

**PASANTÍA DE INVESTIGACIÓN CON LA INSTITUCIÓN EASTERN COLLEGE
OF ENGINEERING EN LA ORIENTACIÓN TÉCNICA DE PROYECTOS DE
INGENIERÍA CIVIL EN NEPAL**

DANIEL RAMIRO VEGA SÁNCHEZ



**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERÍAS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA, SANTANDER
2017**

**PASANTÍA DE INVESTIGACIÓN CON LA INSTITUCIÓN EASTERN COLLEGE
OF ENGINEERING EN LA ORIENTACIÓN TÉCNICA DE PROYECTOS DE
INGENIERÍA CIVIL EN NEPAL**

DANIEL RAMIRO VEGA SÁNCHEZ

Pasantía de investigación presentada para optar por el título de:
INGENIERO CIVIL

Docente Supervisor

Ph.D. SANDRA ROCIO VILLAMIZAR AMAYA

Docente de planta, Facultad de Ingeniería Civil

Supervisor en la Institución Eastern College of Engineering

Ing. HARI KUMAR DEO

Docente de planta, Departamento de Ingeniería Civil



**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERÍAS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA, SANTANDER**

2017

NOTA DE ACEPTACIÓN

Presidente del jurado

Jurado calificador

Jurado Calificador

Bucaramanga - Santander, Noviembre de 2017.

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a:

En primer lugar a Dios, la Santísima Virgen María, al Señor Jesucristo y al Espíritu Santo; porque me han acompañado y guiado en todo momento, por brindarme infinitas bendiciones y mostrarme que siempre se debe Creer, Confiar y tener Fe para lograr los objetivos.

A mi mamá Doris Olga Sánchez Bonilla y mi papá Ramiro Vega Velazco, por ser ese apoyo incondicional e importante en mi vida, por el gran sacrificio que han realizado para darme la oportunidad de conseguir mis logros y brindarme lo mejor, por enseñarme a partir de su ejemplo que se debe actuar con respeto, humildad y nobleza, por educarme y guiarme que todo se logra de la mano de Dios, por instruirme que siempre debo estar orgulloso de mis raíces y de mi pueblo natal Capitanejo.

A mi tía Yamile Sánchez Bonilla y mi sobrino Juan Diego Estupiñán Vega; por esa alegría que me transmiten y por ser mi motivación para conseguir mis metas.

A mis hermanos Jenny, Yudy y Hernán; por ser ese apoyo constante en todo momento, por las palabras de aliento y de fortaleza que me dan para seguir luchando y por ese amor verdadero que me ofrecen.

Daniel Ramiro Vega Sánchez

AGRADECIMIENTOS

A Dios, la Santísima Virgen María, al Señor Jesucristo y al Espíritu Santo; por acompañarme siempre; por darme la fuerza y la sabiduría necesaria para seguir adelante y luchar en todo momento para cumplir mis logros.

A mis padres Ramiro Vega Velazco y Doris Olga Sánchez Bonilla, a mi tía Yamile Sánchez Bonilla, a mi sobrino Juan Diego Estupiñán Vega y a mis hermanos Jenny, Yudy y Hernán; por ser esas personas incondicionales y por el apoyo que me han brindado en todo momento, por ser mi motivación para conseguir todos mis objetivos personales.

A mis familiares y amigos que siempre han estado de manera sincera y que me han brindado un consejo o una voz de aliento para seguir adelante.

A la Universidad Pontificia Bolivariana – Seccional Bucaramanga, en especial a la Facultad de Ingeniería Civil y a los docentes por el aprendizaje y la educación ofrecida en todo estos años.

A la Ingeniera Sandra Rocío Villamizar Amaya, Ph.D., supervisora de la práctica, por su apoyo y colaboración a lo largo de la pasantía.

A la Asociación Internacional para el Intercambio de Estudiantes por Experiencia Técnica (IAESTE) por elegirme para realizar un intercambio internacional en Nepal. A la Institución Eastern College of Engineering y al grupo humano que hace parte de esta, en particular al Ingeniero Hari Kumar Deo, supervisor de la práctica, por su paciencia y orientación en el transcurso de la pasantía. A todas las personas oriundas de Nepal que me brindaron su ayuda e hicieron que mi estadía fuera más amena y placentera, en especial a las familias Chaudhary y Soni por su cariño, cortesía y amabilidad.

CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	16
2. OBJETIVOS	18
2.1. Objetivo General	18
2.2. Objetivos Específicos	18
3. GENERALIDADES DE LA INSTITUCIÓN	19
3.1 Nombre de la Institución	19
3.2 Misión	19
3.3 Visión	19
3.4 Descripción	19
3.5 Ubicación	20
3.6 Teléfono	20
4. MOTIVACIÓN PARA EL DESARROLLO DE LA PASANTÍA INTERNACIONAL	21
5. MARCO TEÓRICO	22
5.1 Conceptos de Tránsito [3]	22
5.1.1 Estudio de Tránsito	22
5.1.2 Aforos Vehiculares	22
5.1.2.1 Aforos Vehiculares Manuales	22
5.1.2.2 Aforos Vehiculares Automáticos	23
5.1.3. Volúmenes de Tránsito	23
5.1.3.1 Volúmenes de Tránsito Absolutos o Totales	23
5.1.3.2 Volúmenes de Tránsito Promedio	24

5.1.3.3 Volúmenes de Tránsito Horarios	24
5.2 Velocidad [3]	24
5.2.1 Velocidad Instantánea	25
5.2.2 Velocidad Media Temporal	25
5.2.3 Velocidad Media Espacial	25
5.2.4 Velocidad de Recorrido	26
5.2.5 Velocidad de Marcha	26
5.2.6 Velocidad de Proyecto	26
6. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO REALIZADO	27
6.1 Dar inicio a la pasantía de investigación. Inducción y empalme con el supervisor, docentes y demás personas vinculadas con la institución Eastern College of Engineering	27
6.2 Reconocer la institución Eastern College of Engineering; sus laboratorios, áreas, máquinas y recursos disponibles	27
6.3 Estudiar reglamentos, normas y decretos necesarios para el desarrollo de los proyectos de investigación de Ingeniería Civil en Biratnagar, Nepal	29
6.4 Conocer los proyectos de investigación en desarrollo y de igual manera los que se van a ejecutar durante la pasantía	30
6.5 Plantear con el supervisor nuevos proyectos de investigación que aporten y que le sean útil a la Institución Eastern College of Engineering	30
6.6 Contribuir académicamente en los diferentes proyectos de Ingeniería Civil y asistir a los docentes en el campo relevante	30
6.7 Estudio de movilidad y tránsito en el sitio <i>Dharan Biratnagar Road</i>	32
7. APOORTE AL CONOCIMIENTO	40
8. CONCLUSIONES	51
9. RECOMENDACIONES	53

BIBLIOGRAFÍA	54
ANEXOS	56

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Estructura organizacional de la institución Eastern College of Engineering.	20
Figura 2. Macro localización del punto de estudio en la Dharan Biratnagar Road, norte de Biratnagar.	32
Figura 3. Micro localización del punto de estudio en la Dharan Biratnagar Road, norte de Biratnagar.	33
Figura 4. Vehículo de transporte - City Safari.	41
Figura 5. Vehículo de transporte - Cycle Rickshaws.	41
Figura 6. Datos vía Dharan Biratnagar.	46
Figura 7. Datos vía autopista Bucaramanga (Puente Provenza).	46
Figura 8. Datos agrupados vía Dharan Biratnagar.	47
Figura 9. Datos agrupados vía autopista Bucaramanga (Puente Provenza).	47
Figura 10. Curvas de crecimiento de la inscripción de vehículos particulares (autos y motos) en Bucaramanga y en el AMB desde 1995 hasta 2016.	49

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Máquinas y equipos de los laboratorios del Departamento de Ingeniería Civil	28
Tabla 2. Flujo vehicular total individual Norte – Sur	37
Tabla 3. Flujo vehicular total individual Sur – Norte	37
Tabla 4. Flujo vehicular total individual Norte – Sur	37
Tabla 5. Flujo vehicular total individual Sur – Norte	38
Tabla 6. Clasificación por percentiles de las velocidades observadas	38
Tabla 7. Información general de Biratnagar y Bucaramanga	43
Tabla 8. Lista de chequeo	43
Tabla 9. Información de las vías	45

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Estudio de Tránsito y Transporte en Biratnagar	56
Anexo B. Laboratorios de Ingeniería Civil en la Institución Eastern College of Engineering	112

GLOSARIO

Calzada. Zona de la vía destinada a la circulación de vehículos. Generalmente pavimentada o acondicionada con algún tipo de material de afirmado. [1]

Capacidad. Es el máximo número de vehículos o personas que puede transitar por un punto o tramo uniforme de un carril o una vía durante un periodo determinado de tiempo, en las condiciones geométricas, de tráfico, ambientales y de control; generalmente se expresa como vehículos por hora, automóviles de pasajeros por hora, o personas por hora. [2]

Carretera. Infraestructura del transporte cuya finalidad es permitir la circulación de vehículos en condiciones de continuidad en el espacio y el tiempo, con niveles adecuados de seguridad y de comodidad. Puede estar constituida por una o varias calzadas, uno o varios sentidos de circulación o uno o varios carriles en cada sentido, de acuerdo con las exigencias de la demanda de tránsito y la clasificación funcional de la misma. [1]

Carril. Parte de la calzada destinada al tránsito de una sola fila de vehículos. [1]

Factor de Hora Pico (FHP). Indica la forma como están distribuidos los flujos máximos dentro de la hora. Su mayor valor es la unidad (1.00), lo cual indicaría una distribución uniforme del tránsito dentro de dicha hora, los valores que son bastante menores a la unidad indican una alta concentración del volumen de tránsito en un período corto dentro de la hora. [3]

Intersección. Dispositivos viales en los que dos o más carreteras se encuentran ya sea en un mismo nivel o bien en distintos, produciéndose cruces y cambios de trayectorias de los vehículos que por ellos circulan. [1]

Separador. Zonas verdes o zonas duras colocadas paralelamente al eje de la carretera, para separar direcciones opuestas de tránsito (separador central o

mediana) o para separar calzadas destinadas al mismo sentido de tránsito (calzadas laterales). [1]

Tránsito Horario (TH). Es el número total de vehículos que pasan durante una hora. En este caso, $T=1$ hora. [3]

Velocidad. Relación entre el espacio recorrido y el tiempo que tarda en recorrerlo. Es decir, para un vehículo representa su relación en movimiento, generalmente expresada en kilómetros por hora (km/h). [3]

Velocidad de Proyecto. Llamada también velocidad de diseño, es la velocidad máxima a la cual pueden circular los vehículos con seguridad sobre una sección específica de una vía, cuando las condiciones atmosféricas y del tránsito son tan favorables que las características geométricas del proyecto gobiernan la circulación. [3]

Volumen de Tránsito. Es el número de vehículos que pasan por un punto o sección transversal dados, de un carril o de una calzada, durante un periodo determinado. [3]

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: PASANTÍA DE INVESTIGACIÓN CON LA INSTITUCIÓN EASTERN COLLEGE OF ENGINEERING EN LA ORIENTACIÓN TÉCNICA DE PROYECTOS DE INGENIERÍA CIVIL EN NEPAL

AUTOR(ES): DANIEL RAMIRO VEGA SÁNCHEZ

PROGRAMA: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR(A): SANDRA ROCIO VILLAMIZAR AMAYA

RESUMEN

El presente documento describe el trabajo desarrollado en la institución de educación superior Eastern College of Engineering localizado en la ciudad de Biratnagar, Nepal en el continente de Asia. La pasantía estuvo orientada a desarrollar proyectos y funciones de Ingeniería Civil que aportaran a la institución, específicamente al Departamento de Ingeniería Civil. Las actividades realizadas fueron de tres tipos. La principal actividad fue la ejecución de un proyecto de tránsito y transporte para un tramo de vía que tuvo cinco fases: (1) inspección *in situ* del comportamiento de los usuarios (conductores y peatones), el vehículo (tipos de transporte y de tránsito vehicular), y la carretera en diferentes puntos de la ciudad (condiciones, problemas y deficiencias existentes); (2) información de la vía en estudio; (3) estudio de volúmenes de tránsito; (4) estudio de velocidad y (5) estudio de congestiónamiento. Una segunda actividad fue la elaboración de un reporte de los laboratorios de Ingeniería Civil que consistió en la identificación de los equipos y máquinas que posee la institución, sus funciones e indicar el estado de operatividad. La tercera actividad se orientó a la asistencia y apoyo académico en los laboratorios de Concreto e Ingeniería de Transporte. Como aporte al conocimiento, presento un análisis comparativo entre la vía de Biratnagar, Nepal y una vía de Bucaramanga, Colombia confrontando aspectos importantes como el uso de elementos de protección de seguridad en la carretera por parte de los usuarios, características de la vía y movilidad vehicular.

PALABRAS CLAVES:

Tránsito, transporte, volumen de tránsito, velocidad, movilidad vehicular, laboratorio, Nepal.

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: RESEARCH INTERNSHIP WITH THE EASTERN COLLEGE OF ENGINEERING INSTITUTION IN THE TECHNICAL GUIDANCE OF CIVIL ENGINEERING PROJECTS IN NEPAL

AUTHOR(S): DANIEL RAMIRO VEGA SÁNCHEZ

FACULTY: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR: SANDRA ROCIO VILLAMIZAR AMAYA

ABSTRACT

This document describes the work developed in the institution of higher education at Eastern College of Engineering located in the city of Biratnagar, Nepal in the continent of Asia. The internship was oriented to develop projects and functions of Civil Engineering which will contribute to the institution, specifically the Department of Civil Engineering. The activities carried out were of three types. The main activity was the implementation of a project of transit and transport of road that had five phases: (1) on-site inspection of the behavior of the users (drivers and pedestrians), the vehicle (types of transportation and traffic), and the road at different points of the city (conditions, existing problems and deficiencies); (2) information of the road in study; (3) study of traffic volumes; (4) study of speed and (5) study of congestion. A second activity was the development of a report of the Civil Engineering laboratories that consisted in the identification of the equipment and machines that the institution has, its functions and indicate the status of operation. The third activity was oriented to the academic assistance and support in the laboratories of concrete and Transport Engineering. As a contribution to the knowledge, presented a comparative analysis between the track of Biratnagar, Nepal and a track of Bucaramanga, Colombia confronting important aspects such as the use of protective elements for road safety from the users, characteristics of the road and vehicular mobility.

KEYWORDS:

Transit, transport, traffic volume, speed, vehicular mobility, laboratory, Nepal.

V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

1. INTRODUCCIÓN

La formación profesional de un ingeniero puede complementarse con la realización de una pasantía que permita la oportunidad de integrar el aspecto académico y técnico adquirido durante el estudio de pregrado con campos de investigación avanzada y/o de interés a nivel nacional o internacional. Es importante que exista un vínculo y responsabilidad entre las partes involucradas: Universidad, institución y estudiante, dado que a través de esta sinergia se busca la adquisición de una nueva experiencia y contribución al desarrollo profesional del estudiante y posicionamiento de la entidad educativa.

Actualmente existen programas que vinculan a las instituciones de educación superior con empresas o instituciones educativas en las que se incluye la práctica internacional; el propósito fundamental de estas entidades es recompensar a aquellos estudiantes que durante su ciclo de formación cumplieron a cabalidad con su p^énsum y se destacaron con excelentes resultados académicos. Tal es el caso de la Asociación Internacional para el Intercambio de Estudiantes por Experiencia Técnica (IAESTE), una organización de intercambios estudiantiles independiente, sin ánimo de lucro y apolítica [4], que brinda a los estudiantes prácticas profesionales en el extranjero durante un cierto período de tiempo. La Universidad Pontificia Bolivariana, en convenio con IAESTE-Colombia, me escogió de entre más de 30 postulantes para realizar mi práctica en el Eastern College of Engineering de Nepal durante un periodo de 4 meses.

El presente informe da cuenta de mi experiencia de intercambio académico y profesional en dicha institución. Desarrollé la práctica en el Departamento de Ingeniería Civil enfocándome en contribuir con proyectos prácticos e investigativos

con énfasis en el tema vial. Por lo tanto, en coordinación con mi supervisor desarrollamos una propuesta de estudio de tránsito y transporte para la ciudad de Biratnagar en donde evaluamos los aspectos usuario, vehículo y carretera, para diagnosticar la situación actual de movilidad en dicha localidad. En este informe describo las principales actividades desarrolladas, conocimientos adquiridos y metodología utilizada para el desarrollo del trabajo.

De manera personal es un orgullo haber desarrollado mi práctica fuera del país y brindar un aporte totalmente práctico y útil para la comunidad de Biratnagar. El trabajo realizado me permitió dejar en alto el nombre de mi Universidad y de la Facultad de Ingeniería Civil.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Realizar inserción técnica y laboral en el desarrollo de proyectos de Ingeniería Civil para la institución Eastern College of Engineering que contribuyan a un aprendizaje directo de experiencia académica y profesional.

2.2. Objetivos Específicos

Conocer las áreas existentes de investigación del Departamento de Ingeniería Civil en la institución Eastern College of Engineering para tener una visión base del campo a desempeñar.

Definir estrategias para lograr una adaptación rápida y eficiente en los proyectos que la institución requiera.

Brindar soporte investigativo y técnico en problemas asociados a la Ingeniería Civil.

Adquirir una mejor destreza y conocimiento respecto a las normativas y reglamentos que guían al país (Nepal) en el área de Ingeniería Civil producto del desarrollo de asistencia técnica en los trabajos a desarrollar.

Plantear y ejecutar proyectos vinculados al campo de la Ingeniería Civil y que el desarrollo de los mismos aporte académicamente en el ámbito investigativo.

Establecer un vínculo Universidad Pontificia Bolivariana – Eastern College Engineering mediante el desarrollo de la pasantía de investigación con el fin de obtener convenios futuros a través del trabajo desarrollado en conjunto.

3. GENERALIDADES DE LA INSTITUCIÓN

3.1 Nombre de la Institución

Eastern College of Engineering

3.2 Misión

Lograr que el Instituto sea la fuente primordial de la excelencia en el conocimiento de ingeniería para dar lugar a ingenieros idóneos y competentes, inculcando un sentido de compromiso, responsabilidad y pertenencia tanto en su vida profesional y personal. El instituto brinda pautas esenciales y buena preparación técnica, académica y profesional para los estudiantes con un enfoque humano.

3.3 Visión

Producir excelentes recursos humanos técnicos en la construcción de un mejor futuro con el propósito de proporcionar un servicio académico eficiente y de calidad para afrontar las complejidades de la ingeniería y tecnología.

3.4 Descripción

Eastern College of Engineering es un instituto privado de educación superior. Este se constituyó en el año 2000 y cuenta con tres programas de pregrado: Computer Engineering, Civil Engineering, y Electronics & Communication Engineering. El Instituto está afiliado a Purbanchal University, Biratnagar y está reconocido por el Consejo de Ingeniería de Nepal (NEC). Además ha sido galardonado con el certificado 9001: 2008 por mantener altos estándares de calidad. La estructura organizacional de la institución se presenta detalladamente en la Figura 1.

Eastern College of Engineering ofrece un currículo integral que fomenta la comunicación efectiva, la creatividad, el pensamiento crítico y la resolución de problemas en sus programas académicos y profesionales que aseguran un compromiso y un dominio de las habilidades de aprendizaje a lo largo del desarrollo de los mismos. [5]

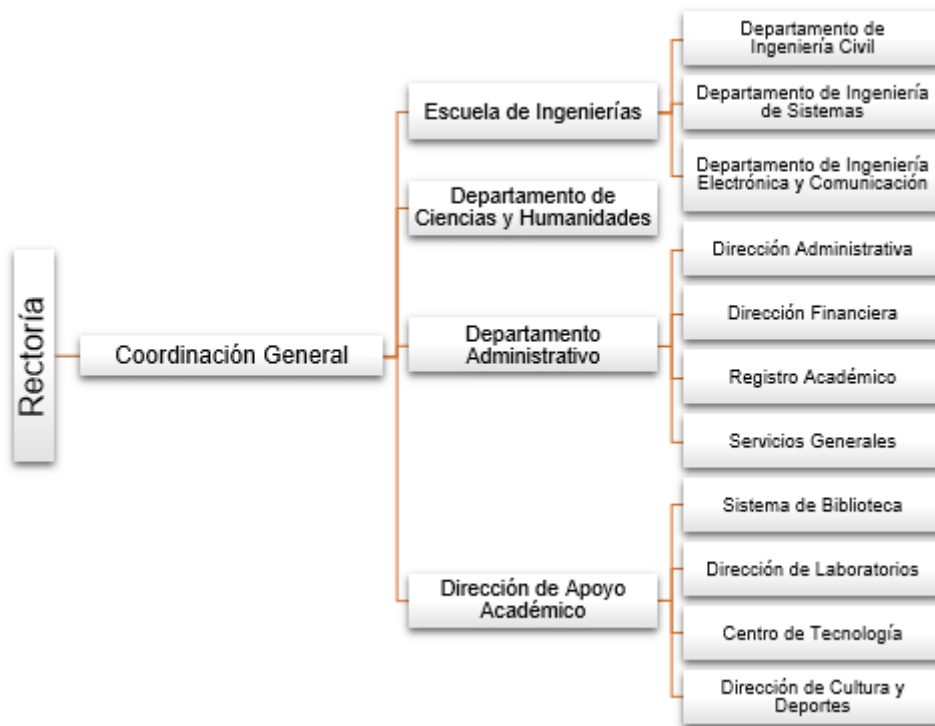


Figura 1. Estructura organizacional de la institución Eastern College of Engineering.

El programa de Ingeniería Civil de la institución Eastern College of Engineering desarrolla proyectos de investigación con el propósito de vincular a estudiantes nacionales e internacionales para el desarrollo de los mismos dentro y fuera del campo educativo. Durante la pasantía trabajé en el área del Departamento de Ingeniería Civil con el propósito fundamental de contribuir académicamente en los diferentes proyectos y asistir a los docentes en el campo relevante.

3.5 Ubicación

El instituto de educación superior se localiza en Radhakrishna Marga, Bhupalgram, Biratnagar – 02, Nepal, en el continente de Asia.

3.6 Teléfono

Las líneas telefónicas para comunicarse con el instituto son 021-526925 / 021-462135.

4. MOTIVACIÓN PARA EL DESARROLLO DE LA PASANTÍA INTERNACIONAL

El programa de Ingeniería Civil de la UPB busca que el estudiante tenga la capacidad para dar respuesta a problemáticas y proyectos relacionados con manejo de software, análisis y diseño en temas de hidráulica y redes de acueducto, estructuras, cimentaciones, tránsito y transporte, vías, y dirección y evaluación de proyectos.

La formación adquirida durante el desarrollo de la carrera profesional permite la adaptación rápida al incremento y/o progreso que tiene la Ingeniería Civil a nivel nacional e internacional, lo cual se liga formalmente a la rama de la investigación como fuente esencial del conocimiento, avance tecnológico y ayuda para el progreso socioeconómico y personal.

El proceso de la pasantía busca que el estudiante pueda soportar con hechos físicos y demostrables la capacidad adquirida en su formación profesional y el vínculo logrado en el desarrollo de los diferentes proyectos y/o funciones planteadas y ejecutadas en conjunto con la institución Eastern College of Engineering, para lograr una contribución importante para la Facultad de Ingeniería Civil – UPB y comprobar que esta clase de proyectos son un gran reto para las partes involucradas las cuales están visualizadas en el crecimiento y posicionamiento de la Ingeniería Civil.

Por lo anterior surgió la necesidad de establecer y desarrollar actividades prácticas que aporten en el ámbito educativo y profesional, tales como la ejecución de un Proyecto de Tránsito y Transporte donde brinda información actual y real de Biratnagar, y el apoyo académico en los diferentes laboratorios del Departamento de Ingeniería Civil en el Eastern College of Engineering.

5. MARCO TEÓRICO

5.1 Conceptos de Tránsito [3]

5.1.1 Estudio de Tránsito

La finalidad de realizar estudios de tránsito es obtener información relacionada con la movilidad de vehículos o circulación de personas por medio de métodos sistemáticos en lugares específicos dentro de un sistema vial.

En de los estudios de tránsito se logra evaluar diferentes aspectos tales como: características de la vía, comportamiento de los usuarios, tipos de vehículo y transporte, accidentalidad, densidad vehicular, velocidad, entre otros. La información reunida a través de estos estudios es utilizada para plantear y diseñar geométricamente una vía, proyectar sistemas de control de tránsito, evaluar la factibilidad económica de proyectos viales, estimar la capacidad de la vía y determinar el tránsito futuro.

5.1.2 Aforos Vehiculares

Un aforo vehicular es aquel conteo total que se realiza de vehículos o personas cuando pasan por un punto específico en un tiempo establecido. Este se efectúa con el propósito de determinar las características del tránsito en una vía. Para la ejecución de estos estudios existen los métodos manuales o automáticos.

5.1.2.1 Aforos Vehiculares Manuales

Los aforos manuales brindan una información completa acerca de las intensidades del tránsito, direccionalidad y composición vehicular. Estos se realizan con personal de campo preparado y formatos previamente diseñados, también se caracterizan porque su costo es elevado. Normalmente se utilizan en conteos de periodos de tiempo cortos, de una duración no mayor a 24 horas.

5.1.2.2 Aforos Vehiculares Automáticos

Los aforos automáticos se ejecutan empleando dispositivos tecnológicos, los cuales se encargan del conteo de vehículos. Algunos de estos dispositivos son: detector de contacto eléctrico, detector foto eléctrico, detector infrarrojo, detector de radar, detector neumático y detector magnético.

Regularmente en las carreteras y vías los aforos se realizan de forma automática, estos son ideales para conteos de periodos de tiempo extensos como: días, semanas, meses o años.

5.1.3. Volúmenes de Tránsito

En el libro de Ingeniería de Tránsito los autores R. Cal y Mayor y J. Cárdenas definen volumen de tránsito, como el número de vehículos que pasan por un punto o sección transversal dados, de un carril o de una calzada, durante un periodo determinado. Se expresa como:

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

Donde,

Q= Vehículos que pasan por unidad de tiempo

N= Número total de vehículos que pasan

T= Periodo determinado

En el desarrollo de los diferentes estudios pueden ser de Volumen de Tránsito: Total, Promedio u Horario.

5.1.3.1 Volúmenes de Tránsito Absolutos o Totales

- **Tránsito Anual (TA):** Número total de vehículos que pasan en un año.
- **Tránsito Mensual (TM):** Número total de vehículos que pasan en un mes.
- **Tránsito Semanal (TS):** Número total de vehículos que pasan en una semana.
- **Tránsito Diario (TD):** Número total de vehículos que pasan durante un día.

- **Tránsito Horario (TH):** Número total de vehículos que pasan durante una hora.
- **Tasa de Flujo o flujo (q):** Número total de vehículos que pasan durante un periodo inferior a una hora.

5.1.3.2 Volúmenes de Tránsito Promedio

- **Tránsito Promedio Diario Anual:** $TPDA = TA / 365$
- **Tránsito Promedio Diario Mensual:** $TPDM = TM / 30$
- **Tránsito Promedio Diario Semanal:** $TPDS = TS / 7$

El Tránsito Promedio Diario (TPD) se expresa en unidades de vehículos / tiempo, en donde este tiempo puede ser un año, un mes o una semana.

5.1.3.3 Volúmenes de Tránsito Horarios

- **Volumen Horario Máximo Anual (VHMA):** Es el máximo volumen horario que pasa por una sección de un carril o de una calzada durante un año.
- **Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD):** Es el máximo número de vehículos que pasa por una sección de un carril o de una calzada durante 60 minutos continuos.
- **Factor Horario de Máxima Demanda (FHMD):** Es un indicador de las características del flujo de tránsito en periodos máximo dentro de la hora de máxima demanda. $FHMD = VHMD / (60/n)(q)$

El Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD) se expresa en unidades de flujo para cada periodo como se indica a continuación:

- **VHMD** (para periodos de 5 minutos) = $VHMD / 12$
- **VHMD** (para periodos de 10 minutos) = $VHMD / 6$
- **VHMD** (para periodos de 15 minutos) = $VHMD / 4$

5.2 Velocidad [3]

La velocidad es una variable importante para evaluar la calidad de operación que una vía proporciona a los usuarios, en el cual se analizan los elementos de

operatividad y funcionalidad de esta. La ciencia de la ingeniería la define como la relación entre el espacio recorrido por un vehículo y el tiempo que éste emplea en recorrerlo, comúnmente se expresa en kilómetros por hora (km/h).

En un lugar específico de una carretera la velocidad entre vehículos cambia drásticamente, ya que al momento de realizar un estudio se comprueba que esta no se mantiene constante; todo esto se da por diferentes factores tales como el tipo o modelo de vehículo y el conductor.

Al estudiar la velocidad en una vía se obtienen datos y resultados, estos se analizan para definir un valor adecuado que dicha carretera debe tener con el propósito que los usuarios circulen de manera segura.

A partir de un análisis de velocidades se logra obtener una regulación en la movilidad vehicular y se evidencia qué tan rápido transitan los usuarios en la vía.

En el contexto de los diferentes estudios, proyectos, investigaciones o tesis que diferentes profesionales expertos han desarrollado y publicado en artículos, revistas, informes o libros; indican que existen varias clases de velocidades en el ámbito vehicular.

5.2.1 Velocidad Instantánea

Es la velocidad de un vehículo en un momento determinado.

5.2.2 Velocidad Media Temporal

Corresponde a la media aritmética de las velocidades instantáneas de los vehículos que pasan por un punto específico en un determinado intervalo de tiempo.

5.2.3 Velocidad Media Espacial

Es la media armónica de las velocidades instantáneas, es decir, la media de las velocidades de los vehículos que en un instante específico están en un tramo de vía determinado.

5.2.4 Velocidad de Recorrido

Conocida de igual forma como global o de viaje, es el producto de dividir la distancia recorrida de todo el viaje (inicio a fin), entre el tiempo total que se empleó en recorrerla.

5.2.5 Velocidad de Marcha

También llamada velocidad de crucero, es el producto de dividir la distancia recorrida entre el tiempo durante el cual el automotor estuvo en movimiento.

5.2.6 Velocidad de Proyecto

Conocida de igual manera como velocidad de diseño, esta es la máxima velocidad a la cual los vehículos pueden transitar con seguridad sobre la vía.

6. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO REALIZADO

Durante el desarrollo de la práctica ejecuté una serie de actividades relacionadas a mi acoplamiento a este nuevo escenario: inducción, reconocimiento de la institución y estudio de reglamentos y normas en el ámbito de la Ingeniería Civil en el país. De igual manera, planteé e inicié un proyecto de tránsito y transporte en la ciudad, además evalué y realicé estudios específicos principalmente en la *Dharan Biratnagar Road*. En relación al plan de trabajo las actividades que realicé durante la pasantía se describen a continuación:

6.1 Dar inicio a la pasantía de investigación. Inducción y empalme con el supervisor, docentes y demás personas vinculadas con la institución Eastern College of Engineering

La inducción fue realizada por el coordinador general del Eastern College of Engineering, la cual consistió en la presentación, relación e interacción con algunas personas que trabajan en la institución y específicamente en el área de Ingeniería Civil como son el rector de la Universidad, director de Ingeniería Civil, supervisor de la práctica y algunos docentes del Departamento de Ingeniería Civil.

6.2 Reconocer la institución Eastern College of Engineering; sus laboratorios, áreas, máquinas y recursos disponibles

Llevé a cabo el reconocimiento de la institución con ayuda del personal del área administrativa; mientras que los laboratorios, áreas, máquinas y recursos de Ingeniería Civil los identifiqué con apoyo de personas que están vinculadas al Departamento como lo son docentes y asistentes de laboratorio.

La facultad de Ingeniería Civil del Eastern College of Engineering cuenta con doce (12) aulas de clase, seis (6) laboratorios en sus diferentes campos de estudios y una (1) sala de cómputo que posee software especializados como lo son AutoCAD y Sap2000. Los laboratorios están organizados así:

- Laboratorio de Concreto
- Laboratorio de Mecánica de Suelos
- Laboratorio de Resistencia de los Materiales
- Laboratorio de Estructuras
- Laboratorio de Ingeniería de Transporte
- Laboratorio de Recursos Hídricos

La Tabla 1 presenta un listado de los equipos y el número de unidades existentes en cada uno de los laboratorios.

Tabla 1. Máquinas y equipos de los laboratorios del Departamento de Ingeniería Civil

Laboratorio	Máquina o Equipo	Uni.
Concreto	Los Angeles Abrasion Test Apparatus (Eascoll-LAATA-02)	2
	Compression Testing Machine Hand Operated (Eascoll-AMU-01)	1
	Vibrating Table (Eascoll-VT-01)	1
	Universal Testing Machine (Eascoll-UTM-01)	1
	Tensile Strength Test Apparatus (Eascoll-TSTA-01)	1
	Flexural Testing Machine (Eascoll-FTMM-01)	1
Mecánica de Suelos	Direct Shear Test Machine (Eascoll-DSTM-02)	2
	Permeability Test Apparatus (Eascoll PTA-01)	1
	CBR Test Apparatus (Eascoll-CBR-01)	2
Resistencia de los Materiales	Combined Rockwell & Hardness Tester Apparatus (Eascoll-CRHTA-01)	1
	Sieve Shaker (Eascoll-SSM-02)	2
	Charpy Test Apparatus (Eascoll-CTA-02)	2
	Digital Torsion Testing Machine (Eascoll-DTTM-01)	1
Estructuras	Simple Supported Beam Apparatus (Eascoll-SSBA-02)	2
	Portal Frame Apparatus (Eascoll-PF-02)	2
	Two Hinged Arch Apparatus (Eascoll-THA-03)	3

	Elastic Properties of Deflect Beam App. (Eascoll-EPDBA-01)	1
Ingeniería de Transporte	Skid Resistance Test (Eascoll-SRT-01)	1
	Ductility Test Apparatus (Eascoll-DTA-01)	1
Recursos Hídricos	Center of Pressure Apparatus (Eascoll-CP-01)	2
	Weir / Notch Apparatus (Eascoll-W/N-A-01)	1
	Open Channel Flow (Eascoll-OCF-01)	1
	Apparatus for Determination of Head in Pipe Flow (Eascoll-HLPF-01)	1
	Impact of Jet Apparatus (Eascoll-IJA-01)	1
	Apparatus for Verification of Bernoulli's (Eascoll-VBT-01)	1
	Flow Through Edged Orifice (Eascoll-FTO-02)	2
	Viscosity Apparatus (Eascoll-VIS-01)	1

Al culminar el reconocimiento de la institución realicé un informe específicamente de los laboratorios que tiene el Departamento; este reporte consistió en identificar los equipos que poseen, el uso principal, las funciones e indicar el estado de operatividad de los aparatos y máquinas con el fin de dar una buena implementación y que la Universidad se informe del inventario de los mismos. (Ver Anexo B).

6.3 Estudiar reglamentos, normas y decretos necesarios para el desarrollo de los proyectos de investigación de Ingeniería Civil en Biratnagar, Nepal

La indagación de la información la realicé con ayuda del supervisor de la práctica. Estudié y revisé el manual de carreteras de Nepal (Nepal Road Standard 2070), además investigue en libros los reglamentos y parámetros para la ejecución de los diferentes estudios (volumen de tránsito, velocidad y congestionamiento); esto con el propósito de instruirme en el tema ya que desarrollé un proyecto práctico de tránsito y transporte en la ciudad.

6.4 Conocer los proyectos de investigación en desarrollo y de igual manera los que se van a ejecutar durante la pasantía

En conjunto con el supervisor de la práctica y el director del Departamento de Ingeniería Civil me notificaron que la Institución estaba prestando los servicios en un proyecto que consiste en la construcción de un edificio, pero no pude vincularme a la obra porque debía tener permisos especiales por parte del estado para estar y trabajar en esta.

Por otra parte, al inicio de la práctica no me informaron de las funciones a desarrollar pero al transcurrir las semanas me dieron a conocer los proyectos y actividades en los que estuve vinculado. Durante la pasantía trabajé y asistí en lo siguiente: en el reconocimiento e inventario de laboratorios, en el proyecto de tránsito y transporte en la ciudad de Biratnagar y como monitor en algunos laboratorios.

6.5 Plantear con el supervisor nuevos proyectos de investigación que aporten y que le sean útil a la Institución Eastern College of Engineering

Planteé un proyecto práctico de un estudio de tránsito y transporte en la ciudad, el cual consistió en realizar cuatro (4) actividades específicas; las cuales son:

1. Evaluar el usuario, el vehículo y la carretera.
2. Realizar un estudio de volúmenes de tránsito.
3. Efectuar un estudio de velocidades.
4. Desarrollar un estudio de congestionamiento.

6.6 Contribuir académicamente en los diferentes proyectos de Ingeniería Civil y asistir a los docentes en el campo relevante

El proyecto de tránsito y transporte me permitió la aplicación de conocimientos técnicos en temas relacionados con las vías, además otorgué información verídica al Departamento de Ingeniería Civil de la situación en la ciudad en aspectos de operatividad, movilidad, circulación de automotores y estados de las carreteras; esto con la finalidad de que el proyecto brinde ayuda académica a los estudiantes y

profesores en el futuro.

Igualmente realicé apoyo académico en los laboratorios de Concreto e Ingeniería de Transporte ejecutando diferentes actividades, tales como:

- Evaluar la precisión y estado de las máquinas.
- Examinar y analizar qué máquinas, equipos o instrumentos hacen falta para mejorar la calidad de los laboratorios en el desarrollo de las prácticas con los estudiantes o en trabajos profesionales.
- Acompañamiento en pruebas de ensayo de los laboratorios de Concreto e Ingeniería de Transporte.
- Inspeccionar los procesos en la ejecución de las prácticas de laboratorio.
- Verificar el manejo de máquinas, equipos e instrumentos por parte de los estudiantes.
- Identificar la existencia de manuales, normas y deberes que se deben tener al hacer uso de cada máquina o equipo.

Trabajar en los laboratorios me permitió fortalecer mis conocimientos teóricos y de igual manera crecer en cuanto a la parte teórico-práctica dado que estuve en contacto directo con los equipos y máquinas.

Es importante que la persona o monitor a cargo del laboratorio este a la vanguardia en la rama de estudio, y que a partir de su experiencia adquirida brinde el aprendizaje necesario al personal para que se logre un desempeño eficiente en el desarrollo de las metodologías de los ensayos.

Los laboratorios son parte fundamental de un proceso de formación académica, por ende se debe resaltar la necesidad de contar con estos y cumplir con la normatividad para su operación, dado que en este recinto es donde se obtienen los primeros avances y resultados que permiten el desarrollo de nuevos alcances en el

campo de desempeño.

6.7 Estudio de movilidad y tránsito en el sitio *Dharan Biratnagar Road*

Realicé los estudios propuestos en la *Dharan Biratnagar Road*, una de las vías más importantes de Biratnagar, porque por medio de esta se da conexión a las otras localidades del país. El punto específico de estudio respecto a su macro localización se ubica en el continente de Asia, dentro del país de Nepal, en la Zona Kosi; y en relación a su micro localización se encuentra en el distrito Morang, que a su vez esta al norte de Biratnagar (ver Figura 2 y Figura 3).



Figura 2. Macro localización del punto de estudio en la *Dharan Biratnagar Road*, norte de Biratnagar.

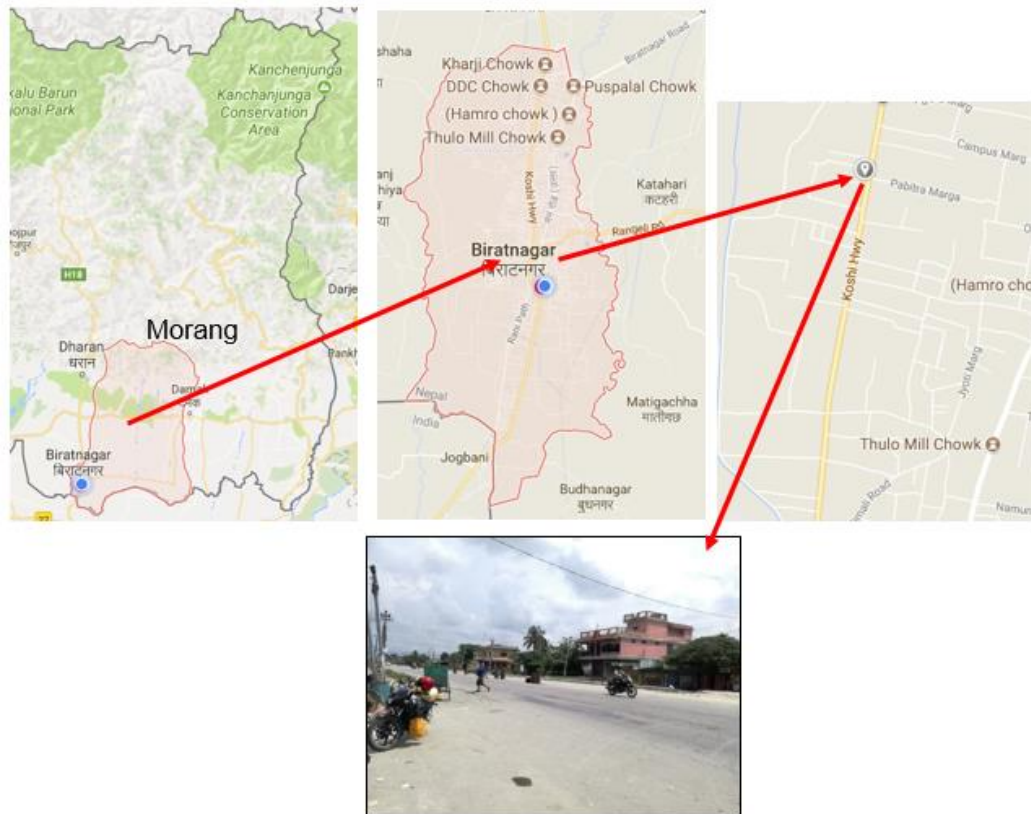


Figura 3. Micro localización del punto de estudio en la *Dharan Biratnagar Road*, norte de Biratnagar.

El objeto primordial del proyecto fue conocer el comportamiento vehicular y la operatividad en el sector de la *Dharan Biratnagar Road* evaluando varios elementos: el usuario (tanto al conductor como al peatón), el vehículo (conociendo el modelo de transporte en la ciudad y tipo de vehículo que circula), y finalmente la carretera, identificando el estado en el que se encuentra y las características de la misma.

Los autores James Cárdenas y Rafael Cal y Mayor en el libro Ingeniería de Tránsito [3] proponen una metodología para desarrollar los proyectos de tránsito consistente en cuatro fases fundamentales: 1) Recopilación de los datos, 2) Proposición concreta y detallada, 3) Análisis de los datos, y 4) Estudio de los resultados.

Teniendo en cuenta estas etapas y en el marco del contexto local, propuse la siguiente metodología de trabajo,

1. Inspección In Situ

- Evaluar al usuario, comportamiento de los conductores y peatones.
- Analizar el vehículo, definir los tipos de transporte y tipos de tránsito vehicular.
- Identificar la carretera, condiciones de la vía en diferentes sitios de la ciudad.
- Determinar los problemas y deficiencias existentes.

2. Información de la Vía

- Nombre de la vía.
- Ubicación geográfica.
- Tipo de vía.
- Velocidad de diseño.
- Número de carriles.
- Descripción del punto de estudio.
- Condiciones del entorno (topografía).

3. Estudio de Volúmenes de Transito

- Hacer el estudio en una vía recta.
- Realizar aforo con ayuda de cámara de video durante 2 días.
- Ejecutar los aforos en la hora pico (11:15 a.m. a 12:15 p.m.).
- Efectuar el conteo de vehículos cada 15 minutos y presentar los resultados en un formato establecido por el autor.
- Determinar las características del tránsito.
- Presentar volumen promedio diario y factor de hora punta.

4. Estudio de Velocidad

- Realizar aforo manual de 100 vehículos (50 automóviles, 50 buses) en 1 día.
- Presentar los datos recolectados en un formato establecido por el autor.

- Determinar la velocidad mínima, velocidad media, velocidad de operación y velocidad máxima.
- Presentar información en tablas y gráficas.

5. Estudio de Congestionamiento

- Realizar inspección del sitio de estudio con ayuda de cámara fotográfica y cámara de video.
- Determinar problemas de movilidad vehicular.
- Presentar información de lo observado en un reporte.

Teniendo en cuenta los principales componentes de una vía efectué ciertas actividades: observé al usuario y descubrí cómo es la conducta de la mayoría de peatones y conductores dentro de la ciudad. Este análisis lo realicé en varios sectores e identifiqué lo siguiente:

El peatón:

- Camina por los carriles donde circulan los vehículos.
- Cruza las calles sin precaución.
- No presta atención al caminar.
- Invade las aceras peatonales para vender diferentes productos.
- Camina revisando el celular u otro elemento.

El conductor:

- Invade el carril contrario.
- No coloca direccionales (en cruces o parqueos).
- Realiza cruces inadecuados en intersecciones.

- Para en sitios no permitidos.
- No realiza los “pare” en las intersecciones.
- No cede el paso.
- Acciona la bocina constantemente.
- No respeta al peatón (prioridad en cruces al peatón).
- Conduce a gran velocidad (pocas personas).

En cuanto al vehículo investigué que los tipos de transporte que existen en Biratnagar son el transporte aéreo y el transporte por carretera, los cuales tienen la finalidad de realizar el movimiento de personas de un lugar a otro. Además los tipos de tránsito vehicular que identifiqué dentro de la ciudad se clasifican de manera general en livianos y pesados según el Manual de Carreteras de Nepal (Nepal Road Standard 2070) [6]. Las categorías para vehículos livianos son:

- Carro: automóvil, camioneta o vans.
- Motocicleta.
- City Safari.
- Cycle Rickshaws.
- Bicicleta
- Bus: tamaño grande (bus) o tamaño pequeño (buseta)

Respecto a los vehículos pesados, la categorización es:

- Tractor
- Camión: Camión de dos ejes, camión de tres ejes o camión de más de tres ejes.

Respecto a los estudios que ejecuté, estos logran evaluar las condiciones de la vía en aspectos de operatividad, movilidad y permiten identificar qué tan eficiente es su infraestructura vial.

Para el estudio de volumen vehicular tuve en cuenta los automóviles, buses, tractores, camiones, city safary y las motocicletas. No consideré a las bicicletas y los cycle rickshaws por sugerencia del supervisor ya que estos dos tipos de vehículos no influyen de gran manera en los resultados.

Desarrollé dos aforos vehiculares (en sentido norte – sur y sur – norte) en el punto de estudio determinado por el supervisor en dos días diferentes, los cuales efectué en la hora pico (11:15 a.m. a 12:15 p.m.). Los resultados de manera general que obtuve se muestran a continuación:

- Primer aforo

Tabla 2. Flujo vehicular total individual Norte – Sur

Autos	Buses	Tractores	Camiones	City Safari	Motos	Valores Totales
140	68	13	53	72	457	803
17 %	8 %	2 %	7 %	9 %	57 %	100 %

Tabla 3. Flujo vehicular total individual Sur – Norte

Autos	Buses	Tractores	Camiones	City Safari	Motos	Valores Totales
127	42	10	29	67	398	673
19 %	6 %	1 %	5 %	10 %	59 %	100 %

El volumen total de vehículos en la calzada es de 1476, donde el 54% (803 vehículos) circulan por el carril de norte a sur y el 46% (673 vehículos) transitan de sur a norte.

- Segundo Aforo

Tabla 4. Flujo vehicular total individual Norte – Sur

Autos	Buses	Tractores	Camiones	City Safari	Motos	Valores Totales
134	57	6	34	65	528	824
16 %	7 %	1 %	4 %	8 %	64 %	100 %

Tabla 5. Flujo vehicular total individual Sur – Norte

Autos	Buses	Tractores	Camiones	City Safari	Motos	Valores Totales
122	53	14	34	67	480	770
16 %	7 %	2 %	4 %	9 %	62 %	100 %

El volumen total de vehículos en la calzada es de 1594, donde el 52% (824 vehículos) circulan por el carril de norte a sur y el 48% (770 vehículos) transitan de sur a norte.

El comportamiento vehicular en los dos aforos es similar; es decir, según la cantidad de vehículos que transitan se clasifican de mayor flujo a menor flujo de la siguiente manera: motocicletas, automóviles, city safari, buses, camiones y tractores. Percibí que el porcentaje de motocicletas que circulan es aproximadamente tres veces mayor al de los automóviles.

Por otra parte, teniendo en cuenta el estudio de velocidad analicé 50 automóviles y 50 buses (100 vehículos), este lo ejecuté de manera manual con ayuda de dos instrumentos: una cinta métrica y un cronómetro. Los resultados que obtuve son los siguientes:

Tabla 6. Clasificación por percentiles de las velocidades observadas

Percentil	15	50	85	98
	Vmínima (Km/h)	Vmedia (Km/h)	Voperación (Km/h)	Vmáxima (Km/h)
	41	49	57	66

En consecuencia, las velocidades máximas que encontré en la vía son aproximadamente de 66 km/h, esto indica que en la carretera los conductores circulan a una velocidad regulada en comparación con la de otros países.

Finalmente, respecto al estudio de congestión evidenció que en el punto de referencia de la vía no existen mayores problemas en congestión vehicular y que los vehículos circulan sin dificultad a flujo libre.

Además, de acuerdo al Highway Capacity Manual (HCM) [2] reporta que para autopistas, en condiciones ideales, la capacidad máxima es 2000 vehículos/hora/carril, y según los valores que obtuve el mayor número de vehículos que circulan en la vía de estudio por carril es 824 veh/hora/carril; por tanto confirmé que el comportamiento de la vía según la capacidad máxima permitida es óptima y eficiente para los vehículos que transitan.

La información anteriormente enseñada en este ítem (6.7) está de forma genérica; en el Anexo A se presenta el informe del estudio de tránsito y transporte en la ciudad de Biratnagar, el cual muestra de manera detallada y precisa todo el proceso del proyecto.

7. APOORTE AL CONOCIMIENTO

En la realización de la práctica en Nepal logré tener un desarrollo íntegro tanto en el ámbito profesional como personal. Tuve la oportunidad de conocer una nueva cultura con costumbres, hábitos y estilo de vida muy diferentes a los nuestros (Colombia); de igual manera identifiqué cómo es el entorno en cuanto a la educación profesional y al campo laboral en el país. El proceso de adaptación a su metodología de trabajo fue oportuna y eficiente; cabe resaltar que en la institución la ejecución de tareas o funciones y el desarrollo de los procesos lo realizan de forma paulatina con el propósito de encontrar eficacia y calidad en los métodos. En relación a la formación educativa, la Ingeniería Civil es de 8 semestres además, es importante indicar que es de calidad y que el idioma que usan para interactuar en todas las clases y durante la carrera de pregrado es el inglés, a pesar de que el idioma nativo de ellos es el nepalí. En consecuencia, los estudiantes logran hablar inglés de manera fluida y en un alto nivel. Estuve en comunicación, relación e interacción con personas de diferentes áreas del conocimiento y formación, las cuales me aportaron para crecer académicamente en distintos campos de la Ingeniería.

La realización del informe de los laboratorios del Departamento de Ingeniería Civil me permitió saber que de manera general cuentan con pocos equipos y máquinas de modelos no tan actuales en comparación con los que tiene la Universidad Pontificia Bolivariana; es decir, que la tecnología usada es de un nivel relativamente medio, a pesar de que es una institución privada.

Por otra parte, el proyecto de tránsito y transporte que hice me permitió distinguir los medios de transporte y los tipos de vehículos en la ciudad, así como el comportamiento de los conductores y peatones en la vía, entre otros factores. En Nepal las personas conducen por la parte izquierda de la vía, de forma contraria a como se hace en Colombia. En cuanto al arribo a Biratnagar se puede hacer por

dos medios de transporte: el aéreo y el terrestre. Siendo la segunda ciudad más grande de Nepal no cuenta con un transporte interno público formal para la movilidad de las personas de un lugar a otro. Los ciudadanos se movilizan por medio de un transporte poco formal en los siguientes vehículos: “City Safari”, “Cycle Rickshaws” o “Motocicleta”. El “City Safari” (ver Figura 4) es una motocicleta que cuenta con tres ruedas y tiene un techo; el Cycle Rickshaws (ver Figura 5) es una bicicleta a la que adaptan un carruaje en la parte posterior con capacidad para dos personas, este en Colombia hace referencia a un “bicitaxi”.



Figura 4. Vehículo de transporte - City Safari.



Figura 5. Vehículo de transporte - Cycle Rickshaws.

Respecto al comportamiento de la mayoría de los conductores, considero que es deficiente ya que durante la conducción no respetan al peatón en la vía. Observé que si la persona que camina o se encuentra en la calle no está pendiente de los vehículos estos los pueden arrollar; los conductores realizan maniobras inadecuadas como cruces sin hacer el pare, no utilizan las direccionales, no ceden el paso, invaden el carril opuesto, entre otras. Otro comportamiento general que realizan es oprimir la bocina del vehículo constantemente, considero que en 100 metros lo hacen hasta más de cuatro (4) veces y para las personas locales (peatón y conductor) esto es algo normal. En el caso personal como turista es algo estresante y molesto puesto que generan demasiado ruido, además causan desorden en la carretera. Todas estas falencias se puede deducir que se dan porque los conductores no conocen las normas y reglamentos de tránsito. En cuanto al comportamiento del peatón es algo similar al del conductor porque realiza varias cosas indebidas e inadecuadas en la carretera como: invadir los carriles de los vehículos, no caminar por las aceras peatonales o cruzar las calles sin precaución.

De forma general, en la ciudad noté que el comportamiento vial en las carreteras es tedioso todo el tiempo. Para mejorar estas falencias y problemas se necesita personal especializado que desarrolle estrategias para disminuir de manera efectiva estos malos hábitos y actos que realizan las personas, además se requiere efectuar campañas y cursos de buena conducta tanto para el peatón como para el conductor.

A partir de los estudios que desarrollé específicamente en la *Dharan Biratnagar Road* constaté cómo se conforma y cómo se comporta el flujo vehicular en una vía importante en Biratnagar. Por tal motivo consideré relevante, desde el punto de vista académico y profesional realizar una comparación con una vía similar de la ciudad de Bucaramanga; esto con la finalidad de identificar aspectos positivos y negativos ente las ciudades. La vía que seleccioné fue la autopista, específicamente frente al puente de Provenza.

En cuanto al comportamiento vehicular en la vía de Bucaramanga, indagué y utilicé el Trabajo de Grado realizado por el estudiante de Ingeniería Civil de la Universidad Pontificia Bolivariana Renzo Mauricio Arias, titulado “Determinación de los parámetros de tránsito del corredor vial de la autopista desde Cañaveral hasta el puente de Provenza utilizando el programa Vissim” [7] , este fue elaborado en el año 2012; seleccioné este Trabajo de Grado porque tiene las características que necesito para la confrontación con los datos de la vía de Biratnagar y es el más actual.

Mientras que Biratnagar es la segunda ciudad más grande de Nepal, Bucaramanga se ubica en la séptima posición en Colombia. A continuación se observa algunos datos que investigué.

Tabla 7. Información general de Biratnagar y Bucaramanga

	Biratnagar	Bucaramanga
Superficie (km ²)	59	162
Altitud (m.s.n.m.)	78	959
Rango de temperatura media anual (°C)	18 – 31	19 – 28
Población (habitantes)	201.125	528.575

Fuente Datos Biratnagar: Government of Nepal – Central Bureau of Statics (2011).

Fuente Datos Bucaramanga: DANE, IDEAM (2017).

De igual manera realicé una lista de chequeo acerca del uso de elementos en la carretera por parte de los usuarios y características de la vía.

Tabla 8. Lista de chequeo

Elemento / Característica	Biratnagar – Vía: Dharan Biratnagar	Bucaramanga – Vía: Autopista (Puente Provenza)
----------------------------------	--	---

	Si	No	Si	No
Usuario				
Conductor de auto usa cinturón de seguridad	X	X	X	X
Conductor de moto usa casco de seguridad	X		X	
Pasajero de moto usa casco de seguridad		X	X	
Conductor y pasajero de moto usa elementos reflectivos de noche		X	X	X
Ciclistas usan casco de seguridad		X	X	X
Carretera				
Existe demarcación de carriles		X	X	
Existe señales de tránsito		X	X	
Existe ciclo ruta		X		X
Hay separador (mediana)		X	X	
El estado del pavimento es bueno	X		X	

Considero que respecto al uso de elementos de seguridad en los vehículos, Bucaramanga está un poco por encima que Biratnagar; pero de igual manera en las dos ciudades se muestra un comportamiento negativo porque los conductores no cumplen las exigencias requeridas. Haciendo énfasis en que pocas personas usan el cinturón en los automóviles y que la mayoría de los conductores y pasajeros de las motocicletas utilizan cascos que no cumple los estándares mínimos de seguridad conlleva a elevar el índice de mortalidad en caso de un accidente puesto que estos no están completamente protegidos. A pesar de que existen normas y reglamentos que exigen el uso constante de estos elementos, las personas simplemente no las obedecen.

Es claro que en cuanto a las características de las carreteras de estudio, la vía de Bucaramanga se encuentra en mejores condiciones, ya que la vía de Biratnagar

carece de demarcación y señalización. A pesar de que las dos vías son autopistas (vía primaria) en las ciudades de su país estas no tienen una cicloruta para que los ciclistas se movilizen de manera segura.

La información más relevante acerca de las vías de estudio según los manuales de cada país es:

Tabla 9. Información de las vías

	Dharan Biratnagar	Autopista (Puente Provenza)
Clasificación según su funcionalidad	Primaria	Primaria
No. Carriles	6	6
No. Carriles por sentido	3	3
Longitud de carril (m)	3,5	3,65
Velocidad de diseño (km/h)	120	80 a 110

La autopista en Bucaramanga está compuesta por 6 carriles (3 por sentido) dividida por un separador o mediana, pero uno de estos carriles está destinado para la circulación de buses del Sistema Integrado de Transporte Masivo del Área Metropolitana de Bucaramanga (Metrolínea); es decir, que el flujo vehicular circula por 2 carriles en cada sentido, además existen vías paralelas a esta en cada sentido. Por otra parte, la *Dharan Biratnagar Road* está compuesta por 6 carriles (3 por sentido), no está dividida por separador o mediana y en la ciudad no hay transporte público por tanto no existe carril exclusivo, tampoco tiene vías paralelas a los costados de esta; y los automóviles transitan por 3 carriles en cada dirección.

Las dos vías poseen características similares pero difieren de gran manera en la velocidad de diseño. La vía de Biratnagar permite alcanzar velocidades máximas de 120 km/h. A pesar de que la carretera es plana, opino que la velocidad máxima permitida es elevada para la seguridad de los usuarios porque los conductores de

las motocicletas y automóviles no utilizan los elementos de protección de seguridad de manera efectiva. Mientras que la velocidad de diseño en la vía de Bucaramanga es un poco más conservadora ya que maneja rangos de 80 hasta 110 km/h.

Para el estudio de volumen vehicular en Biratnagar tuve en cuenta los datos del segundo aforo, puesto que este fue el de mayor flujo de vehículos. Estos son los datos de los estudios en las dos vías, es importante indicar que estos volúmenes son en la hora de máxima demanda.

- Vía Dharan Biratnagar

Sentido Norte – Sur

Autos	Buses	Tractores	Camiones	City Safari	Motos	Valores Totales
134	57	6	34	65	528	824

Sentido Sur – Norte

Autos	Buses	Tractores	Camiones	City Safari	Motos	Valores Totales
122	53	14	34	67	480	770

Figura 6. Datos vía *Dharan Biratnagar*.

- Vía autopista Bucaramanga (Puente Provenza)

Sentido Norte – Sur

Autos	Taxis	Motos	Buses	Camiones	Valores Totales
457	202	509	25	16	1209

Sentido Sur – Norte

Autos	Taxis	Motos	Buses	Camiones	Valores Totales
1389	674	1491	126	48	3728

Figura 7. Datos vía autopista Bucaramanga (Puente Provenza).

Fuente: Tomado directamente de la Tabla 26 del Trabajo de Grado “Determinación de los parámetros de tránsito del corredor vial de la autopista desde Cañaverl hasta el puente de Provenza utilizando el programa Vissim”

Para analizar los datos de la mejor manera, uní algunos tipos de vehículos sin estropear su clasificación, en el estudio de Biratnagar fusioné los tractores y camiones (camiones), y los city safari con las motos (motos). Y en el estudio de Bucaramanga vinculé a los taxis con los autos (autos). Por tanto la clasificación quedó de la siguiente manera:

Sentido	Autos	Motos	Buses	Camiones	Total
Norte – Sur	134	593	57	40	824
Sur – Norte	122	547	53	48	770
	256	1140	110	88	1594

Figura 8. Datos agrupados vía *Dharan Biratnagar*.

Sentido	Autos	Motos	Buses	Camiones	Total
Norte – Sur	659	509	25	16	1209
Sur – Norte	2063	1491	126	48	3728
	2722	2000	151	64	4937

Figura 9. Datos agrupados vía autopista Bucaramanga (Puente Provenza).

Los vehículos que más circulan en la *Dharan Biratnagar Road* y la autopista de Bucaramanga son las motocicletas (1140) y los autos (2722) respectivamente, y los que menos transitan en la vía de Biratnagar y Bucaramanga son los camiones con un número de 88 y 64 correspondientemente.

Concluí que el comportamiento vehicular en la vía de Biratnagar es mejor que en la vía de Bucaramanga porque el flujo de vehículos es mucho más bajo. De manera general, los vehículos totales que transitan en la *Dharan Biratnagar Road* son 1594 y en la autopista de Bucaramanga son 4937; es decir, el tráfico en la autopista es aproximadamente tres veces mayor que en la *Dharan Biratnagar Road*. Es relevante mencionar que los datos en Biratnagar son del año 2017 y los datos de Bucaramanga son del 2012.

A pesar de que la infraestructura vial de las carreteras es algo similar porque tienen el mismo número de carriles, la diferencia es demasiada e indica que se moviliza un excesivo número de vehículos en la autopista de Bucaramanga; esto conlleva a generar congestión vehicular en las horas de máxima demanda. Destaco que basado en los estudios, la vía *Dharan Biratnagar* no tiene problemas de congestión y los vehículos circulan cómodamente; caso contrario se presenta en la autopista de Bucaramanga, ya que en las horas pico presenta demasiada congestión y la movilización de los vehículos es lenta.

Es evidente que actualmente no solo la vía analizada sino la gran mayoría de calles del Área Metropolitana de Bucaramanga (AMB) tienen problemas de movilidad por el número de vehículos que circulan por estas. Según la Dirección de Tránsito de Bucaramanga el total de vehículos matriculados en el AMB hasta el 31 de diciembre de 2016 son 632.104, donde se dividen en las ciudades de Piedecuesta, Floridablanca, Bucaramanga y Girón con valores de 11.949, 163.357, 197.855 y 258.943 respectivamente; además en los últimos años se registra un crecimiento acelerado en la inscripción de vehículos, especialmente autos y motos (ver Figura 10).

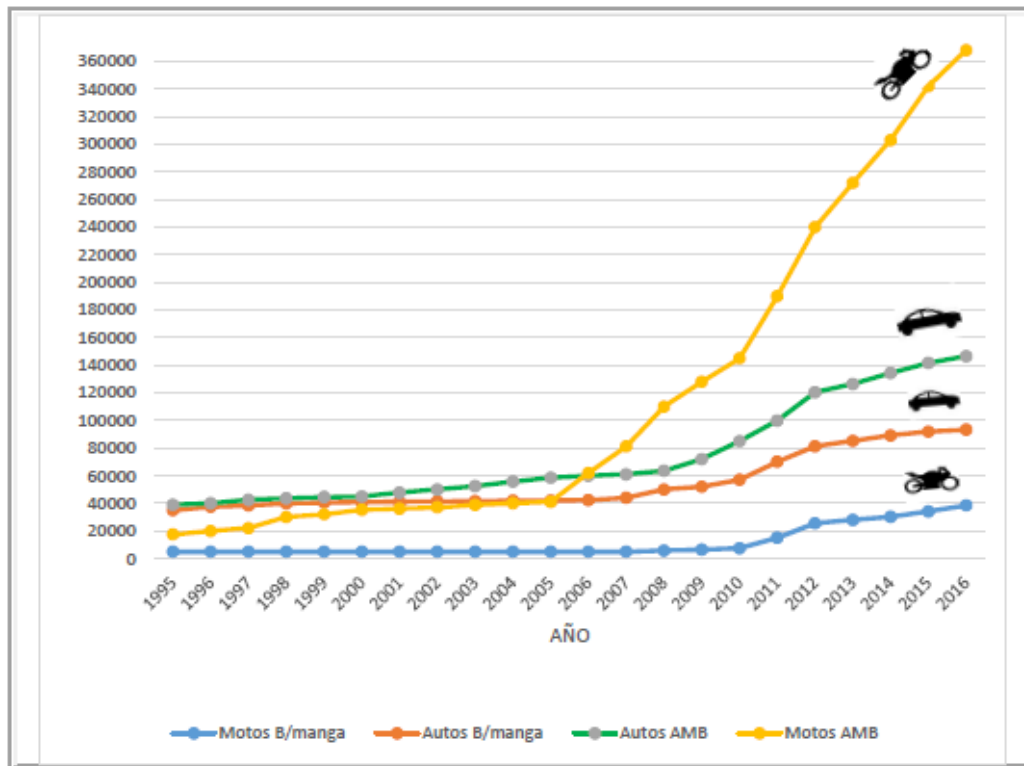


Figura 10. Curvas de crecimiento de la inscripción de vehículos particulares (autos y motos) en Bucaramanga y en el AMB desde 1995 hasta 2016.

Fuente: Tomado directamente de la Figura 11 del estudio “Estructuración de medidas para el mejoramiento de la movilidad en Bucaramanga”, realizado por la Dirección de Tránsito de Bucaramanga.

Finalmente, para resumir de modo general y seguir con el enfoque de las vías de Biratnagar y Bucaramanga concluí lo siguiente: el uso de elementos de protección de seguridad por los conductores no es el adecuado en las dos ciudades, la vía de Bucaramanga presenta mejores características en cuanto a la señalización y demarcación, y la vía de Biratnagar no tiene problemas de congestión en las horas de máxima demanda.

En busca de soluciones a los problemas sugiero que se debe realizar manuales, guías y cursos obligatorios que motiven al uso constante y adecuado de los elementos de protección para los usuarios cuando se movilizan en los vehículos. En

cuanto a las características de las vías (demarcación y señalización), es necesario hacer auditorías serias (seguimiento) para que los constructores de estas cumplan y realicen el 100% de la operación. La situación de la congestión vehicular es tediosa, por tanto se debe actuar de manera rápida; una solución viable es incentivar a las personas al uso del transporte público, pero en primer lugar se debe mejorar y garantizar que este sea eficaz y preste un excelente servicio (problema actual del AMB ya que el servicio del transporte público es deficiente). Otra medida es ejecutar la idea que tienen algunos países de Europa, la cual es cobrar peajes para entrar a ciertas zonas de la ciudad; de esta manera se pretende que los usuarios utilicen el transporte público. Y para el caso de los vehículos actuales que hay en el AMB opino que se debe exigir que cada familia tenga máximo 1 o 2 vehículos.

Para ejecutar estas ideas se necesita de inversión económica por parte del estado, personas preparadas en los temas específicos y que los procesos se realicen de manera correcta.

8. CONCLUSIONES

Asistí académicamente realizando algunas actividades específicas en los laboratorios de Concreto e Ingeniería de Transporte, también brindé apoyo investigativo en la realización de un informe respecto del uso principal, funciones y el estado de operatividad de los aparatos y máquinas que tiene los laboratorios del Departamento de Ingeniería Civil.

Conocí las áreas de estudio del Departamento de Ingeniería Civil, sus laboratorios y las máquinas, equipos e instrumentos con los que cuenta cada uno; así evalué la calidad de la tecnología que posee la institución.

Planteé un proyecto de tránsito y transporte, el cual aportó en el ámbito educativo y profesional y también mostró la situación real respecto a la infraestructura vial de la ciudad y la movilidad vehicular en una vía relevante.

Estudí el manual de carreteras del país (Nepal Road Standard 2070) y de igual manera revisé los reglamentos y normas para los estudios aplicados en el proyecto de tránsito y transporte.

Realicé una comparación apreciable entre una vía de Biratnagar, Nepal y una de Bucaramanga, Colombia; donde confronté varios aspectos importantes como el uso de elementos de protección de seguridad en la carretera por parte de los usuarios, características de la vía y movilidad vehicular.

Elaboré y presenté los respectivos informes de las actividades desarrolladas durante la práctica, estos detallan y muestran resultados importantes que aportan académicamente e investigativamente al Departamento de Ingeniería Civil.

La práctica la llevé a cabo en conjunto con el supervisor, el director del Departamento de Ingeniería Civil y el coordinador general de la institución que hicieron que el desarrollo de la misma fuera integra en el ámbito profesional y personal.

El trabajo realizado durante la pasantía de investigación logró establecer un vínculo Universidad Pontificia Bolivariana – Eastern College of Engineering, además en las actividades efectuadas obtuve excelentes y eficientes resultados.

9. RECOMENDACIONES

Crear estrategias para corregir los malos comportamientos que realizan los usuarios en las calles y carreteras, tanto peatones como conductores; para así obtener una mejor movilidad en las vías.

Brindar la información de los informes realizados a los estudiantes de Nepal y Colombia para fines académicos o investigativos acerca de los temas trabajados.

Disponer de un cronograma más específico por parte de la institución de intercambio al inicio de la práctica, con el propósito de enfocar de una manera eficiente al estudiante en el campo de desempeño y las funciones a desarrollar.

Examinar el lugar de destino para conocer su metodología y proceso de trabajo, y así realizar estrategias de adaptación a priori de la incursión por parte del estudiante para lograr un desempeño eficaz y conseguir una excelente comunicación, relación e interacción con las personas.

Continuar con los procesos de intercambios internacionales y crear nuevos vínculos entre la UPB y otras entidades educativas o compañías de la industria, esto en busca de la adquisición de una nueva experiencia y contribución al desarrollo profesional del estudiante y posicionamiento de la entidad educativa.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] MINISTERIO DE TRANSPORTE, INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS, *Manual de Diseño Geométrico de Carreteras*, Bogotá D.C. , 2008.
- [2] National Research Council, Transportation Research Board, Highway Capacity Manual, Washington, D.C., 2000.
- [3] R. Cal y Mayor y J. Cárdenas, Ingeniería de Tránsito, 7 ed., México, D. F.: Ediciones Alfaomega, 1994.
- [4] Universidad de Ibagué, «IAESTE Colombia,» 20 Agosto 2017. [En línea]. Available: http://www.iaeste.org.co/index.php?option=com_content&view=article&id=23&Itemid=111&lang=es.
- [5] E. C. o. Engineering, «Eastern College of Engineering,» 15 Agosto 2017. [En línea]. Available: <https://www.eascoll.edu.np/>.
- [6] Ministry of Physical Infrastructure & Transport, Department of Roads, *Nepal Road Standard 2070*, Kathmandu, 2013.
- [7] R. Arias, «Determinación de los parámetros de tránsito del corredor vial de la autopista desde Cañaveral hasta el puente de Provenza utilizando el programa Vissim,» Bucaramanga, 2012.
- [8] Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM, *Características Climatológicas de Ciudades Principales*.
- [9] Government of Nepal, National Planning Commission Secretariat, «Central Bureau of Statistic,» 20 Septiembre 2017. [En línea]. Available: http://cbs.gov.np/sectoral_statistics.
- [10] Departamento Administrativo Nacional de Estadística, DANE, *Estimación y proyección de población nacional, departamental y municipal total por área 1985-2020*.
- [11] Dirección de Tránsito de Bucaramanga, DTB, *Estructuración de medidas para el mejoramiento de la movilidad en Bucaramanga*, Bucaramanga, 2017.

[12] National Planning Commission Secretariat, Central Bureau of Statistics,
«National Population and Housing Census 2011,» Kathmandu, 2012.

ANEXOS

Anexo A. Estudio de Tránsito y Transporte en Biratnagar

INTRODUCCIÓN

Las calles y carreteras en un país son fundamentales para la circulación de personas o vehículos, igualmente para la conexión entre diferentes ciudades, lugares o sectores. La Ingeniería de Tránsito y Transporte es una rama específica de la Ingeniería Civil, la cual de forma general está encargada de la planeación, proyecto geométrico y el estudio de operatividad y movilidad de los vehículos y personas.

El desarrollo de este proyecto vincula al estudiante para la aplicación de conocimientos técnicos en temas relacionados con las vías, los cuales han sido adquiridos a lo largo de la carrera profesional. Es primordial que esta persona conozca los manuales y tenga claro las reglamentaciones, normas y los procedimientos para efectuar los diferentes estudios, asimismo tener la supervisión de un profesional permite y da garantía que la ejecución sea eficaz y verídica en todos los aspectos.

El presente documento describe un estudio de tránsito y transporte realizado en la ciudad de Biratnagar, evaluando diferentes factores importantes como lo son el usuario, el vehículo y la carretera. Esta investigación se ejecuta para saber la situación actual y real de la ciudad en aspectos de operatividad, movilidad y circulación de automotores, de igual manera conocer el estado de las carreteras y el comportamiento de los usuarios en la vía. En el informe también se presentan

algunos estudios como lo son: de volumen de tránsito, congestionamiento y velocidad de los vehículos, estos se desarrollaron en la Dharan Biratnagar Road.

OBJETIVOS

Objetivo General

Efectuar un proyecto de tránsito y transporte en Biratnagar, Nepal.

Objetivos Específicos

- Evaluar elementos importantes como el usuario, el vehículo y la carretera.
- Conocer los medios de transporte en la ciudad.
- Desarrollar una investigación de volúmenes de tránsito en Dharan Biratnagar Road.
- Realizar un estudio de velocidad de los diferentes vehículos en Dharan Biratnagar Road.
- Hacer una observación del congestionamiento en la ciudad en Dharan Biratnagar Road.

METODOLOGÍA EMPLEADA

Los autores James Cárdenas y Rafael Cal y Mayor en el libro Ingeniería de Tránsito proponen una metodología para desarrollar los proyectos de tránsito consiste en cuatro fases fundamentales: 1) Recopilación de los datos, 2) Proposición concreta y detallada, 3) Análisis de los datos, y 4) Estudio de los resultados.

Teniendo en cuenta estas etapas y en el marco del contexto local, propuse la siguiente metodología de trabajo,

1. Inspección In Situ

- Evaluar al usuario, comportamiento de los conductores y peatones.
- Analizar el vehículo, definir los tipos de transporte y tipo de tránsito vehicular.
- Identificar la carretera, condiciones de la vía en diferentes sitios de la ciudad.
- Determinar los problemas y deficiencias existentes.

2. Información de la Vía

- Nombre de la vía.
- Ubicación geográfica.
- Tipo de vía.
- Velocidad de diseño.
- Número de carriles.
- Descripción del punto de estudio.
- Condiciones del entorno (topografía).

3. Estudio de Volúmenes de Tránsito

- Hacer el estudio en una vía recta.
- Realizar aforo con ayuda de cámara de video durante 2 días.

- Ejecutar los aforos en la hora pico (11:15 a.m. a 12:15 p.m.).
- Efectuar el conteo de vehículos cada 15 minutos y presentar los resultados en un formato establecido (ver Figura 1).
- Determinar las características del tránsito.
- Presentar volumen promedio diario y factor de hora punta.

4. Estudio de Velocidad

- Realizar un aforo manual de 100 vehículos (50 automóviles, 50 buses) en 1 día.
- Presentar los datos recolectados en un formato establecido (ver Figura 2).
- Determinar la velocidad mínima, velocidad media, velocidad de operación y velocidad máxima.
- Presentar información en tablas y gráficas.

5. Estudio de Congestionamiento

- Realizar inspección del sitio de estudio con ayuda de cámara fotográfica y cámara de video.
- Determinar problemas de movilidad vehicular.
- Presentar información de lo observado en un reporte.

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA

1. Inspección In Situ

- **El Usuario, comportamiento de los conductores y peatones.**

El usuario es aquella persona que puede ser un peatón o un conductor, este es un elemento fundamental en la circulación por las calles y las vías.

Peatón

Es cualquier individuo, ya sea hombre o mujer que transita (camina) por las calles o vías de una ciudad o un pueblo. En consecuencia, se considera como peatón a la población en general.

A continuación se presenta algunos de los comportamientos observados que tienen las personas en las calles de la ciudad, de forma general el peatón en Biratnagar tiende a tener un comportamiento regular.

- Camina por los carriles donde circulan los vehículos.
- Cruza las calles sin precaución.
- No presta atención al caminar.
- Invade las aceras peatonales para vender diferentes productos.
- Camina revisando el celular u otro elemento.

Conductor

Hace referencia a aquel individuo que conduce cualquier clase de vehículo en cualquier carretera.

El comportamiento de la mayoría de los conductores dentro de la ciudad no es tan bueno, ya que estos realizan acciones o maniobras inadecuadas que pueden conllevar al desorden vehicular, congestión o accidentes. Es importante indicar

que algunas personas son buenos conductores en la vía. Varios comportamientos identificados fueron:

- Invade el carril contrario.
- No coloca direccionales (en cruces o parqueos).
- Realiza cruces inadecuados en intersecciones.
- Para en sitios no permitidos.
- No realiza los “pare” en las intersecciones.
- No ceder el paso.
- Acciona la bocina constantemente.
- No respeta al peatón (prioridad en cruces al peatón).
- Conduce a gran velocidad (pocas personas).

- **El vehículo, tipos de transporte y tipos de tránsito vehicular.**

Tipos de Transporte

En Biratnagar se puede encontrar el transporte aéreo y el transporte por carretera, los cuales se encargan de realizar el movimiento de personas de un lugar a otro.

Transporte Aéreo

La ciudad cuenta con un aeropuerto de vuelos nacionales para el transporte de personas de una ciudad a otra, el aeropuerto tiene el mismo nombre de la ciudad “Biratnagar”. Este tiene vuelos de arribo y salida a algunos lugares como Kathmandú (capital), Tumlingtar, Bhojpur, Lamidanda, Taplejung y Khotang Bazar. Además existen varias aerolíneas certificadas que trabajan en el transporte aéreo, estas son:

- Buddha Air
- Nepal Airlines

- Yeti Airlines
- Gorkha Airlines
- Sita Air

Transporte por Carretera

El transporte terrestre es fundamental para la ciudad, ya que comunica y da acceso a las otras ciudades del país, y este logra el movimiento de personas y bienes (comercio, alimentos). A pesar de que la ciudad no posee terminal público, el acceso a la ciudad se puede dar por servicio privado (vehículo) o público (agencias de buses o empresas).

Tipos de Tránsito Vehicular

De manera general los vehículos se clasifican en livianos o pesados según su capacidad, el uso de estos puede ser para pasajero, carga o mixtos (pasajero – carga).

Los vehículos livianos identificados se nombran a continuación, estos se utilizan para la movilización de personas de un lugar a otro:

- Carro

Estos pueden ser automóviles, camionetas o vans.



Figura 3. Automóvil



Figura 4. Camioneta



Figura 5. Vans

- Motocicleta



Figura 6. Motocicleta

- City Safari

Es una motocicleta que cuenta con tres ruedas y tiene un techo.



Figura 7. City Safari

- Cycle Rickshaws

Es una bicicleta a la que adaptan un carruaje en la parte posterior, este carruaje es utilizado para llevar pasajeros (capacidad para dos personas) o carga y transporte de mercancía.



Figura 8. Cycle Rickshaws – Transporte de Pasajeros



Figura 9. Cycle Rickshaws – Carga de Mercancía

- Bicicleta



Figura 10. Bicicleta

- Bus

Existen de tamaño grande (bus) o de tamaño pequeño (buseta).



Figura 11. Bus



Figura 12. Buseta

Mientras que para el transporte de mercancía, materiales, alimentos, entre otros; se usan generalmente los vehículos pesados, estos son:

- Tractor

Su uso principal es en la agricultura, en la ciudad las personas le adaptan un tráiler (remolque) para carga de mercancía o diferentes materiales.



Figura 13. Tractor

- Camión

Estos se clasifican según el número ejes, identifiqué camión de dos ejes, camión de tres ejes y camión de más de tres ejes.



Figura 14. Camión de dos ejes



Figura 15. Camión de tres ejes



Figura 16. Camión de más de tres ejes

- **La carretera, condiciones de la vía en diferentes sitios de la ciudad.**

Según el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras de Colombia; la carretera es la infraestructura del transporte cuya finalidad es permitir la circulación de vehículos en condiciones de continuidad en el espacio y el tiempo, con niveles adecuados de seguridad y de comodidad.

Las dimensiones o medidas mínimas de algunos elementos primordiales de la vía de acuerdo con el Manual de Carreteras de Nepal (Nepal Road Standard 2070) son:

Longitud de carril: 3.5 m

Longitud berma: > 1.0 m

Ancho de calzada: 7.0 m

Ancho de la vía: 9.0 m

A continuación se presentan varias figuras de algunos sectores de la ciudad, estas muestran las condiciones actuales de la carretera y factores relacionados a la misma.



Figura 17. Daharan Biratnagar Road

En esta figura 17 observé una carretera pavimentada con tres carriles por sentido, al finalizar el ancho de calzada por cada lado cuenta con voladizos en concreto; el estado del pavimento se encuentra óptimo para la circulación de cualquier tipo de vehículos. En los carriles extremos evidencí que los camiones o buses tienen espacio para estacionar o parar. No existe demarcación de los carriles y tampoco la línea central que divide cada sentido de la carretera. No cuenta con separador en la parte central de la calzada.



Figura 18. Intersección



Figura 19. Intersección



Figura 20. Intersección



Figura 21. Intersección

En las figuras 18,19, 20 y 21 mostré diferentes intersecciones en algunas calles de la ciudad; todas coinciden de que la vía es pavimtnada, el flujo vehicular es en doble sentido y ninguna cuenta con señalización de giro, pare o velocidad permitida, tampoco tienen demarcación de carriles o semáforos. En la figura 18 percibí que el pavimento esta deteriorado en algunos puntos, además estas calles no tienen andén para la movilidad de personas y existe vegetación a los lados de los carriles. En la figura 19 existe un pozo de alcantarillado que esta por encima del nivel de la vía, el cual puede ocasionar un accidente a los conductores. En la figura 20 y 21 expuse la misma intersección desde dos puntos diferentes, observé que a los costados de los carriles estacionan diferentes vehículos y las personas caminan por los carriles vehiculares, lo cual ocasionan congestión y desorden en la vía; esta intersección cuenta con policias de tránsito para agilizar la movilidad vehicular.



Figura 22. Condiciones del Pavimento



Figura 23. Condiciones del Pavimento



Figura 24. Condiciones del Pavimento



Figura 25. Condiciones del Pavimento

En las figuras 22, 23 y 24 percibí que el estado de la vegetación en la carretera puede generar inconvenientes para los conductores respecto a la visibilidad, en ninguna figura se percibe la demarcación de los carriles y no existe señalización. En la figura 22 el estado del pavimento es bueno, mientras que en la figura 23 y 24 el pavimento está en deterioro y tiene fallas en la carpeta asfáltica. Y en la figura 25 observé que la vía no está pavimentada.



Figura 26. Andenes Peatonales



Figura 27. Andenes Peatonales

En las figuras 26 y 27 mostré el estado de los andenes o aceras peatonales, los cuales están deteriorados y en malas condiciones; debido a esta razón los peatones deben caminar por los carriles destinados para los vehículos, esto pone en riesgo su integridad porque pueden ser arrollados por un vehículo.



Figura 28. Sistema de Drenaje



Figura 29. Sistema de Drenaje

En las figuras 28 y 29 observé que el sistema de drenaje en algunos lugares de la ciudad es deficiente a pesar de que las calles son pavimentadas, esto ocasiona problemas y dificultades para los conductores y peatones en su movilidad; si se presenta alguna lluvia, las carreteras quedan inundadas como se presenta en las figuras.

- **Problemas y deficiencias existentes.**

A continuación presento los problemas y deficiencias existentes a nivel general en las vías de la ciudad:

- Dentro de la ciudad no hay transporte público formal, tampoco tiene una terminal para los buses.
- El comportamiento de la mayoría de los peatones y conductores no es tan bueno en las calles y carreteras.
- Los conductores generan demasiado ruido (contaminación auditiva) al momento de accionar la bocina de los vehículos.
- No existe demarcación de los carriles en las carreteras.
- No hay señales de tránsito en la vía, tales como el pare o límites de velocidad.
- Existe carencia de iluminación en las horas de la noche en las calles de la ciudad.
- La vegetación en algunos sectores dificulta la visibilidad de los conductores.
- Existen obstáculos o elementos de concreto por encima del nivel de la capa de rodadura.
- Estacionamiento de vehículos a los costados de los carriles en algunos sectores.
- El pavimento de algunas vías muestra deterioro y tienen fallas en la capa de

rodadura. Además varias calles no están pavimentadas.

- Los andenes peatonales en algunos sectores están deteriorados y en malas condiciones, por tanto las personas no pueden caminar por estos.

- El sistema de drenaje de algunas calles de la ciudad es deficiente.

2. Información de la Vía

- **Nombre de la vía:** Dharan Biratnagar Road

Biratnagar es la segunda ciudad más grande Nepal, cuenta con 201.125 habitantes, esta vía es una de las principales e importantes de la ciudad porque por medio de esta da conexión a las otras localidades del país.

- **Ubicación geográfica**

A continuación muestro la vía y el punto específico de estudio de tránsito. El punto de estudio se ubica en la parte norte de la ciudad.



Figura 30: Vía de Estudio

- **Tipo de vía:** Autopista Nacional (Vía Primaria)

De acuerdo al Manual de Carreteras de Nepal (Nepal Road Standard 2070) existe la clasificación administrativa y la clasificación técnica/funcional.

La clasificación administrativa de carreteras está destinada a asignar importancia nacional y nivel de gobierno responsable de la gestión general y los métodos de financiación. Según esta clasificación las carreteras se clasifican en:

- Autopistas Nacionales
- Carreteras Secundarias
- Carreteras Distritales
- Carreteras Urbanas

La clasificación técnica/funcional asigna varios parámetros geométricos y técnicos para el diseño, las carreteras se clasifican en clases de la siguiente manera:

- Clase I
- Clase II
- Clase III
- Clase IV

Conforme a los diferentes estudios realizados en la ciudad y basado en la experiencia y conocimiento, el supervisor clasificó la vía de estudio como **Autopista Nacional** y de **Clase I**; las **Autopistas Nacionales** son las principales vías de conexión de este a oeste y de norte a sur de la Nación. Estas proporcionan un nivel de servicio consistentemente más alto en términos de velocidades de viaje y soportan la movilidad intercomunitaria. Estas carreteras son las principales rutas arteriales que atraviesan todo el país en su totalidad. Se designan con la letra "H" seguida de un número de dos dígitos. Y las carreteras de **Clase I** son las carreteras con los más altos estándares con calzadas y control de acceso (autopistas) con ADT de 20.000 PCU o más en un período de perspectiva de 20 años

Las siglas en inglés ADT y PCU hacen referencia al Promedio Tráfico Diario y Unidad de Vehículo respectivamente.

Respecto al tipo de terreno, la carretera se clasifica de acuerdo al porcentaje de pendiente transversal como:

S.No.	Terrain Type	Percent Cross Slope	Degree
1	Plain	0-10	0° – 5.7°
2	Rolling	> 10-25	> 5.7° – 14°
3	Mountainous	>25-60	> 14° – 31°
4	Steep	>60	> 31°

Figura 31. Clasificación del tipo de terreno de la carretera

Fuente: Tomado directamente de la Tabla 6-1 del Manual de Carreteras de Nepal (Nepal Road Standard 2070)

A partir de estudios anteriores ejecutados en la vía, el supervisor indicó que el tipo de terreno es plano, con un grado de pendiente que esta entre el rango de 0° - 5.7°.

- **Velocidad de diseño**

Según el manual de carreteras de Nepal (Nepal Road Standard -2070), el diseño geométrico general de una carretera está en función de la velocidad de diseño. La velocidad de diseño se decide en función de la importancia de la carretera (clase de carretera) y del tipo de terreno. La velocidad de diseño al ser adoptada para varias clases de carreteras puede ser:

Road Class	Plain	Rolling	Mountainous	Steep
I	120	100	80	60
II	100	80	60	40
III	80	60	40	30
IV	60	40	30	20

Figura 32. Velocidad de diseño en km/h.

Fuente: Tomado directamente de la Tabla 7-1 del Manual de Carreteras de Nepal (Nepal Road Standard 2070)

Por tanto la velocidad de diseño máxima permitida en Daharan Biratnagar Road es de 120 km/h por ser una vía plana y de Clase I.

- **Número de carriles:**

- Sentido Norte-Sur: Tres carriles para flujo vehicular.

- Sentido Sur-Norte: Tres carriles para flujo vehicular.

Nota→ En el punto específico de estudio la carretera se reduce a un (1) solo carril por cada sentido porque la vía está en reparación.

- **Descripción del punto de estudio:**

La carretera es muy concurrida ya que es la entrada y salida por la parte norte de la ciudad. Actualmente la vía está siendo ampliada para continuar con los tres carriles por sentido.

- **Condiciones del entorno:**

La carretera se caracteriza por tener una topografía plana (pendiente entre 0° y 5.7°), a los lados de cada carril existen casas, locales o predios sin ocupar.

3. Estudio de Volúmenes de Tránsito

Un factor importante para tener en cuenta es la operatividad en la vía, este funciona como un medidor para saber si el tránsito y la circulación de vehículos están en óptimas condiciones y cómo algunas variantes pueden influir para mejorar o disminuir estas mismas.

Realicé un estudio de flujo vehicular en la vía de estudio para determinar las características del tránsito y observar las condiciones reales de la operatividad, se ejecutó un aforo de una hora (hora pico) en periodos divididos de 15 minutos para el tramo y en los dos sentidos de circulación de la carretera.

Primer Aforo Vehicular

Tabla 1. Datos Generales del Aforo Norte – Sur

Condición Climática: Nublado (29 °C)	Sentido de la vía: Norte – Sur
Fecha (dd/mm/aaaa): 18/08/2017	Hora de Inicio: 11:20 a.m.
Día: Viernes	Hora de Finalización: 12:20 p.m.

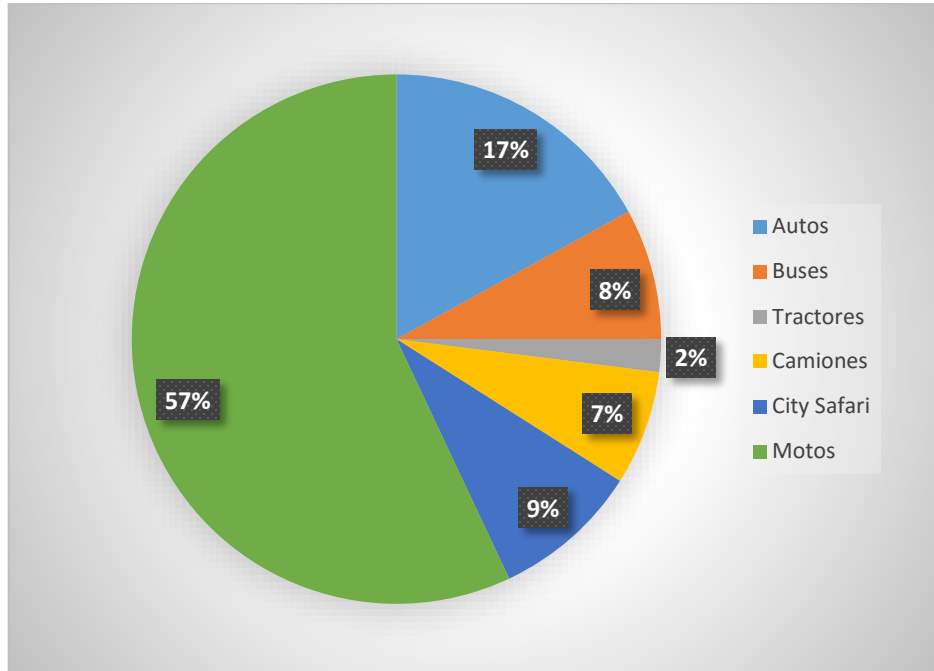
Tabla 2. Flujo Vehicular Norte – Sur

Periodo	Autos	Buses	Tractores	Camiones			City Safari	Motos	Volumen Parcial
				C2	C3	>C3			
11:20 a.m. – 11:35 a.m.	36	18	3	2	0	2	22	113	196
11:35 a.m. – 11:50 a.m.	34	13	1	8	4	5	20	114	199
11:50 a.m. – 12:05 p.m.	32	15	5	6	6	9	17	128	218
12:05 p.m. – 12:20 p.m.	38	22	4	5	3	3	13	102	190
Total Individual	140	68	13	21	13	19	72	457	
Volumen Total Vehículos									803

- Diagrama de distribución del flujo vehicular

Tabla 3. Flujo Vehicular Total Individual Norte – Sur

Autos	Buses	Tractores	Camiones	City Safari	Motos	Valores Totales
140	68	13	53	72	457	803
17 %	8 %	2 %	7 %	9 %	57 %	100 %



- Tasa de flujo (q) vehicular para cada periodo

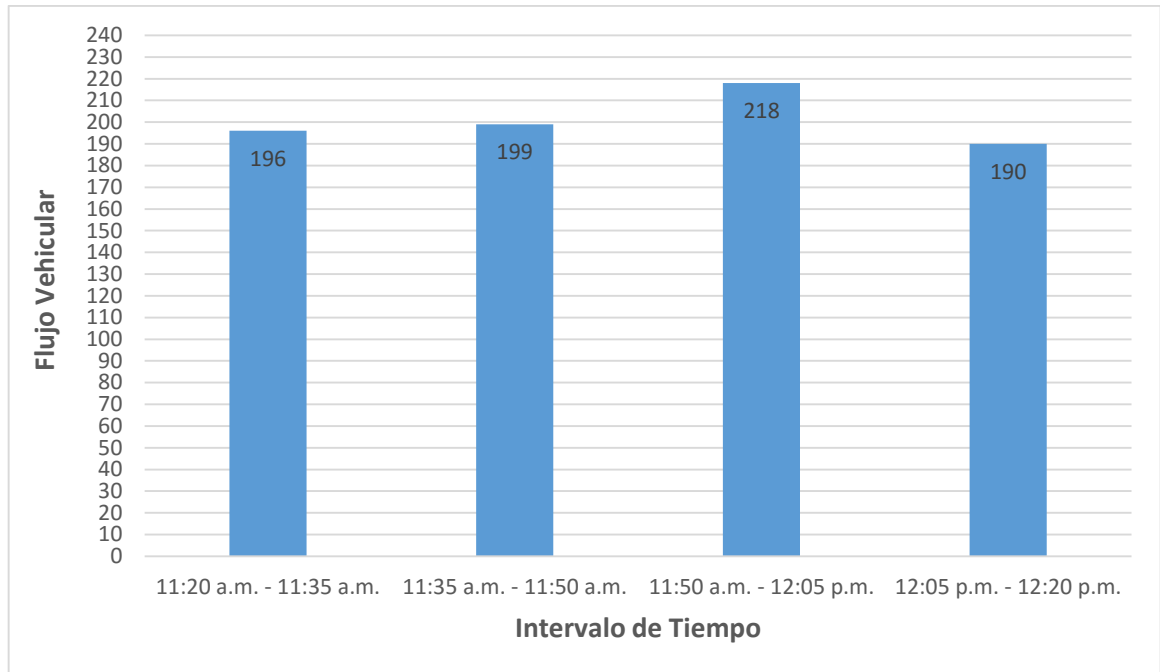
Tabla 4. Tasa de Flujo en cada periodo

q1 =	196 veh/15 min
q2 =	199 veh/15 min
q3 =	218 veh/15 min
q4 =	190 veh/15 min

- Volumen horario (Q)

Q =	803 veh/h
------------	-----------

- Histograma



- Factor de Hora Punta (FHP)

Según el libro de Ingeniería de Tránsito de los autores R. Cal y Mayor y J. Cárdenas, se indica que el FHP es la forma como están distribuidos los flujos máximos dentro de la hora. Su mayor valor es la unidad (1.00), lo cual indicaría una distribución uniforme del tránsito dentro de dicha hora, los valores que son bastante menores a la unidad indican una alta concentración del volumen de tránsito en un período corto dentro de la hora.

$$FHP = \frac{VHMD}{N * q_{max}}$$

Donde,

FHP: Factor de Hora Punta

VHMD: Volumen de la Hora de Máxima Demanda o Volumen Horario

N: Número de períodos de tiempo durante la hora pico

q max: Tasa de Flujo Máxima

$$VHMD = 803$$

$$N = 4$$

$$q_{max} = 218$$

$$FHP = \frac{803}{4 * 218} = \mathbf{0,92}$$

Tabla 5. Datos Generales del Aforo Sur – Norte

Condición Climática: Nublado (29 °C)	Sentido de la vía: Sur - Norte
Fecha (dd/mm/aaaa): 18/08/2017	Hora de Inicio: 11:20 a.m.
Día: Viernes	Hora de Finalización: 12:20 p.m.

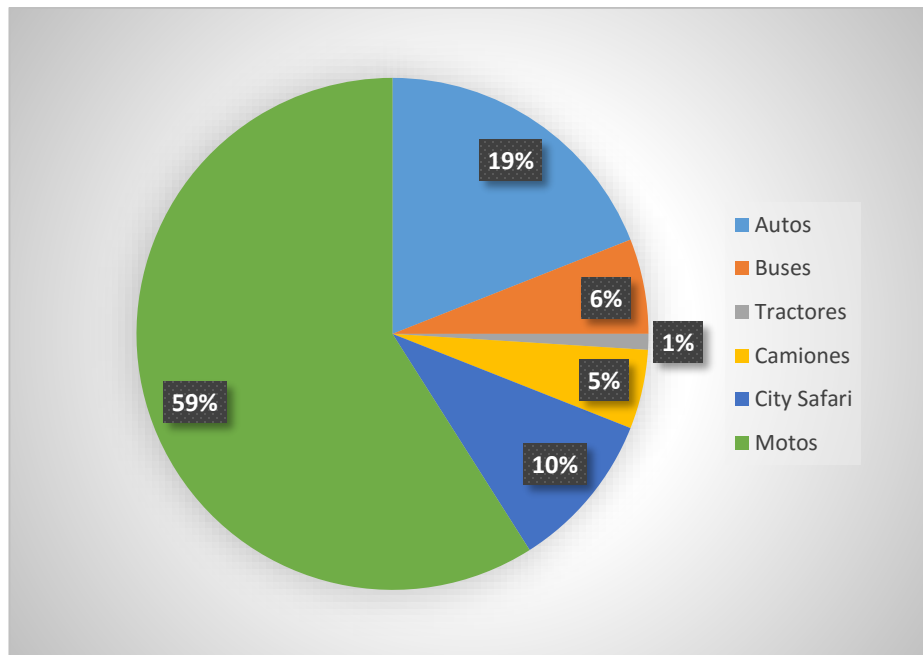
Tabla 6. Flujo vehicular Sur – Norte

Periodo	Autos	Buses	Tractores	Camiones			City Safari	Motos	Volumen Parcial
				C2	C3	>C3			
11:20 a.m. – 11:35 a.m.	30	10	3	5	5	1	13	114	181
11:35 a.m. – 11:50 a.m.	38	14	4	4	1	0	19	111	191
11:50 a.m. – 12:05 p.m.	28	7	0	4	1	1	22	91	154
12:05 p.m. – 12:20 p.m.	31	11	3	6	1	0	13	82	147
Total Individual	127	42	10	19	8	2	67	398	
Volumen Total Vehículos									673

- Diagrama de distribución del flujo vehicular

Tabla 7. Flujo Vehicular Total Individual Sur – Norte

Autos	Buses	Tractores	Camiones	City Safari	Motos	Valores Totales
127	42	10	29	67	398	673
19 %	6 %	1 %	5 %	10 %	59 %	100 %



- Tasa de flujo (q) vehicular para cada periodo

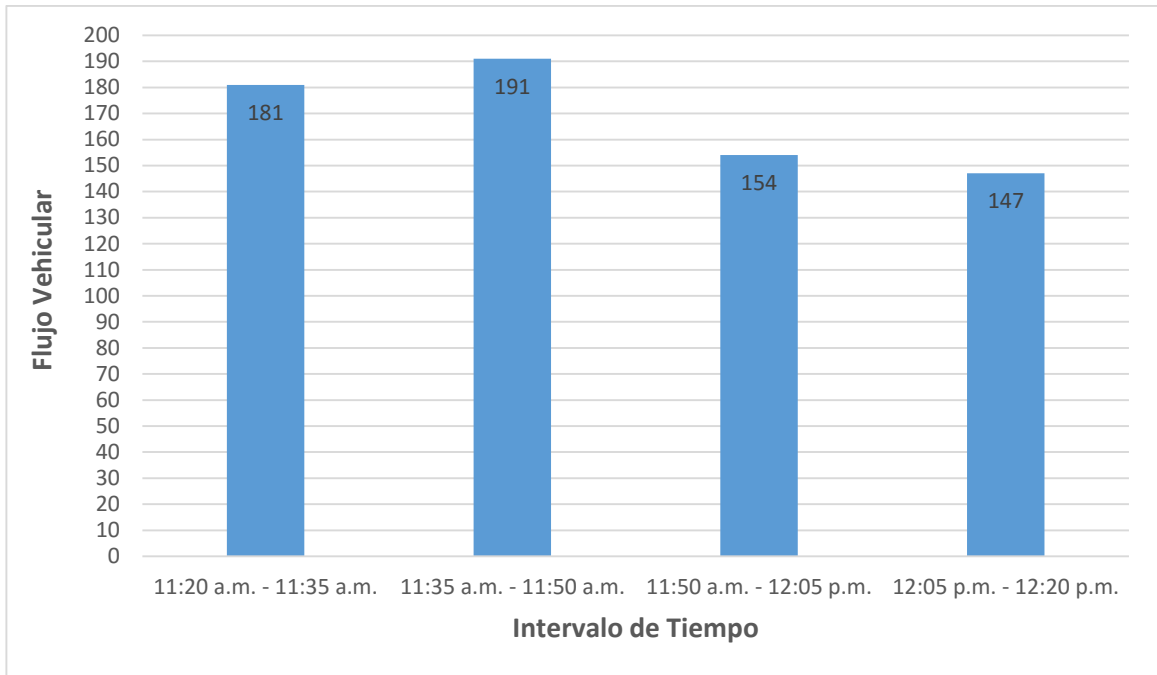
Tabla 8. Tasa de Flujo en cada periodo

q1 =	181 veh/15 min
q2 =	191 veh/15 min
q3 =	154 veh/15 min
q4 =	147 veh/15 min

- Volumen horario (Q)

Q =	673 veh/h
------------	-----------

- Histograma



- Factor de Hora Punta (FHP)

$$FHP = \frac{VHMD}{N * qmax}$$

$$VHMD = 673$$

$$N = 4$$

$$qmax = 191$$

$$FHP = \frac{673}{4 * 191} = \mathbf{0,88}$$

Segundo Aforo Vehicular

Tabla 9. Datos Generales del Aforo Norte – Sur

Condición Climática: Soleado (34 °C)	Sentido de la vía: Norte – Sur
Fecha (dd/mm/aaaa): 21/08/2017	Hora de Inicio: 11:10 a.m.
Día: Lunes	Hora de Finalización: 12:10 p.m.

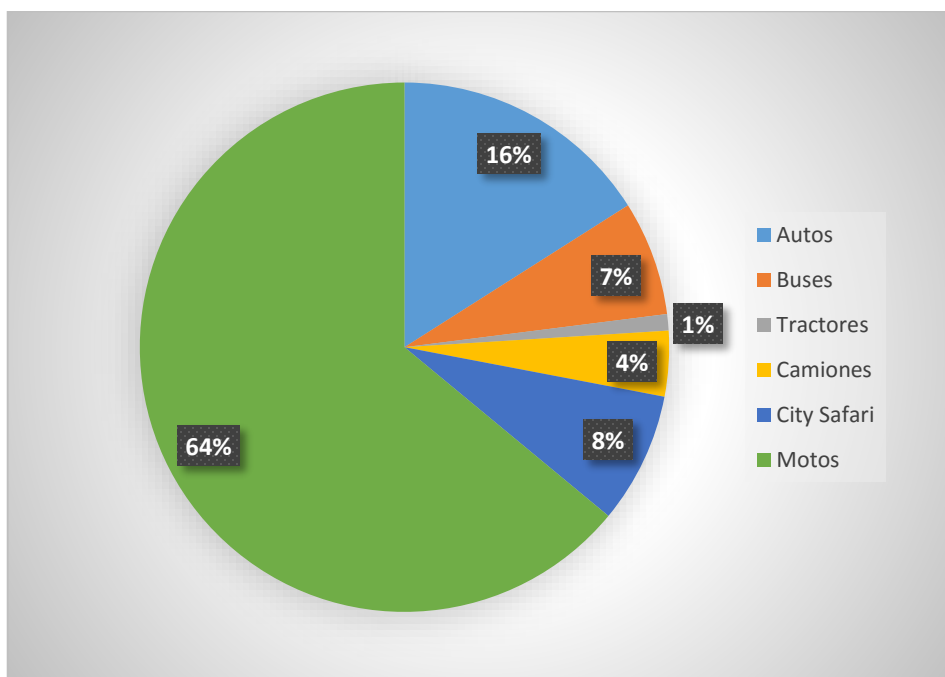
Tabla 10. Flujo vehicular Norte – Sur

Periodo	Autos	Buses	Tractores	Camiones			City Safari	Motos	Volumen Parcial
				C2	C3	>C3			
11:10 a.m. – 11:25 a.m.	39	10	2	6	2	1	18	141	219
11:25 a.m. – 11:40 a.m.	28	15	2	3	0	2	11	135	196
11:40 a.m. – 11:55 a.m.	36	21	1	7	1	2	23	112	203
11:55 a.m. – 12:10 p.m.	31	11	1	6	1	3	13	140	206
Total Individual	134	57	6	22	4	8	65	528	
Volumen Total Vehiculos									824

- Diagrama de distribución del flujo vehicular

Tabla 11. Flujo Vehicular Total Individual Norte – Sur

Autos	Buses	Tractores	Camiones	City Safari	Motos	Valores Totales
134	57	6	34	65	528	824
16 %	7 %	1 %	4 %	8 %	64 %	100 %



- Tasa de flujo (q) vehicular para cada periodo

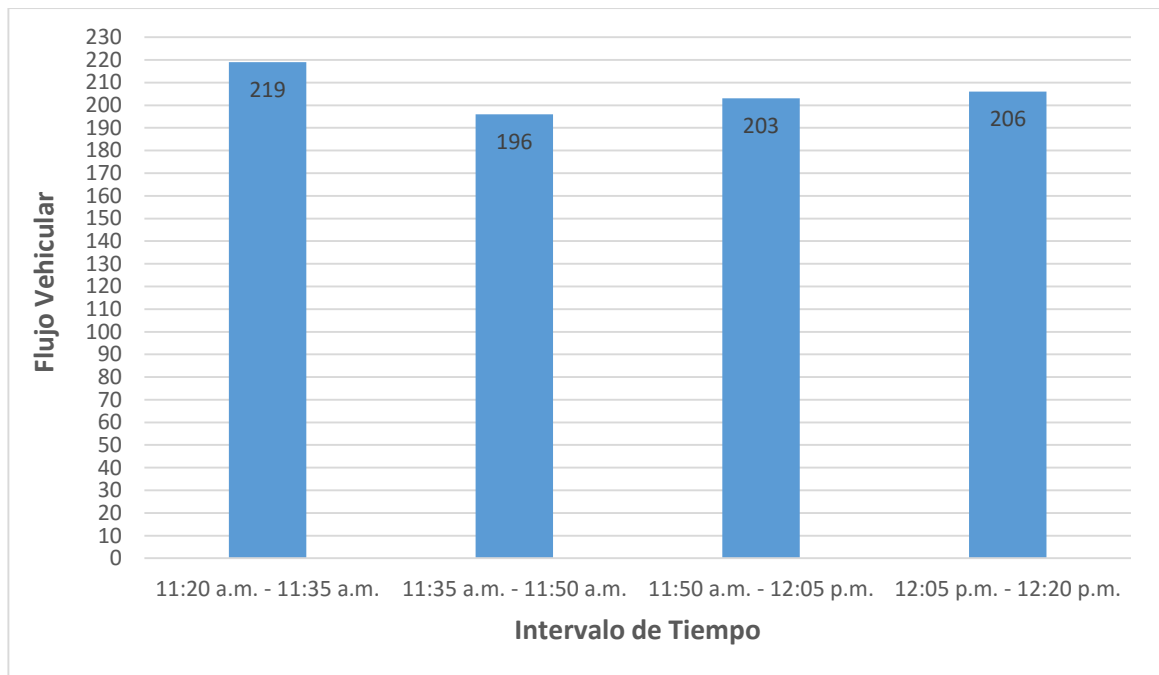
Tabla 12. Tasa de Flujo en cada periodo

q1 =	219 veh/15 min
q2 =	196 veh/15 min
q3 =	203 veh/15 min
q4 =	206 veh/15 min

- Volumen horario (Q)

Q =	824 veh/h
------------	-----------

- Histograma



- Factor de Hora Punta (FHP)

$$FHP = \frac{VHMD}{N * q_{max}}$$

$$VHMD = 824$$

$$N = 4$$

$$q_{max} = 219$$

$$FHP = \frac{824}{4 * 219} = \mathbf{0,94}$$

Tabla 13. Datos Generales del Aforo Sur – Norte

Condición Climática: Soleado (34 °C)	Sentido de la vía: Sur – Norte
Fecha (dd/mm/aaaa): 21/08/2017	Hora de Inicio: 11:10 a.m.
Día: Lunes	Hora de Finalización: 12:10 p.m.

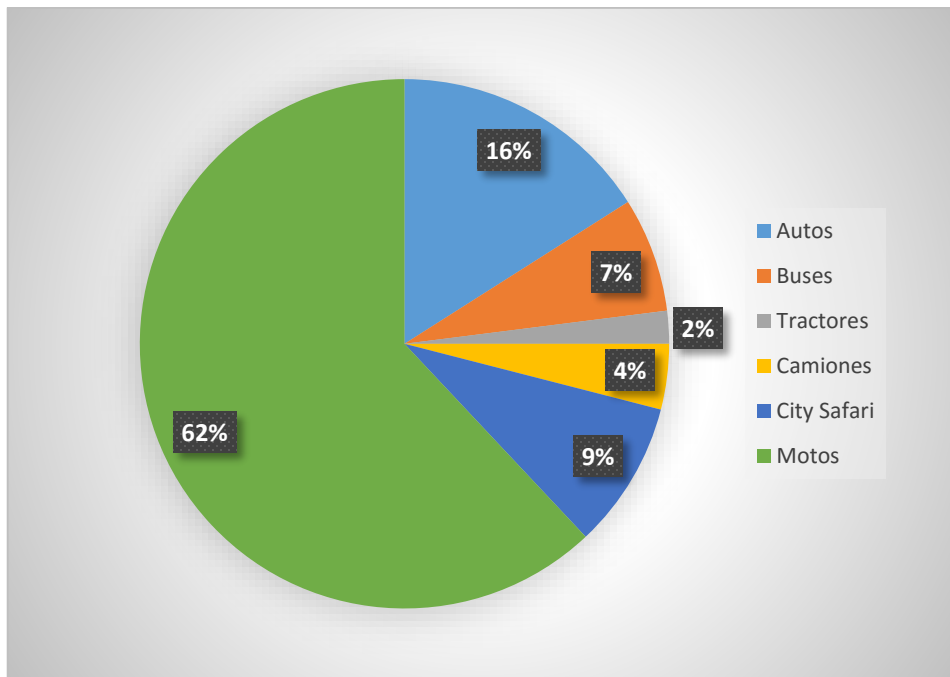
Tabla 14. Flujo vehicular Sur – Norte

Periodo	Autos	Buses	Tractores	Camiones			City Safari	Motos	Volumen Parcial
				C2	C3	>C3			
11:10 a.m. – 11:25 a.m.	32	17	5	3	1	2	22	110	192
11:25 a.m. – 11:40 a.m.	31	13	5	8	0	3	16	142	218
11:40 a.m. – 11:55 a.m.	29	15	2	8	3	1	15	104	177
11:55 a.m. – 12:10 p.m.	30	8	2	5	0	0	14	124	183
Total Individual	122	53	14	24	4	6	67	480	
Volumen Total Vehículos									770

- Diagrama de distribución del flujo vehicular

Tabla 15. Flujo Vehicular Total Individual Sur – Norte

Autos	Buses	Tractores	Camiones	City Safari	Motos	Valores Totales
122	53	14	34	67	480	770
16 %	7 %	2 %	4 %	9 %	62 %	100 %



- Tasa de flujo (q) vehicular para cada periodo

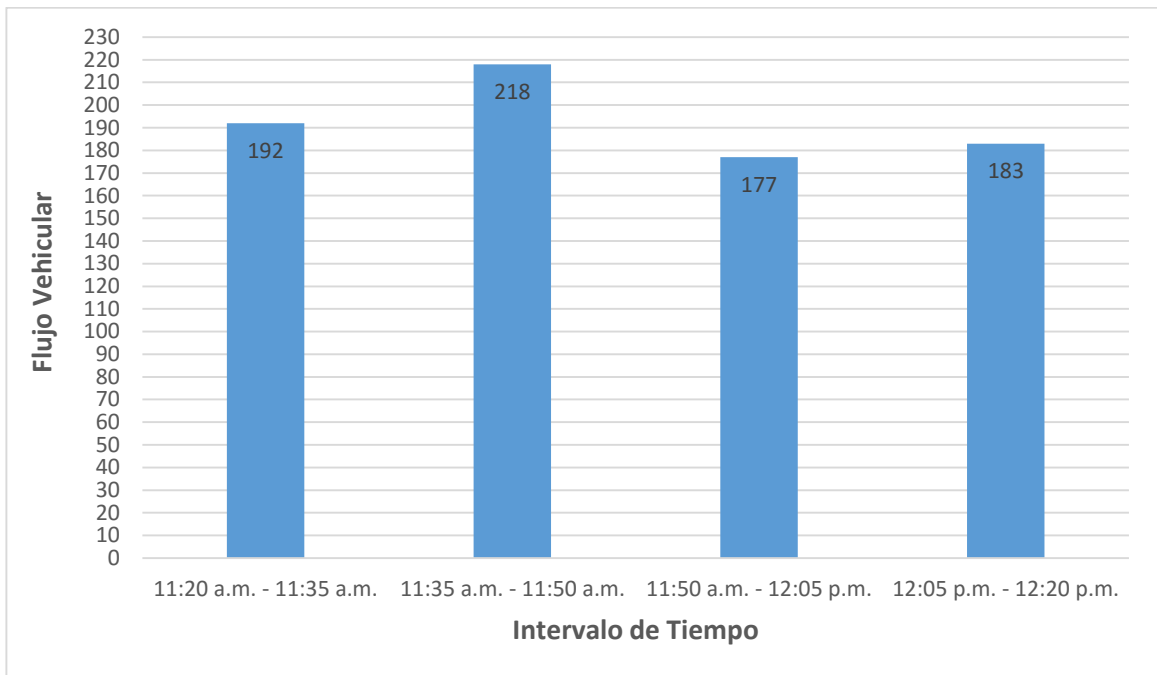
Tabla 16. Tasa de Flujo en cada periodo

q1 =	192 veh/15 min
q2 =	218 veh/15 min
q3 =	177 veh/15 min
q4 =	183 veh/15 min

- Volumen horario (Q)

Q =	770 veh/h
------------	-----------

- Histograma



- Factor de Hora Punta (FHP)

$$FHP = \frac{VHMD}{N * qmax}$$

$$VHMD = 770$$

$$N = 4$$

$$qmax = 218$$

$$FHP = \frac{770}{4 * 218} = \mathbf{0,88}$$

4. Estudio de Velocidad

Un estudio de velocidad permite valorar y determinar la operatividad, funcionalidad, eficiencia y seguridad de una vía. Los autores R. Cal y Mayor y J. Cárdenas definen la velocidad como la relación entre el espacio recorrido y el tiempo que tarda en recorrerlo. Para un vehículo representa su relación de movimiento, generalmente se expresa en kilómetros por hora (km/h).

Para la ejecución del estudio realicé un aforo manual de 50 carros y 50 buses; en el cual, medí una distancia de 30 m y registré el tiempo en que un vehículo recorrió esta, para así conocer la velocidad de los usuarios en la vía.

La ejecución y análisis del estudio lo base a partir del procedimiento que se expone en libro de Ingeniería de Transito de los autores Rafael Cal y Mayor y James Cárdenas, el cual se fundamenta principalmente en la Distribución de frecuencias y Representación Gráfica de los Datos. Por tanto, las siglas y fórmulas que usé son las siguientes:

Tabla 17. Siglas y Ecuaciones

Sigla	Definición	Ecuación
n	Tamaño de la muestra	
Xmax	Valor Máximo de la muestra	
Xmin	Valor Mínimo de la muestra	
R	Amplitud Total	$R = X_{max} - X_{min}$
m	Número de Intervalos de clase	$m = 1 + 3,3 * \log_{10} n$
A	Ancho del Intervalo de clase	$A = \frac{R}{m}$
R'	Amplitud Recalculada	$R' = m * A$
X _{i-1} , X _i	Intervalo de Clase	
V _i (X _i)	Punto medio del Intervalo	$X_i' = \frac{X_i - X_{i-1}}{2}$
fi	Frecuencia Absoluta	

hi (%)	Frecuencia Relativa	$hi(\%) = \left(\frac{f_i}{n}\right) * 100$
Fi	Frecuencia Absoluta Acumulada	$F_i = \sum_{i=1}^m f_i$
Hi (%)	Frecuencia Relativa Acumulada	$F_i = \sum_{i=1}^m hi$
Pr	Percentil	$Pr = X_{i-1} + A * \frac{\left(\frac{n * r}{100}\right) - F_{i-1}}{f_i}$
r	Percentil específico	

También di a conocer los percentiles 15, 50, 85 y 98 los cuales representan la velocidad mínima, velocidad media, velocidad de operación y velocidad máxima respectivamente.

Los valores obtenidos nos indican datos claves e importantes como la velocidad de proyecto, la cual es la velocidad máxima permitida a la cual pueden circular los vehículos con seguridad sobre la vía.

A continuación se presentan las tablas y gráficas de las velocidades del aforo.

Tabla 18. Datos Generales del Aforo

Condición Climática: Soleado (34 °C)	
Fecha (dd/mm/aaa): 18/09/2017	Hora de Inicio: 11:45 a.m.
Día: Lunes	Hora de Finalización: 12:50 p.m.

Tabla 19. Datos del Aforo

Dato	Distancia (m)	Tiempo (s)	Velocidad (m/s)	Velocidad (Km/h)
1	30	2,37	12,66	46,0
2	30	3,08	9,74	36,0
3	30	2,00	15,00	54,0
4	30	2,06	14,56	53,0
5	30	2,90	10,34	38,0

6	30	3,11	9,65	35,0
7	30	2,07	14,49	53,0
8	30	2,19	13,70	50,0
9	30	2,72	11,03	40,0
10	30	2,59	11,58	42,0
11	30	2,01	14,93	54,0
12	30	1,88	15,96	58,0
13	30	2,24	13,39	49,0
14	30	2,00	15,00	54,0
15	30	2,67	11,24	41,0
16	30	2,41	12,45	45,0
17	30	2,37	12,66	46,0
18	30	2,35	12,77	46,0
19	30	2,06	14,56	53,0
20	30	1,94	15,46	56,0
21	30	1,92	15,63	57,0
22	30	1,84	16,30	59,0
23	30	2,04	14,71	53,0
24	30	2,39	12,55	46,0
25	30	2,35	12,77	46,0
26	30	2,22	13,51	49,0
27	30	1,99	15,08	55,0
28	30	2,10	14,29	52,0
29	30	2,05	14,63	53,0
30	30	2,30	13,04	47,0
31	30	1,76	17,05	62,0
32	30	2,21	13,57	49,0
33	30	2,17	13,82	50,0
34	30	2,24	13,39	49,0
35	30	2,30	13,04	47,0
36	30	2,34	12,82	47,0
37	30	2,25	13,33	48,0
38	30	2,74	10,95	40,0
39	30	1,88	15,96	58,0
40	30	1,69	17,75	64,0
41	30	2,10	14,29	52,0
42	30	2,52	11,90	43,0
43	30	2,08	14,42	52,0
44	30	2,54	11,81	43,0
45	30	2,36	12,71	46,0

46	30	1,96	15,31	56,0
47	30	2,05	14,63	53,0
48	30	1,52	19,74	72,0
49	30	2,06	14,56	53,0
50	30	1,88	15,96	58,0
51	30	2,66	11,28	41,0
52	30	2,92	10,27	37,0
53	30	2,90	10,34	38,0
54	30	2,50	12,00	44,0
55	30	2,82	10,64	39,0
56	30	2,32	12,93	47,0
57	30	2,34	12,82	47,0
58	30	2,44	12,30	45,0
59	30	2,76	10,87	40,0
60	30	2,46	12,20	44,0
61	30	2,89	10,38	38,0
62	30	2,73	10,99	40,0
63	30	2,25	13,33	48,0
64	30	2,47	12,15	44,0
65	30	2,90	10,34	38,0
66	30	2,78	10,79	39,0
67	30	1,82	16,48	60,0
68	30	1,91	15,71	57,0
69	30	2,79	10,75	39,0
70	30	2,49	12,05	44,0
71	30	2,44	12,30	45,0
72	30	1,83	16,39	60,0
73	30	2,38	12,61	46,0
74	30	1,78	16,85	61,0
75	30	2,77	10,83	39,0
76	30	2,83	10,60	39,0
77	30	2,75	10,91	40,0
78	30	2,15	13,95	51,0
79	30	2,46	12,20	44,0
80	30	1,74	17,24	63,0
81	30	2,45	12,24	45,0
82	30	2,27	13,22	48,0
83	30	2,40	12,50	45,0
84	30	1,80	16,67	60,0
85	30	2,27	13,22	48,0

86	30	2,12	14,15	51,0
87	30	2,23	13,45	49,0
88	30	1,96	15,31	56,0
89	30	2,69	11,15	41,0
90	30	2,04	14,71	53,0
91	30	2,28	13,16	48,0
92	30	1,93	15,54	56,0
93	30	1,87	16,04	58,0
94	30	2,16	13,89	50,0
95	30	2,29	13,10	48,0
96	30	2,00	15,00	54,0
97	30	2,13	14,08	51,0
98	30	2,25	13,33	48,0
99	30	2,45	12,24	45,0
100	30	2,20	13,64	50,0

Distribución de frecuencias

Tabla 20. Tratamiento de Datos

	Valores	Valores Redondeados
n	100	100
Xmax	72	72
Xmin	35	35
R	37	37
m	7,6	8
A	4,87	5
R'	40	40
Xmin	33	
Xmax	73	

Tabla 21. Distribución de Frecuencias

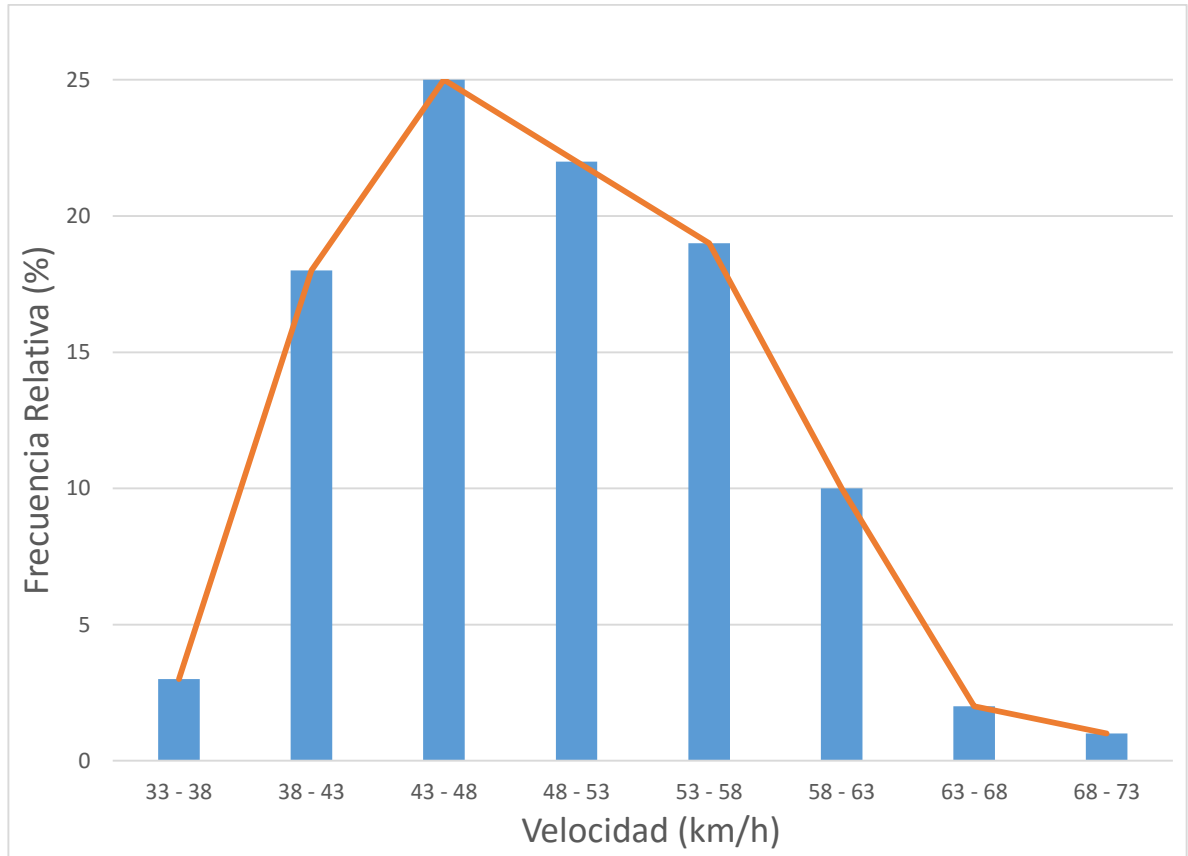
No. Intervalo	X_{i-1}	X_i	X_i'	f_i	H_i (%)	F_i	H_i
1	33	38	35,5	3	3	3	3
2	38	43	40,5	18	18	21	21
3	43	48	45,5	25	25	46	46
4	48	53	50,5	22	22	68	68
5	53	58	55,5	19	19	87	87
6	58	63	60,5	10	10	97	97
7	63	68	65,5	2	2	99	99
8	68	73	70,5	1	1	100	100
				100	100		

Tabla 22. Clasificación por percentiles de las velocidades observadas

Percentil	15	50	85	98
	Vmínima (Km/h)	Vmedia (Km/h)	Voperación (Km/h)	Vmáxima (Km/h)
	41	49	57	66

Representación Gráfica de los Datos

Histograma



5. Estudio de Congestionamiento

La congestión es un término común utilizado por las personas en relación a la movilidad vehicular. El diccionario de la Lengua Española la define como acción y efecto de congestionar o congestionarse.

Según J. Ortúzar y L. Willumsen puntualizan que surge la congestión en condiciones en que la demanda se acerca a la capacidad de la infraestructura transitada y el tiempo de tránsito aumenta a un valor muy superior al que rige en condiciones de baja demanda. De manera más explícita considero que la congestión vehicular se produce cuando la infraestructura (capacidad) de la vía no es la suficiente para el número de vehículos que circulan por esta.

Las consecuencias a raíz de la congestión vehicular conllevan a tener problemas en la carretera y efectos no tan favorables, tales como:

- Demoras y retrasos.
- Pérdida del tiempo de los usuarios (conductor y pasajero).
- Los tiempos de viaje siempre serán variables.
- Gasto injustificado de combustible y desgaste en los vehículos.
- Problemas psicológicos (estrés e impotencia).
- Dificultad para circulación en caso de una situación de emergencia.
- Accidentes en la vía.

Además estos efectos conllevan a generar dificultades secundarias a las personas en diferentes aspectos como en el trabajo, el estudio, vida personal, problemas de

salud, mantenimiento en el vehículo, entre otros. O también a la contaminación en el aire y contaminación auditiva.

A partir de la observación en la vía de estudio evidenció que esta no posee mayores problemas en congestión vehicular y que los vehículos circulan sin dificultad; y se ratifica con los valores obtenidos del factor de hora punta (FHP) en los diferentes casos, los cuales fueron mayores o iguales a 0,88; esto indica que la concentración del volumen de tránsito en un periodo corto dentro de la hora pico es baja.

Según el Highway Capacity Manual (HCM) reporta que para autopistas, en condiciones ideales, la capacidad máxima es 2000 vehículos/hora/carril, y según los valores que obtuve el mayor número de vehículos que circulan en la vía de estudio por carril es 824 veh/hora/carril; por tanto me confirma que el comportamiento de la vía según la capacidad máxima permitida es óptima y eficiente para los vehículos que transitan.

CONCLUSIONES

A partir del estudio de volúmenes de tránsito en el primer aforo vehicular observé que:

El volumen total de vehículos en la calzada es de 1476, donde el 54% (803 vehículos) circulan por el carril de norte a sur y el 46% (673 vehículos) transitan de sur a norte.

Los vehículos que más circulan de norte a sur son las motocicletas con un total de 457 (57%) y de menor tránsito son los tractores con 13 (2%); y en el sentido de sur a norte el comportamiento es igual, siendo las motocicletas las de mayor circulación con un acumulado de 398 (59%) y los tractores los de menor tránsito con un valor de 10 (1%).

La tasa de flujo máxima (q) en sentido norte a sur en los periodos de tiempo de 15 minutos fue de 218 vehículos con un factor de hora punta (FHP) de 0,92, esto me indica que la concentración del volumen de tránsito en un periodo corto dentro de la hora es baja; mientras que en el sentido sur a norte la tasa de flujo máxima (q) fue de 191 vehículos con un factor de hora punta (FHP) de 0,88, lo cual percibe que la concentración del volumen de tránsito en un periodo corto dentro de la hora es baja.

Respecto al segundo aforo vehicular encontré que:

El volumen total de vehículos en la calzada es de 1594, donde el 52% (824 vehículos) circulan por el carril de norte a sur y el 48% (770 vehículos) transitan de sur a norte.

Los vehículos que más circulan de norte a sur son las motocicletas con un total de

528 (64%) y de menor tránsito son los tractores con 6 (1%); y en el sentido de sur a norte el comportamiento es igual, siendo las motocicletas las de mayor circulación con un acumulado de 480 (62%) y los tractores los de menor tránsito con un valor de 14 (2%).

La tasa de flujo máxima (q) en sentido norte a sur en los periodos de tiempo de 15 minutos fue de 219 vehículos con un factor de hora punta (FHP) de 0,94, esto me indica que la concentración del volumen de tránsito en un periodo corto dentro de la hora es baja; mientras que en el sentido sur a norte la tasa de flujo máxima (q) fue de 218 vehículos con un factor de hora punta (FHP) de 0,88, lo cual percibe que la concentración del volumen de tránsito en un periodo corto dentro de la hora es baja.

El comportamiento vehicular en los dos aforos es similar; es decir, según la cantidad de vehículos que transitan se clasifican de mayor flujo a menor flujo de la siguiente manera: motocicletas, automóviles, city safari, buses, camiones y tractores. Percibí que el porcentaje de motocicletas que circulan es aproximadamente tres veces mayor al de los automóviles.

Teniendo en cuenta el estudio de velocidades hallé lo siguiente:

Para la Dharan Biratnagar Road la velocidad mínima es de 41 km/h, la velocidad media de 49 km/h, la velocidad de operación de 57 km/h y velocidad máxima de 66 km/h.

La velocidad más baja que encontré durante el estudio de los 100 vehículos (50 carros, 50 buses) fue de 35 Km/h y la velocidad más alta fue de 72 Km/h. También es importante recalcar que las velocidades que más se repite para el tramo esta entre el intervalo de 43 y 48 km/h con una frecuencia de 25 veces.

Según el Manual de Carreteras de Nepal la vía está diseñada para que los vehículos circulen a una velocidad máxima de 120 km/h, el estudio indica que esta velocidad es de 66 km/h; es decir, el tránsito de vehículos se puede considerar apto y seguro de acuerdo al manual y a las condiciones que presta la vía.

En base al estudio de congestionamiento inferí que la vía no posee mayores problemas en congestión vehicular y que los vehículos circulan sin dificultad; esto lo ratifico con los valores que obtuve del factor de hora punta (FHP) en los diferentes casos, los cuales fueron mayores o iguales a 0,88; lo cual indica que la concentración del volumen de tránsito en un periodo corto dentro de la hora pico es baja.

Por otra parte, en la ciudad no existe transporte público formal (taxi o bus), el comportamiento de los peatones y conductores en las calles y carreteras no es tan bueno, no existe demarcación de carriles, hay carencia de señales de tránsito e iluminación en las vías, la vegetación u obstáculos en la carretera dificulta la circulación de los vehículos, existe desorden en la vía ya que estacionan los vehículos en cualquier lugar, el pavimento y el sistema de drenaje de algunas vías es defectuoso, varios andenes peatonales no están en buen estado, por tanto los peatones presentan problemas en su movilización, puesto que no cuentan con una infraestructura adecuada que les brinde seguridad y protección.

RECOMENDACIONES

Desarrollar programas de enseñanza y educación sobre el comportamiento, deberes y normas que debe tener un conductor y un peatón en la vía.

Realizar campañas publicitarias del buen comportamiento en la vía tales como: colocando vallas en la ciudad, entregando folletos o cuadernillos, mostrando videos por tv, reproducir audios en las estaciones radiales, dando un curso en escuelas, colegios y Universidades.

Diseñar y ejecutar un proyecto donde vincule la construcción de una terminal de transporte y el servicio público formal dentro de la ciudad.

Hacer la demarcación de carriles y calzadas vehiculares.

Colocar señalización en las vías de la ciudad.

Mejorar la iluminación donde exista carencia de esta, para brindar buena visibilidad a los conductores en las horas de la noche.

Realizar con frecuencia el mantedamiento a la vegetación que se encuentra cerca de la vía para evitar el crecimiento de esta, ya que dificulta la visión de los conductores.

Ejercer constante vigilancia en las vías y evitar presencia de obstáculos, escombros o cualquier otro elemento.

Prohibir el estacionamiento de vehículos sobre la vía para lograr una mejor movilidad.

Restaurar o construir aceras peatonales en las calles para la circulación segura de peatones.

Realizar mantenimiento al pavimento de las vías en la ciudad para que la capa de rodadura sea adecuada y segura para los usuarios. Pavimentar las vías que son de difícil circulación para los vehículos.

Restaurar y mejorar el sistema de drenaje en diferentes sectores donde es deficiente y genera problemas a la población.

BIBLIOGRAFÍA

BuddhaAir, «Buddha Air,» 30 Agosto 2017. [En línea]. Available: <https://www.buddhaair.com/>.

NepalAirlines, «Nepal Airlines,» 30 Agosto 2017. [En línea]. Available: <http://www.nepalairlines.com.np/home>.

SitaAir, «Sita Air,» 31 Agosto 2017. [En línea]. Available: <http://www.sitaair.com.np/>.

YetiAirlines, «Yeti Airlines,» 31 Agosto 2017. [En línea]. Available: <https://www.yetiairlines.com/>.

R. Cal y Mayor y J. Cárdenas, Ingeniería de Tránsito, 7 ed., México, D. F.: Ediciones Alfaomega, 1994.

National Research Council, Transportation Research Board, Highway Capacity Manual, Washington, D.C., 2000.

Real Academia Española, Diccionario de la Lengua Española, Madrid, 2001.

J. d. D. Ortúzar y L. Willumsen, Modelling Transport, Chichester, Reino Unido: Wiley, 1994.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe, «La congestión del tránsito urbano: causas y consecuencias económicas y sociales,» *CEPAL*, p. 13, 2002.

Ministry of Physical Infrastructure & Transport, Department of Roads, *Nepal Road Standard 2070*, Kathmandu, 2013.

MINISTERIO DE TRANSPORTE, INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS, *Manual de Diseño Geométrico de Carreteras*, Bogotá D.C., 2008.

Anexo B. Laboratorios de Ingeniería Civil en la Institución Eastern College of Engineering

INTRODUCCIÓN

El presente informe describe un estudio general y reconocimiento de los equipos de laboratorio presentes en el Departamento de Ingeniería Civil de la institución Eastern College of Engineering. Esta investigación la desarrollé para conocer los equipos que tiene el Departamento e identificar su uso principal, funciones generales e indicar el estado de operatividad, con el fin de dar una buena implementación y tener claro un inventario de los mismos.

Para los estudiantes de Ingeniería Civil es importante que su Departamento cuente con equipos y aparatos de medición de buena tecnología que permitan estar a la altura del desarrollo de la carrera; conocer su uso y funciones y aplicarlos desde el campo de la investigación para luego poder dar soluciones o realizar estudios reales para favorecer las necesidades de la sociedad, en especial contribuir al desarrollo del país.

Poder contar en una institución educativa con un laboratorio, permite la realización de proyectos pilotos, soporte en las asignaturas de pregrado y posgrado y a futuro la prestación de asesorías externas en la realización de pruebas lo cual daría un reconocimiento más alto a la institución, brindaría oportunidades de empleo y adquisición de recursos para lograr un mejor crecimiento y apoyo para los estudiantes y docentes.

OBJETIVOS

Objetivo General

Conocer los laboratorios de Ingeniería Civil en la institución.

Objetivos Específicos

- Identificar los equipos, aparatos, instrumentos y demás elementos en los diferentes laboratorios de Ingeniería Civil.
- Investigar el uso y la función principal de las máquinas y aparatos en cada laboratorio.
- Indicar el estado de funcionamiento de las máquinas o equipos de laboratorio encontrados.

LABORATORIOS DE INGENIERÍA CIVIL

La institución Eastern College of Engineering en el Departamento de Ingeniería Civil cuenta con diferentes laboratorios en sus áreas de estudios; estos están organizados así:

- Laboratorio de Concreto
- Laboratorio de Mecánica de Suelos
- Laboratorio de Resistencia de los Materiales
- Laboratorio de Estructuras
- Laboratorio de Ingeniería de Transporte
- Laboratorio de Recursos Hídricos

Cada uno de estos laboratorios posee equipos, maquinas e instrumentos; los cuales ayudan, fortalecen y apoyan para el desarrollo de las diferentes prácticas que se realizan con los estudiantes. De igual manera estos laboratorios contribuyen a los docentes y estudiantes para desarrollar proyectos de investigación. La ubicación de cada aparato en los laboratorios está de la siguiente manera:

Laboratorio de Concreto

Nombre	Unidades
Los Angeles Abrasion Test Apparatus (Eascoll-LAATA-02)	2
	

Ensayo: Prueba de abrasión de los agregados.

Función principal: Determinar la resistencia a la abrasión del agregado.

Estado de la máquina: Sí funciona.

Nombre	Unidades
Compression Testing Machine Hand Operated (Eascoll-AMU-01)	1
	

Ensayo: Prueba de compresión.

Función principal: Determinar la resistencia a la compresión de cemento y concreto o materiales similares.


Estado de la máquina: Sí funciona.

Nombre	Unidades
Vibrating Table (Eascoll-VT-01)	1
	

Ensayo: Prueba de compactación.

Función principal: Realizar compactación del hormigón de cemento.

Estado de la máquina: Sí funciona.

Nombre	Unidades
Universal Testing Machine (Eascoli-UTM-01)	1
	

Ensayo: Prueba de compresión y tracción.

Función principal: Determinar la resistencia de diversos tipos de materiales.


Estado de la máquina: Sí funciona.

Nombre	Unidades
Tensile Strength Test Apparatus (Eascoli-TSTA-01)	1
	

Ensayo: Prueba de tracción.

Función principal: Determinar la resistencia a la tracción de los materiales.

Estado de la máquina: Sí funciona.

Nombre	Unidades
Flexural Testing Machine (Eascol-FTMM-01)	1
	

Ensayo: Prueba de flexión.

Función principal: Determinar la resistencia a la flexión de los materiales.

Estado de la máquina: No funciona.

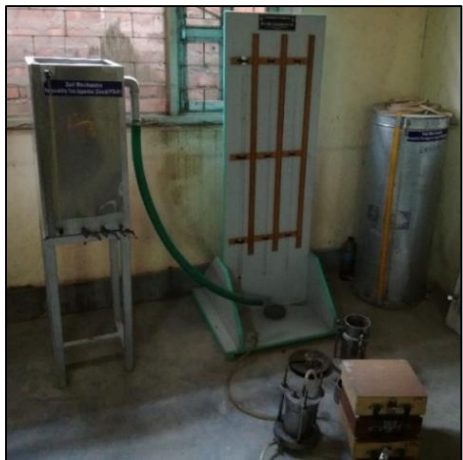
Laboratorio de Mecánica de Suelos

Nombre	Unidades
Direct Shear Test Machine (Eascoli-DSTM-02)	2
	

Ensayo: Prueba de corte directo.

Función principal: Determinar la resistencia de una muestra de suelo.


Estado de la máquina: Sí funciona.

Nombre	Unidades
Permeability Test Apparatus (Eascoli PTA-01)	1
	

Ensayo: Prueba de permeabilidad.

Función principal: Determinar la permeabilidad en suelos.

Estado de la máquina: Sí funciona.

Nombre	Unidades
CBR Test Apparatus (Eascol-CBR-01)	2
	

Ensayo: Prueba California Bearing Ratio (CBR).

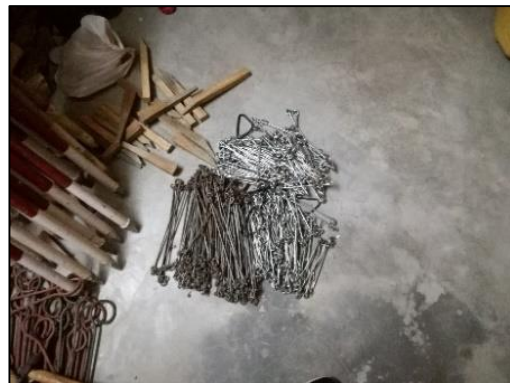
Función principal: Determinar la capacidad de soporte de suelos.

Estado de la máquina: Sí funciona.

Otros Instrumentos



Sección de Topografía



La Topografía es definida como el conocimiento y las técnicas utilizadas para especificar, describir y delinear la superficie de un terreno.

- Teodolito

El teodolito es un aparato usado para medir ángulos verticales y principalmente ángulos horizontales, este tiene medición mecánico óptico.

- Estación Total

La estación total es una composición de un teodolito electrónico y un equipo de de topografía para medir distancia electromagnética. De igual manera, cuenta con un sistema de almacenamiento y un microprocesador. El instrumento se puede utilizar para medir ángulos horizontales y verticales, así como la distancia de inclinación del objeto al instrumento.

- Tripode

Un trípode es un instrumento que tiene tres pies, este se usa de soporte para otros dispositivos o instrumentos. Al final de cada pie cuenta con una punta con la finalidad de que pueda ser enterrado en la tierra.

- Prisma

Es un objeto circular constituido por una serie de cristales con el propósito de reflejar la señal emitida por un teodolito o una estación total. La distancia o trayectoria desde el dispositivo al prisma se evalúa en función del tiempo que tarda en pasar y volver al transmisor.

- Cinta Métrica

La cinta métrica es un instrumento que es usado para la medición de distancias (instrumento manual).

- Entre otros.

Laboratorio de Resistencia de los Materiales

Nombre	Unidades
Combined Rockwell & Hardness Tester Apparatus (Eascoli-CRHTA-01)	1
	

Ensayo: Prueba de dureza Rockwell.

Función principal: Determinar la dureza (resistencia) de un material.


Estado de la máquina: Sí funciona.

Nombre	Unidades
Sieve Shaker (Eascoli-SSM-02)	2
	

Ensayo: Prueba de análisis granulométrico.

Función principal: Separar partículas sólidas de diferentes tamaños.

Estado de la máquina: Sí funciona.

Nombre	Unidades
Charpy Test Apparatus (Eascoll-CTA-02)	2
	

Ensayo: Prueba de impacto.

Función principal: Determinar la tenacidad de un material.

Estado de la máquina: Sí funciona.

Nombre	Unidades
Digital Torsion Testing Machine (Eascoll-DTTM-01)	1
	

Ensayo: Prueba de torsión.

Función principal: Determinar el comportamiento de materiales sometidos a cargas de giro.

Estado de la máquina: Sí funciona.

Otros Instrumentos



Laboratorio de Estructuras

Nombre	Unidades
Simple Supported Beam Apparatus (Eascoli-SSBA-02)	2
	

Ensayo: Prueba de deflexión de la viga.

Función principal: Determinar las deflexiones y reacciones en vigas simplemente soportadas.

Estado de la máquina: Sí funciona.

Nombre	Unidades
Portal Frame Apparatus (Eascoll-PF-02)	2
	

Ensayo: Prueba de pórtico estructural.

Función principal: Examinar las reacciones horizontales y los momentos de fijación.

Estado de la máquina: Sí funciona.

Nombre	Unidades
Two Hinged Arch Apparatus (Eascoll-THA-03)	3
	

Ensayo: Prueba de dos instrumentos de arco articulado.

Función principal: Determinar el empuje axial causado por una carga.

Estado de la máquina: Sí funciona.

Nombre	Unidades
Elastic Properties of Deflect Beam App. (Eascoli-EPDBA-01)	1
	

Ensayo: Prueba de deflexión de la viga.

Función principal: Determinar las propiedades elásticas de la deflexión de la viga.

Estado de la máquina: Sí funciona.

Otros Instrumentos



Laboratorio de Ingeniería de Transporte


Nombre	Unidades
Skid Resistance Test (Eascol-SRT-01)	1



Ensayo: Prueba de resistencia al deslizamiento.

Función principal: Determinar las propiedades de fricción de la superficie de ensayo.

Estado de la máquina: Sí funciona.


Nombre	Unidades
Ductility Test Apparatus (Eascoli-DTA-01)	1
	

Ensayo: Prueba de ductilidad.

Función principal: Determinar la ductilidad del asfalto.

Estado de la máquina: No funciona.

Laboratorio de Recursos Hídricos

Nombre	Unidades
Center of Pressure Apparatus (Eascoli-CP-01)	2
	

Ensayo: Prueba de centro de presión.

Función principal: Calcular la fuerza hidrostática que un fluido ejerce sobre una superficie sumergida.

Estado de la máquina: Sí funciona.

Nombre	Unidades
Weir / Notch Apparatus (Eascoll-W/N-A-01)	1
	

Ensayo: Prueba de vertedero.

Función principal: Medir el caudal volumétrico en corrientes de agua.

Estado de la máquina: Sí funciona.

Nombre	Unidades
Open Channel Flow (Eascoli-OCF-01)	1



Ensayo: Prueba de canal a flujo libre.

Función principal: Analizar el flujo en diferentes condiciones.

Estado de la máquina: Sí funciona.


Nombre	Unidades
Apparatus for Determination of Head in Pipe Flow (Eascoli-HLPF-01)	1



Ensayo: Prueba para la determinación de la cabeza de flujo.

Función principal: Determinar la cabeza de flujo de un fluido.


Estado de la máquina: Sí funciona.

Nombre	Unidades
Impact of Jet Apparatus (Eascoll-IJA-01)	1
	

Ensayo: Prueba de impacto de chorro.

Función principal: Determinar las fuerzas producidas por un chorro de agua que golpea una superficie.

Estado de la máquina: Sí funciona.

Nombre	Unidades
Apparatus for Verification of Bernoulli's (Eascoli-VBT-01)	1
	

Ensayo: Prueba de Bernoulli.

Función principal: Describir el comportamiento de un líquido que se mueve a lo largo de una corriente de agua.


Estado de la máquina: Sí funciona.

Nombre	Unidades
Flow Through Edged Orifice (Eascoli-FTO-02)	2
	

Ensayo: Prueba de flujo a través de un orificio.

Función principal: Medición de flujo.

Estado de la máquina: Sí funciona.

Nombre	Unidades
Flow Through Edged Orifice (Eascoli-FTO-02)	2
	

Ensayo: Prueba de viscosidad.

Función principal: Determinar la viscosidad de un fluido.

Estado de la máquina: Sí funciona.

CONCLUSIONES

- El Departamento de Ingeniería Civil de la institución Eastern College of Engineering tiene en total seis (6) laboratorios.
- Los laboratorios de la institución son: laboratorio de Concreto, laboratorio de Mecánica de Suelos, laboratorio de Resistencia de los Materiales, laboratorio de Estructuras, laboratorio de Ingeniería de Transporte y laboratorio de Recursos Hídricos.
- En cada laboratorio hay aparatos, máquinas e instrumentos certificados y avalados para garantizar el desarrollo de pruebas de ensayo en las diferentes materias.
- Investigué y presenté la función principal y el ensayo para el cual es usado cada aparato y máquina de los laboratorios.
- Indagué e indiqué el estado de operatividad o funcionamiento de los equipos y aparatos de los laboratorios.

BIBLIOGRAFÍA

Matest, «Matest Mateial Testing Equipment,» [En línea]. Available: <http://www.matest.com/en/> . [Último acceso: 7 Agosto 2017].

Aimil, «Aimil Ltd Mohan Cooperative Industrial Estate,» [En línea]. Available: <https://www.indiamart.com/aimil/>. [Último acceso: 10 Agosto 2017].

M. Edpal, «Mars EdPal Instrument Pvt,» [En línea]. Available: <http://www.marsedpal.com/>. [Último acceso: 5 Agosto 2017].

U. P. d. Valencia, «Universidad Politecnica de Valencia,» [En línea]. Available: <https://riunet.upv.es/>. [Último acceso: 7 Agosto 2017].

T. d. M. y. Metalografía, «Tecnimetal,» [En línea]. Available: <http://www.tecnimetalsa.com/>. [Último acceso: 10 Agosto 2017].

TecEquipment, «TecEquipment Academia,» [En línea]. Available: <https://www.tecequipment.com/>. [Último acceso: 10 Agosto 2017].