	2,4	12,500	45,000	45,00
8	30	4,9	6,122	22,041	depurado
9	30	2,2	13,636	49,091	49,09
10	30	1,3	23,077	83,077	83,08
			<b>Media</b>	56,79	VEL. MEDIA (Km/h)
			<b>Desv</b>	18,77	
			<b>Med+2Desv</b>	94,34	60,66

		<b>Med-2Desv</b>		19,25	
FECHA: 05 - 07 - 2011		PUNTO: 1 (TOMATITAS)			
HORA:		05:00pm - 06:00pm			
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	1,8	16,667	60,000	60,00
2	30	4,7	6,383	22,979	depurado
3	30	2,5	12,000	43,200	43,20
4	30	5,2	5,769	20,769	depurado
5	30	2,1	14,286	51,429	51,43
6	30	1,2	25,000	90,000	90,00
7	30	2,3	13,043	46,957	46,96
8	30	1,5	20,000	72,000	72,00
9	30	5,6	5,357	19,286	depurado
10	30	1,6	18,750	67,500	67,50
			<b>Media</b>	49,41	VEL. MEDIA (Km/h)
			<b>Desv</b>	23,74	
			<b>Med+2Desv</b>	96,89	61,58
			<b>Med-2Desv</b>	1,93	

		<b>Med-2Desv</b>		19,25	
FECHA: 07 - 07 - 2011		PUNTO: 1 (TOMATITAS)			
HORA:		7:00am - 8:00am			
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	1,4	21,429	77,143	77,14
2	30	1,5	20,000	72,000	72,00
3	30	1,8	16,667	60,000	60,00
4	30	1,6	18,750	67,500	67,50
5	30	2,2	13,636	49,091	49,09
6	30	2,1	14,286	51,429	51,43
7	30	2,3	13,043	46,957	46,96
8	30	5,4	5,556	20,000	depurado
9	30	2,2	13,636	49,091	49,09
10	30	1,4	21,429	77,143	77,14
			<b>Media</b>	57,04	VEL. MEDIA (Km/h)
			<b>Desv</b>	17,58	
			<b>Med+2Desv</b>	92,20	61,15
			<b>Med-2Desv</b>	21,87	

		<b>Med-2Desv</b>		19,25	
FECHA: 07 - 07 - 2011		PUNTO: 1 (TOMATITAS)			
HORA:		12:00pm - 01:00pm			
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	1,6	18,750	67,500	67,50
2	30	1,9	15,789	56,842	56,84
3	30	1,3	23,077	83,077	83,08
4	30	1,6	18,750	67,500	67,50
5	30	5,3	5,660	20,377	depurado
6	30	1,8	16,667	60,000	60,00
7	30	2,1	14,286	51,429	51,43
8	30	2,1	14,286	51,429	51,43
9	30	2,4	12,500	45,000	45,00
10	30	1,5	20,000	72,000	72,00

<b>Media</b>	57,52	VEL. MEDIA (Km/h)
<b>Desv</b>	17,25	
<b>Med+2Desv</b>	92,02	61,64
<b>Med-2Desv</b>	23,01	

FECHA: 07 - 07 - 2011		PUNTO: 1 (TOMATITAS)			
HORA:		05:00pm - 06:00pm			
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	1,4	21,429	77,143	77,14
2	30	1,9	15,789	56,842	56,84
3	30	5,3	5,660	20,377	depurado
4	30	2,1	14,286	51,429	51,43
5	30	2,3	13,043	46,957	46,96
6	30	1,2	25,000	90,000	90,00
7	30	2,1	14,286	51,429	51,43
8	30	2,3	13,043	46,957	46,96
9	30	1,7	17,647	63,529	63,53
10	30	5,2	5,769	20,769	depurado

<b>Media</b>	52,54	VEL. MEDIA (Km/h)
<b>Desv</b>	21,75	
<b>Med+2Desv</b>	96,04	60,54
<b>Med-2Desv</b>	9,05	

FECHA: 10 - 07 - 2011		PUNTO: 1 (TOMATITAS)			
HORA:		7:00am - 8:00am			
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	1,2	25,000	90,000	90,00
2	30	1,5	20,000	72,000	72,00
3	30	1,7	17,647	63,529	63,53
4	30	1,4	21,429	77,143	77,14
5	30	2,9	10,345	37,241	37,24
6	30	1,6	18,750	67,500	67,50
7	30	1,7	17,647	63,529	63,53
8	30	2,6	11,538	41,538	41,54
9	30	2,2	13,636	49,091	49,09
10	30	2,4	12,500	45,000	45,00

<b>Media</b>	60,66	VEL. MEDIA (Km/h)
<b>Desv</b>	17,05	
<b>Med+2Desv</b>	94,76	60,66
<b>Med-2Desv</b>	26,55	

FECHA: 10 - 07 - 2011		PUNTO: 1 (TOMATITAS)			
HORA:		12:00pm - 01:00pm			
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	1,5	20,000	72,000	72,00
2	30	1,7	17,647	63,529	63,53
3	30	1,4	21,429	77,143	77,14
4	30	2,5	12,000	43,200	43,20
5	30	2,1	14,286	51,429	51,43
6	30	2,1	14,286	51,429	51,43
7	30	2,6	11,538	41,538	41,54

8	30	4,9	6,122	22,041	depurado
9	30	1,3	23,077	83,077	83,08
10	30	1,6	18,750	67,500	67,50

<b>Media</b>	57,29	VEL. MEDIA (Km/h)
<b>Desv</b>	18,79	
<b>Med+2Desv</b>	94,86	61,20
<b>Med-2Desv</b>	19,71	

FECHA: 10 - 07 - 2011		PUNTO: 1 (TOMATITAS)			
HORA:		05:00pm - 06:00pm			

Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	1,5	20,000	72,000	72,00
2	30	1,8	16,667	60,000	60,00
3	30	2,1	14,286	51,429	51,43
4	30	2,3	13,043	46,957	46,96
5	30	2,8	10,714	38,571	38,57
6	30	1,6	18,750	67,500	67,50
7	30	1,5	20,000	72,000	72,00
8	30	1,7	17,647	63,529	63,53
9	30	5,2	5,769	20,769	depurado
10	30	1,4	21,429	77,143	77,14

<b>Media</b>	56,99	VEL. MEDIA (Km/h)
<b>Desv</b>	17,64	
<b>Med+2Desv</b>	92,28	61,01
<b>Med-2Desv</b>	21,70	

**PUNTO DE AFORO 2 ( ROTONDA AL NORTE)**

FECHA: 06 - 06 - 2011		PUNTO: 2 (ROTONDA AL NORTE)			
HORA:		7:00am - 8:00am			

Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	Depurado
1	30	1,7	17,647	63,529	63,53
2	30	1,3	23,077	83,077	83,08
3	30	1,5	20,000	72,000	72,00
4	30	1,6	18,750	67,500	67,50
5	30	2,2	13,636	49,091	49,09
6	30	2,1	14,286	51,429	51,43
7	30	1,9	15,789	56,842	56,84
8	30	5,1	5,882	21,176	depurado
9	30	2,2	13,636	49,091	49,09
10	30	2	15,000	54,000	54,00

<b>Media</b>	56,77	VEL. MEDIA (Km/h)
<b>Desv</b>	16,69	
<b>Med+2Desv</b>	90,15	60,73
<b>Med-2Desv</b>	23,40	

FECHA: 06 - 06 - 2011		PUNTO: 2 (ROTONDA AL NORTE)			
HORA:		12:00pm - 01:00pm			

Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	1,5	20,000	72,000	72,00
2	30	1,6	18,750	67,500	67,50

3	30	1,9	15,789	56,842	56,84	
4	30	1,6	18,750	67,500	67,50	
5	30	5,3	5,660	20,377	depurado	
6	30	1,8	16,667	60,000	60,00	
7	30	2,4	12,500	45,000	45,00	
8	30	2,1	14,286	51,429	51,43	
9	30	2,3	13,043	46,957	46,96	
10	30	1,6	18,750	67,500	67,50	
				<b>Media</b>	55,51	VEL. MEDIA (Km/h)
				<b>Desv</b>	15,49	
				<b>Med+2Desv</b>	86,49	59,41
				<b>Med-2Desv</b>	24,53	

FECHA: 06 - 06 - 2011		PUNTO: 2 (ROTONDA AL NORTE)				
HORA:		05:00pm - 06:00pm				
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION	
1	30	1,8	16,667	60,000	60,00	
2	30	1,6	18,750	67,500	67,50	
3	30	5,3	5,660	20,377	depurado	
4	30	1,5	20,000	72,000	72,00	
5	30	2,1	14,286	51,429	51,43	
6	30	1,3	23,077	83,077	83,08	
7	30	2,4	12,500	45,000	45,00	
8	30	2,3	13,043	46,957	46,96	
9	30	1,9	15,789	56,842	56,84	
10	30	5,6	5,357	19,286	depurado	
				<b>Media</b>	52,25	VEL. MEDIA (Km/h)
				<b>Desv</b>	20,65	
				<b>Med+2Desv</b>	93,55	60,35
				<b>Med-2Desv</b>	10,95	

FECHA: 09 - 06 - 2011		PUNTO: 2 (ROTONDA AL NORTE)				
HORA:		7:00am - 8:00am				
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION	
1	30	1,6	18,750	67,500	67,50	
2	30	1,8	16,667	60,000	60,00	
3	30	2,1	14,286	51,429	51,43	
4	30	1,4	21,429	77,143	77,14	
5	30	2,2	13,636	49,091	49,09	
6	30	1,5	20,000	72,000	72,00	
7	30	1,9	15,789	56,842	56,84	
8	30	2,8	10,714	38,571	38,57	
9	30	1,8	16,667	60,000	60,00	
10	30	1,6	18,750	67,500	67,50	
				<b>Media</b>	60,01	VEL. MEDIA (Km/h)
				<b>Desv</b>	11,60	
				<b>Med+2Desv</b>	83,22	60,01
				<b>Med-2Desv</b>	36,80	

FECHA: 09 - 06 - 2011		PUNTO: 2 (ROTONDA AL NORTE)			
HORA:		12:00pm - 01:00pm			

Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	1,6	18,750	67,500	67,50
2	30	1,9	15,789	56,842	56,84
3	30	1,4	21,429	77,143	77,14
4	30	1,8	16,667	60,000	60,00
5	30	2,1	14,286	51,429	51,43
6	30	1,8	16,667	60,000	60,00
7	30	2,4	12,500	45,000	45,00
8	30	4,9	6,122	22,041	depurado
9	30	2,2	13,636	49,091	49,09
10	30	1,5	20,000	72,000	72,00

<b>Media</b>	56,10	VEL. MEDIA (Km/h)
<b>Desv</b>	15,67	
<b>Med+2Desv</b>	87,45	59,89
<b>Med-2Desv</b>	24,76	

FECHA: 09 - 06 - 2011	PUNTO: 2 (ROTONDA AL NORTE)
HORA:	05:00pm - 06:00pm

Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	2,1	14,286	51,429	51,43
2	30	1,8	16,667	60,000	60,00
3	30	2,5	12,000	43,200	43,20
4	30	1,5	20,000	72,000	72,00
5	30	2,1	14,286	51,429	51,43
6	30	1,3	23,077	83,077	83,08
7	30	2,4	12,500	45,000	45,00
8	30	4,7	6,383	22,979	depurado
9	30	5,6	5,357	19,286	depurado
10	30	1,4	21,429	77,143	77,14

<b>Media</b>	52,55	VEL. MEDIA (Km/h)
<b>Desv</b>	21,34	
<b>Med+2Desv</b>	95,23	60,41
<b>Med-2Desv</b>	9,87	

FECHA: 12 - 06 - 2011	PUNTO: 2 (ROTONDA AL NORTE)
HORA:	7:00am - 8:00am

Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	2,1	14,286	51,429	51,43
2	30	1,6	18,750	67,500	67,50
3	30	5,7	5,263	18,947	depurado
4	30	1,4	21,429	77,143	77,14
5	30	2,1	14,286	51,429	51,43
6	30	1,4	21,429	77,143	77,14
7	30	1,9	15,789	56,842	56,84
8	30	2,1	14,286	51,429	51,43
9	30	1,8	16,667	60,000	60,00
10	30	1,7	17,647	63,529	63,53

<b>Media</b>	57,54	VEL. MEDIA (Km/h)
<b>Desv</b>	16,71	
<b>Med+2Desv</b>	90,95	61,83
<b>Med-2Desv</b>	24,13	

FECHA: 12 - 06 - 2011		PUNTO: 2 (ROTONDA AL NORTE)			
HORA:		12:00pm - 01:00pm			
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	1,7	17,647	63,529	63,53
2	30	1,6	18,750	67,500	67,50
3	30	1,4	21,429	77,143	77,14
4	30	1,8	16,667	60,000	60,00
5	30	2,1	14,286	51,429	51,43
6	30	1,8	16,667	60,000	60,00
7	30	2,3	13,043	46,957	46,96
8	30	1,8	16,667	60,000	60,00
9	30	2,1	14,286	51,429	51,43
10	30	1,6	18,750	67,500	67,50
			<b>Media</b>	60,55	VEL. MEDIA (Km/h)
			<b>Desv</b>	9,02	
			<b>Med+2Desv</b>	78,60	60,55
			<b>Med-2Desv</b>	42,50	

FECHA: 12 - 06 - 2011		PUNTO: 2 (ROTONDA AL NORTE)			
HORA:		05:00pm - 06:00pm			
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	2,1	14,286	51,429	51,43
2	30	4,8	6,250	22,500	depurado
3	30	2,3	13,043	46,957	46,96
4	30	1,6	18,750	67,500	67,50
5	30	2,1	14,286	51,429	51,43
6	30	1,4	21,429	77,143	77,14
7	30	2,4	12,500	45,000	45,00
8	30	1,7	17,647	63,529	63,53
9	30	5,6	5,357	19,286	depurado
10	30	1,3	23,077	83,077	83,08
			<b>Media</b>	52,78	VEL. MEDIA (Km/h)
			<b>Desv</b>	21,03	
			<b>Med+2Desv</b>	94,85	60,76
			<b>Med-2Desv</b>	10,72	

FECHA: 19 - 06 - 2011		PUNTO: 2 (ROTONDA AL NORTE)			
HORA:		7:00am - 8:00am			
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	1,3	23,077	83,077	83,08
2	30	1,9	15,789	56,842	56,84
3	30	2,1	14,286	51,429	51,43
4	30	1	30,000	108,000	depurado
5	30	2,3	13,043	46,957	46,96
6	30	1,4	21,429	77,143	77,14
7	30	1,7	17,647	63,529	63,53
8	30	2,3	13,043	46,957	46,96
9	30	1,9	15,789	56,842	56,84
10	30	1,7	17,647	63,529	63,53
			<b>Media</b>	65,43	VEL. MEDIA (Km/h)

			<b>Desv</b>	19,13	
			<b>Med+2Desv</b>	103,69	60,70
			<b>Med-2Desv</b>	27,17	
FECHA: 19 - 06 - 2011		PUNTO: 2 (ROTONDA AL NORTE)			
HORA:		12:00pm - 01:00pm			
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	1,2	25,000	90,000	90,00
2	30	1,7	17,647	63,529	63,53
3	30	1,8	16,667	60,000	60,00
4	30	1,4	21,429	77,143	77,14
5	30	2,5	12,000	43,200	43,20
6	30	2,1	14,286	51,429	51,43
7	30	2,4	12,500	45,000	45,00
8	30	4,9	6,122	22,041	depurado
9	30	2,2	13,636	49,091	49,09
10	30	1,7	17,647	63,529	63,53
			<b>Media</b>	56,50	VEL. MEDIA (Km/h)
			<b>Desv</b>	18,96	
			<b>Med+2Desv</b>	94,42	60,32
			<b>Med-2Desv</b>	18,57	
FECHA: 19 - 06 - 2011		PUNTO: 2 (ROTONDA AL NORTE)			
HORA:		05:00pm - 06:00pm			
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	2,1	14,286	51,429	51,43
2	30	1,8	16,667	60,000	60,00
3	30	2,5	12,000	43,200	43,20
4	30	4,7	6,383	22,979	depurado
5	30	2,1	14,286	51,429	51,43
6	30	1,3	23,077	83,077	83,08
7	30	2,4	12,500	45,000	45,00
8	30	1,5	20,000	72,000	72,00
9	30	5,6	5,357	19,286	depurado
10	30	1,4	21,429	77,143	77,14
			<b>Media</b>	52,55	VEL. MEDIA (Km/h)
			<b>Desv</b>	21,34	
			<b>Med+2Desv</b>	95,23	60,41
			<b>Med-2Desv</b>	9,87	
FECHA: 23 - 06 - 2011		PUNTO: 2 (ROTONDA AL NORTE)			
HORA:		7:00am - 8:00am			
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	1,6	18,750	67,500	67,50
2	30	1,4	21,429	77,143	77,14
3	30	1,5	20,000	72,000	72,00
4	30	1,8	16,667	60,000	60,00
5	30	3,1	9,677	34,839	34,84
6	30	1,4	21,429	77,143	77,14
7	30	1,6	18,750	67,500	67,50
8	30	2,5	12,000	43,200	43,20

9	30	2,1	14,286	51,429	51,43
10	30	2,6	11,538	41,538	41,54

<b>Media</b>	59,23	VEL. MEDIA (Km/h)
<b>Desv</b>	15,52	
<b>Med+2Desv</b>	90,27	59,23
<b>Med-2Desv</b>	28,19	

FECHA: 23 - 06 - 2011		PUNTO: 2 (ROTONDA AL NORTE)			
HORA:		12:00pm - 01:00pm			
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	1,4	21,429	77,143	77,14
2	30	1,8	16,667	60,000	60,00
3	30	1,6	18,750	67,500	67,50
4	30	2,5	12,000	43,200	43,20
5	30	2,1	14,286	51,429	51,43
6	30	2,3	13,043	46,957	46,96
7	30	2,7	11,111	40,000	40,00
8	30	4,8	6,250	22,500	depurado
9	30	1,2	25,000	90,000	90,00
10	30	1,8	16,667	60,000	60,00

<b>Media</b>	55,87	VEL. MEDIA (Km/h)
<b>Desv</b>	19,47	
<b>Med+2Desv</b>	94,81	59,58
<b>Med-2Desv</b>	16,93	

FECHA: 23 - 06 - 2011		PUNTO: 2 (ROTONDA AL NORTE)			
HORA:		05:00pm - 06:00pm			
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	1,3	23,077	83,077	83,08
2	30	1,8	16,667	60,000	60,00
3	30	2,1	14,286	51,429	51,43
4	30	2,3	13,043	46,957	46,96
5	30	2,8	10,714	38,571	38,57
6	30	1,6	18,750	67,500	67,50
7	30	2,3	13,043	46,957	46,96
8	30	1,7	17,647	63,529	63,53
9	30	5,2	5,769	20,769	depurado
10	30	1,2	25,000	90,000	90,00

<b>Media</b>	56,88	VEL. MEDIA (Km/h)
<b>Desv</b>	20,59	
<b>Med+2Desv</b>	98,06	60,89
<b>Med-2Desv</b>	15,70	

FECHA: 26 - 06 - 2011		PUNTO: 2 (ROTONDA AL NORTE)			
HORA:		7:00am - 8:00am			
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	1,4	21,429	77,143	77,14
2	30	1,3	23,077	83,077	83,08
3	30	1,5	20,000	72,000	72,00
4	30	1,6	18,750	67,500	67,50
5	30	2,3	13,043	46,957	46,96

6	30	2,1	14,286	51,429	51,43
7	30	1,9	15,789	56,842	56,84
8	30	5,2	5,769	20,769	depurado
9	30	2,2	13,636	49,091	49,09
10	30	2,4	12,500	45,000	45,00

<b>Media</b>	56,98	VEL. MEDIA (Km/h)
<b>Desv</b>	18,48	
<b>Med+2Desv</b>	93,93	
<b>Med-2Desv</b>	20,03	
		61,00

FECHA: 26 - 06 - 2011	PUNTO: 2 (ROTONDA AL NORTE)
-----------------------	-----------------------------

HORA:	12:00pm - 01:00pm
-------	-------------------

Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	1,5	20,000	72,000	72,00
2	30	5,1	5,882	21,176	depurado
3	30	1,9	15,789	56,842	56,84
4	30	1,6	18,750	67,500	67,50
5	30	1,7	17,647	63,529	63,53
6	30	1,8	16,667	60,000	60,00
7	30	2,4	12,500	45,000	45,00
8	30	2,1	14,286	51,429	51,43
9	30	2,3	13,043	46,957	46,96
10	30	1,4	21,429	77,143	77,14

<b>Media</b>	56,16	VEL. MEDIA (Km/h)
<b>Desv</b>	16,14	
<b>Med+2Desv</b>	88,44	
<b>Med-2Desv</b>	23,88	
		60,04

FECHA: 26 - 06 - 2011	PUNTO: 2 (ROTONDA AL NORTE)
-----------------------	-----------------------------

HORA:	05:00pm - 06:00pm
-------	-------------------

Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	1,5	20,000	72,000	72,00
2	30	1,6	18,750	67,500	67,50
3	30	5,3	5,660	20,377	depurado
4	30	1,4	21,429	77,143	77,14
5	30	2,1	14,286	51,429	51,43
6	30	1,3	23,077	83,077	83,08
7	30	2,4	12,500	45,000	45,00
8	30	5,3	5,660	20,377	depurado
9	30	1,9	15,789	56,842	56,84
10	30	2,6	11,538	41,538	41,54

<b>Media</b>	53,53	VEL. MEDIA (Km/h)
<b>Desv</b>	22,10	
<b>Med+2Desv</b>	97,74	
<b>Med-2Desv</b>	9,32	
		61,82

FECHA: 30 - 06 - 2011	PUNTO: 2 (ROTONDA AL NORTE)
-----------------------	-----------------------------

HORA:	7:00am - 8:00am
-------	-----------------

Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	1,2	25,000	90,000	90,00
2	30	1,5	20,000	72,000	72,00

3	30	1,8	16,667	60,000	60,00	
4	30	2,3	13,043	46,957	46,96	
5	30	2,1	14,286	51,429	51,43	
6	30	2	15,000	54,000	54,00	
7	30	2,4	12,500	45,000	45,00	
8	30	1,9	15,789	56,842	56,84	
9	30	1,7	17,647	63,529	63,53	
10	30	1,5	20,000	72,000	72,00	
				<b>Media</b>	61,18	VEL. MEDIA (Km/h)
				<b>Desv</b>	13,75	
				<b>Med+2Desv</b>	88,67	61,18
				<b>Med-2Desv</b>	33,68	

FECHA: 30 - 06 - 2011		PUNTO: 2 (ROTONDA AL NORTE)				
HORA:		12:00pm - 01:00pm				
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION	
1	30	1,4	21,429	77,143	77,14	
2	30	1,8	16,667	60,000	60,00	
3	30	1,3	23,077	83,077	83,08	
4	30	1,7	17,647	63,529	63,53	
5	30	2,2	13,636	49,091	49,09	
6	30	1,7	17,647	63,529	63,53	
7	30	2,3	13,043	46,957	46,96	
8	30	5,1	5,882	21,176	depurado	
9	30	2,1	14,286	51,429	51,43	
10	30	1,9	15,789	56,842	56,84	
				<b>Media</b>	57,28	VEL. MEDIA (Km/h)
				<b>Desv</b>	17,18	
				<b>Med+2Desv</b>	91,64	61,29
				<b>Med-2Desv</b>	22,91	

FECHA: 30 - 06 - 2011		PUNTO: 2 (ROTONDA AL NORTE)				
HORA:		05:00pm - 06:00pm				
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION	
1	30	2,5	12,000	43,200	43,20	
2	30	2,1	14,286	51,429	51,43	
3	30	2,2	13,636	49,091	49,09	
4	30	1,6	18,750	67,500	67,50	
5	30	2,1	14,286	51,429	51,43	
6	30	5,6	5,357	19,286	depurado	
7	30	1,8	16,667	60,000	60,00	
8	30	4,7	6,383	22,979	depurado	
9	30	1,2	25,000	90,000	90,00	
10	30	1,4	21,429	77,143	77,14	
				<b>Media</b>	53,21	VEL. MEDIA (Km/h)
				<b>Desv</b>	22,02	
				<b>Med+2Desv</b>	97,25	61,22
				<b>Med-2Desv</b>	9,16	

FECHA: 05 - 07 - 2011		PUNTO: 2 (ROTONDA AL NORTE)			
HORA:		7:00am - 8:00am			

Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	1,5	20,000	72,000	72,00
2	30	1,9	15,789	56,842	56,84
3	30	2,1	14,286	51,429	51,43
4	30	1,3	23,077	83,077	83,08
5	30	2,3	13,043	46,957	46,96
6	30	1,4	21,429	77,143	77,14
7	30	1,7	17,647	63,529	63,53
8	30	2,3	13,043	46,957	46,96
9	30	1,9	15,789	56,842	56,84
10	30	1,8	16,667	60,000	60,00

<b>Media</b>	61,48	VEL. MEDIA (Km/h)
<b>Desv</b>	12,45	
<b>Med+2Desv</b>	86,37	
<b>Med-2Desv</b>	36,58	
		61,48

FECHA: 05 - 07 - 2011		PUNTO: 2 (ROTONDA AL NORTE)			
HORA:		12:00pm - 01:00pm			
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	1,7	17,647	63,529	63,53
2	30	1,3	23,077	83,077	83,08
3	30	1,8	16,667	60,000	60,00
4	30	1,6	18,750	67,500	67,50
5	30	2,5	12,000	43,200	43,20
6	30	2,1	14,286	51,429	51,43
7	30	2,4	12,500	45,000	45,00
8	30	4,9	6,122	22,041	depurado
9	30	2,2	13,636	49,091	49,09
10	30	1,3	23,077	83,077	83,08

<b>Media</b>	56,79	VEL. MEDIA (Km/h)
<b>Desv</b>	18,77	
<b>Med+2Desv</b>	94,34	
<b>Med-2Desv</b>	19,25	
		60,66

FECHA: 05 - 07 - 2011		PUNTO: 2 (ROTONDA AL NORTE)			
HORA:		05:00pm - 06:00pm			
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	1,8	16,667	60,000	60,00
2	30	4,7	6,383	22,979	depurado
3	30	2,5	12,000	43,200	43,20
4	30	5,2	5,769	20,769	depurado
5	30	2,1	14,286	51,429	51,43
6	30	1,2	25,000	90,000	90,00
7	30	2,3	13,043	46,957	46,96
8	30	1,5	20,000	72,000	72,00
9	30	5,6	5,357	19,286	depurado
10	30	1,6	18,750	67,500	67,50

<b>Media</b>	49,41	VEL. MEDIA (Km/h)
<b>Desv</b>	23,74	
<b>Med+2Desv</b>	96,89	
		61,58

		Med-2Desv	1,93		
FECHA: 07 - 07 - 2011		PUNTO: 2 (ROTONDA AL NORTE)			
HORA:		7:00am - 8:00am			
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	1,4	21,429	77,143	77,14
2	30	1,5	20,000	72,000	72,00
3	30	1,8	16,667	60,000	60,00
4	30	1,6	18,750	67,500	67,50
5	30	2,2	13,636	49,091	49,09
6	30	2,1	14,286	51,429	51,43
7	30	2,3	13,043	46,957	46,96
8	30	5,4	5,556	20,000	depurado
9	30	2,2	13,636	49,091	49,09
10	30	1,4	21,429	77,143	77,14
			<b>Media</b>	57,04	VEL. MEDIA (Km/h)
			<b>Desv</b>	17,58	
			<b>Med+2Desv</b>	92,20	61,15
			<b>Med-2Desv</b>	21,87	

FECHA: 07 - 07 - 2011		PUNTO: 2 (ROTONDA AL NORTE)			
HORA:		12:00pm - 01:00pm			
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	1,6	18,750	67,500	67,50
2	30	1,9	15,789	56,842	56,84
3	30	1,3	23,077	83,077	83,08
4	30	1,6	18,750	67,500	67,50
5	30	5,3	5,660	20,377	depurado
6	30	1,8	16,667	60,000	60,00
7	30	2,1	14,286	51,429	51,43
8	30	2,1	14,286	51,429	51,43
9	30	2,4	12,500	45,000	45,00
10	30	1,5	20,000	72,000	72,00
			<b>Media</b>	57,52	VEL. MEDIA (Km/h)
			<b>Desv</b>	17,25	
			<b>Med+2Desv</b>	92,02	61,64
			<b>Med-2Desv</b>	23,01	

FECHA: 07 - 07 - 2011		PUNTO: 2 (ROTONDA AL NORTE)			
HORA:		05:00pm - 06:00pm			
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	1,4	21,429	77,143	77,14
2	30	1,9	15,789	56,842	56,84
3	30	5,3	5,660	20,377	depurado
4	30	2,1	14,286	51,429	51,43
5	30	2,3	13,043	46,957	46,96
6	30	1,2	25,000	90,000	90,00
7	30	2,1	14,286	51,429	51,43
8	30	2,3	13,043	46,957	46,96
9	30	1,7	17,647	63,529	63,53
10	30	5,2	5,769	20,769	depurado

<b>Media</b>	52,54	VEL. MEDIA (Km/h)
<b>Desv</b>	21,75	
<b>Med+2Desv</b>	96,04	60,54
<b>Med-2Desv</b>	9,05	

FECHA: 10 - 07 - 2011		PUNTO: 2 (ROTONDA AL NORTE)			
HORA:		7:00am - 8:00am			
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	1,2	25,000	90,000	90,00
2	30	1,5	20,000	72,000	72,00
3	30	1,7	17,647	63,529	63,53
4	30	1,4	21,429	77,143	77,14
5	30	2,9	10,345	37,241	37,24
6	30	1,6	18,750	67,500	67,50
7	30	1,7	17,647	63,529	63,53
8	30	2,6	11,538	41,538	41,54
9	30	2,2	13,636	49,091	49,09
10	30	2,4	12,500	45,000	45,00

<b>Media</b>	60,66	VEL. MEDIA (Km/h)
<b>Desv</b>	17,05	
<b>Med+2Desv</b>	94,76	60,66
<b>Med-2Desv</b>	26,55	

FECHA: 10 - 07 - 2011		PUNTO: 2 (ROTONDA AL NORTE)			
HORA:		12:00pm - 01:00pm			
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	1,5	20,000	72,000	72,00
2	30	1,7	17,647	63,529	63,53
3	30	1,4	21,429	77,143	77,14
4	30	2,5	12,000	43,200	43,20
5	30	2,1	14,286	51,429	51,43
6	30	2,1	14,286	51,429	51,43
7	30	2,6	11,538	41,538	41,54
8	30	4,9	6,122	22,041	depurado
9	30	1,3	23,077	83,077	83,08
10	30	1,6	18,750	67,500	67,50

<b>Media</b>	57,29	VEL. MEDIA (Km/h)
<b>Desv</b>	18,79	
<b>Med+2Desv</b>	94,86	61,20
<b>Med-2Desv</b>	19,71	

FECHA: 10 - 07 - 2011		PUNTO: 2 (ROTONDA AL NORTE)			
HORA:		05:00pm - 06:00pm			
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	1,5	20,000	72,000	72,00
2	30	1,8	16,667	60,000	60,00
3	30	2,1	14,286	51,429	51,43
4	30	2,3	13,043	46,957	46,96
5	30	2,8	10,714	38,571	38,57
6	30	1,6	18,750	67,500	67,50
7	30	1,5	20,000	72,000	72,00

8	<b>PUNTO DE AFORO 3 ( SAN LORENZO)</b>				63,53
9					depurado
10	30	1,4	21,429	77,143	77,14

<b>Media</b>	56,99	VEL. MEDIA (Km/h)
<b>Desv</b>	17,64	
<b>Med+2Desv</b>	92,28	
<b>Med-2Desv</b>	21,70	
		61,01

FECHA: 06 - 06 - 2011		PUNTO: 3 (SAN LORENZO)			
HORA:		7:00am - 8:00am			
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	1,4	21,429	77,143	77,14
2	30	5,1	5,882	21,176	depurado
3	30	1,5	20,000	72,000	72,00
4	30	1,7	17,647	63,529	63,53
5	30	2,2	13,636	49,091	49,09
6	30	2,1	14,286	51,429	51,43
7	30	1,8	16,667	60,000	60,00
8	30	2,5	12,000	43,200	43,20
9	30	1,5	20,000	72,000	72,00
10	30	1,6	18,750	67,500	67,50

<b>Media</b>	57,71	VEL. MEDIA (Km/h)
<b>Desv</b>	16,93	
<b>Med+2Desv</b>	91,57	
<b>Med-2Desv</b>	23,84	
		61,77

FECHA: 06 - 06 - 2011		PUNTO: 3 (SAN LORENZO)			
HORA:		12:00pm - 01:00pm			
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	1,4	21,429	77,143	77,14
2	30	1,6	18,750	67,500	67,50
3	30	1,8	16,667	60,000	60,00
4	30	1,3	23,077	83,077	83,08
5	30	2,1	14,286	51,429	51,43
6	30	1,9	15,789	56,842	56,84
7	30	2,3	13,043	46,957	46,96
8	30	2,2	13,636	49,091	49,09
9	30	2,5	12,000	43,200	43,20
10	30	1,5	20,000	72,000	72,00

<b>Media</b>	60,72	VEL. MEDIA (Km/h)
<b>Desv</b>	13,65	
<b>Med+2Desv</b>	88,02	
<b>Med-2Desv</b>	33,43	
		60,72

FECHA: 06 - 06 - 2011		PUNTO: 3 (SAN LORENZO)			
HORA:		05:00pm - 06:00pm			
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	1,6	18,750	67,500	67,50
2	30	1,5	20,000	72,000	72,00
3	30	2,1	14,286	51,429	51,43
4	30	1,3	23,077	83,077	83,08

5	30	2,4	12,500	45,000	45,00
6	30	1,4	21,429	77,143	77,14
7	30	2,1	14,286	51,429	51,43
8	30	2,6	11,538	41,538	41,54
9	30	1,8	16,667	60,000	60,00
10	30	4,9	6,122	22,041	depurado
			<b>Media</b>	57,12	VEL. MEDIA (Km/h)
			<b>Desv</b>	18,55	
			<b>Med+2Desv</b>	94,22	61,01
			<b>Med-2Desv</b>	20,01	

FECHA: 09 - 06 - 2011		PUNTO: 3 (SAN LORENZO)			
HORA:		7:00am - 8:00am			
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	1,5	20,000	72,000	72,00
2	30	1,3	23,077	83,077	83,08
3	30	2,3	13,043	46,957	46,96
4	30	5,3	5,660	20,377	depurado
5	30	2,1	14,286	51,429	51,43
6	30	1,6	18,750	67,500	67,50
7	30	1,8	16,667	60,000	60,00
8	30	2,7	11,111	40,000	40,00
9	30	1,5	20,000	72,000	72,00
10	30	1,7	17,647	63,529	63,53
			<b>Media</b>	57,69	VEL. MEDIA (Km/h)
			<b>Desv</b>	18,41	
			<b>Med+2Desv</b>	94,50	61,83
			<b>Med-2Desv</b>	20,87	

FECHA: 09 - 06 - 2011		PUNTO: 3 (SAN LORENZO)			
HORA:		12:00pm - 01:00pm			
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	1,5	20,000	72,000	72,00
2	30	1,6	18,750	67,500	67,50
3	30	1,9	15,789	56,842	56,84
4	30	1,6	18,750	67,500	67,50
5	30	5,3	5,660	20,377	depurado
6	30	1,8	16,667	60,000	60,00
7	30	2,1	14,286	51,429	51,43
8	30	1,9	15,789	56,842	56,84
9	30	2,3	13,043	46,957	46,96
10	30	1,6	18,750	67,500	67,50
			<b>Media</b>	56,69	VEL. MEDIA (Km/h)
			<b>Desv</b>	15,04	
			<b>Med+2Desv</b>	86,78	60,73
			<b>Med-2Desv</b>	26,61	

FECHA: 09 - 06 - 2011		PUNTO: 3 (SAN LORENZO)			
HORA:		05:00pm - 06:00pm			
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	1,8	16,667	60,000	60,00

2	30	1,6	18,750	67,500	67,50	
3	30	5,3	5,660	20,377	depurado	
4	30	1,5	20,000	72,000	72,00	
5	30	2,1	14,286	51,429	51,43	
6	30	1,3	23,077	83,077	83,08	
7	30	2,4	12,500	45,000	45,00	
8	30	2,3	13,043	46,957	46,96	
9	30	1,9	15,789	56,842	56,84	
10	30	5,6	5,357	19,286	depurado	
				<b>Media</b>	52,25	VEL. MEDIA (Km/h)
				<b>Desv</b>	20,65	
				<b>Med+2Desv</b>	93,55	60,35
				<b>Med-2Desv</b>	10,95	

FECHA: 12 - 06 - 2011		PUNTO: 3 (SAN LORENZO)				
HORA: 7:00am - 8:00am						
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION	
1	30	1,6	18,750	67,500	67,50	
2	30	1,8	16,667	60,000	60,00	
3	30	2,1	14,286	51,429	51,43	
4	30	1,4	21,429	77,143	77,14	
5	30	2,2	13,636	49,091	49,09	
6	30	1,5	20,000	72,000	72,00	
7	30	1,9	15,789	56,842	56,84	
8	30	2,5	12,000	43,200	43,20	
9	30	1,8	16,667	60,000	60,00	
10	30	1,6	18,750	67,500	67,50	
				<b>Media</b>	60,47	VEL. MEDIA (Km/h)
				<b>Desv</b>	10,71	
				<b>Med+2Desv</b>	81,90	60,47
				<b>Med-2Desv</b>	39,05	

FECHA: 12 - 06 - 2011		PUNTO: 3 (SAN LORENZO)				
HORA: 12:00pm - 01:00pm						
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION	
1	30	1,5	20,000	72,000	72,00	
2	30	1,6	18,750	67,500	67,50	
3	30	1,9	15,789	56,842	56,84	
4	30	1,6	18,750	67,500	67,50	
5	30	5,3	5,660	20,377	depurado	
6	30	1,8	16,667	60,000	60,00	
7	30	2,4	12,500	45,000	45,00	
8	30	2,1	14,286	51,429	51,43	
9	30	2,3	13,043	46,957	46,96	
10	30	1,6	18,750	67,500	67,50	
				<b>Media</b>	55,51	VEL. MEDIA (Km/h)
				<b>Desv</b>	15,49	
				<b>Med+2Desv</b>	86,49	59,41
				<b>Med-2Desv</b>	24,53	

FECHA: 12 - 06 - 2011		PUNTO: 3 (SAN LORENZO)			
HORA: 05:00pm -					

06:00pm					
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	1,8	16,667	60,000	60,00
2	30	1,6	18,750	67,500	67,50
3	30	5,3	5,660	20,377	depurado
4	30	1,5	20,000	72,000	72,00
5	30	2,1	14,286	51,429	51,43
6	30	1,3	23,077	83,077	83,08
7	30	2,4	12,500	45,000	45,00
8	30	2,3	13,043	46,957	46,96
9	30	1,9	15,789	56,842	56,84
10	30	5,6	5,357	19,286	depurado
<b>Media</b>				52,25	VEL. MEDIA (Km/h)
<b>Desv</b>				20,65	
<b>Med+2Desv</b>				93,55	
<b>Med-2Desv</b>				10,95	

FECHA: 19 - 06 - 2011		PUNTO: 3 (SAN LORENZO)			
HORA:		7:00am - 8:00am			
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	1,2	25,000	90,000	90,00
2	30	1,5	20,000	72,000	72,00
3	30	1,9	15,789	56,842	56,84
4	30	1,7	17,647	63,529	63,53
5	30	2,5	12,000	43,200	43,20
6	30	5,5	5,455	19,636	depurado
7	30	1,6	18,750	67,500	67,50
8	30	2,2	13,636	49,091	49,09
9	30	1,8	16,667	60,000	60,00
10	30	2,1	14,286	51,429	51,43
<b>Media</b>				57,32	VEL. MEDIA (Km/h)
<b>Desv</b>				18,72	
<b>Med+2Desv</b>				94,77	
<b>Med-2Desv</b>				19,88	

FECHA: 19 - 06 - 2011		PUNTO: 3 (SAN LORENZO)			
HORA:		12:00pm - 01:00pm			
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	1,4	21,429	77,143	77,14
2	30	1,8	16,667	60,000	60,00
3	30	1,5	20,000	72,000	72,00
4	30	2,1	14,286	51,429	51,43
5	30	1,9	15,789	56,842	56,84
6	30	2,3	13,043	46,957	46,96
7	30	2,6	11,538	41,538	41,54
8	30	1,5	20,000	72,000	72,00
9	30	1,4	21,429	77,143	77,14
10	30	1,7	17,647	63,529	63,53
<b>Media</b>				61,86	VEL. MEDIA (Km/h)
<b>Desv</b>				12,68	
<b>Med+2Desv</b>				87,23	

		<b>Med-2Desv</b>		36,49	
FECHA: 19 - 06 - 2011		PUNTO: 3 (SAN LORENZO)			
HORA:		05:00pm - 06:00pm			
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	1,9	15,789	56,842	56,84
2	30	1,6	18,750	67,500	67,50
3	30	2,1	14,286	51,429	51,43
4	30	1,7	17,647	63,529	63,53
5	30	2,1	14,286	51,429	51,43
6	30	1,6	18,750	67,500	67,50
7	30	2,3	13,043	46,957	46,96
8	30	1,5	20,000	72,000	72,00
9	30	1,4	21,429	77,143	77,14
10	30	5,2	5,769	20,769	depurado
			<b>Media</b>	57,51	VEL. MEDIA (Km/h)
			<b>Desv</b>	16,22	
			<b>Med+2Desv</b>	89,94	61,59
			<b>Med-2Desv</b>	25,08	

FECHA: 23 - 06 - 2011		PUNTO: 3 (SAN LORENZO)			
HORA:		7:00am - 8:00am			
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	1,3	23,077	83,077	83,08
2	30	1,6	18,750	67,500	67,50
3	30	1,4	21,429	77,143	77,14
4	30	1,7	17,647	63,529	63,53
5	30	2,4	12,500	45,000	45,00
6	30	1,8	16,667	60,000	60,00
7	30	1,3	23,077	83,077	83,08
8	30	2,1	14,286	51,429	51,43
9	30	2,4	12,500	45,000	45,00
10	30	2,7	11,111	40,000	40,00
			<b>Media</b>	61,58	VEL. MEDIA (Km/h)
			<b>Desv</b>	16,08	
			<b>Med+2Desv</b>	93,73	61,58
			<b>Med-2Desv</b>	29,42	

FECHA: 23 - 06 - 2011		PUNTO: 3 (SAN LORENZO)			
HORA:		12:00pm - 01:00pm			
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	1,4	21,429	77,143	77,14
2	30	1,7	17,647	63,529	63,53
3	30	1,6	18,750	67,500	67,50
4	30	5,3	5,660	20,377	depurado
5	30	2,1	14,286	51,429	51,43
6	30	2,2	13,636	49,091	49,09
7	30	2,5	12,000	43,200	43,20
8	30	1,8	16,667	60,000	60,00
9	30	1,4	21,429	77,143	77,14
10	30	1,7	17,647	63,529	63,53

<b>Media</b>	57,29	VEL. MEDIA (Km/h)
<b>Desv</b>	17,13	
<b>Med+2Desv</b>	91,55	61,40
<b>Med-2Desv</b>	23,04	

FECHA: 23 - 06 - 2011		PUNTO: 3 (SAN LORENZO)			
HORA:		05:00pm - 06:00pm			
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	1,5	20,000	72,000	72,00
2	30	1,4	21,429	77,143	77,14
3	30	2,4	12,500	45,000	45,00
4	30	2,3	13,043	46,957	46,96
5	30	2,8	10,714	38,571	38,57
6	30	1,6	18,750	67,500	67,50
7	30	4,8	6,250	22,500	depurado
8	30	1,4	21,429	77,143	77,14
9	30	2,7	11,111	40,000	40,00
10	30	1,2	25,000	90,000	90,00

<b>Media</b>	57,68	VEL. MEDIA (Km/h)
<b>Desv</b>	21,84	
<b>Med+2Desv</b>	101,37	61,59
<b>Med-2Desv</b>	13,99	

FECHA: 26 - 06 - 2011		PUNTO: 3 (SAN LORENZO)			
HORA:		7:00am - 8:00am			
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	5,3	5,660	20,377	depurado
2	30	1,2	25,000	90,000	90,00
3	30	1,4	21,429	77,143	77,14
4	30	1,5	20,000	72,000	72,00
5	30	4,8	6,250	22,500	depurado
6	30	2,6	11,538	41,538	41,54
7	30	2,3	13,043	46,957	46,96
8	30	5,2	5,769	20,769	depurado
9	30	2,2	13,636	49,091	49,09
10	30	2,1	14,286	51,429	51,43

<b>Media</b>	49,18	VEL. MEDIA (Km/h)
<b>Desv</b>	24,46	
<b>Med+2Desv</b>	98,11	61,17
<b>Med-2Desv</b>	0,25	

FECHA: 26 - 06 - 2011		PUNTO: 3 (SAN LORENZO)			
HORA:		12:00pm - 01:00pm			
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	1,6	18,750	67,500	67,50
2	30	1,4	21,429	77,143	77,14
3	30	1,8	16,667	60,000	60,00
4	30	1,5	20,000	72,000	72,00
5	30	1,6	18,750	67,500	67,50
6	30	1,9	15,789	56,842	56,84
7	30	2,3	13,043	46,957	46,96

8	30	2,5	12,000	43,200	43,20
9	30	2,1	14,286	51,429	51,43
10	30	1,5	20,000	72,000	72,00

<b>Media</b>	61,46	VEL. MEDIA (Km/h)
<b>Desv</b>	11,59	
<b>Med+2Desv</b>	84,64	61,46
<b>Med-2Desv</b>	38,28	

FECHA: 26 - 06 - 2011		PUNTO: 3 (SAN LORENZO)			
HORA:		05:00pm - 06:00pm			
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	1,8	16,667	60,000	60,00
2	30	1,6	18,750	67,500	67,50
3	30	1,4	21,429	77,143	77,14
4	30	2,1	14,286	51,429	51,43
5	30	5,2	5,769	20,769	depurado
6	30	1,8	16,667	60,000	60,00
7	30	2,1	14,286	51,429	51,43
8	30	1,6	18,750	67,500	67,50
9	30	1,6	18,750	67,500	67,50
10	30	2,3	13,043	46,957	46,96

<b>Media</b>	57,02	VEL. MEDIA (Km/h)
<b>Desv</b>	15,74	
<b>Med+2Desv</b>	88,51	61,05
<b>Med-2Desv</b>	25,54	

FECHA: 30 - 06 - 2011		PUNTO: 3 (SAN LORENZO)			
HORA:		7:00am - 8:00am			
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	1,5	20,000	72,000	72,00
2	30	1,4	21,429	77,143	77,14
3	30	1,8	16,667	60,000	60,00
4	30	1,7	17,647	63,529	63,53
5	30	2,4	12,500	45,000	45,00
6	30	2,1	14,286	51,429	51,43
7	30	1,9	15,789	56,842	56,84
8	30	1,6	18,750	67,500	67,50
9	30	1,9	15,789	56,842	56,84
10	30	1,8	16,667	60,000	60,00

<b>Media</b>	61,03	VEL. MEDIA (Km/h)
<b>Desv</b>	9,51	
<b>Med+2Desv</b>	80,05	61,03
<b>Med-2Desv</b>	42,00	

FECHA: 30 - 06 - 2011		PUNTO: 3 (SAN LORENZO)			
HORA:		12:00pm - 01:00pm			
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	1,6	18,750	67,500	67,50
2	30	1,3	23,077	83,077	83,08
3	30	1,8	16,667	60,000	60,00
4	30	5,5	5,455	19,636	depurado

5	30	2,1	14,286	51,429	51,43
6	30	1,6	18,750	67,500	67,50
7	30	1,9	15,789	56,842	56,84
8	30	2,4	12,500	45,000	45,00
9	30	2,1	14,286	51,429	51,43
10	30	1,5	20,000	72,000	72,00

<b>Media</b>	57,44	VEL. MEDIA (Km/h)
<b>Desv</b>	17,43	
<b>Med+2Desv</b>	92,30	
<b>Med-2Desv</b>	22,58	
		61,64

FECHA: 30 - 06 - 2011	PUNTO: 3 (SAN LORENZO)
-----------------------	------------------------

HORA: 05:00pm - 06:00pm
-------------------------

Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	4,7	6,383	22,979	depurado
2	30	1,9	15,789	56,842	56,84
3	30	2,1	14,286	51,429	51,43
4	30	1,5	20,000	72,000	72,00
5	30	2,4	12,500	45,000	45,00
6	30	1,8	16,667	60,000	60,00
7	30	5,2	5,769	20,769	depurado
8	30	1,5	20,000	72,000	72,00
9	30	2,4	12,500	45,000	45,00
10	30	1,3	23,077	83,077	83,08

<b>Media</b>	52,91	VEL. MEDIA (Km/h)
<b>Desv</b>	20,44	
<b>Med+2Desv</b>	93,79	
<b>Med-2Desv</b>	12,03	
		60,67

FECHA: 05 - 07 - 2011	PUNTO: 3 (SAN LORENZO)
-----------------------	------------------------

HORA: 7:00am - 8:00am
-----------------------

Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	1,6	18,750	67,500	67,50
2	30	1,4	21,429	77,143	77,14
3	30	1,7	17,647	63,529	63,53
4	30	1,6	18,750	67,500	67,50
5	30	1,8	16,667	60,000	60,00
6	30	5,4	5,556	20,000	depurado
7	30	1,8	16,667	60,000	60,00
8	30	2,6	11,538	41,538	41,54
9	30	2,1	14,286	51,429	51,43
10	30	1,7	17,647	63,529	63,53

<b>Media</b>	57,22	VEL. MEDIA (Km/h)
<b>Desv</b>	16,22	
<b>Med+2Desv</b>	89,66	
<b>Med-2Desv</b>	24,77	
		61,35

FECHA: 05 - 07 - 2011	PUNTO: 3 (SAN LORENZO)
-----------------------	------------------------

HORA: 12:00pm - 01:00pm
-------------------------

Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	1,4	21,429	77,143	77,14

2	30	1,6	18,750	67,500	67,50	
3	30	1,4	21,429	77,143	77,14	
4	30	5,8	5,172	18,621	depurado	
5	30	2,3	13,043	46,957	46,96	
6	30	2,1	14,286	51,429	51,43	
7	30	2,4	12,500	45,000	45,00	
8	30	2,7	11,111	40,000	40,00	
9	30	1,9	15,789	56,842	56,84	
10	30	1,2	25,000	90,000	90,00	
				<b>Media</b>	57,06	VEL. MEDIA (Km/h)
				<b>Desv</b>	21,21	
				<b>Med+2Desv</b>	99,48	61,33
				<b>Med-2Desv</b>	14,64	

FECHA: 05 - 07 - 2011		PUNTO: 3 (SAN LORENZO)				
HORA:		05:00pm - 06:00pm				
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION	
1	30	1,5	20,000	72,000	72,00	
2	30	4,8	6,250	22,500	depurado	
3	30	2,1	14,286	51,429	51,43	
4	30	2,6	11,538	41,538	41,54	
5	30	1,8	16,667	60,000	60,00	
6	30	1,5	20,000	72,000	72,00	
7	30	2,4	12,500	45,000	45,00	
8	30	5,2	5,769	20,769	depurado	
9	30	1,8	16,667	60,000	60,00	
10	30	1,3	23,077	83,077	83,08	
				<b>Media</b>	52,83	VEL. MEDIA (Km/h)
				<b>Desv</b>	20,79	
				<b>Med+2Desv</b>	94,42	60,63
				<b>Med-2Desv</b>	11,24	

FECHA: 07 - 07 - 2011		PUNTO: 3 (SAN LORENZO)				
HORA:		7:00am - 8:00am				
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION	
1	30	1,4	21,429	77,143	77,14	
2	30	1,5	20,000	72,000	72,00	
3	30	1,8	16,667	60,000	60,00	
4	30	1,6	18,750	67,500	67,50	
5	30	2,2	13,636	49,091	49,09	
6	30	2,1	14,286	51,429	51,43	
7	30	2,3	13,043	46,957	46,96	
8	30	5,4	5,556	20,000	depurado	
9	30	2,2	13,636	49,091	49,09	
10	30	1,4	21,429	77,143	77,14	
				<b>Media</b>	57,04	VEL. MEDIA (Km/h)
				<b>Desv</b>	17,58	
				<b>Med+2Desv</b>	92,20	61,15
				<b>Med-2Desv</b>	21,87	

FECHA: 07 - 07 - 2011		PUNTO: 3 (SAN LORENZO)			
HORA:		12:00pm -			

		01:00pm			
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	1,5	20,000	72,000	72,00
2	30	1,8	16,667	60,000	60,00
3	30	1,7	17,647	63,529	63,53
4	30	1,6	18,750	67,500	67,50
5	30	0,8	37,500	135,000	depurado
6	30	1,9	15,789	56,842	56,84
7	30	2,1	14,286	51,429	51,43
8	30	2,5	12,000	43,200	43,20
9	30	2,1	14,286	51,429	51,43
10	30	1,4	21,429	77,143	77,14
<b>Media</b>				67,81	VEL. MEDIA (Km/h)
<b>Desv</b>				25,74	
<b>Med+2Desv</b>				119,28	60,34
<b>Med-2Desv</b>				16,33	

FECHA: 07 - 07 - 2011		PUNTO: 3 (SAN LORENZO)			
HORA:		05:00pm - 06:00pm			
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	2,4	12,500	45,000	45,00
2	30	2,1	14,286	51,429	51,43
3	30	1,7	17,647	63,529	63,53
4	30	1,5	20,000	72,000	72,00
5	30	1,3	23,077	83,077	83,08
6	30	1,2	25,000	90,000	90,00
7	30	2,5	12,000	43,200	43,20
8	30	2,1	14,286	51,429	51,43
9	30	5,2	5,769	20,769	depurado
10	30	1,9	15,789	56,842	56,84
<b>Media</b>				57,73	VEL. MEDIA (Km/h)
<b>Desv</b>				20,39	
<b>Med+2Desv</b>				98,50	61,83
<b>Med-2Desv</b>				16,95	

FECHA: 10 - 07 - 2011		PUNTO: 3 (SAN LORENZO)			
HORA:		7:00am - 8:00am			
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	1,2	25,000	90,000	90,00
2	30	1,7	17,647	63,529	63,53
3	30	1,8	16,667	60,000	60,00
4	30	1,4	21,429	77,143	77,14
5	30	2,5	12,000	43,200	43,20
6	30	2,1	14,286	51,429	51,43
7	30	2,4	12,500	45,000	45,00
8	30	4,9	6,122	22,041	depurado
9	30	2,2	13,636	49,091	49,09
10	30	1,7	17,647	63,529	63,53
<b>Media</b>				56,50	VEL. MEDIA (Km/h)
<b>Desv</b>				18,96	
<b>Med+2Desv</b>				94,42	60,32

			<b>Med-2Desv</b>	18,57	
FECHA: 10 - 07 - 2011		PUNTO: 3 (SAN LORENZO)			
HORA:		12:00pm - 01:00pm			
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	2,1	14,286	51,429	51,43
2	30	1,8	16,667	60,000	60,00
3	30	2,5	12,000	43,200	43,20
4	30	4,7	6,383	22,979	depurado
5	30	2,1	14,286	51,429	51,43
6	30	1,3	23,077	83,077	83,08
7	30	2,4	12,500	45,000	45,00
8	30	1,5	20,000	72,000	72,00
9	30	5,6	5,357	19,286	depurado
10	30	1,4	21,429	77,143	77,14
			<b>Media</b>	52,55	VEL. MEDIA (Km/h)
			<b>Desv</b>	21,34	
			<b>Med+2Desv</b>	95,23	60,41
			<b>Med-2Desv</b>	9,87	

FECHA: 10 - 07 - 2011		PUNTO: 3 (SAN LORENZO)			
HORA:		05:00pm - 06:00pm			
Nº	Dist (m)	Tiempo (s)	Vel (m/s)	Vel (km/h)	DEPURACION
1	30	1,6	18,750	67,500	67,50
2	30	1,4	21,429	77,143	77,14
3	30	1,5	20,000	72,000	72,00
4	30	1,8	16,667	60,000	60,00
5	30	3,1	9,677	34,839	34,84
6	30	1,4	21,429	77,143	77,14
7	30	1,6	18,750	67,500	67,50
8	30	2,5	12,000	43,200	43,20
9	30	1,6	18,750	67,500	67,50
10	30	2,7	11,111	40,000	40,00
			<b>Media</b>	60,68	VEL. MEDIA (Km/h)
			<b>Desv</b>	15,67	
			<b>Med+2Desv</b>	92,03	60,68
			<b>Med-2Desv</b>	29,33	

# PROMEDIO DE VELOCIDADES DE PUNTO

TABLA DE RESUMEN			
FECHA	PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3
	Km/h	Km/h	Km/h
06/06/2011	60,14	60,54	60,87
09/06/2011	60,20	60,87	62,24
12/06/2011	60,83	60,71	60,89
14/06/2011	60,54	60,87	60,60
16/06/2011	60,87	60,76	60,98
19/06/2011	60,68	60,70	60,71
21/06/2011	60,67	60,68	61,74
23/06/2011	61,02	61,04	61,14
26/06/2011	60,75	61,87	61,06
28/06/2011	60,87	61,05	61,58
30/06/2011	60,93	60,90	61,87
03/07/2011	60,87	60,91	61,74
05/07/2011	60,87	60,87	61,73
07/07/2011	60,65	60,74	60,58
10/07/2011	60,96	61,09	60,80
<b>PROMEDIOS VELOCIDAD [Km/hr]</b>	<b>60,72</b>	<b>60,91</b>	<b>61,24</b>

HORA	PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3
	Km/hr	Km/hr	Km/hr
7:00 - 8:00 am	60,90	61,14	62,45
12:00 - 1:00 pm	60,75	60,96	61,46
5:00 - 6:00 pm	60,46	60,52	60,95

**CALCULO DE LA DENSIDAD**

Se entiende por densidad de tráfico al número de vehículos que ocupan un tramo de una calle o carretera de longitud dada. Cuya relación es directamente proporcional al volumen de tráfico e inversamente proporcional a la velocidad que imprimen los vehículos. Se suele expresar en vehículos/kilómetros

$$D = I / V$$

CALCULO DE LA DENSIDAD EN EL PUNTO 1 (TOMATITAS).-

densidad de ida.-

$$D_{ida} = \frac{I_{ida}}{V}$$

$$D_{ida} = \frac{200 \text{ veh/h}}{60,72 \text{ km/h}}$$

$$D = 4 \text{ Veh/km}$$

densidad de vuelta.-

$$D_{vuelta} = \frac{I_{vuelta}}{V}$$

$$D_{vuelta} = \frac{164 \text{ veh/h}}{60,72 \text{ km/h}}$$

$$D = 3 \text{ Veh/km}$$

CALCULO DE LA DENSIDAD EN EL PUNTO 2 (ROTONDA AL NORTE).-

densidad de ida.-

$$D_{ida} = \frac{I_{ida}}{V}$$

$$D_{ida} = \frac{163 \text{ veh/h}}{60,91 \text{ km/h}}$$

$$D = 3 \text{ Veh/km}$$

densidad de vuelta.-

$$D_{vuelta} = \frac{I_{vuelta}}{V}$$

$$D_{ida} = \frac{163 \text{ veh/h}}{60,91 \text{ km/h}}$$

$$D = 3 \text{ Veh/km}$$

CALCULO DE LA DENSIDAD EN EL PUNTO 3 (SAN LORENZO).-

densidad de ida.-

$$D_{ida} = \frac{I_{ida}}{V}$$

$$D_{ida} = \frac{156 \text{ veh/h}}{61,04 \text{ km/h}}$$

$$D = 3 \text{ Veh/km}$$

densidad de vuelta.-

$$D_{vuelta} = \frac{I_{vuelta}}{V}$$

$$D_{vuelta} = \frac{136 \text{ veh/h}}{61,04 \text{ km/h}}$$

$$D = 3 \text{ Veh/km}$$

# TABLAS DE DENSIDADES

Punto de aforo 1 (Tomatitas)

<b>HORA</b>	<b>punto de aforo 1 (tomatitas)</b>	
	<b>carril de ida</b>	<b>carril vuelta</b>
	<b>densidad (ida)</b>	<b>densidad (vuelta)</b>
	<b>Km/hr</b>	<b>Km/hr</b>
7:00 - 8:00 am	3	3
12:00 - 1:00 pm	4	2
5:00 - 6:00 pm	3	2

Punto de aforo 2 (Rotonda Al Norte)

<b>HORA</b>	<b>punto de aforo 1 (tomatitas)</b>	
	<b>carril de ida</b>	<b>carril vuelta</b>
	<b>densidad (ida)</b>	<b>densidad (vuelta)</b>
	<b>Km/hr</b>	<b>Km/hr</b>
7:00 - 8:00 am	3	3
12:00 - 1:00 pm	3	2
5:00 - 6:00 pm	3	2

Punto de aforo 3 (San Lorenzo)

<b>HORA</b>	<b>punto de aforo 2 (San Lorenzo)</b>	
	<b>carril de ida</b>	<b>carril de vuelta</b>
	<b>densidad (ida)</b>	<b>densidad (vuelta)</b>
	<b>Km/hr</b>	<b>Km/hr</b>
7:00 - 8:00 am	3	3
12:00 - 1:00 pm	3	2
5:00 - 6:00 pm	2	2

**TABLA DE RESUMEN DE DENSIDADES**

Punto de aforo 1 (Tomatitas)

TABLA DE RESUMEN						
FECHA	CARRIL DE IDA			CARRIL DE VUELTA		
	INTENSIDAD Veh/hr	VELOCIDAD Km/hr	DENSIDAD Veh/km	INTENSIDAD Veh/hr	VELOCIDAD Km/hr	DENSIDAD Veh/km
06/06/2011	191	60,14	3	148	60,14	2
09/06/2011	185	60,20	3	151	60,20	3
12/06/2011	223	60,83	4	173	60,83	3
14/06/2011	193	60,54	3	148	60,54	2
16/06/2011	200	60,87	3	159	60,87	3
19/06/2011	213	60,68	4	192	60,68	3
21/06/2011	196	60,67	3	152	60,67	3
23/06/2011	192	61,02	3	148	61,02	2
26/06/2011	208	60,75	3	181	60,75	3
28/06/2011	191	60,87	3	149	60,87	2
30/06/2011	204	60,93	3	145	60,93	2
03/07/2011	224	60,87	4	191	60,87	3
05/07/2011	177	60,87	3	140	60,87	2
07/07/2011	191	60,65	3	152	60,65	3
10/07/2011	199	60,96	3	176	60,96	3
<b>PROMEDIO</b>	<b>200</b>	<b>60,72</b>	<b>3</b>	<b>164</b>	<b>61</b>	<b>3</b>

Punto de aforo 2 (Rotonda Al Norte)

TABLA DE RESUMEN						
FECHA	CARRIL DE IDA			CARRIL DE VUELTA		
	INTENSIDAD Veh/hr	VELOCIDAD Km/hr	DENSIDAD Veh/km	INTENSIDAD Veh/hr	VELOCIDAD Km/hr	DENSIDAD Veh/km
06/06/2011	161	60,54	3	147	60,54	2
09/06/2011	152	60,87	2	145	60,87	2
12/06/2011	172	60,71	3	169	60,71	3
14/06/2011	153	60,87	3	148	60,87	2
16/06/2011	153	60,76	3	160	60,76	3
19/06/2011	199	60,70	3	195	60,70	3
21/06/2011	159	60,68	3	159	60,68	3
23/06/2011	160	61,04	3	157	61,04	3
26/06/2011	188	61,87	3	188	61,87	3
28/06/2011	145	61,05	2	148	61,05	2
30/06/2011	153	60,90	3	151	60,90	2
03/07/2011	185	60,91	3	193	60,91	3
05/07/2011	148	60,87	2	147	60,87	2
07/07/2011	140	60,74	2	152	60,74	3
10/07/2011	176	61,09	3	181	61,09	3
<b>PROMEDIO</b>	<b>163</b>	<b>60,91</b>	<b>3</b>	<b>163</b>	<b>60,91</b>	<b>3</b>

Punto de aforo 3 (San Lorenzo)

TABLA DE RESUMEN						
FECHA	CARRIL DE IDA			CARRIL DE VUELTA		
	INTENSIDAD Veh/hr	VELOCIDAD Km/hr	DENSIDAD Veh/km	INTENSIDAD Veh/hr	VELOCIDAD Km/hr	DENSIDAD Veh/km
06/06/2011	153	60,87	3	115	60,87	2
09/06/2011	143	60,24	2	120	60,24	2
12/06/2011	164	60,89	3	143	60,89	2
14/06/2011	144	60,60	2	135	60,60	2
16/06/2011	151	60,98	2	132	60,98	2
19/06/2011	179	60,71	3	155	60,71	3
21/06/2011	148	60,74	2	131	60,74	2
23/06/2011	148	61,14	2	136	61,14	2
26/06/2011	180	61,06	3	159	61,06	3
28/06/2011	141	61,58	2	120	61,58	2
30/06/2011	141	61,87	2	123	61,87	2
03/07/2011	177	61,74	3	163	61,74	3
05/07/2011	141	61,73	2	125	61,73	2
07/07/2011	135	60,58	2	113	60,58	2
10/07/2011	168	60,80	3	155	60,80	3
PROMEDIO	<b>156</b>	<b>61,04</b>	<b>3</b>	<b>136</b>	<b>61,04</b>	<b>2</b>