PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA CIVIL

DISERTACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

ANÁLISIS DE LA DEMANDA Y CAPACIDAD VIAL PARA LOS ACCESOS VEHICULARES DE LA PUCE- SEDE NAYÓN

AUTORES:

MARÍA CRISTINA ENRÍQUEZ VITERI

EVELYN LIZETH LÓPEZ CEVALLOS

DIRECTOR: ING. FREDI PAREDES

QUITO, 2019

AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente a Dios por todas las bendiciones que me ha dado a lo largo de mi vida, por ser mi guía en esta meta protegiéndome junto a mis tres angelitos Aida, Galo y Rosario que siempre caminan conmigo.

A mi mami, Gioconda Viteri, por todo el sacrificio, el apoyo incondicional dándome siempre todo sin pedir nada a cambio, gracias por ayudarme a alcanzar este sueño.

A mis abuelitos, Mario y Ligia, por su amor incondicional abriéndome siempre las puertas de su casa cerca de la Universidad, lo que me permitió compartir y unirme más a ellos a largo de esta carrera.

A mi director de tesis Ing. Fredi Paredes por guiarme con sus conocimientos con palabras llenas de sabiduría que fueron precisas para aconsejarme académica y personalmente. Gracias a mis correctores Ing. Guillermo Flores y Ing. Juan Merizalde por su tiempo y conocimiento brindado, fueron de gran ayuda para esta disertación.

Por último, agradezco a todos mis amigos que me acompañaron a lo largo de esta gran etapa especialmente a mi compañera de tesis Evelyn López por su dedicación para alcanzar esta meta juntas.

María Cristina Enríquez Viteri

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y a la Auxiliadora por ser mis guías dándome la sabiduría y la fuerza para continuar en cada paso de mi vida.

A mi mami Consuelo por ser mi mejor amiga enseñándome a ser una mujer fuerte y valiente, brindándome el amor y el apoyo incondicional en todo momento para salir adelante y alcanzar mis metas.

A mis hermanas, Daniela y Fernanda, por su amor y compañía incondicional durante cada paso, enseñándome a levantar y avanzar hacia adelante.

A mi novio, Bryan, por creer en mí y siempre apoyarme día a día alentándome a cumplir con mis sueños.

A mis amigos por su amistad y consejos, con quienes compartí grandes momentos.

A la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, a todos los profesores que nos han impartido todos sus conocimientos. A nuestro director Ing. Fredi Paredes y a nuestros correctores Ing. Guillermo Flores e Ing. Juan Merizalde por todo el tiempo, consejos y guías que nos han brindado en este último paso.

Evelyn Lizeth López Cevallos

DEDICATORIA

Esta disertación le dedico especialmente a mi mamá Gioconda Viteri que siempre confió en mi por eso este logro es para ti. Gracias por estar cuando más te he necesitado apoyándome en todo, eres una madre incondicional. Nunca podre pagarte todo lo que has hecho por mi, eres lo mas importante en mi vida.

Te amo mami

María Cristina Enríquez Viteri

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico a mi mami Consuelo Cevallos y a mis hermanas Daniela y Fernanda López, por todo su esfuerzo, su apoyo y compañía impidiendo que me rindiera, pero principalmente por ser el motor de mi vida y por inspirarme a llegar tan lejos.

Evelyn Lizeth López Cevallos

Resumen

Es indispensable que las instituciones de educación superior, incluyendo las universidades, consideren su influencia dentro de la movilidad tomando en cuenta la demanda y la capacidad vial de sus alrededores. En un contexto de demanda creciente de educación superior en el país y en el Distrito Metropolitano de Quito las decisiones sobre localización son asuntos de vital importancia.

Las universidades tienen que localizarse en lugares estratégicos donde los estudiantes, docentes y administrativos puedan acceder fácilmente a sus instalaciones, mediante rutas asequibles para vehículos privados y públicos. Hoy en día, varias instituciones superiores generan alto flujo vehicular en las vías de acceso produciendo que la infraestructura vial no sea adecuada para su demanda.

En el presente trabajo de disertación se analizará, tramo por tramo, la capacidad de las vías de acceso vehicular del nuevo campus de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador en Nayón para una demanda futura.

Con ayuda del Volumen 3 sobre el Flujo Interrumpido de la Quinta Edición del Manual de Capacidad Vial (HCM 2010), se determinará y evaluará el nivel de servicio y el flujo de saturación de los siguientes tramos: Calle Quito, Calle Pedro Brunning, Calle 19 de Octubre, Avenida Eugenio Espejo (Miravalle - Rancho San Francisco), Avenida Eugenio Espejo (Rancho San Francisco – Av. Manuela Sáenz), Avenida Manuela Sáenz (Eugenio Espejo - PUCE) y Avenida Manuela Sáenz (PUCE - Reservorio).

En este estudio se determinará mediante encuestas una muestra de la demanda futura de la PUCE Sede Nayón, considerando que ésta se transfiera a su nuevo campus.

Objetivos

Objetivo General

Analizar la demanda y definir la capacidad vial actual para los accesos de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador en Nayón.

Objetivos Específicos

- Determinar el nivel de servicio actual y la tasa de flujo de saturación de los accesos de la PUCE de Nayón.
- Determinar que rutas tomarían esos estudiantes, dependiendo del sector donde viven, para llegar a la PUCE de Nayón.
- Determinar las rutas más concurridas que permitan el aproximamiento al nuevo campus.
- Determinar los posibles medios de transporte a utilizar por la comunidad universitaria.
- Evaluar si las rutas de accesos de la PUCE-Nayón poseen las capacidades óptimas para soportar la demanda de la comunidad universitaria.
- Establecer propuestas de solución de las vías de accesos para la demanda futura.

Índice

Índice Ilustraciones 4

Índice Tablas..... 5

Índice Ecuaciones..... 8

1. Antecedentes 9

1.1. Distrito Metropolitano de Quito 9

1.1.1. Descripción..... 9

1.1.2. Población 10

1.1.3. Parroquias del DMQ 10

1.2. Nayón 13

1.2.1. Origen..... 14

1.2.2. Población 15

1.2.3. Situación Socio-Económica..... 17

1.2.4. Vías de acceso 17

1.2.5. Transporte Público..... 20

1.3. Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE)..... 20

1.3.1. Historia..... 20

1.3.2. Campus Universitario Quito 22

1.3.3. Campus PUCE Nayón..... 23

1.3.3.1. Ubicación 25

2. **Técnicas de Investigación** 26

2.1. Manual de Capacidad Vial (2010) 26

2.2. Tipos de Infraestructura Vehicular 27

2.3. Capacidad y Nivel de Servicio 28

2.4. Infraestructura Vial - Urbana 31

2.4.1. Metodología del Modelo de Automóviles 32

2.4.1.1. Paso 1: Velocidad de flujo libre 32

2.4.1.2. Paso 2: Velocidad de Viaje 33

2.4.1.3. Paso 3: Tasa de Parada en el Espacio 34

2.4.1.4. Paso 4: Nivel de Servicio 34

2.4.2. Tasa de Flujo de Saturación 36

2.5. Muestreo 40

3. Aplicación de las Técnicas de Investigación de la demanda y capacidad vial para los accesos vehiculares de la PUCE- Sede Nayón 42

3.1. Técnicas para el Estudio de la Demanda Futura de la PUCE 42

3.1.1. Encuesta Universitaria 42

3.1.1.1. Encuesta piloto 43

3.1.1.2. Encuesta definitiva 44

3.1.2. Encuesta Colegios 44

3.1.2.1. Encuesta definitiva 45

3.2. Tamaño de la Muestra Universitaria 46

3.3. Tamaño de la Muestra Colegios 48

3.4. Presentación de Resultados 48

3.4.1. Encuestas PUCE 49

3.4.2. Encuestas Colegios 57

3.4.3. Parroquias donde viven los Miembros de la PUCE 65

3.4.4. División de las Parroquias según los Accesos Vehiculares 69

3.4.5. Demanda de Vehículos Livianos 72

3.4.6. HCM 2010 73

3.4.6.1. Calle Quito 74

3.4.6.2. Calle Pedro Brunning 77

3.4.6.3. Calle 19 de Octubre 79

3.4.6.4. Calle Eugenio Espejo (Miravalle - Rancho San Francisco) 82

3.4.6.5. Calle Eugenio Espejo (Rancho San Francisco – Av. Manuela Sáenz) 84

3.4.6.6. Calle Manuela Sáenz (Eugenio Espejo - PUCE) 87

3.4.6.7. Calle Manuela Sáenz (PUCE - Reservorio) 90

3.5. Análisis de Escenarios 93

3.5.1. Escenario 1: Caso Actual 93

3.5.2. Escenario 2: Construcción Troncal Metropolitana 99

4. Conclusiones y Recomendaciones 104

5. Bibliografía 109

6. Anexos 113

Índice Ilustraciones

Ilustración 1: Distrito Metropolitano de Quito – Mapa de División Política Administrativa *12*

Ilustración 2:Límites de la Parroquia de Nayón *14*

Ilustración 3: Población Según Censos (Parroquial) *16*

Ilustración 4: Vías de Acceso a Nayón *19*

Ilustración 5: PUCE Sede Quito *22*

Ilustración 6: Mapa del Campus PUCE Nayón *24*

Ilustración 7: Accesos PUCE Nayón *25*

Ilustración 8: Tipos de Infraestructura para Vehículos *28*

Ilustración 9: Niveles de Servicio en Condiciones de Circulación Continua *31*

Ilustración 10: Metodología del Modelo de Automóviles para la Infraestructura de Calles Urbanas *32*

Ilustración 11: Número de Estudiantes, Docentes y Administrativos *43*

Ilustración 12: Consideración de Vivienda en Nayón *49*

Ilustración 13: Uso de Buseta o Bus Universitario para la Sede Nayón *50*

Ilustración 14: Costo Mensual de Transporte Universitario *50*

Ilustración 15: Frecuencia de Modo de Transporte "Casi Siempre" *52*

Ilustración 16: Frecuencia de Modo de Transporte "Algunas Veces" *53*

Ilustración 17: Frecuencia de Modo de Transporte "Rara Vez" *54*

Ilustración 18: Frecuencia de Modo de Transporte "Nunca" *55*

Ilustración 19: Sede Nayón- Obstáculo para Trabajar o Estudiar *56*

Ilustración 20: Problemas para Estudiar o Trabajar en el Campus Sede Nayón *56*

Ilustración 21: Consideración de Estudiar en la PUCE *57*

Ilustración 22: Consideración de Estudiar en la PUCE Sede Nayón *58*

Ilustración 23: Número de Encuestados por Parroquias Rurales (Colegios) *58*

Ilustración 24: Número de Encuestados por Parroquias Urbanas (Colegios)..... *59*

Ilustración 25: Frecuencia de Modo de Transporte "Casi Siempre" - Colegios..... *61*

Ilustración 26: Frecuencia de Modo de Transporte "Algunas Veces" - Colegios..... *62*

Ilustración 27: Frecuencia de Modo de Transporte "Rara Vez" - Colegios..... *63*

Ilustración 28: Frecuencia de Modo de Transporte "Nunca" - Colegios..... *64*

Ilustración 29: Número de Encuestados por Parroquias Urbanas (2010)..... *65*

Ilustración 30: Número de Encuestados por Parroquias Rurales (2010)..... *66*

Ilustración 31: Porcentaje de Encuestados por Parroquias Rurales (2018)..... *67*

Ilustración 32: Porcentaje de Encuestados por Parroquias Urbanas (2018) *68*

Ilustración 33: Vías de Acceso a la PUCE Sede Nayón..... *74*

Ilustración 34: Intercambiadores Troncal Metropolitana *102*

Ilustración 35: Mapa PUCE Sede Nayón - Avenida Troncal Metropolitana *103*

Índice Tablas

Tabla 1: Límites de Quito..... *9*

Tabla 2: Proyección De La Población Ecuatoriana, Por Años Calendario..... *10*

Tabla 3: Parroquias del DMQ *11*

Tabla 4: Límites Nayón *13*

Tabla 5: Proyección De La Población Ecuatoriana, Por Años Calendario..... *16*

Tabla 6: Horarios de Lunes a Vienes del Alimentador San Juan *20*

Tabla 7: Sedes PUCE..... *21*

Tabla 8: Criterio de Nivel de Servicio para Modelo de Transporte - Automóvil *36*

Tabla 9:Tasa de flujo de saturación base *37*

Tabla 10: Factor de ajuste por ancho de carriles..... *37*

Tabla 11: Grado de Aproximación *38*

Tabla 12: Tasa de Maniobra de Estacionamiento Adyacente *38*

Tabla 13: Factor de ajuste por utilización de carriles *39*

Tabla 14: Colegios Encuestados del DMQ *45*

Tabla 15: Análisis del Tamaño de la Muestra (2011) *46*

Tabla 16: Análisis del Tamaño de la Muestra (2019) *47*

Tabla 17: Análisis del Tamaño de la Muestra de Colegios *48*

Tabla 18: Número de Encuestados por Parroquias Rurales *66*

Tabla 19: Número de Encuestados por Parroquias Urbanas *67*

Tabla 20: Parroquias – Acceso Nayón (Av. Simón Bolívar – Av. Granados) *69*

Tabla 21: Parroquias - Acceso Cumbayá *70*

Tabla 22: Tiempos de Viaje para los accesos vehiculares de Nayón y Miravalle *71*

Tabla 23: Accesos Nayón-Miravalle *71*

Tabla 24: Vehículos Livianos según sus Accesos *72*

Tabla 25: Vehículos Livianos según sus Accesos – Hora Pico (7-9am) *73*

Tabla 26: Metodología del Modelo de Automóviles - Calle Quito *75*

Tabla 27: Tasa de Flujo de Saturación - Calle Quito *76*

Tabla 28: Metodología del Modelo de Automóviles – Calle Pedro Brunning *77*

Tabla 29: Tasa de Flujo de Saturación – Calle Pedro Brunning *78*

Tabla 30: Metodología del Modelo de Automóviles – Calle 19 de Octubre *79*

Tabla 31: Tasa de Flujo de Saturación – Calle 19 de Octubre (desde la Calle Quito hasta la Av. Manuela Sáenz) *80*

Tabla 32: Tasa de Flujo de Saturación – Calle 19 de Octubre (desde Av. Manuela Sáenz hasta la Calle Quito) *81*

Tabla 33: Metodología del Modelo de Automóviles – Calle Eugenio Espejo (Miravalle - Rancho San Francisco) *82*

Tabla 34: Tasa de Flujo de Saturación – Calle Eugenio Espejo (Miravalle - Rancho San Francisco)..... *83*

Tabla 35: Metodología del Modelo de Automóviles – Calle Eugenio Espejo (Rancho San Francisco – Av. Manuela Sáenz)..... *84*

Tabla 36: Tasa de Flujo de Saturación –Calle Eugenio Espejo (desde el Rancho Sanfrancisco hasta la Av, Manuela Sáenz) *85*

Tabla 37: Tasa de Flujo de Saturación – Calle Eugenio Espejo (desde la Av, Manuela Sáenz hasta el Rancho Sanfrancisco)..... *86*

Tabla 38: Metodología del Modelo de Automóviles – Calle Manuela Sáenz (Eugenio Espejo - PUCE) *87*

Tabla 39: Tasa de Flujo de Saturación – Calle Manuela Sáenz (desde Eugenio Espejo hasta PUCE)..... *88*

Tabla 40: Tasa de Flujo de Saturación – Calle Manuela Sáenz (desde PUCE hasta Eugenio Espejo)..... *89*

Tabla 41: Metodología del Modelo de Automóviles – Calle Manuela Sáenz (PUCE - Reservorio) *90*

Tabla 42: Tasa de Flujo de Saturación – Calle Manuela Sáenz (desde PUCE hasta Reservorio) *91*

Tabla 43: Tasa de Flujo de Saturación – Calle Manuela Sáenz (desde Reservorio hasta PUCE) *92*

Tabla 44: Niveles de Servicio para una Demanda Futura..... *96*

Tabla 45: Tasa de Saturación para una Demanda Futura *97*

Tabla 46: Características del Proyecto - Diseño horizontal *99*

Tabla 47: Características de las Estructuras proyectadas 100

Índice Ecuaciones

Ecuación 1: Velocidad de Flujo Libre 33

Ecuación 2: Velocidad de Viaje 33

Ecuación 3: Tasa de Parada en el Espacio..... 34

Ecuación 4: Tasa de Flujo de Saturación 37

Ecuación 5: Factor de ajuste para vehículos pesados..... 37

Ecuación 6: Factor de Ajuste por Pendiente del Acceso 38

Ecuación 7: Factor de Ajuste por Estacionamiento Adyacente..... 38

Ecuación 8: Factor de ajuste por bloqueo de buses que paran en el área del tramo.... 39

Ecuación 9: Muestra para Población Infinita..... 41

Ecuación 10: Muestra para Población Finita..... 41

1. Antecedentes

1.1. Distrito Metropolitano de Quito

El Distrito Metropolitano de Quito (DMQ), la capital de Ecuador, se encuentra a 2850 msnm (Quito Turismo , 2018). Ubicado al norte del país a las faldas de los volcanes Guagua y Ruco Pichincha que forman parte de a la cordillera occidental de los Andes Ecuatorianos. Quito con un área de 4183 km^2 (Prefectura de Pichincha, 2017) presenta los siguientes límites:

Tabla 1: Límites de Quito

Al norte	Provincia de Imbabura
Al sur	Cantones Rumiñahui y Mejía
Al este	Cantones Pedro Moncayo, Cayambe y Provincia de Napo
Al Oeste	Cantones Pedro Vicente Maldonado, Los Bancos y Provincia de Santo Domingo de Tsáchilas

Obtenido de: Prefectura de Pichincha, 2017

1.1.1. Descripción

Quito considerado como "Patrimonio Cultural de la Humanidad" por la UNESCO, se caracteriza por diversos atributos culturales y arquitectónicos como museos, iglesias, plazas, entre otras edificaciones coloniales. Esta ciudad se distribuye en tres zonas, siendo el Norte de Quito distinguido por sus edificaciones modernas que lo convierten en el centro comercial y financiero de la ciudad. Por otro lado, el Centro de Quito junta el lado colonial y artístico de la ciudad ofreciendo un ambiente cautivador de los siglos XVII y XVIII. En sus inicios, la estación de Chimbacalle sirvió como un eje de desarrollo industrial en el sur Quito, lo que generó un incremento en la inmigración rural desembocando en un crecimiento de barrios populares en la zona.

"En esta ciudad andina, el hombre no ha buscado imponerse a la naturaleza, sino que la ha utilizado para realizar una obra única en su género, en la que las construcciones religiosas, los edificios civiles y las artes plásticas forman un todo armonioso e indisoluble que testimonia una concepción unificada de las fuerzas humanas y naturales". (Quito cumple 38 años como Patrimonio Cultural de la Humanidad, 2016)

1.1.2. Población

La Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo presenta estimaciones y proyecciones de la población a nivel cantonal. Donde en el año 2020 prevé una población de 2,781,641 habitantes, siendo esto un incremento significativo con respecto al 2010.

Tabla 2: Proyección De La Población Ecuatoriana, Por Años Calendario

	PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN ECUATORIANA, POR AÑOS CALENDARIO									
Provincia-Cantón-Parroquia	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**
QUITO	2,365,973	2,412,427	2,458,900	2,505,344	2,551,721	2,597,989	2,644,145	2,690,150	2,735,987	2,781,641

Obtenido de: INEC-SEMPLADES, 2017

1.1.3. Parroquias del DMQ

En el Ecuador existe una división política de territorios de menor rango conocidos como parroquias. Existen dos tipos de parroquias, las parroquias urbanas que se encuentran delimitadas dentro de la ciudad principal que cuentan de todos los servicios básicos con una infraestructura adecuada. En cambio, las parroquias rurales se encuentran fuera de los límites de la ciudad principal, en las cuales la mayoría de habitantes viven en zonas más dispersas.

El DMQ cuenta con 32 parroquias urbanas y 33 parroquias rurales, las cuales se presentan en la siguiente tabla (Prefectura de Pichincha, 2017):

Tabla 3: Parroquias del DMQ

Parroquia Rural	Parroquia Urbana
1. Alangasí	1. Belisario
2. Amaguaña	2. Carcelén
3. Atahualpa	3. Centro Histórico
4. Calacali	4. Chilibulo
5. Calderón	5. Chillogallo
6. Chavezpamba	6. Chimbacalle
7. Checa	7. Cochapamba
8. Conocoto	8. Comité del Pueblo
9. Cumbayá	9. Concepción
10. El Quinche	10. Cotocollao
11. Gualea	11. El Condado
12. Guangopolo	12. El Inca
13. Guayllabamba	13. Ferroviaria
14. La Merced	14. Guamaní
15. Llano Chico	15. Iñaquito
16. Lloa	16. Itchimbía
17. Nanegal	17. Jipijapa
18. Nanegalito	18. Kennedy
19. Nayón	19. La Argelia
20. Nono	20. La Ecuatoriana
21. Pacto	21. La Libertad
22. Perucho	22. La Magdalena
23. Pifo	23. La Mena
24. Pintag	24. Mariscal Sucre
25. Pomasqui	25. Ponceano
26. Puellaro	26. Puengasí
27. Puembo	27. Quitumbe
28. San Antonio	28. Rumipamba
29. San José de Minas	29. San Bartolo
30. Tababela	30. San Juan
31. Tumbaco	31. Solanda
32. Yaruquí	32. Turubamba
33. Zámbiza	

Obtenido de: Prefectura de Pichincha, 2017

Según el documento Visión Quito 2040, presentado por el Municipio Metropolitano de Quito, desde los años setenta Quito ha tenido un crecimiento que ha superado los límites originales de la parte urbana de la ciudad. Como consecuencia se ha generado un crecimiento desordenado donde se han ido tomando territorios de los valles adyacentes creando las parroquias rurales, como se presenta en la ilustración N° 1.

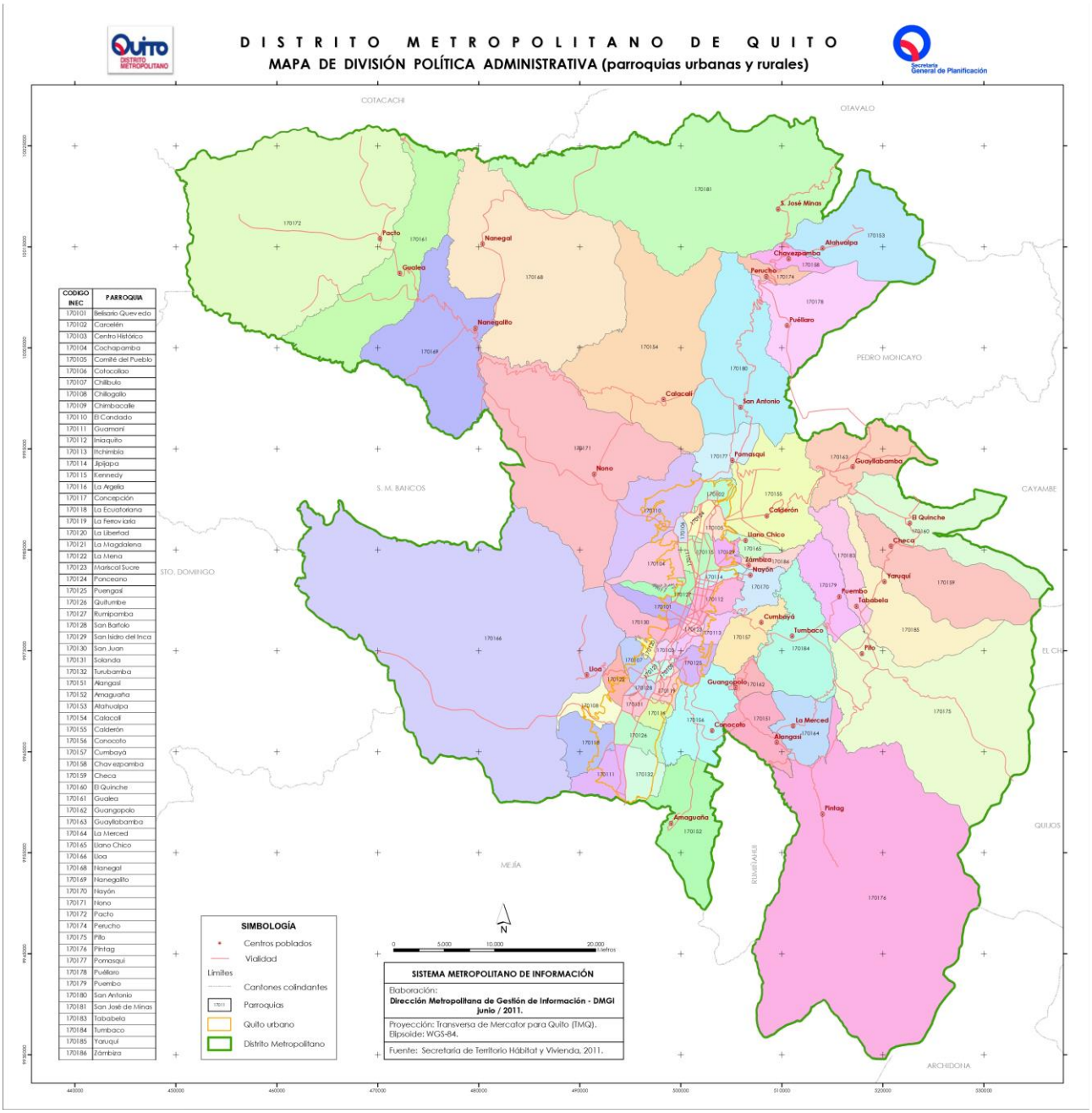


Ilustración 1: Distrito Metropolitano de Quito – Mapa de División Política Administrativa
Obtenido de: DMGI, 2011

En el documento “Una Mirada de la Vivienda en el Distrito Metropolitano de Quito” se presenta una relación de los censos realizados en el año 2001 y 2010. El número de viviendas de las parroquias urbanas de Quito tuvo un incremento del 29.83% y en las parroquias rurales del 61.09%, dando como resultado un crecimiento a las parroquias rurales principalmente en las zonas de los Chillos, Calderón y Tumbaco (Estévez & Vaca, 2017).

Este documento también indica que la población en las parroquias rurales tuvo un crecimiento de 4.1%, siendo este mayor a las parroquias urbanas con el 1.5%. Lo que representa una población 2,319,671 habitantes según el censo 2010 (INEC, 2010).

1.2. Nayón

Al Nororiente del Distrito Metropolitano de Quito se encuentra localizado la parroquia de Nayón, la cual está formada con un área de 2000 Ha (Nayón Gobierno Parroquial, 2019). Nayón se encuentra asentado en el cerro de Guanguiltagua, entre la quebrada Zámbiza y la de Cusúa, a 2588 msnm (Levantamiento de la Memoria Colectiva de la Parroquia de Nayón, 2011) limitado por:

Tabla 4: Límites Nayón

Al norte	Parroquia de Zámbiza
Al sur	Río Machángara (parroquia Cumbayá)
Al este	Río San Pedro (parroquia Puembo)
Al Oeste	La Comuna Miraflores y Monteserrín (DMQ)

Obtenido de: Nayón Gobierno Parroquial, 2019



Ilustración 2:Límites de la Parroquia de Nayón

La parroquia de Nayón está formada por los siguientes barrios (Nayón Gobierno Parroquial, 2019).

- Central
- San Joaquín Oriental
- San Joaquín Occidental
- Las Palmas
- Chimbatola
- El Movimiento
- La Unión
- El Valle
- Inchapicho
- San Francisco De Tanda
- San Vicente De Tanda
- Miravalle
- La Pirámide

1.2.1. Origen

En sus inicios Nayón formaba parte de la Parroquia de Zámbiza, hasta el 17 de junio de 1935 que se independiza como parroquia mediante la Ordenanza Municipal N° 477 donde toma el nombre de parroquia de "Santa Ana de Nayón", tomando el nombre de

su patrona Santa Ana. Esta distinción benefició de manera social y económica a los pobladores de la zona permitiéndoles fortalecer su identidad y dignidad.

La población de Nayón según leyendas se dice que tiene orígenes incas de la región del Cuzco, de donde proviene la imagen de su patrona Santa Ana. Esta parroquia formada por mestizos e indígenas, se dedicaba a distintos oficios donde los hombres preferían trabajar en haciendas de la zona del Batán y las mujeres cultivaban hortalizas y frutales. Con el paso del tiempo, los pobladores se dedicaron al comercio entre diferentes ciudades beneficiándose económicamente de estos intercambios.

1.2.2. Población

Nayón, con una sociedad emprendedora, ha tenido un gran crecimiento como parroquia rural. Esto se ve reflejado en los datos presentados por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos donde tenemos una tasa de crecimiento anual del 5.31% entre los censos realizados en el 2001 y 2010. Ya que en el 2001 se tuvo una población de 9,693 y en el año 2010 la población creció a 15,635 habitantes. (INEC, 2017)

La proyección para el año 2020, presentada por la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, es de 19,423 habitantes. Los incrementos anuales de la población de Nayón se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 5: Proyección De La Población Ecuatoriana, Por Años Calendario

	PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN ECUATORIANA, POR AÑOS CALENDARIO									
Provincia-Cantón-Parroquia	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**
Nayón	16,520	16,845	17,169	17,493	17,817	18,140	18,463	18,784	19,104	19,423

Obtenido de: INEC – SEMPLADES, 2017

Mediante los últimos censos realizados en las distintas parroquias cercanas a Nayón, se puede observar su crecimiento poblacional en la ilustración N°3. La cual analiza el crecimiento de Nayón en relación a Zámbiza y Llano Chico, con datos de censos de 1950 hasta el 2010.

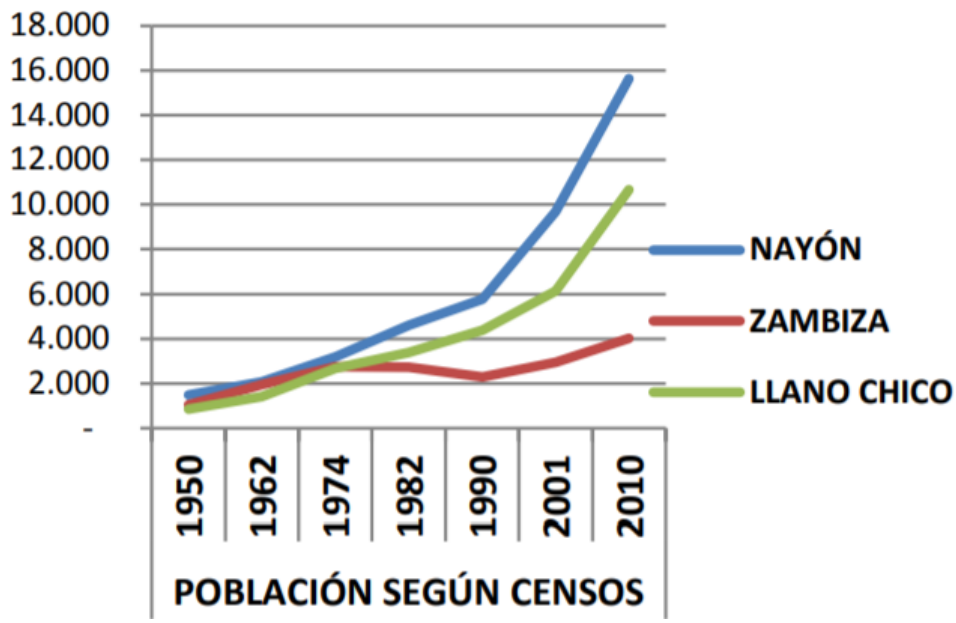


Ilustración 3: Población Según Censos (Parroquial)
Obtenido de: Gobierno Parroquial de Nayón, 2017-2018

1.2.3. Situación Socio-Económica

Los primeros habitantes de Nayón se dedicaron principalmente a los oficios del campo, aprovechando el clima con una temperatura alrededor de 23°C y suelo fértil que ofrece la zona. Logrando que esta parroquia sea considerada como “El Jardín de Quito” por la producción de sus bellas plantas, tanto ornamentales como frutales, convirtiéndolos en pequeños y medianos productores. Gracias a esto, la producción agrícola ha llegado a ser uno de los principales ingresos económicos y convirtiendo a sus pobladores en comerciantes.

Debido a su abundante naturaleza y su cercanía a Quito, Nayón ha logrado incrementar el turismo local. Invitando a los turistas a deleitarse de su diversa gastronomía y permitiéndolos adquirir artesanías apoyando el trabajo de los artesanos locales. Nayón también permite a turistas nacionales y extranjeros disfrutar de la naturaleza con deportes extremos llenos de aventura y cautivarse con las fiestas patronales de Nayón.

Todos los encantos que ofrece Nayón, además de la tranquilidad de esta zona y su clima, son los principales factores de migración. Lo que ha llevado a la construcción de grandes proyectos inmobiliarios que han aumentado su plusvalía. Uno de los proyectos que generará una importante activación económica es el nuevo campus de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

1.2.4. Vías de acceso

Nayón consta de vías principales, secundarias y colectoras, las cuales conectan los distintos barrios de la parroquia. Estas poseen distintas características, siendo en su mayoría pavimentadas y adoquinadas, pero también existe vías empedradas y de tierra.

Esta parroquia posee 4 accesos viales, los cuales permiten la comunicación entre parroquias que se presentan en la Ilustración N° 4. Las que se encuentran en la zona norte tienen fácil acceso por la Av. Simón Bolívar y la Vía a Nayón que proviene de la Av. De los Granados. Los habitantes de las zonas entre el centro-norte y el sur de Quito pueden usar el acceso de la Vía Eugenio Espejo proveniente de la Vía Interoceánica o los accesos antes mencionados. Las parroquias que se encuentran al sur de Nayón, como Cumbayá, o al este, como Puembo, tienen acceso por la Vía Láctea-Manuela Sáenz por el reservorio de Cumbayá.

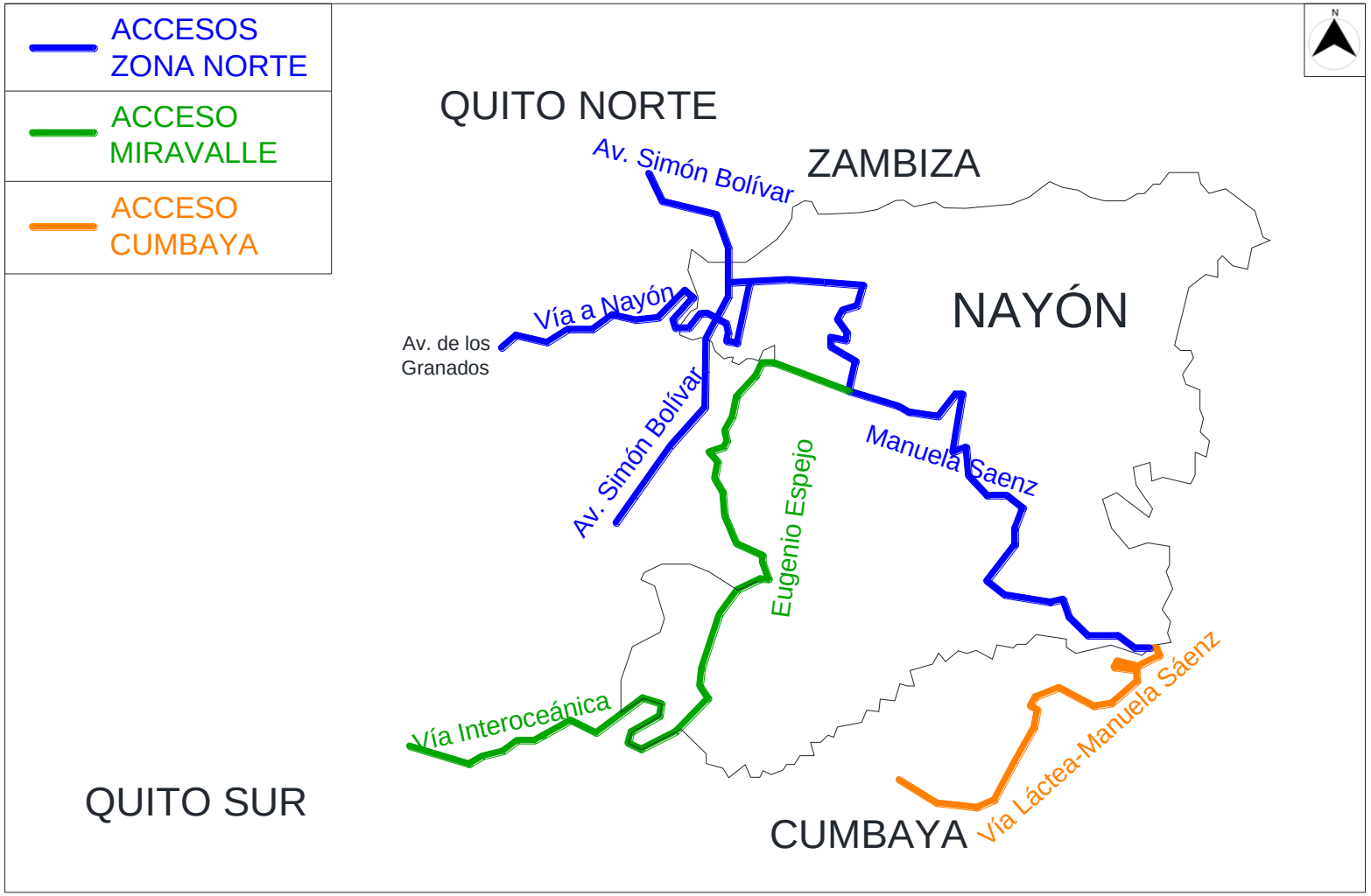


Ilustración 4: Vías de Acceso a Nayón

1.2.5. Transporte Público

Actualmente Nayón cuenta con dos rutas alimentadoras que pertenecen al circuito de la Ecovía. La una llega a la plaza principal de Nayón, mientras que la ruta de San Juan circula toda la avenida Manuela Sáenz hasta la parte baja de San Pedro. Los horarios de circulación transporte público que llega al campus de la PUCE en Nayón se presentan en la tabla N°6.

Tabla 6: Horarios de Lunes a Vienes del Alimentador San Juan

San Juan	
am	**pm**
5:20	12:26
5:46	12:54
6:12	13:22
6:38	13:50
7:04	14:22
7:31	14:54
7:58	15:26
8:25	15:58
8:57	16:30
9:29	17:00
10:01	17:30
10:33	18:00
11:05	18:30
11:32	19:00
11:59	19:30
	20:39
	21:00

Obtenido de:Metrobus -Q Ecovia, 2019

1.3. Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE)

1.3.1. Historia

En el Decreto Fundamental para la Creación de Universidades del año de 1946, el presidente de la República del Ecuador de ese tiempo, José María Velasco Ibarra, consideró la necesidad de libertad de enseñanza superior. Permitiendo la apertura de universidades particulares que puedan brindar a los jóvenes la oportunidad para

formarse científica y académicamente. (Acta de Inauguracion de la Universidad Catolica del Ecuador , 1972)

Se da como inaugurada la Universidad Católica del Ecuador, el lunes 4 de noviembre de 1946, en presencia del Arzobispo de Quito Carlos María de la Torre quien celebró una misa en la iglesia de la Basílica, para bendecir este nuevo núcleo universitario. El 5 de noviembre del mismo año se da inicio al primer nivel de la Facultad de Jurisprudencia con un grupo de 52 alumnos, y en los años posteriores se integran las facultades de Ingeniería Civil (1962), Economía (1949) y Ciencias de la educación (1953). (Acta de Inauguracion de la Universidad Catolica del Ecuador , 1972)

Tras años de servicio bajo la dirección y administración de la Compañía de Jesús, la Pontificia Universidad Católica ha servido a la comunidad con aportes e investigaciones llevándola a formar parte de las mejores universidades del Ecuador. Extendiendo su formación académica superior a distintas regiones del país, contando actualmente con seis sedes en diferentes ciudades, como se presenta en la tabla N° 7.

Tabla 7: Sedes PUCE

Sede	Fundación
Quito	1946
Ibarra	1976
Esmeraldas	1981
Ambato	1982
Manabí	1993
Santo Domingo de los Tsáchilas	1996

Obtenido de: PUCE, 2015

1.3.2. Campus Universitario Quito

"La Pontificia Universidad Católica del Ecuador a nivel nacional ha sido reconocida a través de las décadas como una de las mejores instituciones de educación superior, en el que su patrimonio histórico, compromiso educativo y valores cristianos han sido los pilares fundamentales de la formación de profesionales en todo el país." (Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2017)

Las instalaciones del campus de Quito se encuentran ubicadas en la Av. 12 de Octubre 1076 y Roca. Contando con instalaciones modernas para los que forman parte de la PUCE.



Ilustración 5: PUCE Sede Quito
Obtenido de: Actualidad, 2015

"En estas siete décadas de vida ha contribuido con alrededor de 40 000 profesionales, siempre con una vigente excelencia académica que responde con responsabilidad a las

necesidades sociales." Dr. Fernando Ponce León S.J. Rector de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (Ponce León, 2016)

1.3.3. Campus PUCE Nayón

En los últimos años, ha existido un incremento de estudiantes de la PUCE, gracias a su reconocimiento tanto nacional como internacional. Como resultado de esto se llevó acabo el nuevo proyecto del Campus de la PUCE de Nayón, para brindar mayor comodidad a los estudiantes, administrativos y docentes, con amplios espacios y mejores instalaciones. El inicio de la construcción del nuevo campus fue aprobado por el exrector P. Manuel Corrales Pascual, S.J. el 7 de julio de 2008. Un posible diseño del nuevo campus se presenta en la ilustración N°6.

El proyecto se encuentra planificado para ser construido paulatinamente comenzando por las edificaciones de las facultades que realizan proyectos investigativos, siendo su principal objetivo impulsar el desarrollo científico. El primer edificio inaugurado es el Centro de Investigación para la Salud en América Latina (CISeAL), cuyo propósito es investigar los insectos que transmiten enfermedades que afectan la salud de la población ecuatoriana. (El CISeAL, 2016)

Otras instalaciones que se encuentran en el campus son el laboratorio de microbiología agrícola, el laboratorio de materiales de construcción (2014), el invernadero y vivero y el Centro Neotropical para la Investigación de Biomasa (2008).



Ilustración 6: Mapa del Campus PUCE Nayón
Obtenido de: La PUCE Mira al Futuro, 2010

1.3.3.1. Ubicación

La PUCE Sede Nayón cuenta con 74 hectáreas, ubicadas en la zona de San Pedro del Valle a 4 kilómetros del poblado de Nayón. Este campus cuenta con tres entradas, la única habilitada se encuentra en la Av. San Pedro y Manuela Sáenz (1). La segunda entrada se encuentra a 500 metros de la entrada principal en la Av. Manuela Sáenz (2) y la tercera se encuentra al final de la calle de los Eucaliptos (3).

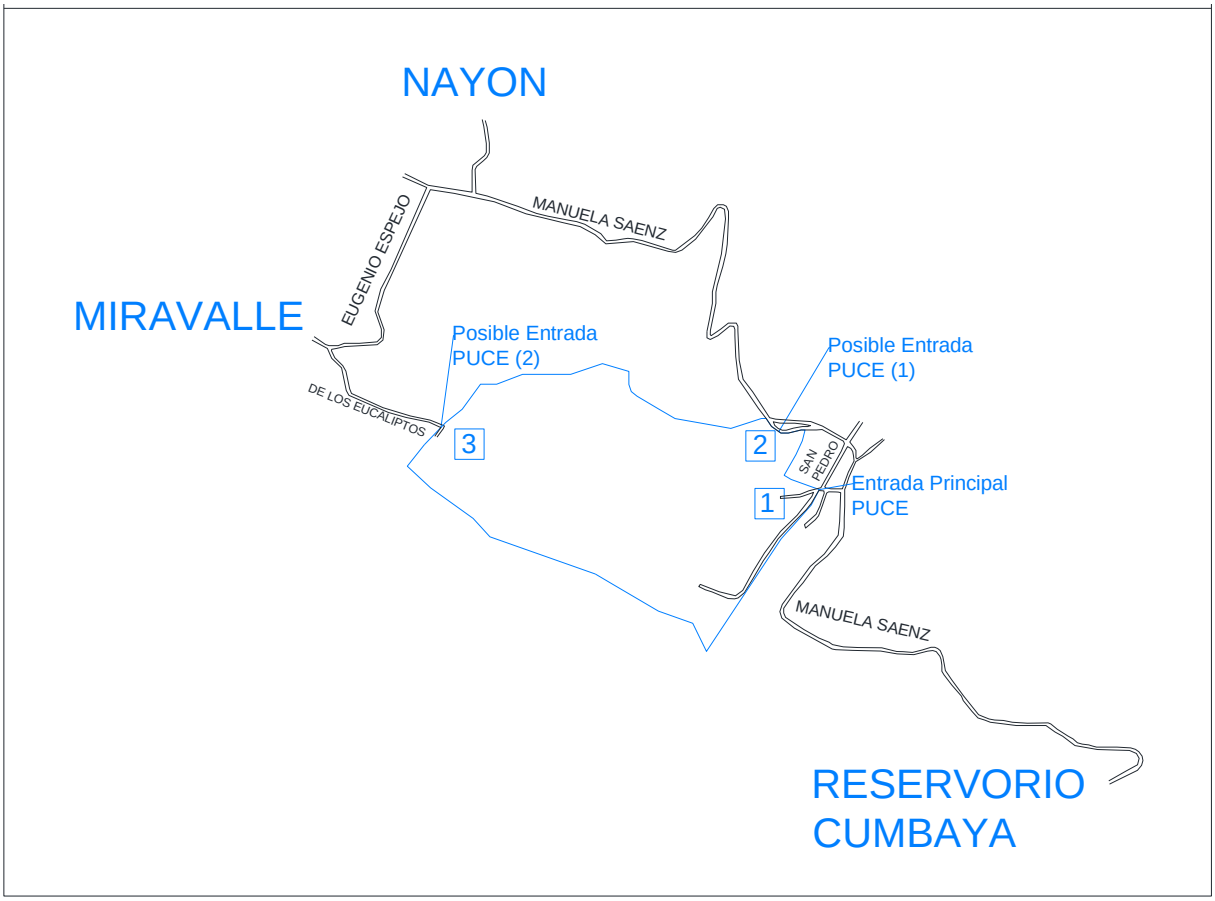


Ilustración 7: Accesos PUCE Nayón

2. Técnicas de Investigación

2.1. Manual de Capacidad Vial (2010)

A finales de la Segunda Guerra Mundial se generó un gran crecimiento dentro de Estados Unidos, lo que provocó que la población migrara a distintos estados. A causa de su rápida expansión, el país tuvo la necesidad de crear sistemas de conexiones de carreteras para unir a sus ciudadanos.

El Manual de Capacidad Vial (Highway Capacity Manual) fue el primer documento internacional con información de capacidad vial, enfocado en el diseño y renovación de carreteras con el fin de abastecer la capacidad requerida. La primera edición de este manual se publicó en 1950 con la ayuda del comité de investigación de carreteras y el buró de vías públicas.

Las continuas investigaciones han desarrollado nuevos conocimientos adaptándolos a las necesidades de los beneficiarios. A lo largo del tiempo, estos fueron presentados en distintas ediciones del manual publicados en 1965, 1985, 2000, 2010 y 2016. El objetivo del Manual de Capacidad Vial (HCM) es proporcionar métodos de estudio que permiten definir, estimar y evaluar medidas de desempeño para el comportamiento del tránsito (Transportation Research Board, 2010).

La quinta edición presentada en el 2010 ha sido resultado de varias investigaciones logrando perfeccionar las técnicas para la obtención de la capacidad y nivel de servicio. Esta edición del HCM 2010 se reparte en 4 volúmenes:

1. Conceptos
2. Flujo Ininterrumpido o Continuo

3. Flujo Interrumpido o Discontinuo
4. Guía de Aplicación

2.2. Tipos de Infraestructura Vehicular

Los principales tipos de infraestructura vehicular que presenta el Manual de Capacidad Vial 2010, son nombrados como interrumpido e ininterrumpido.

- Las vías ininterrumpidas tienen entre dos o más carriles en cada sentido como son las autopistas, vías multicarril y carreteras de dos carriles presentadas en las fotografías *a, b, c* de la ilustración N°8. Esta infraestructura se caracteriza por no poseer elementos externos que interrumpan el flujo vehicular, sin embargo, pueden incluir peajes o rampas de acceso con controles de tráfico en segmentos determinados (Transportation Research Board, 2010) .

- Las calles urbanas son principalmente vías interrumpidas (Fotografía *d* de la ilustración N°8) que poseen intersecciones con semáforos, señales de "Pare" o "Ceda el Paso", redondeles, etc. Las cuales dificultan el flujo vehicular generando demoras en el tráfico (Transportation Research Board, 2010).

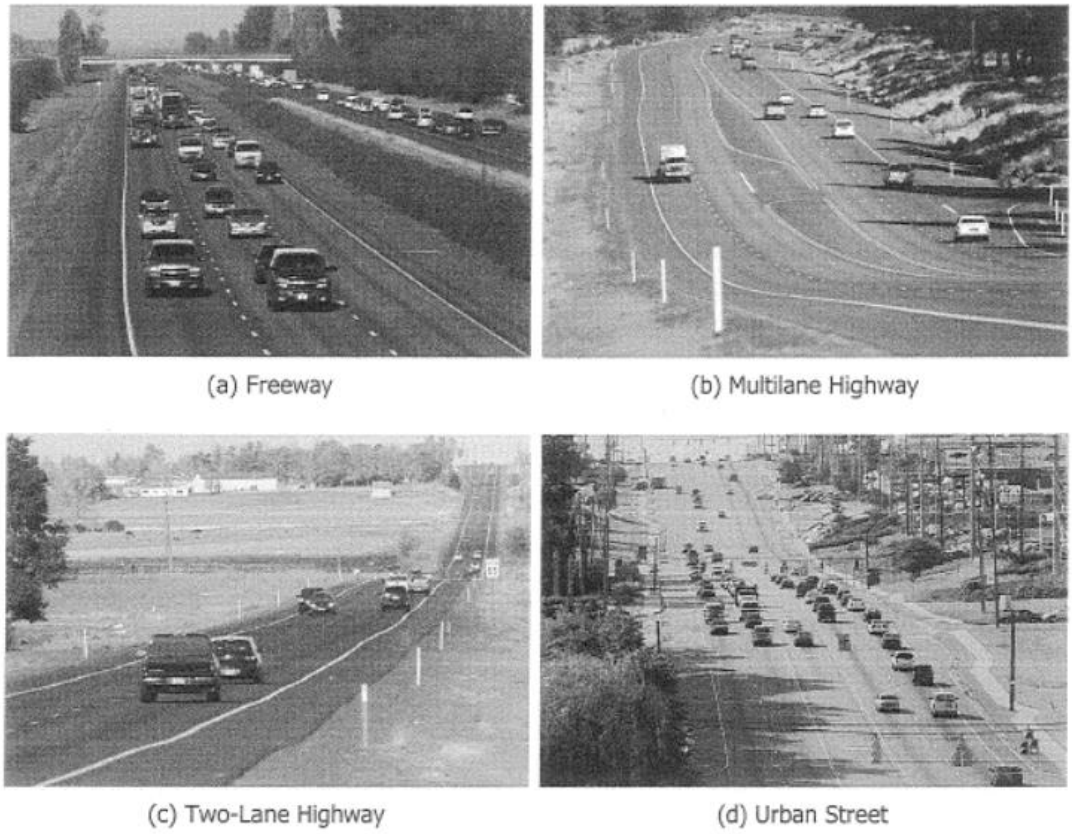


Ilustración 8: Tipos de Infraestructura para Vehículos
Obtenido de: Highway Capacity Manual, 2010, pg. 3-13

2.3. Capacidad y Nivel de Servicio

"El estudio de capacidad vial es esencial para un diseño lógico, económico y funcional de nuevas obras y en la adaptación de obras existentes para necesidades presentes y futuras." (Asociacion Mexicana de Caminos, 1972, p. 107)

"La capacidad es una medida de la efectividad de varias obras para servir al tránsito. Planteado simplemente, la capacidad es el número máximo de vehículos por unidad de tiempo que pueden ser manejados por un componente particular de un camino bajo las condiciones prevalecientes." (Asociacion Mexicana de Caminos, 1972, p. 107)

De manera más sencilla Luis Bañón Blázquez y José Beviá García (2000) definen a la capacidad como *"la máxima intensidad capaz de albergar una vía sin colapsarse"* (p. 23).

Generalmente, la existencia de grandes volúmenes de vehículos genera incomodidades y molestias a los conductores, provocando que la vía alcance su máxima capacidad. En otras palabras, la congestión sucede debido a que el sistema tiene una capacidad limitada. Para evitar inconvenientes es necesario conservar un nivel de servicio que permita tener un tránsito fluido y comodidad al maniobrar, evitando todo tipo de interferencias y paradas frecuentes (Valdés González, 2008).

"El nivel de servicio es una medida cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo vehicular y de su percepción motoristas o pasajeros. Estas condiciones se describen en términos de factores tales como la velocidad y el tiempo recorrido, la libertad de realizar maniobras, la comodidad, la conveniencia y la seguridad vial." (Cal & Cárdenas, 2007, pág. 355)

Cal & Cárdenas (2007) diferencian estos factores como internos y externos:

"Los internos son aquellos que corresponden a variaciones en la velocidad, en el volumen, en la composición del tránsito y en el porcentaje de movimientos de entrecruzamientos o de direccionales, etc. Entre los externos están las características físicas tales como la anchura de los carriles, la distancia libre lateral, la anchura de acotamientos, las pendientes, etc." (p. 356)

El Nivel de Servicio (Level of Service) presenta en 6 niveles, de la A a la F, las cualidades de las vías. Donde A se define como una buena condición de operación y F como una mala condición. Dependiendo del tipo de infraestructura vehicular existe una particularidad del nivel de servicio correspondiente a cada tipo de análisis (Transportation Research Board, 2010).

El HCM considera como modelos de transporte para el nivel de servicio: los automóviles, peatones, ciclistas y transporte público urbano. Los criterios considerados para los automóviles son diferentes a los que se consideran para los otros modelos de transporte. En el caso del modelo de automóviles se analiza el rendimiento mediante medidas en el campo y las percepciones de los conductores. Por otro lado, los peatones y ciclistas toman en cuenta la percepción de los usuarios como calidad de servicio (Transportation Research Board, 2010).

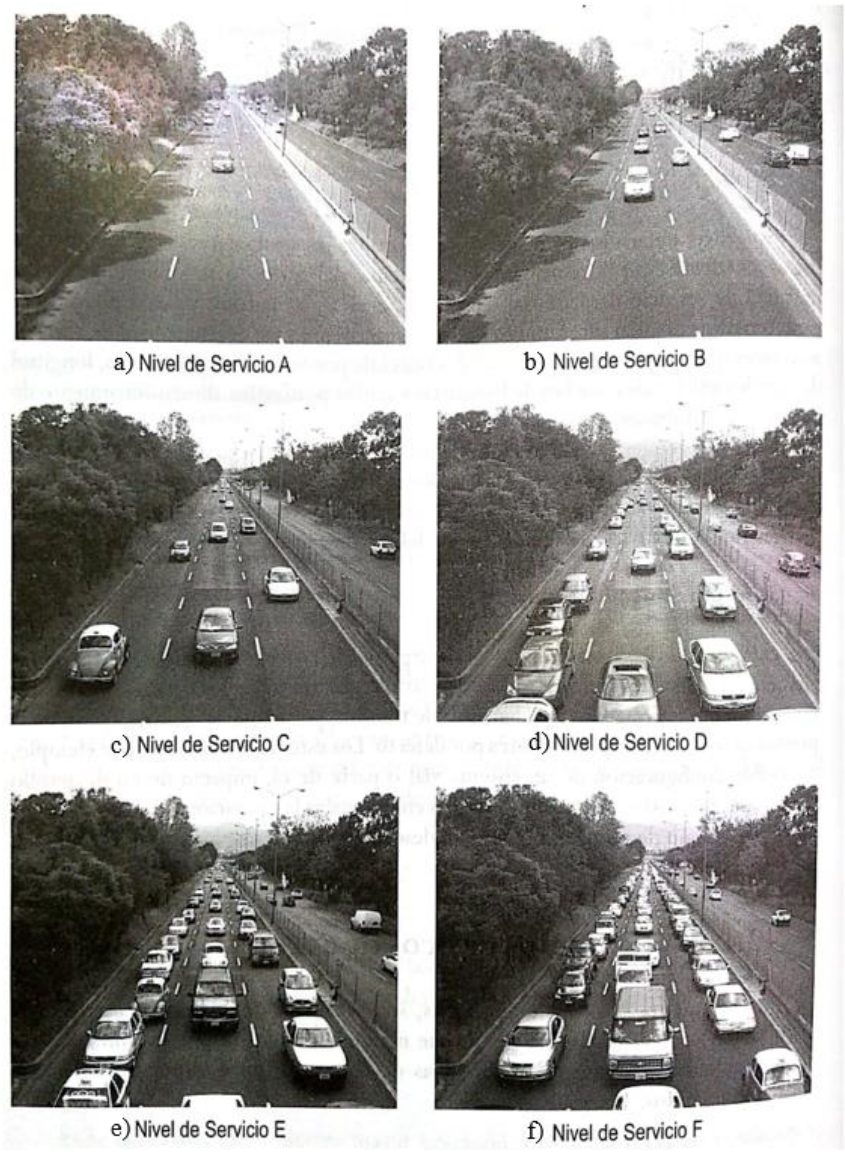


Ilustración 9: Niveles de Servicio en Condiciones de Circulación Continua
Obtenido de Ingeniería de Transito, 2007, pg. 362

2.4. Infraestructura Vial - Urbana

El capítulo 16 presentado en el HCM 2010, estudia metodologías para analizar el nivel de servicio de calles urbanas o suburbanas. La diferencia de estas vías con otras es la integración de los distintos modelos de transporte (automóvil, peatonal, bicicleta y transporte público). Los usuarios que utilizan estos modelos experimentan de diferente manera el nivel de servicio que brinda la infraestructura vial urbana. El objetivo del ingeniero es lograr mejoras en el diseño y servicio de tal manera que la combinación de

los modelos de transporte no generare problemas en las operaciones de estos (Transportation Research Board, 2010).

2.4.1. Metodología del Modelo de Automóviles

La metodología del Modelo de Automóviles emplea la perspectiva del conductor con el fin de evaluar el desempeño de la infraestructura de una vía urbana, tomando en cuenta cada tramo de trayectoria del usuario según el sentido de su desplazamiento. Este procedimiento se presenta esquemáticamente en la ilustración N° 10, donde se identifica la secuencia de cálculo que permite estimar las medidas de rendimiento (Transportation Research Board, 2010).

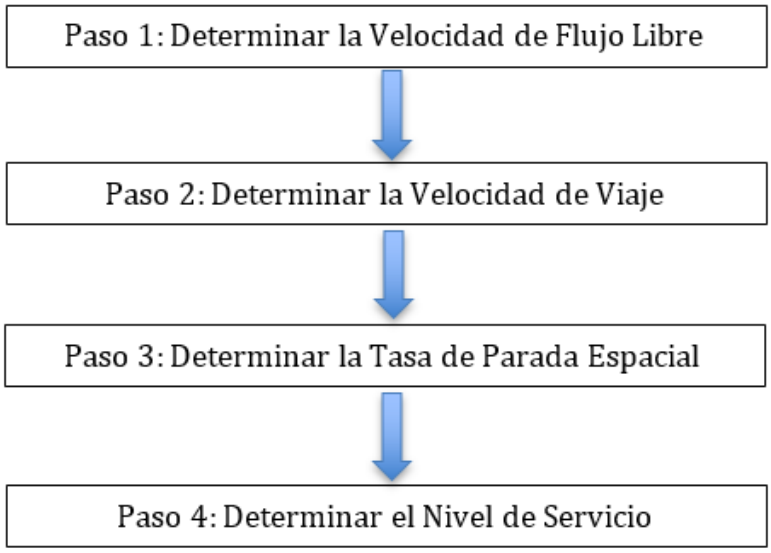


Ilustración 10: Metodología del Modelo de Automóviles para la Infraestructura de Calles Urbanas
Obtenido de: Highway Capacity Manual, 2010, pg. 16-16

2.4.1.1. Paso 1: Velocidad de flujo libre

La velocidad de flujo libre es la velocidad promedio de los vehículos en cada tramo. Se mide en condiciones de bajo volumen vehicular cuando no existe ningún tipo de

obstáculo, permitiendo a los conductores manejar a velocidades deseadas (Transportation Research Board, 2010).

Se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$S_{fo,F} = \frac{\sum_{i=1}^{m} L_i}{\sum_{i=1}^{m} \frac{L_i}{S_{fo,i}}}$$

Ecuación 1: Velocidad de Flujo Libre

$S_{fo,\ F}$ = velocidad de flujo libre para la infraestructura (km/h)

Li = longitud del segmento i (m)

m = número de segmentos de la infraestructura

$S_{fo,\ i}$ = velocidad de flujo libre del segmento i (km/h)

2.4.1.2. Paso 2: Velocidad de Viaje

La Velocidad de Viaje es la velocidad promedio de los vehículos a lo largo de la vía cuando existen obstáculos que causan demoras de tráfico, es decir que se incrementan los tiempos de viaje disminuyendo velocidades (Transportation Research Board, 2010).

La velocidad de viaje se determina para cada segmento con la siguiente ecuación:

$$S_{T,F} = \frac{\sum_{i=1}^{m} L_i}{\sum_{i=1}^{m} \frac{L_i}{S_{T,seg,i}}}$$

Ecuación 2: Velocidad de Viaje

$S_{T,\ F}$ = velocidad de viaje para la infraestructura (km/h)

L_i = longitud del segmento i (m)

m = número de segmentos de la infraestructura

$S_{T,\ seg,\ i}$ = velocidad de viaje del segmento i (km/h)

2.4.1.3. Paso 3: Tasa de Parada en el Espacio

La tasa de parada en el espacio es la relación entre el número de paradas y una determinada longitud de la infraestructura vial. Se determina para cada tramo y se calcula por medio de la siguiente ecuación:

$$H_F = \frac{\sum_{i=1}^{m} H_{seg,i}\, L_i}{\sum_{i=1}^{m} L_i}$$

Ecuación 3: Tasa de Parada en el Espacio

H_F = tasa de parada para la infraestructura (parada/km)

Li = longitud del segmento i (m)

m = número de segmentos de la infraestructura

$H_{seg,i}$ = tasa de parada del segmento i (parada/km)

2.4.1.4. Paso 4: Nivel de Servicio

En esta metodología es importante definir la velocidad de viaje como porcentaje de la velocidad de flujo libre para definir el nivel de servicio que es determinado para ambos sentidos. Este porcentaje representa el grado de movilidad de la infraestructura vial (Transportation Research Board, 2010).

El nivel de servicio se debe interpretar con precaución porque puede ser inaceptable para ciertos tramos, es decir que se puede asumir un nivel de servicio que no representa la realidad de la vía analizada. Para evitar este tipo de errores, es conveniente considerar el desempeño más desfavorable para la interpretación del nivel de servicio (Transportation Research Board, 2010).

Los 6 niveles de servicio, que se encuentran en el HCM 2010, presentan las siguientes cualidades:

- Nivel de Servicio A: se caracteriza por ser vías principalmente con operación de flujo libre. Donde los vehículos circulan sin impedimentos, teniendo facilidad de maniobrar con un retraso mínimo. El porcentaje de la velocidad de viaje debe exceder el 85% de la velocidad de flujo libre. (Ilustración N° 9.a) (Transportation Research Board, 2010).

- Nivel de Servicio B: representa un flujo de operación razonablemente libre. Los vehículos tienen poca restricción al maniobrar con un retraso no significativo. El porcentaje de la velocidad de viaje debe estar entre 67% y 85% de la velocidad de flujo libre. (Ilustración N° 9.b) (Transportation Research Board, 2010).

- Nivel de Servicio C: detalla una operación estable. El maniobrar puede tener mayor restricción que el nivel de servicio B. Puede existir tráfico en las intersecciones generando velocidades más bajas. El porcentaje de la velocidad de viaje debe estar entre 50% y 67% de la velocidad de flujo libre. (Ilustración N° 9.c) (Transportation Research Board, 2010).

- Nivel de Servicio D: indica la probabilidad de mayores retrasos producidos por un incremento del flujo con condiciones menos estables. El alto volumen de tráfico genera mayor tiempo de espera. El porcentaje de la velocidad de viaje debe estar entre 40% y 50% de la velocidad de flujo libre. (Ilustración N° 9.d) (Transportation Research Board, 2010).

- Nivel de Servicio E: existe un retraso significativo generando un funcionamiento inestable. El gran volumen de vehículos genera filas de vehículos dificultando la capacidad de maniobra. El porcentaje de la velocidad de viaje debe estar entre 30% y 40% de la velocidad de flujo libre. (Ilustración N° 9.e) (Transportation Research Board, 2010).

- Nivel de Servicio F: el flujo vehicular se incrementa por encontrarse a velocidades bajas. Se produce gran congestión en las intersecciones formando largas filas de vehículos. El porcentaje de la velocidad de viaje debe estar menor al 30% de la velocidad de flujo libre. (Ilustración N° 9.f) (Transportation Research Board, 2010).

Tabla 8: Criterio de Nivel de Servicio para Modelo de Transporte - Automóvil

Velocidad De Viaje Como Porcentaje De La Velocidad De Flujo Libre (%)	**Nivel de Servicio por Relación de Capacidad de Volumen**	
	≤ 1.0	**> 1.0**
> 85	A	F
> 67-85	B	F
> 50-67	C	F
> 40-50	D	F
> 30-40	E	F
≤ 30	F	F

Obtenido de: Highway Capacity Manual, 2010, pg. 16-8

2.4.2. Tasa de Flujo de Saturación

"La tasa de flujo de saturación se define como la tasa máxima de flujo, en un acceso o grupo de carriles, que puede pasar a través de la intersección bajo las condiciones prevalecientes del tránsito y la calle, suponiendo que dicho acceso o grupo de carriles

tiene el 100% del tiempo disponible como verde efectivo." (Cal & Cárdenas, 2007, p. 415).

El flujo de saturación se expresa en vehículos por hora de luz verde, es decir que se mide cuando el semáforo se encuentra constantemente en verde. En la siguiente ecuación, presentada en el HCM 2010, el flujo de saturación se determina por varios factores que representan las condiciones específicas del tramo.

$$S = S_o N f_w f_{HV} f_g f_p f_{bb} f_a f_{LU} f_{LT} f_{RT} f_{Lpb} f_{Rpb}$$

Ecuación 4: Tasa de Flujo de Saturación

- S =Tasa de flujo de saturación del grupo de carriles (veh/hora verde)
- N = Número de carriles
- So = Tasa de flujo de saturación base por carril (autos/ hora verde/carril)

Tabla 9:Tasa de flujo de saturación base

Tasa de flujo de saturación base	Área Metropolitana con Población > 250000	1900 autos/ hora verde/ carril
	Otro	1750 autos/ hora verde/ carril

Obtenido de: Highway Capacity Manual, 2010, pg. 18-76

- fw = Factor de ajuste por ancho de carriles

Tabla 10: Factor de ajuste por ancho de carriles

Ancho de Carril Promedio (m)	Factor de Ajuste, fw
< 3.048	0.96
≥ 3.048 - 3.932	1
> 3.932	1.04

Obtenido de: Highway Capacity Manual, 2010, pg. 18-36

- f_{HV} = Factor de ajuste para vehículos pesados

$$f_{HV} = \frac{100}{100 + P_{HV}(E_T - 1)}$$

Ecuación 5: Factor de ajuste para vehículos pesados
Obtenido de: Highway Capacity Manual, 2010, pg. 18-36

  - P_{HV} = Porcentaje de vehículos pesados (%)

- E_T = Número equivalente de automóviles por cada vehículo pesado = 2 (Transportation Research Board, 2010)

- fg = Factor de ajuste por pendiente del acceso

$$f_g = 1 - \frac{P_g}{200}$$

Ecuación 6: Factor de Ajuste por Pendiente del Acceso
Obtenido de: Highway Capacity Manual, 2010, pg. 18-36

- P_g = Grado de aproximación

Tabla 11: Grado de Aproximación

Grado de aproximación (Negativo para condiciones de descenso)	Aproximación plana: 0%
	Aproximación pendiente moderada: 3%
	Aproximación pendiente empinada: 6%

Obtenido de: Highway Capacity Manual, 2010, pg. 18-76

- f_p = Factor de ajuste por estacionamiento adyacente al grupo de carriles

$$f_p = \frac{N - 0.1 - \frac{18N_m}{3600}}{N} \geq 0.05$$

Ecuación 7: Factor de Ajuste por Estacionamiento Adyacente
Obtenido de: Highway Capacity Manual, 2010, pg. 18-36

- N = Número de carriles
- N_m = Tasa de maniobra de estacionamiento adyacente (maniobra/hora)

Tabla 12: Tasa de Maniobra de Estacionamiento Adyacente

Tipo de Vías	**Número de Espacios en 76.2 metros**	**Hora de parqueo límite (h)**	**Tasa de Rotación**	**Tasa de maniobra de estacionamiento adyacente (maniobra/hora)**
dos sentidos	10	1	1.0	16
		2	0.5	8
un sentido	20	1	1.0	32
		2	0.5	16

Obtenido de: Highway Capacity Manual, 2010, pg. 18-78

- f_{bb} = Factor de ajuste por bloqueo de buses que paran en el área del tramo

$$f_{bb} = \frac{N - \frac{14.4N_b}{3600}}{N} \geq 0.05$$

Ecuación 8: Factor de ajuste por bloqueo de buses que paran en el área del tramo
Obtenido de: Highway Capacity Manual, 2010, pg. 18-36

  - N_b = Tasa de parada de autobús, el número de buses que circulan durante una hora en la vía a analizar (buses/hora)
  - N = Número de carriles

- f_a = Factor de ajuste por tipo de área

Se utiliza f_a = 0.9 para áreas que en el diseño geométrica y el tráfico crece significativamente (Transportation Research Board, 2010).

- f_{LU} = Factor de ajuste por utilización de carriles

Tabla 13: Factor de ajuste por utilización de carriles

Grupo de movimientos del carril	**Número de carriles en grupo de carriles (carril)**	**Tráfico en el carril más transitado (%)**	**Factor de ajuste por utilización de carriles, f_{LU}**
Exclusivo recto	1	100	1.000
	2	52.5	0.952
	3	36.7	0.908
Exclusivo vuelta a la izquierda	1	100	1.000
	2	51.5	0.971
Exclusivo vuelta a la derecha	1	100	1.000
	2	56.5	0.885

Obtenido de: Highway Capacity Manual, 2010, pg. 18-38

- f_{LT} = Factor de ajuste por vueltas a la izquierda
    - 0.95 para carriles simples
    - 0.92 para carriles dobles

- f_{RT} = Factor de ajuste por vueltas a la derecha
    - 0.85 para un solo carril o carril compartido
    - 0.75 para dos carriles

- f_{Lpb} = Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la izquierda

f_{Lpb} = 1 si no hay peatones en conflicto o si el grupo de carril está en una calle de dos vías y se usa el modo protegido o la fase de división (Transportation Research Board, 2010).

- f_{Rpb} = Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la derecha

f_{Rpb} = 1 si no hay peatones o bicicletas en conflicto y si se usa un modo protegido. (Transportation Research Board, 2010).

2.5. Muestreo

La toma de datos es fundamental para realizar investigaciones estadísticas. Por lo tanto, Martínez (2012) define a la estadística como *"un ordenamiento sistemático de datos presentados en formas de tablas o cuadros y graficas. En otras palabras, las estadísticas son datos agrupados en forma metódica y presentados en publicaciones,*

elaboradas por diversas empresas o entidades privadas o del estado, buscando ser consultadas por interesados." (p. 7)

Para realizar estos cuadros estadísticos es necesario utilizar la información del universo o población a estudiar, el cual debe cumplir con las características definidas por el investigador. El universo puede ser finito, cuando tiene elementos relativamente pequeños, o infinito, cuando tiene elementos ilimitados. En muchas investigaciones por falta de recursos económicos o de poblaciones infinitas se toma los datos de una parte del universo, la cual se conoce como muestra (Pérez, 2010).

Existen distintas formas de calcular la muestra dependiendo de la población:

- Para infinita:

$$n = \frac{Z^2 PQ}{E^2}$$

Ecuación 9: Muestra para Población Infinita

- Para población finita:

$$n = \frac{Z^2 NPQ}{E^2(N-1) + Z^2 PQ}$$

Ecuación 10: Muestra para Población Finita

Donde:

N = Total de la población

Z = el nivel de confianza deseado

P = proporción esperada

Q = 1 – P

E = el margen de error que la investigación está dispuesta a tolerar

3. Aplicación de las Técnicas de Investigación de la demanda y capacidad vial para los accesos vehiculares de la PUCE-Sede Nayón

3.1. Técnicas para el Estudio de la Demanda Futura de la PUCE

El nuevo campus de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador en Nayón es un proyecto de gran impacto. En este estudio se evaluará la demanda futura de la PUCE, tomando en cuenta la comunidad universitaria de la PUCE y futuros estudiantes de tercero de bachillerato de distintos colegios que tengan como opción estudiar en la PUCE, considerando que ésta se transfiera a Nayón.

3.1.1. Encuesta Universitaria

Para llevar a cabo esta investigación se recopiló información mediante encuestas realizadas a la comunidad universitaria. El sistema de información y estadística de la PUCE, IGNATIUS, tiene como último registro los datos del primer periodo del 2018. Donde se registran 11,755 estudiantes matriculados, 1,871 docentes y 700 administrativos, lo cual representa un universo total de 14,326 miembros de la PUCE.



Ilustración 11: Número de Estudiantes, Docentes y Administrativos
Obtenido de: IGNATIUS, 2018

En el 2011 se realizó una disertación sobre el "Estudio de la movilidad en la sede matriz de la PUCE Quito" realizado por el ingeniero Diego Egas Varea y el ingeniero Gustavo Patricio Yánez Cajas, de la cual se pudo extraer información relevante para este estudio.

3.1.1.1. Encuesta piloto

Después de previos análisis considerando los datos de las parroquias de residencia presentadas en la tesis del Ing. Egas e Ing. Yánez, se concluyó que las viviendas de la comunidad universitaria y los horarios de llegada a la PUCE se mantendrán (Egas Varea & Yánez Cajas, 2011). Gracias a esta información, la encuesta piloto logró ser reducida a 7 preguntas, presentadas en el Anexo A, las cuales fueron respondidas en un tiempo promedio de tres minutos.

La encuesta se realizó a 70 personas: 12 profesores de ingeniería civil, 7 administrativos y 51 estudiantes de la Facultad de Ingeniería Civil. Muchos de los estudiantes encuestados tuvieron problemas al no conocer la ubicación de Nayón. A causa de eso, se generó dificultades para responder la pregunta N° 4 de la encuesta presentada en el

Anexo A. Además, muchos de los encuestados no conocen los accesos a Nayón o consideran diferentes alternativas viales dependiendo del tiempo de viaje.

En la pregunta N° 5 (Anexo A), se notó que la comunidad universitaria se traslada en diferentes medios de transporte. Por lo cual, se cambió el formato de la pregunta para que puedan considerar diferentes alternativas según sus preferencias.

3.1.1.2. Encuesta definitiva

La encuesta se realizó de manera digital con la ayuda de la plataforma "Formularios de Google" (Anexo B), la cual permite realizar y analizar encuestas de manera sencilla. Con el objetivo de recopilar la información de la comunidad universitaria en un menor tiempo se utilizó 4 celulares y 2 iPads. Aprovechando el inicio de clases, el 18 de febrero del 2019, se realizó las encuestas a los estudiantes mientras esperaban en la fila para la entrega de las agendas de la FEUCE. Asimismo, se llevó a cabo la encuesta en distintos puntos como cafeterías, parque central, sala de profesores, oficinas administrativas, etc. Así pues, se logró obtener la información necesaria en 5 días.

3.1.2. Encuesta Colegios

El Distrito Metropolitano de Quito cuenta con alrededor de 400 colegios, entre la zona rural y urbana, que poseen tercero de bachillerato. Considerando los reglamentos de cada institución se presentó dificultades en realizar encuestas en varios de los establecimientos. Por esta razón, las encuestas se llevaron a cabo en 15 colegios que aceptaron participar en este estudio, teniendo como resultado un universo de 988 estudiantes de tercero de bachillerato.

Los colegios encuestados fueron los siguiente:

Tabla 14: Colegios Encuestados del DMQ

COLEGIOS	PARROQUIAS	NÚMERO DE ESTUDIANTES DE TERCERO DE BACHILLERATO
Cardinal Spellman Girls School	Belisario Quevedo	96
Unidad Educativa Particular Santo Domingo Savio De Pomasqui	Pomasqui	30
Unidad Educativa Saint Dominic School Quito	Conocoto	72
Colegio Alemán Quito	Cumbayá	98
Unidad Educativa Virgen Del Consuelo	Centro Histórico	35
Colegio Gutenberg Schule	Conocoto	40
Unidad Educativa San Vicente De Paúl	Conocoto	60
Unidad Educativa Bilingue Computer World	Tumbaco	27
Colegio Pachamama	Tumbaco	40
Unidad Educativa Cristiana New Life	Guamaní	50
Unidad Educativa Municipal Quitumbe	Quitumbe	90
Unidad Educativa Particular De América	El Inca	120
Unidad Educativa Fiscal Camilo Ponce Enríquez	El Inca	160
Unidad Educativa Particular Francis Bacon	El Inca	19
Unidad Educativa Charles Darwin	Cotocollao	51
UNIVERSO		988

3.1.2.1. Encuesta definitiva

Se consideró únicamente una encuesta definitiva (Anexo C) aplicando las observaciones de la encuesta piloto universitaria. Sin embargo, en esta encuesta se recopiló información a los futuros estudiantes sobre la parroquia en la que se encuentra su vivienda actual.

Gracias al proyecto de promocionar las carreras que brinda la Facultad de Ingeniería de la PUCE en distintos colegios, se contó con la ayuda de estudiantes de la Facultad de Ingeniería Civil para realizar encuestas. Los estudiantes fueron capacitados con el material necesario, en el cual se proporcionó las encuestas impresas y cartas, por parte

del decano de la Facultad de Ingeniería, solicitando el ingreso de los estudiantes a los colegios.

3.2. Tamaño de la Muestra Universitaria

La obtención del tamaño de la muestra se realiza mediante la ecuación N° 10, sabiendo que el universo de la PUCE es de 14,326. Se consideró los mismos niveles de confianza y márgenes de error presentados en la disertación del Ing. Egas e Ing. Yánez.

Estos autores consideraron los niveles de confianza de 95% y el 99%; empleando diferentes márgenes de error que oscilan entre el 3% al 5% (Egas Varea & Yánez Cajas, 2011).

Tabla 15: Análisis del Tamaño de la Muestra (2011)

DATOS 2011

Estudiantes	7869
Profesores	1141
Administrativos	695
N	9705
P	0.5
Q	0.5

Nivel de Confianza	z	E	n
95%	1.96	5	370
95%	1.96	4.5	452
95%	1.96	4	565
95%	1.96	3.75	638
95%	1.96	3.5	725
95%	1.96	3.25	831
95%	1.96	3	961
99%	2.58	5	623
99%	2.58	4.5	758
99%	2.58	4	939
99%	2.58	3.75	1055
99%	2.58	3.5	1192
99%	2.58	3.25	1356
99%	2.58	3	1553

FINAL

99%	2.58	3.325	1303

Obtenido de "Estudio de la movilidad en la sede matriz de la PUCE Quito"

Tabla 16: Análisis del Tamaño de la Muestra (2019)

DATOS 2019

Estudiantes	11755
Profesores	1871
Administrativos	700
N	14326
P	0.5
Q	0.5

Nivel de Confianza	z	E	n
95%	1.96	5	374
95%	1.96	4.5	459
95%	1.96	4	576
95%	1.96	3.75	652
95%	1.96	3.5	743
95%	1.96	3.25	855
95%	1.96	3	993
99%	2.58	5	636
99%	2.58	4.5	777
99%	2.58	4	970
99%	2.58	3.75	1093
99%	2.58	3.5	1241
99%	2.58	3.25	1419
99%	2.58	3	1638

FINAL

99%	2.58	3.325	1362

La población universitaria que se encuestó fue de 1,362 estudiantes, profesores y administrativos.

3.3. Tamaño de la Muestra Colegios

El tamaño de la muestra de los colegios se adquiere mediante la ecuación N° 10, sabiendo que el universo de los 15 colegios es de 988 estudiantes de tercero de bachillerato. Se consideró los mismos niveles de confianza y márgenes de error utilizados para la obtención de la muestra universitaria.

Tabla 17: Análisis del Tamaño de la Muestra de Colegios

DATOS

N	988
P	0.5
Q	0.5

Nivel de Confianza	z	E	n
95%	1.96	5	277
95%	1.96	4.5	321
95%	1.96	4	374
95%	1.96	3.75	404
95%	1.96	3.5	437
95%	1.96	3.25	474
95%	1.96	3	513
99%	2.58	5	398
99%	2.58	4.5	449
99%	2.58	4	507
99%	2.58	3.75	539
99%	2.58	3.5	572
99%	2.58	3.25	607
99%	2.58	3	644

FINAL

99%	2.58	3.325	597

La muestra de colegios obtenida es de 597 estudiantes, pero se realizaron 988 encuestas.

3.4. Presentación de Resultados

3.4.1. Encuestas PUCE

De los 1,362 miembros de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador que fueron encuestados, el 33. 3% ha considerado vivir en Nayón para estar más cerca del nuevo campus. En cambio, el 66.7% no han considerado cambiar su domicilio para estar más cerca de la Sede Nayón, como se muestra en la Ilustración N° 12.

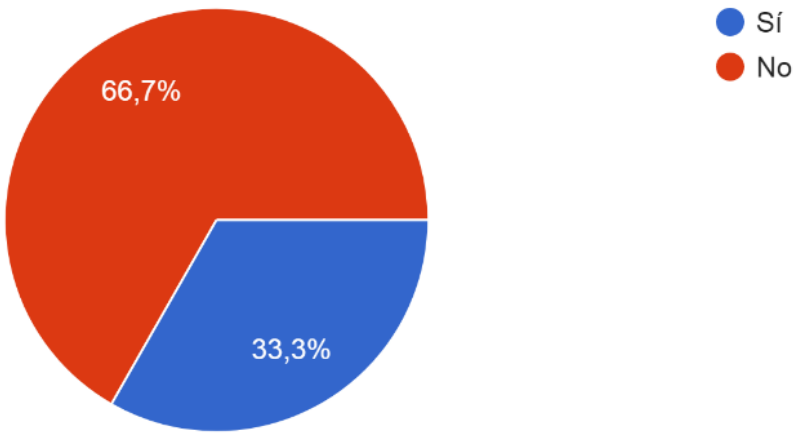


Ilustración 12: Consideración de Vivienda en Nayón

El 71.7% de la comunidad universitaria estaría dispuesta a tomar un bus o buseta universitaria para dirigirse a la Sede Nayón. Por el contrario, el 28.3% no le interesaría usar este medio de transporte.

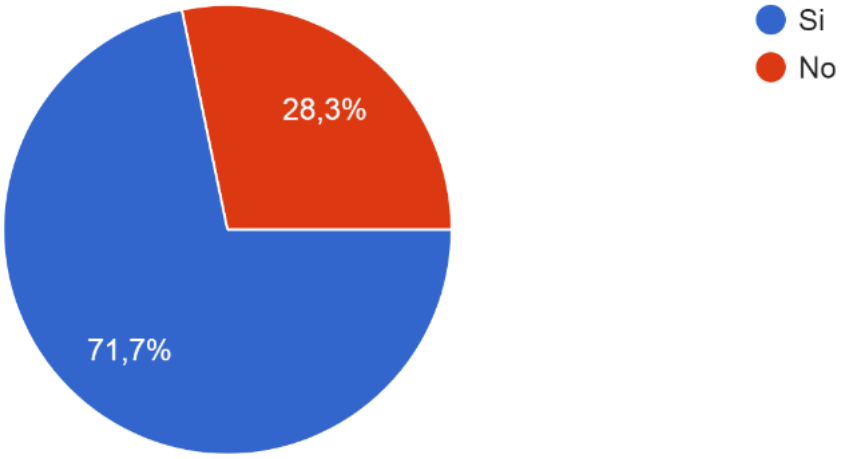


Ilustración 13: Uso de Buseta o Bus Universitario para la Sede Nayón

En la Ilustración N° 14 se presenta el costo mensual que la comunidad universitaria estaría dispuesta a pagar en el caso de que adquirieran el servicio de bus o buseta universitaria. Los tres cuartos de los encuestados pagarían de 30 a 45 USD mensualmente, mientras que el 25% restante estarían dispuesto a pagar más de 46 USD.

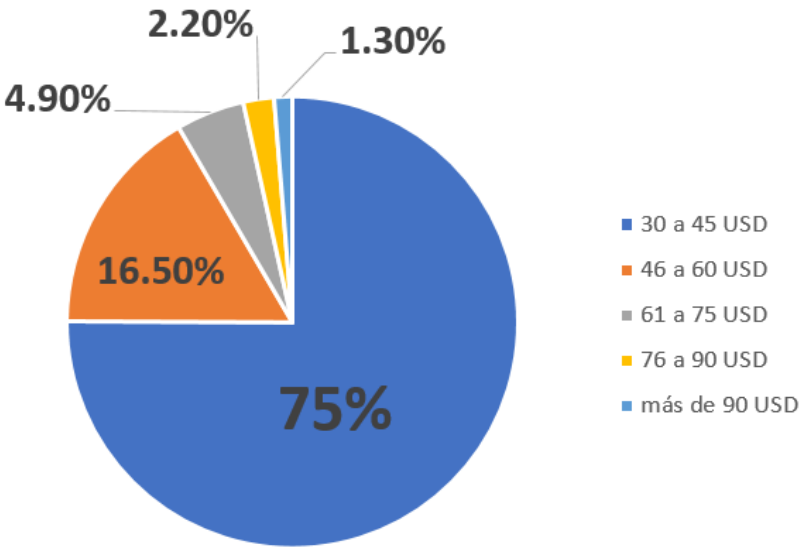


Ilustración 14: Costo Mensual de Transporte Universitario

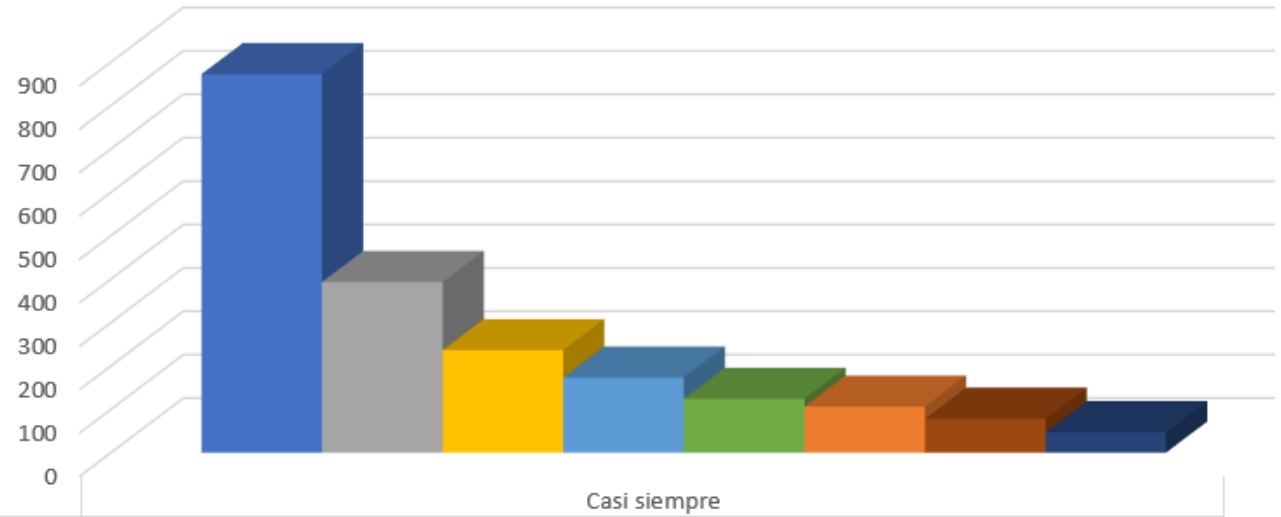
La comunidad universitaria se traslada en distintos medios de transporte, combinándolos según su conveniencia y facilidad. En la Ilustración N° 15 Frecuencia

de Modo de Transporte “Casi Siempre”, muestra que casi siempre el 64% de los encuestados utilizarían bus público para dirigirse a la PUCE Sede Nayón. Mientras que un 6% preferiría ir casi siempre caminando.

La Ilustración N° 16 Frecuencia de Modo de Transporte “Algunas Veces” indica que los miembros de la universidad preferirían transportarse “algunas veces” en taxi, Uber, Cabify, entre otros con el 30%, en bus universitario con el 28% y en auto de algún compañero con el 25%.

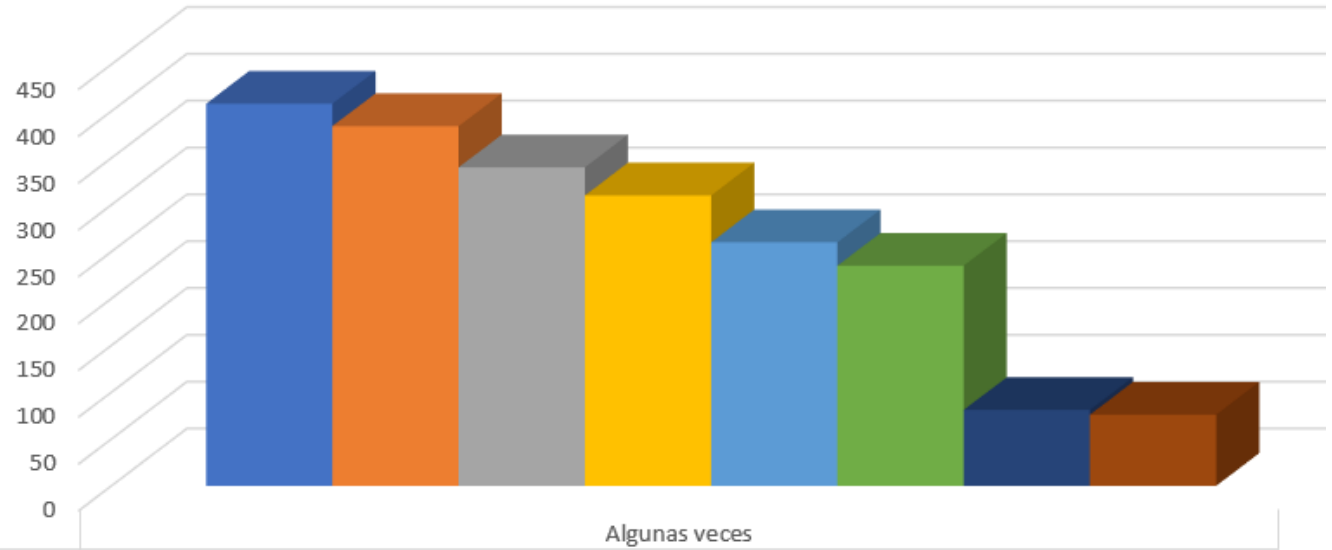
Rara vez la comunidad universitaria se movilizaría en taxi, Uber, Cabify con el 39% y en auto de algún compañero con el 36%, representados en la Ilustración N° 17 Frecuencia de Modo de Transporte “Rara Vez”.

El 75% de los encuestados nunca irían en bicicleta o caminando a la PUCE Sede Nayón, como nos muestra la Ilustración N° 18 Frecuencia de Modo de Transporte “Nunca”.



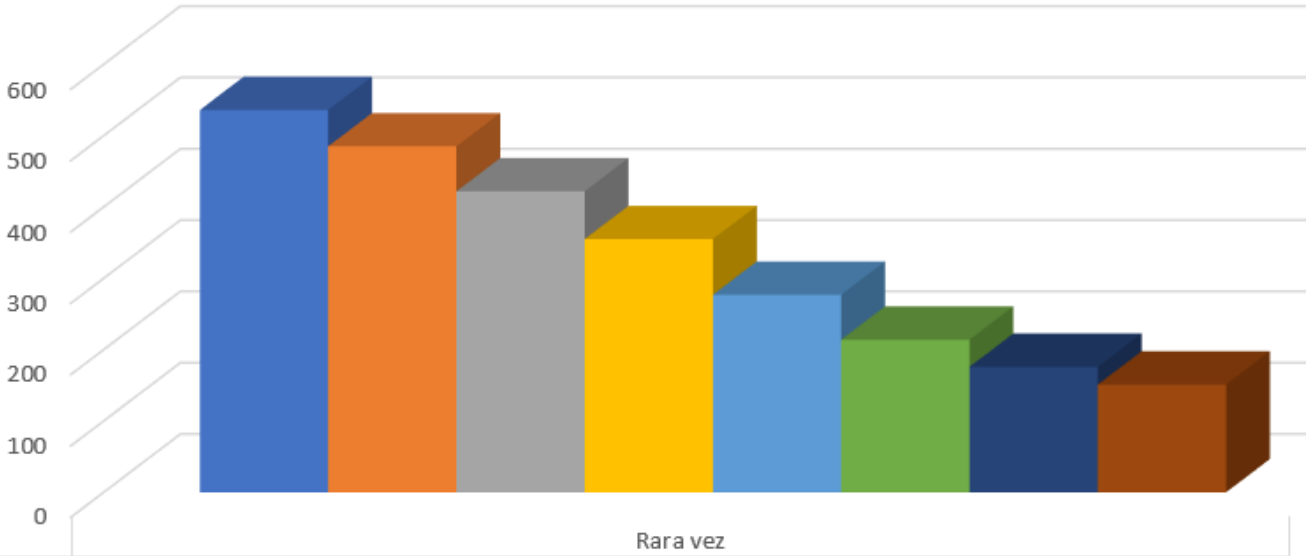
	Casi siempre
Bus	872
Buseta o bus universitatria	393
Auto Propio (usted es el conductor)	236
Auto (pasajero) dejan en la puerta	173
Auto de algun compañero de la universidad o docente	124
Taxi,Uber, Cabify, entre otros	106
Caminando	78
Bicicleta	47

Ilustración 15: Frecuencia de Modo de Transporte "Casi Siempre"



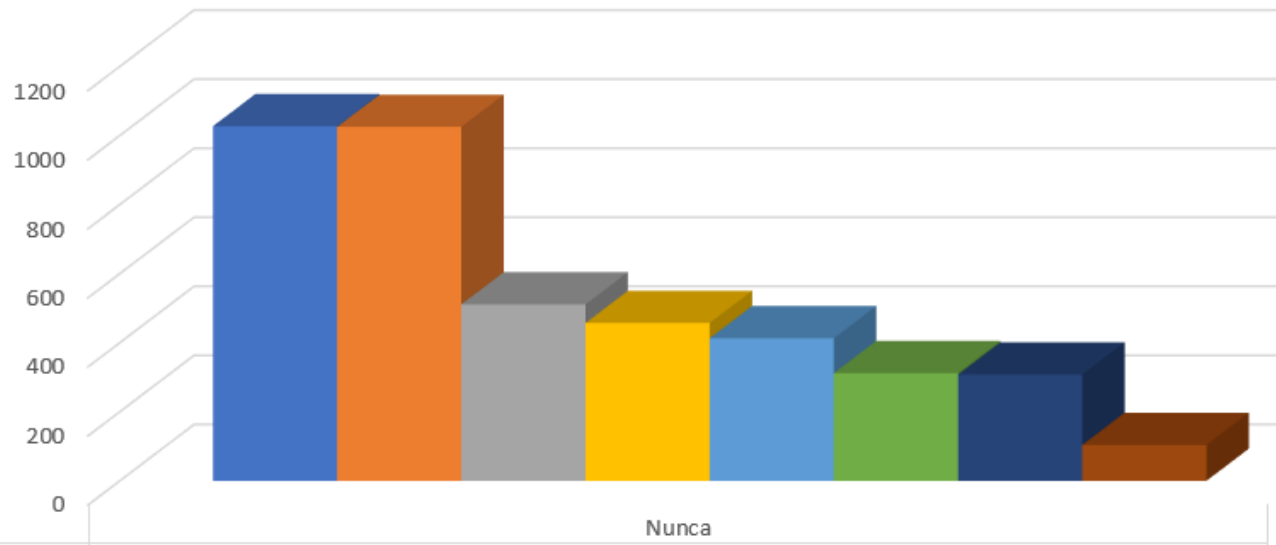
	Algunas veces
Taxi,Uber, Cabify, entre otros	408
Buseta o bus universitatria	384
Auto de algun compañero de la universidad o docente	340
Auto (pasajero) dejan en la puerta	310
Auto Propio (usted es el conductor)	260
Bus	235
Caminando	81
Bicicleta	76

Ilustración 16: Frecuencia de Modo de Transporte "Algunas Veces"



	Rara vez
Taxi,Uber, Cabify, entre otros	536
Auto de algun compañero de la universidad o docente	485
Auto (pasajero) dejan en la puerta	422
Auto Propio (usted es el conductor)	355
Buseta o bus universitatria	277
Bicicleta	214
Caminando	176
Bus	151

Ilustración 17: Frecuencia de Modo de Transporte "Rara Vez"



	Nunca
Caminando	1027
Bicicleta	1025
Auto Propio (usted es el conductor)	511
Auto (pasajero) dejan en la puerta	457
Auto de algun compañero de la universidad o docente	413
Taxi,Uber, Cabify, entre otros	312
Buseta o bus universitatria	308
Bus	104

Ilustración 18: Frecuencia de Modo de Transporte "Nunca"

Para más de la mitad (57.8%) de docentes, estudiantes y administrativos sería un obstáculo estudiar o trabajar en el nuevo campus de la PUCE. Por el contrario, el 42.2% no tendría inconvenientes. (Ilustración: N°19)

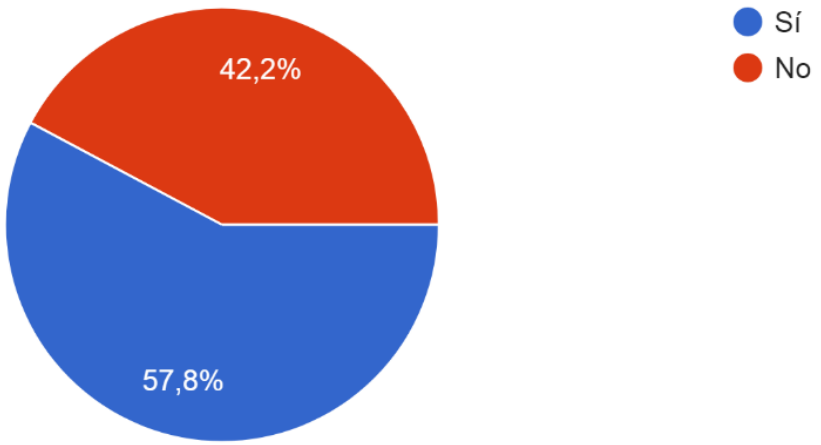


Ilustración 19: Sede Nayón- Obstáculo para Trabajar o Estudiar

El 57.8% miembros de la comunidad universitaria consideraron que "Sí" sería un obstáculo estudiar o trabajar en la Sede de Nayón, los cuales presentaron como el mayor problema la distancia que de la PUCE Sede Nayón con respecto a sus viviendas. (Ilustración N° 20)

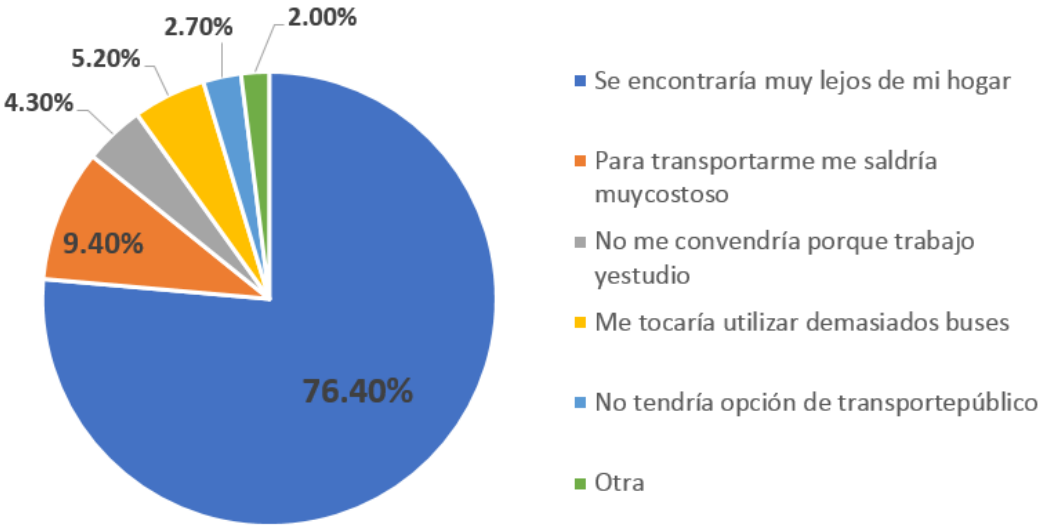


Ilustración 20: Problemas para Estudiar o Trabajar en el Campus Sede Nayón

3.4.2. Encuestas Colegios

Gracias a un total de 988 estudiantes de colegios de distintas parroquias del Distrito Metropolitano de Quito, que participaron en la encuesta, se obtuvieron los siguientes resultados.

El 67% ha considerado estudiar en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, mientras que el 33% de los encuestados no ha considerado esta Universidad. (Ilustración N° 21)

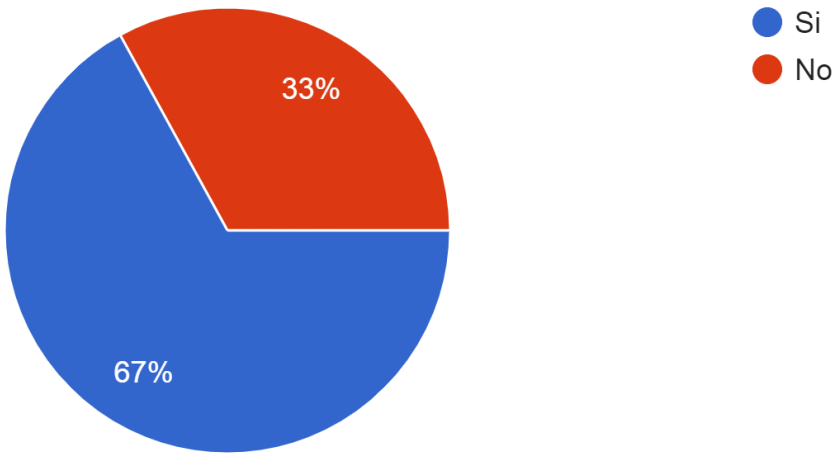


Ilustración 21: Consideración de Estudiar en la PUCE

El 48.7% de los estudiantes de colegios encuestados no consideran estudiar en la PUCE Sede Nayón. Por otro lado, el 51.3% de los encuestados están dispuestos a estudiar en el nuevo campus, como se presenta en la ilustración N° 22

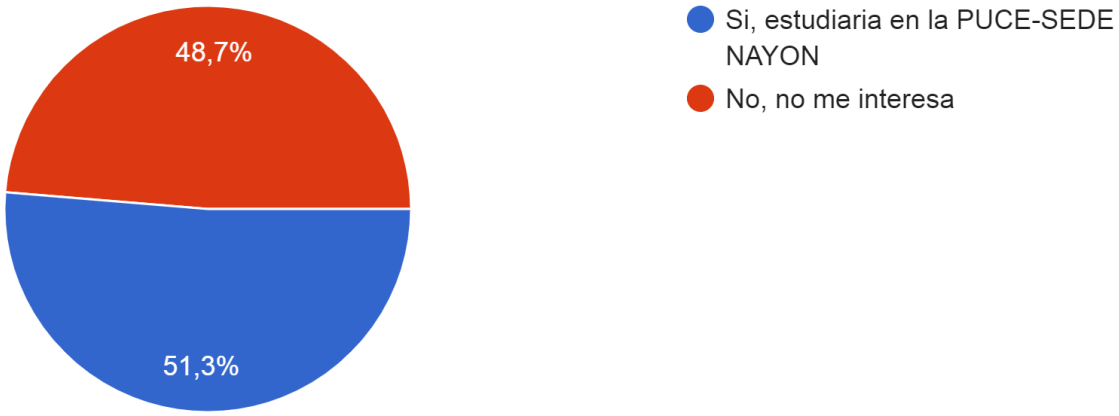


Ilustración 22: Consideración de Estudiar en la PUCE Sede Nayón

La ilustración N° 23 presenta que el 37. 48% de los encuestados residen en parroquias rurales, de las cuales predominan Conocoto con el 6.7%, Cumbayá con el 6.31%, Calderón con 4.93% y Tumbaco con 4.14%.

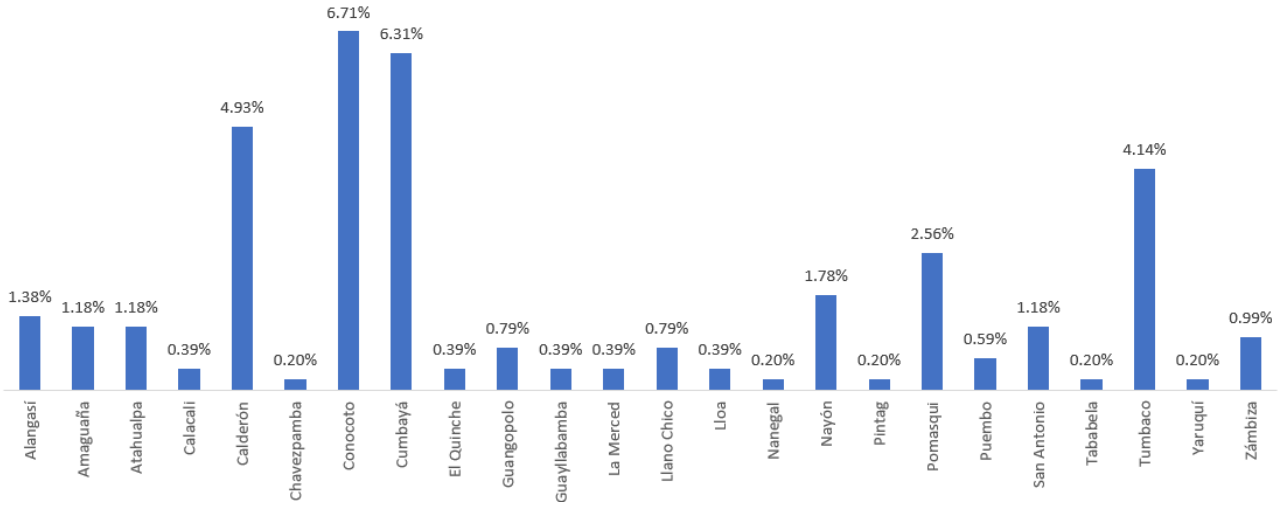


Ilustración 23: Número de Encuestados por Parroquias Rurales (Colegios)

El mayor porcentaje de los encuestados (62.52%) residen en parroquias urbanas, proviniendo principalmente de La Ecuatoriana con un 5.13%, Guamaní con un 4.73%, Carcelén con 4.34% y Chillogallo con 4.14%.

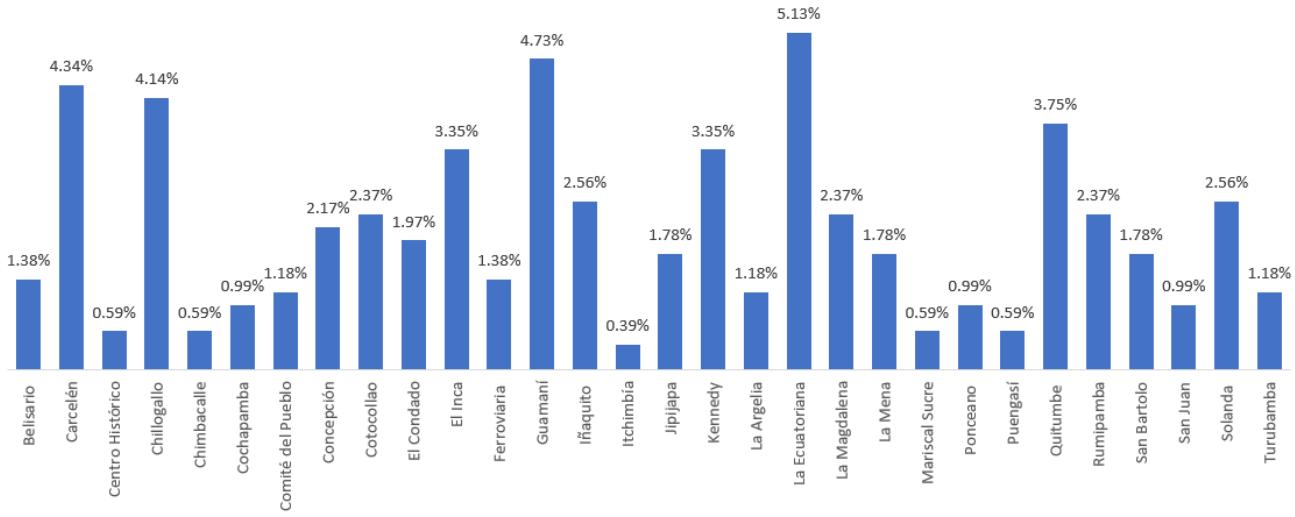


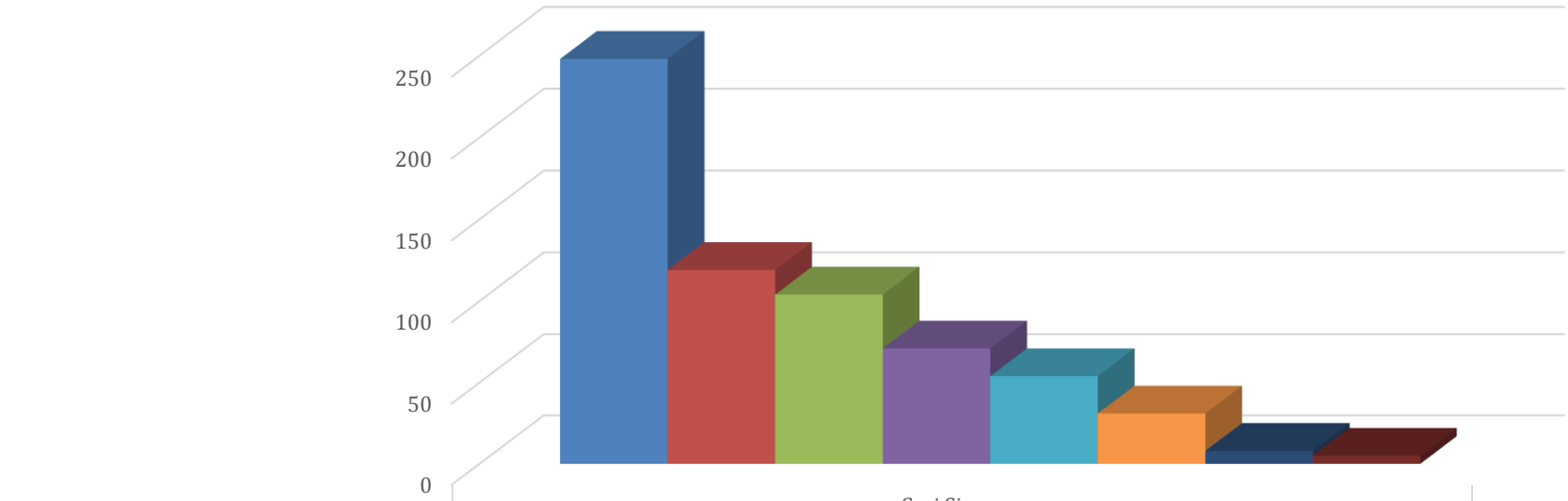
Ilustración 24: Número de Encuestados por Parroquias Urbanas (Colegios)

Los futuros miembros de la comunidad universitaria han considerado distintos medios de transporte para poder trasladarse al nuevo campus. El 49% de los encuestados "casi siempre" tomaría bus público para dirigirse a la PUCE Sede Nayón. Por otro lado, el 1% ha considerado "casi siempre" usar bicicleta, como nos muestra la Ilustración N° 25 Frecuencia de Modo de Transporte "Casi siempre" - Colegios.

"Algunas veces" los futuros estudiantes de la PUCE de Nayón se trasladarían en taxi, Uber, Cabify con el 45% y con 36% "algunas veces" asistirían en un vehículo como pasajero, representados en la Ilustración N° 26 Frecuencia de Modo de Transporte "Algunas Veces" - Colegios.

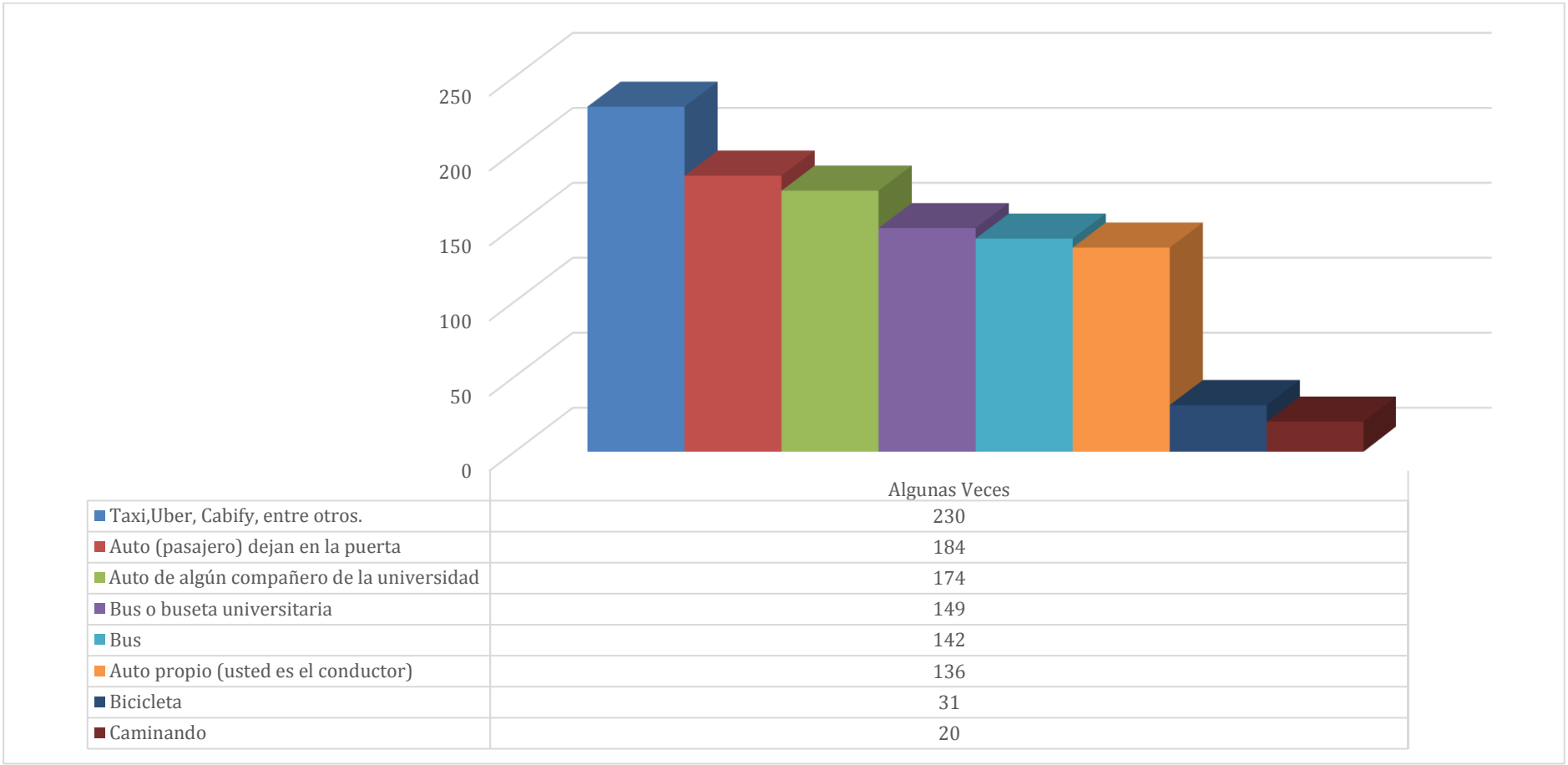
La Ilustración N° 27 Frecuencia de Modo de Transporte "Rara Vez" - Colegios indica que "rara vez" el 42% de los encuestados prefieren transportarse en el auto de algún compañero de la universidad y el 36% de Taxi, Uber, Cabify, entre otros.

De los estudiantes encuestados de los distintos colegios, más del 70% “nunca” consideraría trasladarse caminando o en bicicleta al nuevo campus como se presenta en la ilustración N° 28 Frecuencia de Modo de Transporte “Nunca” – Colegios.



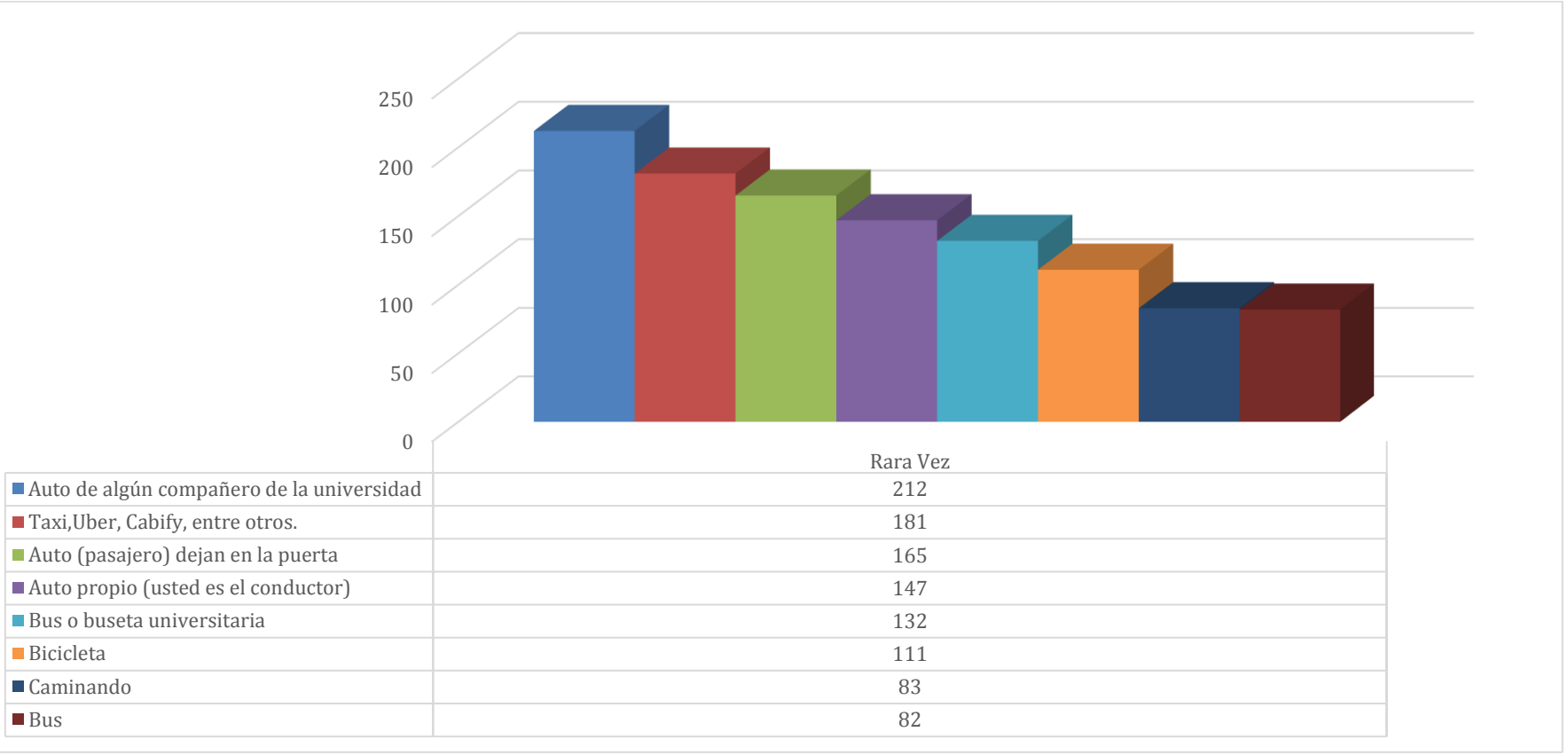
	Casi Siempre
Bus	248
Bus o buseta universitaria	119
Auto propio (usted es el conductor)	104
Auto (pasajero) dejan en la puerta	71
Taxi,Uber, Cabify, entre otros.	54
Auto de algún compañero de la universidad	31
Caminando	8
Bicicleta	5

Ilustración 25: Frecuencia de Modo de Transporte "Casi Siempre" - Colegios



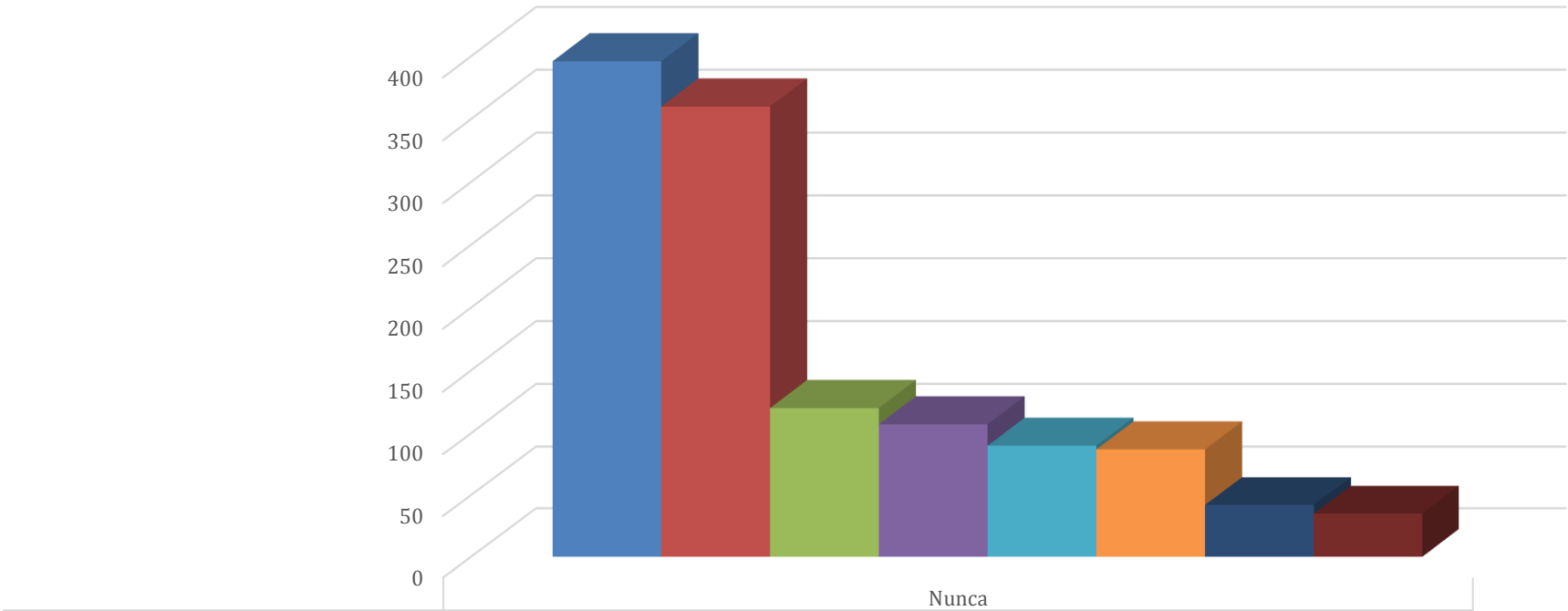
	Algunas Veces
Taxi,Uber, Cabify, entre otros.	230
Auto (pasajero) dejan en la puerta	184
Auto de algún compañero de la universidad	174
Bus o buseta universitaria	149
Bus	142
Auto propio (usted es el conductor)	136
Bicicleta	31
Caminando	20

Ilustración 26: Frecuencia de Modo de Transporte "Algunas Veces" - Colegios



	Rara Vez
Auto de algún compañero de la universidad	212
Taxi,Uber, Cabify, entre otros.	181
Auto (pasajero) dejan en la puerta	165
Auto propio (usted es el conductor)	147
Bus o buseta universitaria	132
Bicicleta	111
Caminando	83
Bus	82

Ilustración 27: Frecuencia de Modo de Transporte "Rara Vez" - Colegios



	Nunca
Caminando	396
Bicicleta	360
Auto propio (usted es el conductor)	120
Bus o buseta universitaria	107
Auto de algún compañero de la universidad	90
Auto (pasajero) dejan en la puerta	87
Taxi,Uber, Cabify, entre otros.	42
Bus	35

Ilustración 28: Frecuencia de Modo de Transporte "Nunca" - Colegios

3.4.3. Parroquias donde viven los Miembros de la PUCE

En el estudio realizado por el Ing. Egas y el Ing. Yánez, en el 2011, se presenta el número de encuestados por parroquias dando como resultado los siguientes datos:

"Muestra que de los 989 encuestados de la comunidad universitaria (76%) que residen en las parroquias urbanas se dirigen al campus universitario desde la parroquia Iñaquito en un 11%, de Cotocollao un 9%, El Inca 8%, Mariscal Sucre 7%, Kennedy y Condado un 6% cada una y el resto de parroquias urbanas menos del 6% cada una. (...) Desde las parroquias rurales la comunidad universitaria se dirige al campus universitario 314 personas encuestadas (24%), primordialmente de Conocoto en un 30%, seguido por Cumbayá un 12%, Pomasqui un 10%, Calderón un 9%, Alangasí un 8%, Amaguaña y Tumbaco un 6% cada uno y desde el resto de parroquias rurales menos del 6% cada una." (Egas Varea & Yánez Cajas, 2011, p. 87)

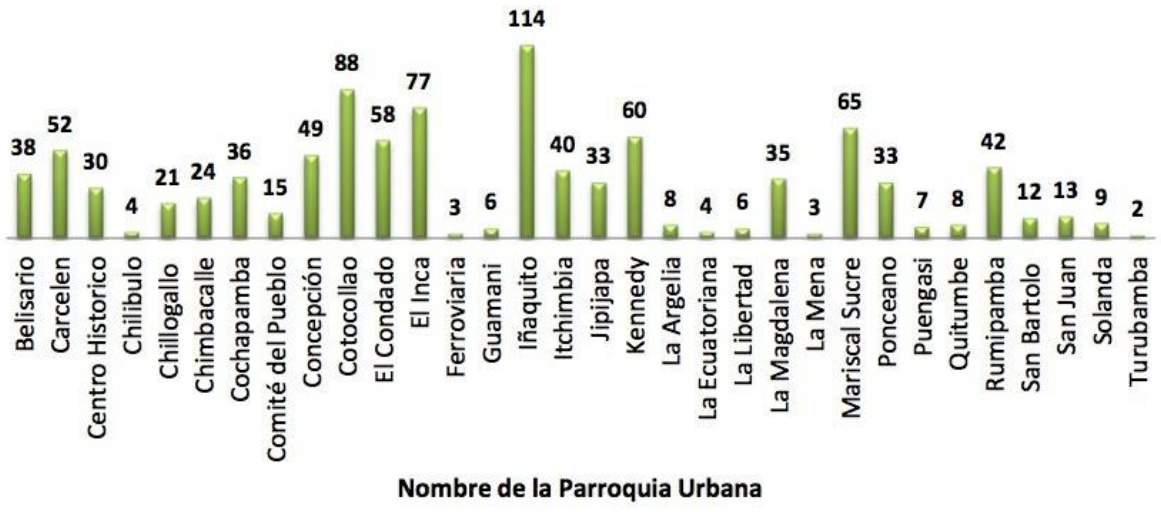


Ilustración 29: Número de Encuestados por Parroquias Urbanas (2010)
Obtenido de "Estudio de la movilidad en la sede matriz de la PUCE Quito" (Egas Varea & Yánez Cajas, 2011, pág. 86)

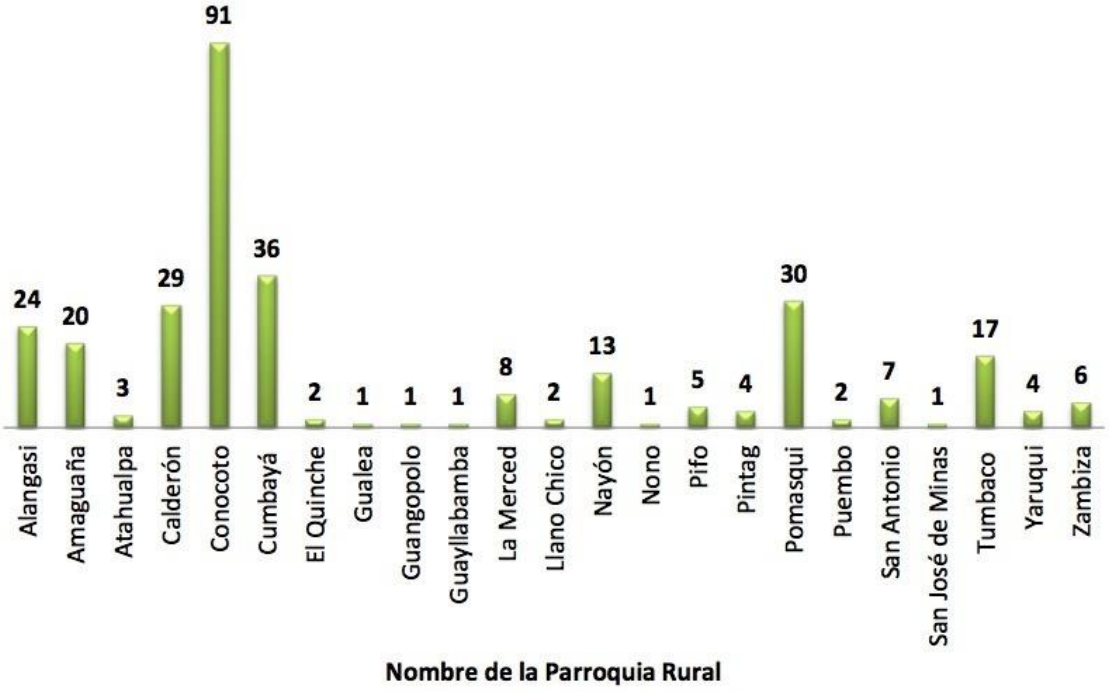


Ilustración 30: Número de Encuestados por Parroquias Rurales (2010)
Obtenido de "Estudio de la movilidad en la sede matriz de la PUCE Quito" (Egas Varea & Yánez Cajas, 2011, pág. 87)

Gracias a estos datos presentados previamente se pudo sacar el porcentaje representativo de cada parroquia en el 2010. Con este porcentaje se obtuvo una relación para la muestra realizada en el 2019. Dando como resultado los siguientes datos.

Tabla 18: Número de Encuestados por Parroquias Rurales

Parroquias Rurales	**2010**	**Porcentaje 2010 (%)**	**2018**
1. Alangasí	24	1.84	26
2. Amaguaña	20	1.53	21
3. Atahualpa	3	0.23	4
4. Calacalí	0	0.00	0
5. Calderón	29	2.23	31
6. Chavezpamba	0	0.00	0
7. Checa	0	0.00	0
8. Conocoto	91	6.98	96
9. Cumbayá	36	2.76	38
10. El Quinche	2	0.15	3
11. Gualea	1	0.08	2
12. Guangopolo	1	0.08	2
13. Guayllabamba	1	0.08	2
14. La Merced	8	0.61	9

15. Llano Chico	2	0.15	3
16. Lloa	0	0.00	0
17. Nanegal	0	0.00	0
18. Nanegalito	0	0.00	0
19. Nayón	13	1.00	14
20. Nono	1	0.08	2
21. Pacto	0	0.00	0
22. Perucho	0	0.00	0
23. Pifo	5	0.38	6
24. Pintag	4	0.31	5
25. Pomasqui	30	2.30	32
26. Puéllaro	0	0.00	0
27. Puembo	2	0.15	3
28. San Antonio	7	0.54	8
29. San José de Minas	1	0.08	2
30. Tababela	0	0.00	0
31. Tumbaco	17	1.30	18
32. Yaruquí	4	0.31	5
33. Zámbiza	6	0.46	7

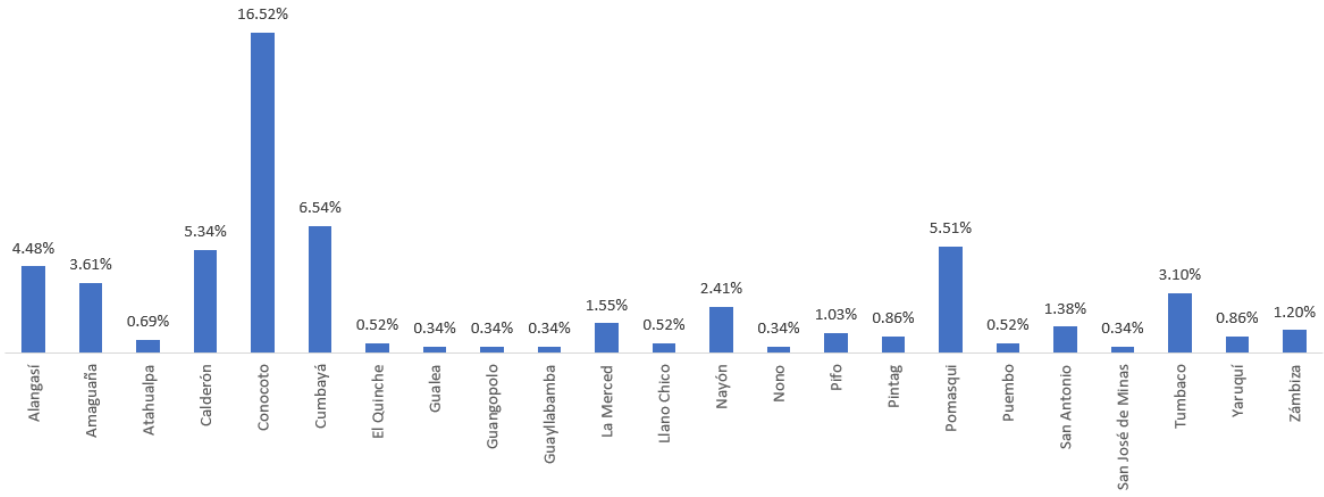


Ilustración 31: Porcentaje de Encuestados por Parroquias Rurales (2018)

Tabla 19: Número de Encuestados por Parroquias Urbanas

Parroquias Urbanas	**2010**	**Porcentaje 2010 (%)**	**2018**
1. Belisario	38	2.92	40
2. Carcelén	52	3.99	55
3. Centro Histórico	30	2.30	32
4. Chilibulo	4	0.31	5
5. Chillogallo	21	1.61	22
6. Chimbacalle	24	1.84	26

7. Cochapamba	36	2.76	38
8. Comité del Pueblo	15	1.15	16
9. Concepción	49	3.76	52
10. Cotocollao	88	6.75	92
11. El Condado	58	4.45	61
12. El Inca	77	5.91	81
13. Ferroviaria	3	0.23	4
14. Guamaní	6	0.46	7
15. Iñaquito	114	8.75	120
16. Itchimbía	40	3.07	42
17. Jipijapa	33	2.53	35
18. Kennedy	60	4.60	63
19. La Argelia	8	0.61	9
20. La Ecuatoriana	4	0.31	5
21. La Libertad	6	0.46	7
22. La Magdalena	35	2.69	37
23. La Mena	3	0.23	4
24. Mariscal Sucre	65	4.99	68
25. Ponceano	33	2.53	35
26. Puengasí	7	0.54	8
27. Quitumbe	8	0.61	9
28. Rumipamba	42	3.22	44
29. San Bartolo	12	0.92	13
30. San Juan	13	1.00	14
31. Solanda	9	0.69	10
32. Turubamba	2	0.15	3

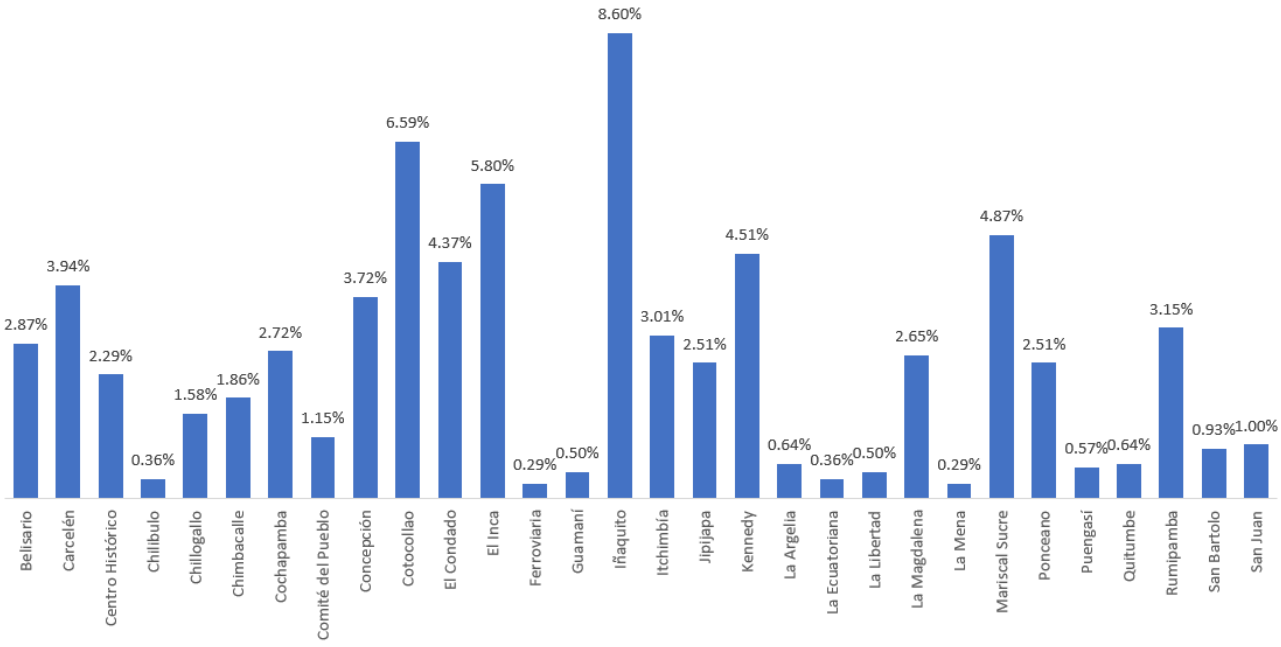


Ilustración 32: Porcentaje de Encuestados por Parroquias Urbanas (2018)

3.4.4. División de las Parroquias según los Accesos Vehiculares

Para el análisis vehicular se tomó en cuenta la ubicación de las viviendas de los miembros de la PUCE Sede Nayón, dividiéndolos por sectores. A los de la zona norte se les facilita el acceso por la Av. Simón Bolívar y la Vía a Nayón que proviene de la Av. De los Granados (Tabla N° 20). Para las parroquias que se encuentran al sur de Nayón, como Cumbayá, o al este, como Puembo, pueden tomar el acceso de la Vía Láctea-Manuela Sáenz por el reservorio de Cumbayá (Tabla N° 21).

Tabla 20: Parroquias – Acceso Nayón (Av. Simón Bolívar – Av. Granados)

Parroquias	N° de Habitantes por Parroquia	Porcentaje
Calacalí	0	0.00%
Chavezpamba	0	0.00%
Checa	0	0.00%
Lloa	0	0.00%
Nanegal	0	0.00%
Nanegalito	0	0.00%
Pacto	0	0.00%
Perucho	0	0.00%
Puellaro	0	0.00%
Tababela	0	0.00%
Gualea	2	0.14%
Guayllabamba	2	0.14%
Nono	2	0.14%
San José de Minas	2	0.14%
El Quinche	3	0.21%
Llano Chico	3	0.21%
Puembo	3	0.21%
Atahualpa	4	0.29%
Zámbiza	7	0.50%
San Antonio	8	0.57%
Comité del Pueblo	16	1.15%
Calderón	31	2.22%

Pomasqui	32	2.29%
Jipijapa	35	2.51%
Ponceano	35	2.51%
Cochapamba	38	2.72%
Rumipamba	44	3.15%
Concepción	52	3.72%
Carcelén	55	3.94%
El Condado	61	4.37%
Kennedy	63	4.51%
El Inca	81	5.80%
Cotocollao	92	6.59%
Iñaquito	120	8.60%
Total	791	56.66%

Tabla 21: Parroquias - Acceso Cumbayá

Parroquias	N° de Habitantes por Parroquia	Porcentaje
Guangopolo	2	0.14%
Pintag	5	0.36%
Yaruquí	5	0.36%
Pifo	6	0.43%
La Merced	9	0.64%
Tumbaco	18	1.29%
Alangasí	26	1.86%
Cumbayá	38	2.72%
Total	109	7.81%

De los miembros de la PUCE que viven en la zona sur del DMQ se considera que el 50% tomará el acceso de Miravalle y el 50% el acceso de Nayón, debido a la teoría de colas.

La teoría de colas se conoce como un sistema matemático que analiza el comportamiento de líneas de espera, proponiendo un sistema de colas óptimo que sea eficaz y eficiente. Al no encontrar un servicio con estas características los usuarios prefieren abandonar el sistema debido a que se generan grandes tiempos de espera. (Houda Mehri, 2011)

Mediante esta teoría, los futuros usuarios de la PUCE Sede Nayón podrán percibir el menor tiempo de viaje por los accesos vehiculares al nuevo campus y así decidir el más conveniente. Para llevar a cabo este análisis se tomó tiempos de viaje a tres diferentes horas, desde la Av. Conquistadores y la Av. Simón Bolívar, para los accesos vehiculares de Nayón y Miravalle.

Tabla 22: Tiempos de Viaje para los accesos vehiculares de Nayón y Miravalle

Miravalle		**Nayón**	
Horas	**Tiempo (min)**	**Horas**	**Tiempo (min)**
8 am	20.19	8 am	18.45
9 am	19.54	9 am	18.3
11 am	19.23	11 am	18.15
Promedio	19.65	**Promedio**	18.3

En la Tabla N° 22 se puede observar que no existe una diferencia significativa de los tiempos de viaje, siendo esta menor a 2 minutos. Por lo tanto, se puede considerar que los usuarios tomaran el acceso más conveniente dependiendo de la existencia de imprevistos en las vías, como accidentes, repavimentaciones, etc. Es decir, que el 50% tomará el acceso de Miravalle y el 50% el acceso de Nayón (Tabla N° 23).

Tabla 23: Accesos Nayón-Miravalle

Parroquias	**N° de Habitantes por Parroquia**	**Porcentaje**
Turubamba	3	0.21%
Ferroviaria	4	0.29%
La Mena	4	0.29%
Chilibulo	5	0.36%
La Ecuatoriana	5	0.36%
Guamaní	7	0.50%
La Libertad	7	0.50%
Puengasí	8	0.57%
La Argelia	9	0.64%
Quitumbe	9	0.64%

Solanda	10	0.72%
San Bartolo	13	0.93%
San Juan	14	1.00%
Amaguaña	21	1.50%
Chillogallo	22	1.58%
Chimbacalle	26	1.86%
Centro Histórico	32	2.29%
La Magdalena	37	2.65%
Belisario	40	2.87%
Itchimbía	42	3.01%
Mariscal Sucre	68	4.87%
Conocoto	96	6.88%
Total	482	34.53%

Para resumir, el 57% de la comunidad universitaria utilizaría la Av. Simón Bolívar y la Vía a Nayón que proviene de la Av. De los Granados, mientras que el 8% tomaría el acceso de la Vía Láctea-Manuela Sáenz por el reservorio de Cumbayá, y el 35% se dividiera entre el acceso de Miravalle y el acceso de Nayón. Por otra parte, los habitantes de la parroquia de Nayón representan el 1% de la comunidad universitaria.

3.4.5. Demanda de Vehículos Livianos

El ultimo registro del periodo 2018 de la PUCE presenta un universo de 14,326 miembros de la comunidad universitaria. Gracias a los resultados obtenidos en las encuestas se tiene que 409 personas “casi siempre” se trasladarían en auto propio o en vehículo de pasajero, esto equivale a que 30.03% (4,302 de los miembros de la PUCE) utilizarían vehículos livianos para transportarse. Considerando los porcentajes de la división de las parroquias según de accesos vehiculares se obtuvieron los resultados presentados en la siguiente tabla:

Tabla 24: Vehículos Livianos según sus Accesos

ACCESOS	PORCENTAJE	VEHÍCULOS LIVIANOS
Nayón	57%	2438
Miravalle -Nayón	35%	1486

Cumbayá	8%	336

El Ing. Egas y el Ing. Yánez indican que con el 83.73% de los miembros de la comunidad universitaria ingresan en un rango de 7 a 9 de la mañana (Egas Varea & Yánez Cajas, 2011). Debido a la gran afluencia en este horario se lo ha considerado como hora pico para el nuevo campus.

Tabla 25: Vehículos Livianos según sus Accesos – Hora Pico (7-9am)

ACCESOS	TOTAL VEHÍCULOS LIVIANOS	% HORA PICO (7 - 9 am)	VEHÍCULOS LIVIANOS HORA PICO (7 - 9 am)	VEHÍCULOS LIVIANOS POR HORA
Nayón	3181	83.73%	2663	1332
Miravalle	743	83.73%	622	311
Cumbayá	336	83.73%	281	141

3.4.6. HCM 2010

Considerando que la capacidad es el mayor número de automóviles en un periodo de tiempo, se analiza la capacidad de los posibles accesos de la PUCE Sede Nayón. Para este análisis se obtendrá el nivel de servicio actual y la saturación de estas vías interrumpidas, las cuales poseen semáforos, señales de "Pare" o "Ceda el Paso", redondeles, etc. (Transportation Research Board, 2010)

Utilizando los capítulos 16 y 18 del Manual de Capacidad Vial 2010, especificados en los capítulos 2.4.1 y 2.4.2 con las ecuaciones correspondientes, se estudiará los accesos de la PUCE Sede Nayón dividiéndolos en diferentes tramos (Ilustración N° 33):

a) Calle Quito

b) Pedro Brunning

c) 19 de Octubre

d) Eugenio Espejo (Miravalle - Rancho San Francisco)

e) Eugenio Espejo (Rancho San Francisco – Av. Manuela Sáenz)

f) Manuela Sáenz (Eugenio Espejo - PUCE)

g) Manuela Sáenz (PUCE - Reservorio)

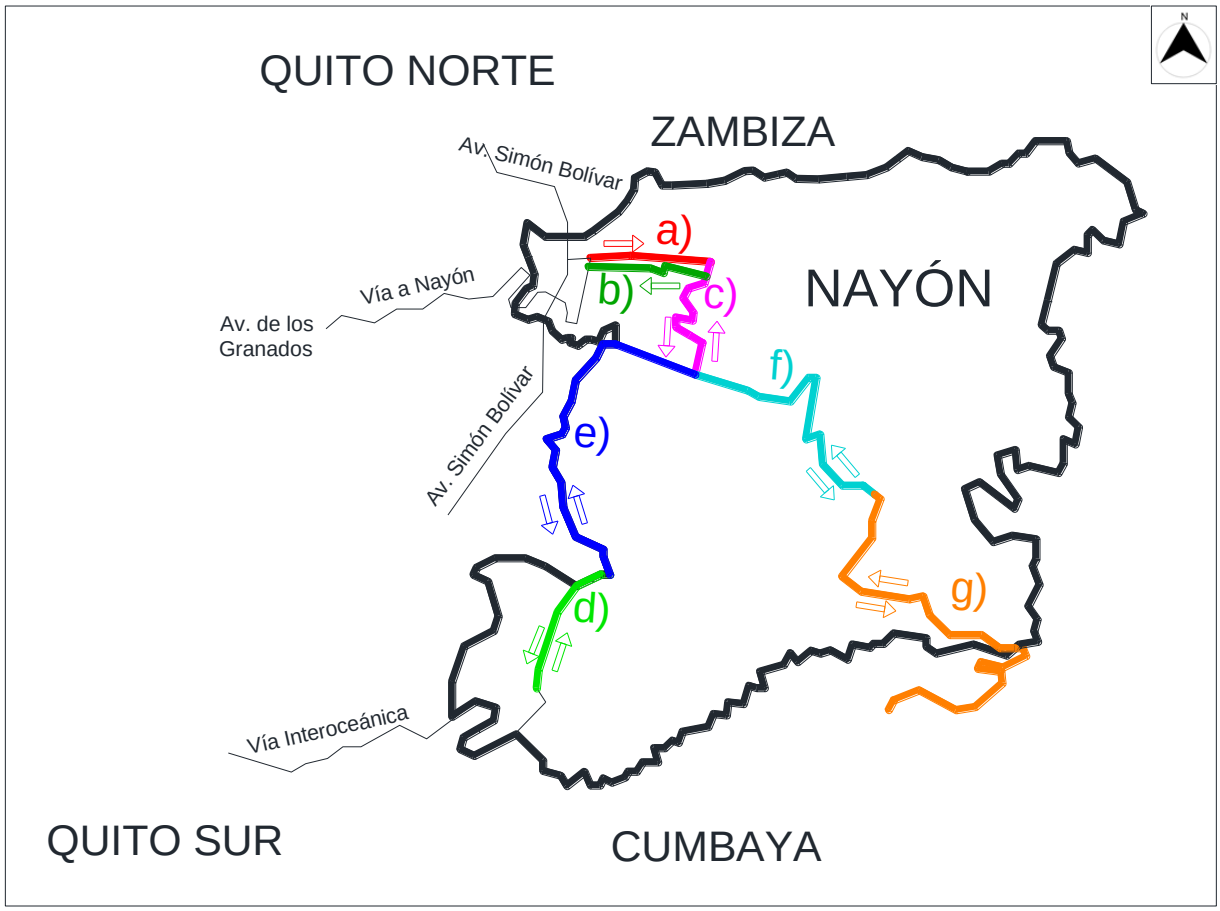


Ilustración 33: Vías de Acceso a la PUCE Sede Nayón

3.4.6.1. Calle Quito

- Metodología del Modelo de Automóviles

Tabla 26: Metodología del Modelo de Automóviles - Calle Quito

PASO 1 – Velocidad de Flujo Libre				
Segmentos	**Li (m)**	**Sfo,i (km/h)**	**Li (m)/Sfo,i (km/h)**	**Sfo,f (km/h)**
	Longitud del segmento	**Velocidad de Flujo Libre para el segmento**		**Velocidad de Flujo Libre para la instalación**
L1	460	45	10.22	45
L2	450	45	10	
SUMA Li	910	90	20.22	
PASO 2 – Velocidad de Viaje				
Segmentos	**Li (m)**	**ST,i (km/h)**	**Li (m)/ST,i (km/h)**	**ST,f (km/h)**
	Longitud del segmento	**Velocidad de Viaje para el segmento**		**Velocidad de Viaje para la instalación**
L1	460	20	23	20
L2	450	20	22.5	
SUMA Li	910	40	45.5	
PASO 3 – Tasa de Parada en el Espacio				
Segmentos	**Li (m)**	**Hs,I (stops/km)**	**Li (m)/ST,i (km/h)**	**HT (km/h)**
	Longitud del segmento	**Tasa de Parada por segmento**		**Tasa de Parada en el Espacio**
L1	460	1	460	1.49
L2	450	2	900	
SUMA Li	910	3	1360	
PASO 4 - Nivel de Servicio				
Sfo,f (km/h)	**ST,f (km/h)**	**Velocidad De Viaje Como Porcentaje De La Velocidad De Flujo Libre (%)**		**Nivel de Servico**
Velocidad de Flujo Libre para la instalación	**Velocidad de Viaje para la instalación**			
45	20	44.44		**D**

- Tasa de Flujo de Saturación

Tabla 27: Tasa de Flujo de Saturación - Calle Quito

Tasa de saturación	**S (veh/h)**	873	
	SIMBOLOGÍA	DATOS	CARACTERÍSTICAS
Tasa de flujo de saturación por carril	**So (pc/h/ln)**	1750	Población menor a 250,000
Número de carriles	**N**	1	1 carril de bajada
Factor de ajuste por ancho de carril	$\mathbf{f_w}$	1.04	Carril mayor a 12.9 ft (3.93 m)
Factor de ajuste para vehículos pesados	$\mathbf{f_{HV}}$	0.98	Según la ecuación N° 5 $P_{hv} = 2$ $E_T = 2$
Factor de ajuste para el grado de aproximación	$\mathbf{f_g}$	1.03	Según la ecuación N° 6 Grado de aproximación = -6%
Factor de ajuste por estacionamiento	$\mathbf{f_p}$	0.74	Según la ecuación N° 7 N = 1 $N_m = 32$
Factor de ajuste por buses	$\mathbf{f_{bb}}$	0.97	Según la ecuación N° 8 N = 1 $N_b = 7$
Factor de ajuste por área	$\mathbf{f_a}$	0.9	Para áreas que en el diseño geométrica y el tráfico crece significativamente.
Factor de ajuste por utilización de carril	$\mathbf{f_{LU}}$	0.91	Carril exclusivo recto con 3 grupos de carriles
Factor de ajuste para giros a la izquierda	$\mathbf{f_{LT}}$	0.95	Un solo carril
Factor de ajuste para giros a la derecha	$\mathbf{f_{RT}}$	0.85	Un solo carril
Factor de ajuste peatonal para movimientos de giro a la izquierda	$\mathbf{f_{Lpb}}$	1	Modo protegido
Factor de ajuste peatonal para movimientos de giro a la derecha	$\mathbf{f_{Rpb}}$	1	Modo protegido

3.4.6.2. Calle Pedro Brunning

- Metodología del Modelo de Automóviles

Tabla 28: Metodología del Modelo de Automóviles – Calle Pedro Brunning

PASO 1 – Velocidad de Flujo Libre				
Segmentos	**Li (m)**	**Sfo,i (km/h)**	**Li (m)/Sfo,i (km/h)**	**Sfo,f (km/h)**
	Longitud del segmento	**Velocidad de Flujo Libre para el segmento**		**Velocidad de Flujo Libre para la instalación**
L1	332	45	7.38	44.31
L2	53	35	1.51	
L3	587	45	13.04	
SUMA Li	972	125	21.94	
PASO 2 – Velocidad de Viaje				
Segmentos	**Li (m)**	**ST,i (km/h)**	**Li (m)/ST,i (km/h)**	**ST,f (km/h)**
	Longitud del segmento	**Velocidad de Viaje para el segmento**		**Velocidad de Viaje para la instalación**
L1	332	20	16.6	20
L2	53	20	2.65	
L3	587	20	29.35	
SUMA Li	972	60	48.6	
PASO 3 – Tasa de Parada en el Espacio				
Segmentos	**Li (m)**	**Hs,I (stops/km)**	**Li (m)/ST,i (km/h)**	**HT (km/h)**
	Longitud del segmento	**Tasa de Parada por segmento**		**Tasa de Parada en el Espacio**
L1	332	1	332	1
L2	53	1	53	
L3	587	1	587	
SUMA Li	972	3	972	
PASO 4 - Nivel de Servicio				
Sfo,f (km/h)	**ST,f (km/h)**	**Velocidad De Viaje Como Porcentaje De La Velocidad De Flujo Libre (%)**		**Nivel de Servicio**
Velocidad de Flujo Libre para la instalación	**Velocidad de Viaje para la instalación**			
44.31	20	45.14		**D**

- **Tasa de Flujo de Saturación**

Tabla 29: Tasa de Flujo de Saturación – Calle Pedro Brunning

Tasa de saturación	**S (veh/h)**	822	
	SIMBOLOGÍA	DATOS	CARACTERÍSTICAS
Tasa de flujo de saturación por carril	**So (pc/h/ln)**	1750	Población menor a 250,000
Número de carriles	**N**	1	1 carril de bajada
Factor de ajuste por ancho de carril	$\mathbf{f_w}$	1.04	Carril mayor a 12.9 ft (3.93 m)
Factor de ajuste para vehículos pesados	$\mathbf{f_{HV}}$	0.98	Según la ecuación N° 5 $P_{hv} = 2$ $E_T = 2$
Factor de ajuste para el grado de aproximación	$\mathbf{f_g}$	0.97	Según la ecuación N° 6 Grado de aproximación = 6%
Factor de ajuste por estacionamiento	$\mathbf{f_p}$	0.74	Según la ecuación N° 7 N = 1 $N_m = 32$
Factor de ajuste por buses	$\mathbf{f_{bb}}$	0.97	Según la ecuación N° 8 N = 1 $N_b = 7$
Factor de ajuste por área	$\mathbf{f_a}$	0.9	Para áreas que en el diseño geométrica y el tráfico crece significativamente.
Factor de ajuste por utilización de carril	$\mathbf{f_{LU}}$	0.908	Carril exclusivo recto con 3 grupos de carriles
Factor de ajuste para giros a la izquierda	$\mathbf{f_{LT}}$	0.95	Un solo carril
Factor de ajuste para giros a la derecha	$\mathbf{f_{RT}}$	0.85	Un solo carril
Factor de ajuste peatonal para movimientos de giro a la izquierda	$\mathbf{f_{Lpb}}$	1	Modo protegido
Factor de ajuste peatonal para movimientos de giro a la derecha	$\mathbf{f_{Rpb}}$	1	Modo protegido

3.4.6.3. Calle 19 de Octubre

- Metodología del Modelo de Automóviles

Tabla 30: Metodología del Modelo de Automóviles – Calle 19 de Octubre

PASO 1 – Velocidad de Flujo Libre				
Segmentos	**Li (m)**	**Sfo,i (km/h)**	**Li (m)/Sfo,i (km/h)**	**Sfo,f (km/h)**
	Longitud del segmento	**Velocidad de Flujo Libre para el segmento**		**Velocidad de Flujo Libre para la instalación**
L1	1300	50	26	50
SUMA Li	1300	50	26	
PASO 2 – Velocidad de Viaje				
Segmentos	**Li (m)**	**ST,i (km/h)**	**Li (m)/ST,i (km/h)**	**ST,f (km/h)**
	Longitud del segmento	**Velocidad de Viaje para el segmento**		**Velocidad de Viaje para la instalación**
L1	1300	30	43.33	30
SUMA Li	1300	30	43.33	
PASO 3 – Tasa de Parada en el Espacio				
Segmentos	**Li (m)**	**Hs,I (stops/km)**	**Li (m)/ST,i (km/h)**	**HT (km/h)**
	Longitud del segmento	**Tasa de Parada por segmento**		**Tasa de Parada en el Espacio**
L1	1300	1	1300	1
SUMA Li	1300	1	1300	
PASO 4 - Nivel de Servicio				
Sfo,f (km/h)	**ST,f (km/h)**			
Velocidad de Flujo Libre para la instalación	**Velocidad de Viaje para la instalación**	**Velocidad De Viaje Como Porcentaje De La Velocidad De Flujo Libre (%)**		**Nivel de Servicio**
50	30	60		**C**

- Tasa de Flujo de Saturación - Calle 19 de Octubre (desde la Calle Quito hasta la Av. Manuela Sáenz)

Tabla 31: Tasa de Flujo de Saturación – Calle 19 de Octubre (desde la Calle Quito hasta la Av. Manuela Sáenz)

Tasa de saturación	**S (veh/h)**	1,199	
	SIMBOLOGÍA	DATOS	CARACTERÍSTICAS
Tasa de flujo de saturación por carril	**So (pc/h/ln)**	1750	Población menor a 250,000
Número de carriles	**N**	1	1 carril de bajada
Factor de ajuste por ancho de carril	$\mathbf{f_w}$	1.04	Carril mayor a 12.9 ft (3.93 m)
Factor de ajuste para vehículos pesados	$\mathbf{f_{HV}}$	0.98	Según la ecuación N° 5 $P_{hv} = 2$ $E_T = 2$
Factor de ajuste para el grado de aproximación	$\mathbf{f_g}$	1.03	Según la ecuación N° 6 Grado de aproximación = -6%
Factor de ajuste por estacionamiento	$\mathbf{f_p}$	1	Según la ecuación N° 7 N = 1 $N_m = 0$ no existen estacionamientos
Factor de ajuste por buses	$\mathbf{f_{bb}}$	0.99	Según la ecuación N° 8 N = 1 $N_b = 3$
Factor de ajuste por área	$\mathbf{f_a}$	0.9	Para áreas que en el diseño geométrica y el tráfico crece significativamente.
Factor de ajuste por utilización de carril	$\mathbf{f_{LU}}$	0.908	Carril exclusivo recto con 3 grupos de carriles
Factor de ajuste para giros a la izquierda	$\mathbf{f_{LT}}$	0.95	Un solo carril
Factor de ajuste para giros a la derecha	$\mathbf{f_{RT}}$	0.85	Un solo carril
Factor de ajuste peatonal para movimientos de giro a la izquierda	$\mathbf{f_{Lpb}}$	1	Modo protegido
Factor de ajuste peatonal para movimientos de giro a la derecha	$\mathbf{f_{Rpb}}$	1	Modo protegido

- Tasa de Flujo de Saturación - Calle 19 de Octubre (desde Av. Manuela Sáenz hasta la Calle Quito)

Tabla 32: Tasa de Flujo de Saturación – Calle 19 de Octubre (desde Av. Manuela Sáenz hasta la Calle Quito)

Tasa de saturación	**S (veh/h)**	1,129	
	SIMBOLOGÍA	DATOS	CARACTERÍSTICAS
Tasa de flujo de saturación por carril	**So (pc/h/ln)**	1750	Población menor a 250000
Número de carriles	**N**	1	1 carril de bajada
Factor de ajuste por ancho de carril	$\mathbf{f_w}$	1.04	Carril mayor a 12.9 ft (3.93 m)
Factor de ajuste para vehículos pesados	$\mathbf{f_{HV}}$	0.98	Según la ecuación N° 5 P_{hv} = 2 E_T = 2
Factor de ajuste para el grado de aproximación	$\mathbf{f_g}$	0.97	Según la ecuación N° 6 Grado de aproximación = 6%
Factor de ajuste por estacionamiento	$\mathbf{f_p}$	1	Según la ecuación N° 7 N = 1 N_m = 0 no existen estacionamientos
Factor de ajuste por buses	$\mathbf{f_{bb}}$	0.99	Según la ecuación N° 8 N = 1 N_b = 3
Factor de ajuste por área	$\mathbf{f_a}$	0.9	Para áreas que en el diseño geométrica y el tráfico crece significativamente.
Factor de ajuste por utilización de carril	$\mathbf{f_{LU}}$	0.908	Carril exclusivo recto con 3 grupos de carriles
Factor de ajuste para giros a la izquierda	$\mathbf{f_{LT}}$	0.95	Un solo carril
Factor de ajuste para giros a la derecha	$\mathbf{f_{RT}}$	0.85	Un solo carril
Factor de ajuste peatonal para movimientos de giro a la izquierda	$\mathbf{f_{Lpb}}$	1	Modo protegido
Factor de ajuste peatonal para movimientos de giro a la derecha	$\mathbf{f_{Rpb}}$	1	Modo protegido

3.4.6.4. Calle Eugenio Espejo (Miravalle - Rancho San Francisco)

- Metodología del Modelo de Automóviles

Tabla 33: Metodología del Modelo de Automóviles – Calle Eugenio Espejo (Miravalle - Rancho San Francisco)

PASO 1 – Velocidad de Flujo Libre				
Segmentos	**Li (m)**	**Sfo,i (km/h)**	**Li (m)/Sfo,i (km/h)**	**Sfo,f (km/h)**
	Longitud del segmento	**Velocidad de Flujo Libre para el segmento**		**Velocidad de Flujo Libre para la instalación**
L1	1200	50	24	50
SUMA Li	1200	50	24	
PASO 2 – Velocidad de Viaje				
Segmentos	**Li (m)**	**ST,i (km/h)**	**Li (m)/ST,i (km/h)**	**ST,f (km/h)**
	Longitud del segmento	**Velocidad de Viaje para el segmento**		**Velocidad de Viaje para la instalación**
L1	1200	20	60	20
SUMA Li	1200	20	60	
PASO 3 – Tasa de Parada en el Espacio				
Segmentos	**Li (m)**	**Hs,I (stops/km)**	**Li (m)/ST,i (km/h)**	**HT (km/h)**
	Longitud del segmento	**Tasa de Parada por segmento**		**Tasa de Parada en el Espacio**
L1	1200	3	3600	3
SUMA Li	1200	3	3600	
PASO 4 - Nivel de Servicio				
Sfo,f (km/h)	**ST,f (km/h)**			
Velocidad de Flujo Libre para la instalación	**Velocidad de Viaje para la instalación**	**Velocidad De Viaje Como Porcentaje De La Velocidad De Flujo Libre (%)**		**Nivel de Servicio**
50	20	40		**E**

- Tasa de Flujo de Saturación

Tabla 34: Tasa de Flujo de Saturación – Calle Eugenio Espejo (Miravalle - Rancho San Francisco)

Tasa de saturación	**S (veh/h)**	1,178	
	SIMBOLOGÍA	DATOS	CARACTERÍSTICAS
Tasa de flujo de saturación por carril	**So (pc/h/ln)**	1750	Población menor a 250,000
Número de carriles	**N**	1	1 carril de bajada
Factor de ajuste por ancho de carril	$\mathbf{f_w}$	1.04	Carril mayor a 12.9 ft (3.93 m)
Factor de ajuste para vehículos pesados	$\mathbf{f_{HV}}$	0.98	Según la ecuación N° 5 $P_{hv} = 2$ $E_T = 2$
Factor de ajuste para el grado de aproximación	$\mathbf{f_g}$	1	Según la ecuación N° 6 Grado de aproximación = 0%
Factor de ajuste por estacionamiento	$\mathbf{f_p}$	1	Según la ecuación N° 7 N = 1 $N_m = 0$ no existen estacionamientos
Factor de ajuste por buses	$\mathbf{f_{bb}}$	1	Según la ecuación N° 8 N = 1 $N_b = 0$
Factor de ajuste por área	$\mathbf{f_a}$	0.9	Para áreas que en el diseño geométrica y el tráfico crece significativamente.
Factor de ajuste por utilización de carril	$\mathbf{f_{LU}}$	0.908	Carril exclusivo recto con 3 grupos de carriles
Factor de ajuste para giros a la izquierda	$\mathbf{f_{LT}}$	0.95	Un solo carril
Factor de ajuste para giros a la derecha	$\mathbf{f_{RT}}$	0.85	Un solo carril
Factor de ajuste peatonal para movimientos de giro a la izquierda	$\mathbf{f_{Lpb}}$	1	Modo protegido
Factor de ajuste peatonal para movimientos de giro a la derecha	$\mathbf{f_{Rpb}}$	1	Modo protegido

3.4.6.5. Calle Eugenio Espejo (Rancho San Francisco – Av. Manuela Sáenz)

- Metodología del Modelo de Automóviles

Tabla 35: Metodología del Modelo de Automóviles – Calle Eugenio Espejo (Rancho San Francisco – Av. Manuela Sáenz)

PASO 1 – Velocidad de Flujo Libre				
Segmentos	**Li (m)**	**Sfo,i (km/h)**	**Li (m)/Sfo,i (km/h)**	**Sfo,f (km/h)**
	Longitud del segmento	**Velocidad de Flujo Libre para el segmento**		**Velocidad de Flujo Libre para la instalación**
L1	3000	50	60	50
L2	161	50	3.22	
SUMA Li	3161	100	63.22	
PASO 2 – Velocidad de Viaje				
Segmentos	**Li (m)**	**ST,i (km/h)**	**Li (m)/ST,i (km/h)**	**ST,f (km/h)**
	Longitud del segmento	**Velocidad de Viaje para el segmento**		**Velocidad de Viaje para la instalación**
L1	3000	30	100	30
L2	161	30	5.37	
SUMA Li	3161	60	105.37	
PASO 3 – Tasa de Parada en el Espacio				
Segmentos	**Li (m)**	**Hs,I (stops/km)**	**Li (m)/ST,i (km/h)**	**HT (km/h)**
	Longitud del segmento	**Tasa de Parada por segmento**		**Tasa de Parada en el Espacio**
L1	3000	1	3000	1
L2	161	1	161	
SUMA Li	3161	2	3161	
PASO 4 - Nivel de Servicio				
Sfo,f (km/h)	**ST,f (km/h)**	**Velocidad De Viaje Como Porcentaje De La Velocidad De Flujo Libre (%)**		**Nivel de Servicio**
Velocidad de Flujo Libre para la instalación	**Velocidad de Viaje para la instalación**			
50	30	60		**C**

- Tasa de Flujo de Saturación - Calle Eugenio Espejo (desde el Rancho Sanfrancisco hasta la Av, Manuela Sáenz)

Tabla 36: Tasa de Flujo de Saturación –Calle Eugenio Espejo (desde el Rancho Sanfrancisco hasta la Av, Manuela Sáenz)

Tasa de saturación	**S (veh/h)**	1,143	
	SIMBOLOGÍA	DATOS	CARACTERÍSTICAS
Tasa de flujo de saturación por carril	**So (pc/h/ln)**	1750	Población menor a 250,000
Número de carriles	**N**	1	1 carril de bajada
Factor de ajuste por ancho de carril	$\mathbf{f_w}$	1.04	Carril mayor a 12.9 ft (3.93 m)
Factor de ajuste para vehículos pesados	$\mathbf{f_{HV}}$	0.98	Según la ecuación N° 5 P_{hv} = 2 E_T = 2
Factor de ajuste para el grado de aproximación	$\mathbf{f_g}$	0.97	Según la ecuación N° 6 Grado de aproximación = 6%
Factor de ajuste por estacionamiento	$\mathbf{f_p}$	1	Según la ecuación N° 7 N = 1 N_m = 0 no existen estacionamientos
Factor de ajuste por buses	$\mathbf{f_{bb}}$	1	Según la ecuación N° 8 N = 1 N_b = 0
Factor de ajuste por área	$\mathbf{f_a}$	0.9	Para áreas que en el diseño geométrica y el tráfico crece significativamente.
Factor de ajuste por utilización de carril	$\mathbf{f_{LU}}$	0.908	Carril exclusivo recto con 3 grupos de carriles
Factor de ajuste para giros a la izquierda	$\mathbf{f_{LT}}$	0.95	Un solo carril
Factor de ajuste para giros a la derecha	$\mathbf{f_{RT}}$	0.85	Un solo carril
Factor de ajuste peatonal para movimientos de giro a la izquierda	$\mathbf{f_{Lpb}}$	1	Modo protegido
Factor de ajuste peatonal para movimientos de giro a la derecha	$\mathbf{f_{Rpb}}$	1	Modo protegido

- Tasa de Flujo de Saturación - Calle Eugenio Espejo (desde la Av, Manuela Sáenz hasta el Rancho Sanfrancisco)

Tabla 37: Tasa de Flujo de Saturación – Calle Eugenio Espejo (desde la Av, Manuela Sáenz hasta el Rancho Sanfrancisco)

Tasa de saturación	**S (veh/h)**	1,213	
	SIMBOLOGÍA	DATOS	CARACTERÍSTICAS
Tasa de flujo de saturación por carril	**So (pc/h/ln)**	1750	Población menor a 250,000
Número de carriles	**N**	1	1 carril de bajada
Factor de ajuste por ancho de carril	$\mathbf{f_w}$	1.04	Carril mayor a 12.9 ft (3.93 m)
Factor de ajuste para vehículos pesados	$\mathbf{f_{HV}}$	0.98	Según la ecuación N° 5 P_{hv} = 2 E_T = 2
Factor de ajuste para el grado de aproximación	$\mathbf{f_g}$	1.03	Según la ecuación N° 6 Grado de aproximación = -6%
Factor de ajuste por estacionamiento	$\mathbf{f_p}$	1	Según la ecuación N° 7 N = 1 N_m = 0 no existen estacionamientos
Factor de ajuste por buses	$\mathbf{f_{bb}}$	1	Según la ecuación N° 8 N = 1 N_b = 0
Factor de ajuste por área	$\mathbf{f_a}$	0.9	Para áreas que en el diseño geométrica y el tráfico crece significativamente.
Factor de ajuste por utilización de carril	$\mathbf{f_{LU}}$	0.908	Carril exclusivo recto con 3 grupos de carriles
Factor de ajuste para giros a la izquierda	$\mathbf{f_{LT}}$	0.95	Un solo carril
Factor de ajuste para giros a la derecha	$\mathbf{f_{RT}}$	0.85	Un solo carril
Factor de ajuste peatonal para movimientos de giro a la izquierda	$\mathbf{f_{Lpb}}$	1	Modo protegido
Factor de ajuste peatonal para movimientos de giro a la derecha	$\mathbf{f_{Rpb}}$	1	Modo protegido

3.4.6.6. Calle Manuela Sáenz (Eugenio Espejo - PUCE)

- Metodología del Modelo de Automóviles

Tabla 38: Metodología del Modelo de Automóviles – Calle Manuela Sáenz (Eugenio Espejo - PUCE)

PASO 1 – Velocidad de Flujo Libre				
Segmentos	**Li (m)**	**Sfo,i (km/h)**	**Li (m)/Sfo,i (km/h)**	**Sfo,f (km/h)**
	Longitud del segmento	**Velocidad de Flujo Libre para el segmento**		**Velocidad de Flujo Libre para la instalación**
L1	2100	50	42	50
L2	300	50	6	
SUMA Li	2400	100	48	
PASO 2 – Velocidad de Viaje				
Segmentos	**Li (m)**	**ST,i (km/h)**	**Li (m)/ST,i (km/h)**	**ST,f (km/h)**
	Longitud del segmento	**Velocidad de Viaje para el segmento**		**Velocidad de Viaje para la instalación**
L1	2100	30	70	30
L2	300	30	10	
SUMA Li	2400	60	80	
PASO 3 – Tasa de Parada en el Espacio				
Segmentos	**Li (m)**	**Hs,I (stops/km)**	**Li (m)/ST,i (km/h)**	**HT (km/h)**
	Longitud del segmento	**Tasa de Parada por segmento**		**Tasa de Parada en el Espacio**
L1	2100	0	0	0.125
L2	300	1	300	
SUMA Li	2400	1	300	
PASO 4 - Nivel de Servicio				
Sfo,f (km/h)	**ST,f (km/h)**	**Velocidad De Viaje Como Porcentaje De La Velocidad De Flujo Libre (%)**		**Nivel de Servicio**
Velocidad de Flujo Libre para la instalación	**Velocidad de Viaje para la instalación**			
50	30	60		**C**

- Tasa de Flujo de Saturación – Calle Manuela Sáenz (desde Eugenio Espejo hasta PUCE)

Tabla 39: Tasa de Flujo de Saturación – Calle Manuela Sáenz (desde Eugenio Espejo hasta PUCE)

Tasa de saturación	**S (veh/h)**	1,199	
	SIMBOLOGÍA	DATOS	CARACTERÍSTICAS
Tasa de flujo de saturación por carril	**So (pc/h/ln)**	1750	Población menor a 250,000
Número de carriles	**N**	1	1 carril de bajada
Factor de ajuste por ancho de carril	$\mathbf{f_w}$	1.04	Carril mayor a 12.9 ft (3.93 m)
Factor de ajuste para vehículos pesados	$\mathbf{f_{HV}}$	0.98	Según la ecuación N° 5 $P_{hv} = 2$ $E_T = 2$
Factor de ajuste para el grado de aproximación	$\mathbf{f_g}$	1.03	Según la ecuación N° 6 Grado de aproximación = -6%
Factor de ajuste por estacionamiento	$\mathbf{f_p}$	1	Según la ecuación N° 7 N = 1 $N_m = 0$ no existen estacionamientos
Factor de ajuste por buses	$\mathbf{f_{bb}}$	0.988	Según la ecuación N° 8 N = 1 $N_b = 3$
Factor de ajuste por área	$\mathbf{f_a}$	0.9	Para áreas que en el diseño geométrica y el tráfico crece significativamente.
Factor de ajuste por utilización de carril	$\mathbf{f_{LU}}$	0.908	Carril exclusivo recto con 3 grupos de carriles
Factor de ajuste para giros a la izquierda	$\mathbf{f_{LT}}$	0.95	Un solo carril
Factor de ajuste para giros a la derecha	$\mathbf{f_{RT}}$	0.85	Un solo carril
Factor de ajuste peatonal para movimientos de giro a la izquierda	$\mathbf{f_{Lpb}}$	1	Modo protegido
Factor de ajuste peatonal para movimientos de giro a la derecha	$\mathbf{f_{Rpb}}$	1	Modo protegido

- Tasa de Flujo de Saturación – Calle Manuela Sáenz (desde PUCE hasta Eugenio Espejo)

Tabla 40: Tasa de Flujo de Saturación – Calle Manuela Sáenz (desde PUCE hasta Eugenio Espejo)

Tasa de saturación	**S (veh/h)**	1,129	
	SIMBOLOGÍA	DATOS	CARACTERÍSTICAS
Tasa de flujo de saturación por carril	**So (pc/h/ln)**	1750	Población menor a 250,000
Número de carriles	**N**	1	1 carril de bajada
Factor de ajuste por ancho de carril	$\mathbf{f_w}$	1.04	Carril mayor a 12.9 ft (3.93 m)
Factor de ajuste para vehículos pesados	$\mathbf{f_{HV}}$	0.98	Según la ecuación N° 5 $P_{hv} = 2$ $E_T = 2$
Factor de ajuste para el grado de aproximación	$\mathbf{f_g}$	0.97	Según la ecuación N° 6 Grado de aproximación = 6%
Factor de ajuste por estacionamiento	$\mathbf{f_p}$	1	Según la ecuación N° 7 N = 1 $N_m = 0$ no existen estacionamientos
Factor de ajuste por buses	$\mathbf{f_{bb}}$	0.988	Según la ecuación N° 8 N = 1 $N_b = 3$
Factor de ajuste por área	$\mathbf{f_a}$	0.9	Para áreas que en el diseño geométrica y el tráfico crece significativamente.
Factor de ajuste por utilización de carril	$\mathbf{f_{LU}}$	0.908	Carril exclusivo recto con 3 grupos de carriles
Factor de ajuste para giros a la izquierda	$\mathbf{f_{LT}}$	0.95	Un solo carril
Factor de ajuste para giros a la derecha	$\mathbf{f_{RT}}$	0.85	Un solo carril
Factor de ajuste peatonal para movimientos de giro a la izquierda	$\mathbf{f_{Lpb}}$	1	Modo protegido
Factor de ajuste peatonal para movimientos de giro a la derecha	$\mathbf{f_{Rpb}}$	1	Modo protegido

3.4.6.7. Calle Manuela Sáenz (PUCE - Reservorio)

- Metodología del Modelo de Automóviles

Tabla 41: Metodología del Modelo de Automóviles – Calle Manuela Sáenz (PUCE - Reservorio)

PASO 1 – Velocidad de Flujo Libre				
Segmentos	**Li (m)**	**Sfo,i (km/h)**	**Li (m)/Sfo,i (km/h)**	**Sfo,f (km/h)**
	Longitud del segmento	**Velocidad de Flujo Libre para el segmento**		**Velocidad de Flujo Libre para la instalación**
L1	4000	60	66.67	59.71
L2	100	50	2	
SUMA Li	4100	110	68.67	
PASO 2 – Velocidad de Viaje				
Segmentos	**Li (m)**	**ST,i (km/h)**	**Li (m)/ST,i (km/h)**	**ST,f (km/h)**
	Longitud del segmento	**Velocidad de Viaje para el segmento**		**Velocidad de Viaje para la instalación**
L1	4000	45	88.89	44.86
L2	100	40	2.5	
SUMA Li	4100	85	91.39	
PASO 3 – Tasa de Parada en el Espacio				
Segmentos	**Li (m)**	**Hs,I (stops/km)**	**Li (m)/ST,i (km/h)**	**HT (km/h)**
	Longitud del segmento	**Tasa de Parada por segmento**		**Tasa de Parada en el Espacio**
L1	4000	1	4000	1
L2	100	1	100	
SUMA Li	4100	2	4100	
PASO 4 - Nivel de Servicio				
Sfo,f (km/h)	**ST,f (km/h)**	**Velocidad De Viaje Como Porcentaje De La Velocidad De Flujo Libre (%)**		**Nivel de Servicio**
Velocidad de Flujo Libre para la instalación	**Velocidad de Viaje para la instalación**			
59.71	44.86	75.14		**B**

- Tasa de Flujo de Saturación – Calle Manuela Sáenz (desde PUCE hasta Reservorio)

Tabla 42: Tasa de Flujo de Saturación – Calle Manuela Sáenz (desde PUCE hasta Reservorio)

Tasa de saturación	**S (veh/h)**	1,120	
	SIMBOLOGÍA	DATOS	CARACTERÍSTICAS
Tasa de flujo de saturación por carril	**So (pc/h/ln)**	1750	Población menor a 250,000
Número de carriles	**N**	1	1 carril de bajada
Factor de ajuste por ancho de carril	$\mathbf{f_w}$	0.96	Carril menor a 10 ft (3.048 m)
Factor de ajuste para vehículos pesados	$\mathbf{f_{HV}}$	0.98	Según la ecuación N° 5 $P_{hv} = 2$ $E_T = 2$
Factor de ajuste para el grado de aproximación	$\mathbf{f_g}$	1.03	Según la ecuación N° 6 Grado de aproximación = -6%
Factor de ajuste por estacionamiento	$\mathbf{f_p}$	1	Según la ecuación N° 7 N = 1 $N_m = 0$ no existen estacionamientos
Factor de ajuste por buses	$\mathbf{f_{bb}}$	1	Según la ecuación N° 8 N = 1 $N_b = 0$
Factor de ajuste por área	$\mathbf{f_a}$	0.9	Para áreas que en el diseño geométrica y el tráfico crece significativamente.
Factor de ajuste por utilización de carril	$\mathbf{f_{LU}}$	0.908	Carril exclusivo recto con 3 grupos de carriles
Factor de ajuste para giros a la izquierda	$\mathbf{f_{LT}}$	0.95	Un solo carril
Factor de ajuste para giros a la derecha	$\mathbf{f_{RT}}$	0.85	Un solo carril
Factor de ajuste peatonal para movimientos de giro a la izquierda	$\mathbf{f_{Lpb}}$	1	Modo protegido
Factor de ajuste peatonal para movimientos de giro a la derecha	$\mathbf{f_{Rpb}}$	1	Modo protegido

- Tasa de Flujo de Saturación – Calle Manuela Sáenz (desde Reservorio hasta PUCE)

Tabla 43: Tasa de Flujo de Saturación – Calle Manuela Sáenz (desde Reservorio hasta PUCE)

Tasa de saturación	**S (veh/h)**	1,055	
	SIMBOLOGÍA	DATOS	CARACTERÍSTICAS
Tasa de flujo de saturación por carril	**So (pc/h/ln)**	1750	Población menor a 250,000
Número de carriles	**N**	1	1 carril de bajada
Factor de ajuste por ancho de carril	$\mathbf{f_w}$	0.96	Carril menor a 10 ft (3.048 m)
Factor de ajuste para vehículos pesados	$\mathbf{f_{HV}}$	0.98	Según la ecuación N° 5 $P_{hv} = 2$ $E_T = 2$
Factor de ajuste para el grado de aproximación	$\mathbf{f_g}$	0.97	Según la ecuación N° 6 Grado de aproximación = 6%
Factor de ajuste por estacionamiento	$\mathbf{f_p}$	1	Según la ecuación N° 7 N = 1 $N_m = 0$ no existen estacionamientos
Factor de ajuste por buses	$\mathbf{f_{bb}}$	1	Según la ecuación N° 8 N = 1 $N_b = 0$
Factor de ajuste por área	$\mathbf{f_a}$	0.9	Para áreas que en el diseño geométrica y el tráfico crece significativamente.
Factor de ajuste por utilización de carril	$\mathbf{f_{LU}}$	0.908	Carril exclusivo recto con 3 grupos de carriles
Factor de ajuste para giros a la izquierda	$\mathbf{f_{LT}}$	0.95	Un solo carril
Factor de ajuste para giros a la derecha	$\mathbf{f_{RT}}$	0.85	Un solo carril
Factor de ajuste peatonal para movimientos de giro a la izquierda	$\mathbf{f_{Lpb}}$	1	Modo protegido
Factor de ajuste peatonal para movimientos de giro a la derecha	$\mathbf{f_{Rpb}}$	1	Modo protegido

3.5. Análisis de Escenarios

En esta sección se presentará dos diferentes escenarios. El primero indica el estado actual de la infraestructura vial de Nayón frente a una futura demanda. En cambio, el segundo escenario presenta el modelo propuesto por la Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas.

3.5.1. Escenario 1: Caso Actual

Se analizará cada uno de los tramos con el objetivo de que sean capaces de soportar la demanda futura vehicular de la comunidad universitaria que llegará a la PUCE Sede Nayón.

- Calle Quito

La calle Quito actualmente se satura al tener 873 vehículos por hora (Tabla N°27), por lo cual su infraestructura no es capaz de soportar 1,332 vehículos que circularían en hora pico (Tabla N°25). Con la demanda futura destinada para este acceso se requiere que la vía conste de 2 carriles siendo capaz de soportar los 2,392 vehículos por hora para llegar a saturarse. (Tabla N°45.a). Si esta calle tuviera 2 carriles los vehículos tienen mayores espacios para maniobrar lo que podría aumentar su velocidad de viaje a 30km/h, para así llegar a un nivel de servicio tipo C (Tabla N°44.a).

- Calle Pedro Brunning

La calle Pedro Brunning resiste hasta 822 vehículos por hora (Tabla N°28) antes de saturarse. Por ende, no resiste la demanda futura, así que es necesario que conste de 2 carriles que puedan soportar 2,253 vehículos por hora (Tabla N°45.b) con una velocidad de viaje de 25km/h para que cumpla con un nivel de servicio tipo C (Tabla N°44.b).

- Calle 19 de Octubre

Actualmente la calle 19 de Octubre tiene un nivel de servicio tipo C, pero esta no sería capaz de soportar la demanda futura. Por esta razón se necesita 2 carriles para que su tasa de saturación sea de 2,411 vehículos por hora (Tabla N°45.c), soportando la demanda del acceso de Nayón de 1,332 vehículos por hora (Tabla N°25).

- Calle Eugenio Espejo (Miravalle - Rancho San Francisco)

En la actualidad la avenida Eugenio Espejo posee un nivel de servicio tipo E (Tabla N°33), lo que representa una alta demanda de vehículos en horas pico. Para que cumpla con un nivel de servicio tipo C es necesario que la velocidad de viaje en esta infraestructura sea de 30km/h (Tabla N°44.d). A partir de esto es necesario que la avenida Eugenio Espejo (Miravalle - Rancho San Francisco) sea de 2 carriles en cada sentido (Tabla N°45.d).

- Calle Eugenio Espejo (Rancho San Francisco – Av. Manuela Sáenz)

Desde el Rancho San Francisco hasta la Av. Manuela Sáenz es capaz de soportar 1,143 vehículos/hora (Tabla N°36) y desde la Av. Manuela Sáenz hasta el Rancho San Francisco 1,213 vehículos/hora (Tabla N°37) para llegar a su tasa de saturación. Esto significa que este tramo es capaz de soportar la demanda futura de los accesos de Miravalle en hora pico sin afectar su nivel de servicio (Tabla N°44.e) (Tabla N°45.e).

- Calle Manuela Sáenz (Eugenio Espejo - PUCE)

La demanda futura de 1,643 vehículos por hora (Tabla N°25) de los accesos de Nayón y de Miravalle, supera el límite de saturación de la avenida Manuela Sáenz (Eugenio Espejo – PUCE). Por consiguiente, es necesario aumentar un carril en cada sentido

(Tabla N°45.f) para satisfacer dicha demanda, manteniendo su nivel de servicio tipo C (Tabla N°44.f).

- Calle Manuela Sáenz (PUCE - Reservorio)

El nivel de servicio tipo B (Tabla N°41) del tramo de la Calle Manuela Sáenz, entre la PUCE Sede Nayón y el Reservorio de Cumbayá, representa una baja demanda de vehículos que permite resistir los vehículos que tomarían este acceso (Tabla N°44.g) (Tabla N°45.g).

Tabla 44: Niveles de Servicio para una Demanda Futura

		Calle Quito (a)	Pedro Brunning (b)	19 de Octubre (c)	Eugenio Espejo (Miravalle - Rancho San Francisco) (d)	Eugenio Espejo (Rancho San Francisco – Av. Manuela Sáenz) (e)	Manuela Sáenz (Eugenio Espejo - PUCE) (f)	Manuela Sáenz (PUCE - Reservorio) (g)
Velocidad de Flujo Libre para la instalación	**Sfo,f (km/h)**	45	45	50	50	50	50	60
Velocidad de Viaje para la instalación	**ST,f (km/h)**	30	25	30	30	30	30	45
Velocidad De Viaje Como Porcentaje De La Velocidad De Flujo Libre (%)	**%**	66.67	55.56	60	60	60	60	75
Nivel de Servicio		C	C	C	C	C	C	B

Tabla 45: Tasa de Saturación para una Demanda Futura

		Calle Quito (a)	Pedro Brunning (b)	19 de Octubre (c)		Eugenio Espejo (Miravalle - Rancho San Francisco) (d)	Eugenio Espejo (Rancho San Francisco – Av. Manuela Sáenz) (e)		Manuela Sáenz (Eugenio Espejo - PUCE) (f)		Manuela Sáenz (PUCE - Reservorio) (g)	
				desde la Calle Quito hasta la Av. Manuela Sáenz	desde Av. Manuela Sáenz hasta la Calle Quito		desde el Rancho San Francisco hasta la Av. Manuela Sáenz	desde la Av. Manuela Sáenz hasta el Rancho San Francisco	desde Eugenio Espejo hasta PUCE	desde PUCE hasta Eugenio Espejo	desde PUCE hasta Reservorio	desde Reservorio hasta PUCE
Tasa de saturación	**S (veh/h)**	2392	2253	2411	2271	2355	1143	1213	2411	2271	1120	1055
Tasa de flujo de saturación por carril	**So (pc/h/ln)**	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750
Número de carriles	**N**	2	2	2	2	2	1	1	2	2	1	1
Factor de ajuste por ancho de carril	**fw**	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	0.96	0.96
Factor de ajuste para vehículos pesados	**fHV**	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
Factor de ajuste para el grado de aproximación	**fg**	1.03	0.97	1.03	0.97	1	0.97	1.03	1.03	0.97	1.03	0.97

Continuación Tabla 45: Tasa de Saturación para una Demanda Futura

Factor de ajuste por estacionamiento	**fp**	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Factor de ajuste por buses	**fbb**	0.986	0.99	0.994	0.994	1	1	1	0.994	0.994	1	1
Factor de ajuste por area	**fa**	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
Factor de ajuste por utilización de carril	**fLU**	0.908	0.91	0.908	0.908	0.91	0.908	0.908	0.908	0.908	0.908	0.908
Factor de ajuste para giros a la izquierda	**fLT**	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
Factor de ajuste para giros a la derecha	**fRT**	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
Factor de ajuste peatonal para movimientos de giro a la izquierda	**fLpb**	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Factor de ajuste peatonal para movimientos de giro a la derecha	**fRpb**	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

3.5.2. Escenario 2: Construcción Troncal Metropolitana

La Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas tiene una alternativa vial de descongestión vehicular en el DMQ. Este proyecto consiste en la realización de una perimetral conocida como Troncal Metropolitana, con el objetivo de alivianar el tráfico de la avenida Simón Bolívar que actualmente se encuentra saturada. Esta vía esta trazada desde Tambillo hasta Gualo y se divide en dos tramos. El único tramo que se encuentra diseñado es la "Perimetral Metropolitana Tramo Autopista General Rumiñahui – Gualo" que comienza en el puente 5 y 6 de la Autopista General Rumiñahui hasta el sector de Gualo (Secretaria de Movilidad, 2018).

El EPMMTOP presenta un presupuesto de aproximadamente 305 millones de dólares que abarca obras de ingeniería, iluminación, impactos ambientales, indemnizaciones, costos indirectos, imprevistos, etc. Además, esta perimetral cuenta con las siguientes características:

Tabla 46: Características del Proyecto - Diseño horizontal

ELEMENTO	DIMENSIONES - SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA
CLASE DE VÍA	Clase R-I o R-II más de 8,000 vehículos día
VELOCIDAD DE DISEÑO	90 Km/h
CONFORMACIÓN DE CALZADA	3 carriles de 3.65 m. por sentido
PARTERRE CENTRAL	3m. De ancho
ESPALDONES CENTRALES	1.20 m. de ancho por cada lado del parterre central
ESPALDONES EXTERIORES	2.50m. A cada extremo de la vía
CUNETA DE DRENAJE	1.15m. Continua
ACERA	1.85 m. a cada lado
CICLOVÍA CON PROTECCIÓN	4.00 m. de ancho

Obtenido de Secretaria de Movilidad, 2018

"La vía proyectada tiene 17.55 km de longitud, se ubica en la margen oriental de la ciudad de Quito atravesándola de sur a norte, bordea las lomas de Puengasí, Lumbisí, Auquitas, Guanguiltahua (sector de Tanda) y llega a las planicies de Nayón y Gualo. En su recorrido, la vía atraviesa por 53 drenes naturales entre quebradas y quebradillas y sobre el Río Machángara (…) La vía está constituida por: cuatro intercambiadores, cinco puentes, nueve cruces de vía y un túnel." (Secretaria de Movilidad, 2018).

Tabla 47: Características de las Estructuras proyectadas

SOLUCIÓN VIAL	CARACTERÍSTICAS DE LAS ESTRUCTURA
INTERCAMBIADORES	
AUTOPISTA GENERAL RUMIÑAHUI	ESTRUCTURA CON 2 PUENTES Y UN VIADUCTO CENTRAL CURVOS Y METÁLICOS
RUTA VIVA	ESTRUCTURA CON 4 PUENTES CURVOS DE HORMIGÓN TIPO CAJÓN
INTEROCEANICA (SEMAICA)	ESTRUCTURA CON 3 PUENTES, 2 CURVOS DE HORMIGÓN Y 1 METÁLICO
*COCOTOG	ESTRUCTURA PALANIFICADA POR EL **MTOP**
PUENTES	
EL CAIRO	PUENTE EN VOLADOS SUCESIVOS DE 194.0 m. DE LONG. Y 43.14 m. DE ANCHO
MACHÁNGARA	2 PUENTES EN VOLADOS SUCESIVOS DE 240.0 m. DE LONG. Y 19.15 m. DE ANCHO
URAURCO	PUENTE EN VOLADOS SUCESIVOS DE 100.0 m. DE LONG. Y40.65 m. DE ANCHO
ZÁMBIZA	PUENTE EN VOLADOS SUCESIVOS DE 220.0 m. DE LONG. Y40.65 m. DE ANCHO
GUALO	PUENTE EN VOLADOS SUCESIVOS DE 180.0 m. DE LONG. Y 40.65 m. DE ANCHO
CRUCES DE LA VÍA	
GUANGOPOLO	VIADUCTO DE HORMIGÓN ARMADO DE 79.44 m. DE LONG. Y 10.21 m. DE ANCHO

HDA. HERMANOS MALO	VIADUCTO DE HORMIGÓN ARMADO DE 66.40 m. DE LONG. Y 8.96 m. DE ANCHO
LUMBISÍ	VIADUCTO DE HORMIGÓN ARMADO DE 52.99 m. DE LONG. Y 10.30 m. DE ANCHO
LÍNEA FÉRREA	PUENTE METÁLICO DE 75.50 m. DE LONG. Y 9.25 m. DE ANCHO
RANCHO SAN FRANCISCO PTE. 1	PUENTE METÁLICO DE 21.05 m. DE LONG. Y 17.90 m. DE ANCHO
RANCHO SAN FRANCISCO PTE. 2	PUENTE METÁLICO DE 21.05 m. DE LONG. Y 21.90 m. DE ANCHO
TANDA (LEONIDAS PROAÑO)	VIADUCTO DE HORMIGÓN ARMADO DE 75.95 m. DE LONG. Y 8.96 m. DE ANCHO
MANUELA SÁENZ TRAMO 1	PUENTE METÁLICO DE 45.00 m. DE LONG. Y 22.36 m. DE ANCHO
MANUELA SÁENZ TRAMO 2	PUENTE METÁLICO DE 55.00 m. DE LONG. Y 22.36 m. DE ANCHO
NAYÓN	VIADUCTO DE HORMIGÓN ARMADO DE 70.37 m. DE LONG. Y 8.96 m. DE ANCHO
LUIS CORDERO TRAMO 1	PUENTE METÁLICO DE 40.00 m. DE LONG. Y 11.20 m. DE ANCHO
LUIS CORDERO TRAMO 2	PUENTE METÁLICO DE 35.00 m. DE LONG. Y 11.20 m. DE ANCHO
TÚNEL	
TÚNEL SECTOR LA LIRA	2 TÚNELES, C/U DE 3 CARRILES DE 3.65 m. Y 2 ESPALDONES DE 1.0 m. Y 1.20 m

Obtenido de Secretaria de Movilidad, 2018

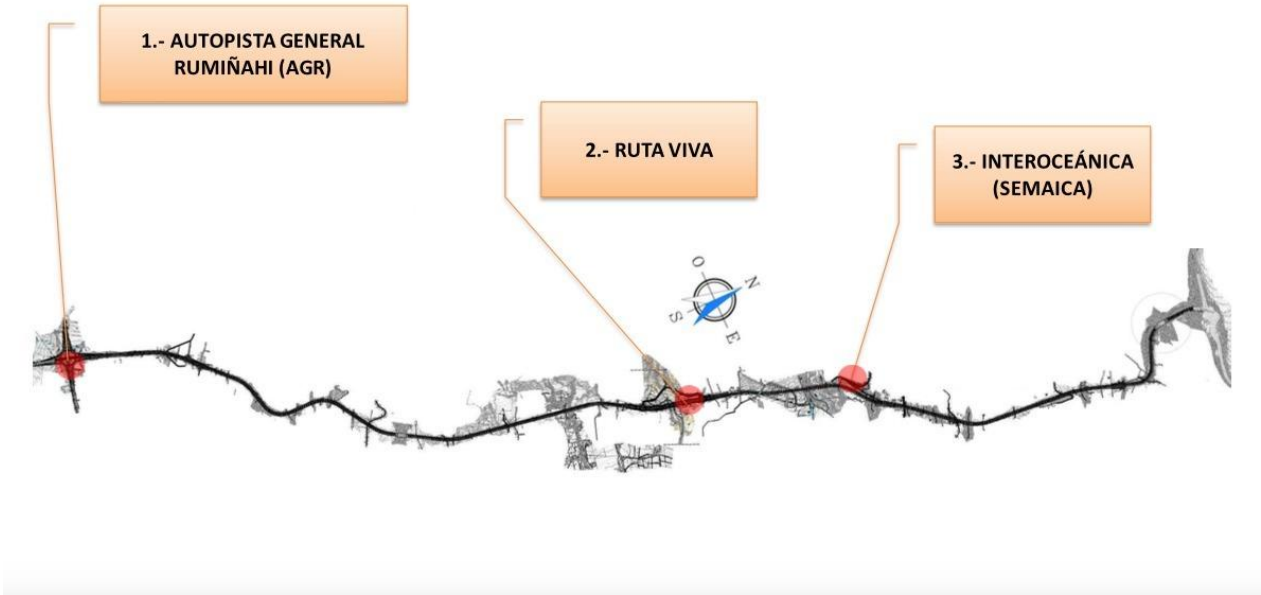


Ilustración 34: Intercambiadores Troncal Metropolitana
Obtenido de Secretaria de Movilidad, 2018

El objetivo inicial de la Troncal Metropolitana era conectar directamente de norte a sur el DMQ, permitiendo que los vehículos se trasladen sin necesidad de ingresar a la zona urbana. Pero el 27 de diciembre del 2018 el Concejo Metropolitano de Quito, mediante la ordenanza 415, resolvió que *"La Empresa Publica Metropolitana de Movilidad y Obras Publicas – EPMMOP, deberá realizar un estudio complementario para definir los lugares, desde el punto de vista topográfico y de desarrollo urbano, donde pueda realizarse la implementación de vías de servicio laterales que permitan dar una adecuada accesibilidad a sectores urbanos colindantes."* (Concejo Metropolitano de Quito, 2018)

La Troncal Metropolitana cruzará por la PUCE Sede Nayón, donde se pretende realizar un intercambiador que facilitará el acceso al nuevo campus. En la ilustración N° 35 se presenta un posible modelo de intercambiador que deberá ser definido con la EPMMTOP. Tras la creación de esta vía se espera disminuir el tiempo de viaje vehicular proveniente de la zona norte y de la zona sur del DMQ, brindándoles mayor comodidad y facilidad para acceder al nuevo campus.

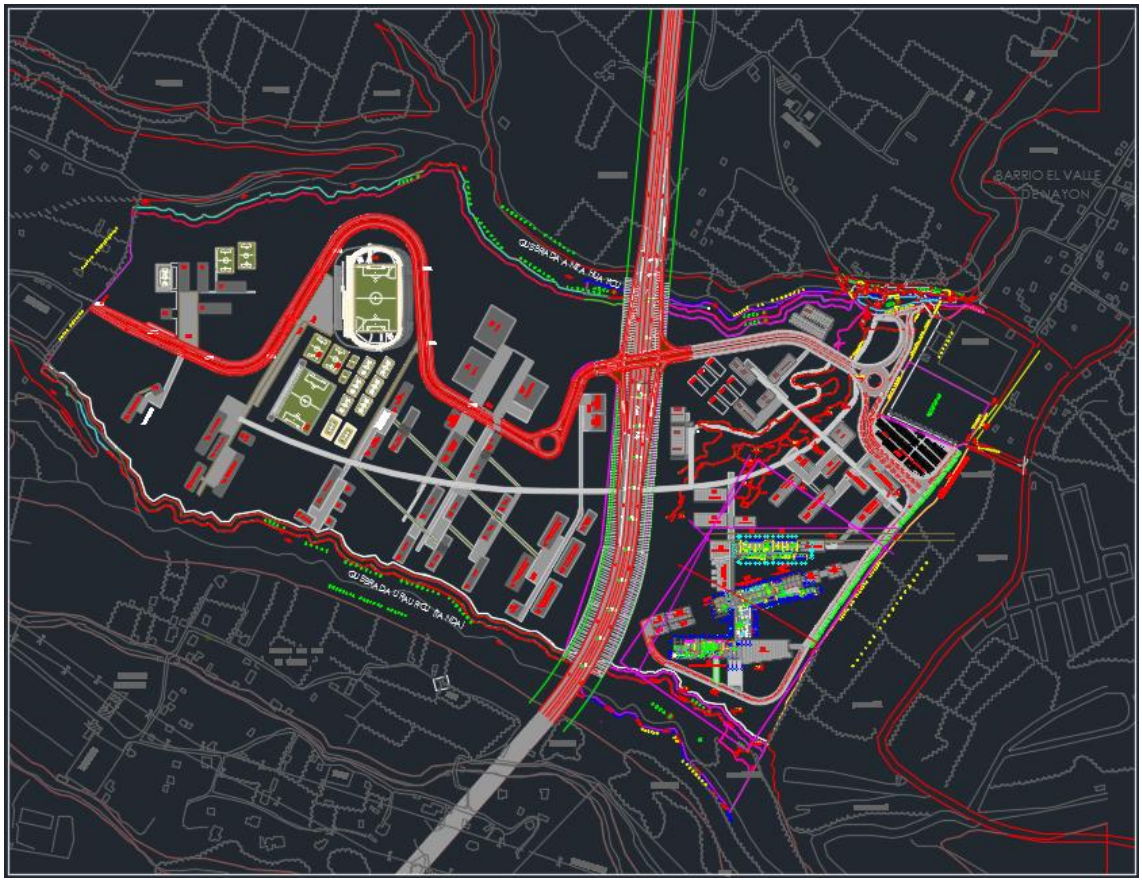


Ilustración 35: Mapa PUCE Sede Nayón - Avenida Troncal Metropolitana
Obtenido de PUCE

En el momento que esta perimetral entre en funcionamiento se generará una descongestión vehicular en la Avenida Simón Bolívar, facilitando a los usuarios trasladarse en menor tiempo de norte a sur.

4. Conclusiones y Recomendaciones

- En el caso de que el campus de la PUCE se transfiera en su totalidad a la nueva sede en Nayón, se estima una demanda aproximada de 14,326 miembros de la comunidad universitaria. Según la zona en la que viven se considera, para este análisis, que el 74% utilizarían la Calle Quito, mientras que el 8% tomarían el acceso de la Vía Láctea-Manuela Sáenz por el reservorio de Cumbayá y el 17% el acceso de Miravalle. Por otro lado, el 1% restante representa a los miembros de la comunidad universitaria que viven en la parroquia de Nayón.

- Se estima que un 30% de los miembros de la comunidad universitaria utilizarían vehículos privados para movilizarse a la PUCE Sede Nayón, lo que corresponde a 4,259 automóviles. El 83.73% de esta demanda se dirigirá al nuevo campus de 7 a 9 de la mañana.

- De acuerdo al Manual de Capacidad Vial (HCM 2010), se ha estimado que las vías Eugenio Espejo (Miravalle - Rancho San Francisco), Pedro Brunning, Calle Quito, 19 de Octubre, Manuela Sáenz (Eugenio Espejo - PUCE) se encuentran completamente saturadas. Mientras que las avenidas Eugenio Espejo (Rancho San Francisco – Av. Manuela Sáenz) y Manuela Sáenz (PUCE - Reservorio) no se saturan. Por esta razón, la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, antes de trasladarse en su totalidad al nuevo campus, debe considerar que la infraestructura vial de Nayón no soportaría la demanda futura vehicular para acceder a la nueva sede.

- Actualmente las vías principales para acceder a la PUCE Sede Nayón cuentan con un nivel de servicio Tipo E la avenida Eugenio Espejo (Miravalle - Rancho San Francisco); Tipo D la Calle Pedro Brunning y la Calle Quito; Tipo C la Avenida 19 de Octubre, la Avenida Manuela Sáenz (Eugenio Espejo - PUCE) y la Avenida Eugenio Espejo (Rancho San Francisco – Av. Manuela Sáenz); Tipo B la Avenida Manuela Sáenz (PUCE - Reservorio). Esto representa que la avenida Eugenio Espejo (Miravalle - Rancho San Francisco), la Calle Pedro Brunning y la Calle Quito no cuentan con condiciones óptimas de operación. Para que estas vías cumplan con un nivel de servicio adecuado se requiere realizar ampliaciones, siendo necesario en algunos casos la expropiación de viviendas.

- Las vías que deben ser ampliadas para soportar la demanda futura son la calle Eugenio Espejo (Miravalle - Rancho San Francisco), la calle Pedro Brunning, Calle Quito, 19 de Octubre, la calle Manuela Sáenz (Eugenio Espejo - PUCE). Para que estas no lleguen a saturarse se debería aumentar un carril en cada dirección.

- El proyecto de la perimetral "Troncal Metropolitana", presentado por la EPMMTOP, es una alternativa para alivianar el tráfico de la avenida Simón Bolívar. El tramo que ya se encuentra diseñado comienza desde los puentes 5 y 6 de la Autopista General Rumiñahui hasta el sector de Gualo, atravesando el nuevo campus de la PUCE en Nayón. Este proyecto costaría aproximadamente 305 millones de dólares, pero en los estudios de esta perimetral aún no se detallan las vías de servicio laterales, siendo una de estas la que conectará con la

PUCE Sede Nayón. Es importante que esta vía se encuentre construida para soportar la demanda vehicular cuando la PUCE se traslade en su totalidad al nuevo campus.

- La capacidad actual de las vías no soporta la demanda futura, por lo que se debe disminuir el número de vehículos privados que circularían por estas calles. Con un elevado costo de parqueaderos de la PUCE y un apropiado costo mensual de transporte universitario "puerta a puerta" se pretende incentivar a las personas que se trasladan en vehículos particulares a usar este servicio privado. De esta manera, se debería realizar un estudio apropiado proponiendo un transporte de bus "puerta a puerta" accesible para toda la comunidad universitaria.

- Nayón cuenta con dos rutas alimentadoras que pertenecen al circuito de la Ecovía, pero únicamente la ruta de "San Juan" llega al nuevo campus de la PUCE. Este circuito circula aproximadamente cada 26 minutos en horas pico, lo que generaría dificultades para transportar alrededor de 9,000 personas de la comunidad universitaria que utilizarían "casi siempre" bus público para dirigirse a la PUCE Sede Nayón. Además, debido a su ubicación es muy difícil el traslado en bicicleta o caminando, por ello el 75% de los miembros de la PUCE "nunca" considerarían esta opción.

- En los últimos años, la Federación de Estudiantes de la PUCE (FEUCE) ha implementado un servicio de bus "puerta a puerta". Este servicio ha ayudado a que muchos miembros de la PUCE se trasladen cómodamente. En caso de que la PUCE se transfiera en su totalidad al nuevo campus, alrededor de 10,000

personas estarían dispuestos a tomar un servicio de “bus o buseta universitaria” para transportarse. De los cuales tres cuartos de la comunidad universitaria estuvieran dispuestos a pagar de 30 a 45 USD mensualmente, siendo un valor similar al servicio actual que brinda la FEUCE.

- El campus actual de la PUCE se encuentra en una zona céntrica la cual permite que docentes, estudiantes y administrativos tengan fácil acceso a las instalaciones. En cambio, el traslado total al nuevo campus en Nayón generaría un gran impacto en la comunidad universitaria. Más de la mitad (57.8%) considera un obstáculo estudiar o trabajar en la PUCE Sede Nayón, teniendo como principal problema la distancia entre el nuevo campus y sus viviendas.

- 988 estudiantes encuestados de tercero de bachillerato de colegios de distintas parroquias del DMQ, el 67% ha considerado estudiar en la PUCE, pero solo el 51.3% estaría dispuesto a estudiar en el nuevo campus. Estos datos demuestran que un 16% de estudiantes reconsideran su decisión de estudiar en la PUCE al conocer que se trasladaría al nuevo campus. Por lo tanto, se podría interpretar como una posible disminución de estudiantes en la nueva sede.

- En los resultados obtenidos de las encuestas realizadas a los miembros de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, se muestra que el 33. 3% ha considerado ir a vivir en la parroquia de Nayón para estar más cerca del nuevo campus. Esto se podría interpretar que un tercio de la comunidad universitaria tienen facilidad de cambiar su residencia por distintas circunstancias como venir

de diferentes provincias del Ecuador. Generando un gran crecimiento a la zona de Nayón, la cual tendrá que incrementar proyectos residenciales.

- El circuito de la Ecovía que se dirige a San Pedro debería aumentar las líneas de recorrido, disminuyendo así el intervalo de tiempo de salida de la estación para brindar un mejor servicio. Además, se debe crear más rutas de transporte público, principalmente desde el reservorio de Cumbayá y desde la entrada de Miravalle que lleguen a lugares estratégicos de Nayón.

5. Bibliografía

Acta de Inauguracion de la Universidad Catolica del Ecuador . (1972). *Revista de la Universidad Catolica del Ecuador*, 7- 9.

Actualidad. (2015). *Actualidad*, 2.

Asociacion Mexicana de Caminos. (1972). *Manual de Estudios de Ingenieria de Transito.* Mexico: Representaciones y Servicios de Ingenieria.

Bañón Blázquez, L., & Beviá García., J. (2000). *Manual de Carreteras.* San Vicente del Raspeig.

Cal, R., & Cárdenas, J. (2007). *Ingenieria de Transito* . Mexico: Alfaomega.

Concejo Metropolitano de Quito. (2018). *Resolución N° 415.* Quito.

DMGI. (Junio de 2011). Mapa de División Politica Administrativa (Parroquias Urbanas y Rurales). Quito.

Egas Varea , D., & Yánez Cajas, G. P. (2011). *Estudio de la movilidad en la sede matriz de la PUCE Quito".* Quito.

El CISeAL. (2016). *70 Aniversario PUCE*, 2.

Estévez, E., & Vaca, A. (2017). Una Mirada de la vivienda en el Distrito Metropolitano de Quito. *Revista Publicando*.

Gobierno Autónomo Decentralizado Parroquial de Nayón. (2012). Obtenido de PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL 2012 - 2025: http://www.nayon.gob.ec/images/stories/lotaip2014/k_planes_programas_d_institucion/pdotnayon.pdf

Gobierno Parroquial de Nayón. (2017-2018). Obtenido de Nayón Jardín de Quito: http://www.nayon.gob.ec/images/stories/lotaip2017/octubre/pdot_nayon_2017_2018_octubre.pdf

Houda Mehri. (2011). Study and Simulation of Queuing Theory in. *STUDIA INFORMATICA*.

IGNATIUS. (2018). Obtenido de IGNATIUS: https://www.puce.edu.ec/ignatius/

INEC - SEMPLADES. (2017). Obtenido de Proyección de la Población Ecuatoriana, por años calendario, según cantones 2010-2020: http://sni.gob.ec/proyecciones-y-estudios-demograficos

INEC. (2010). Obtenido de Resultados Censo de Poblacion: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda/

INEC. (2017). Obtenido de POBLACIÓN Y TASAS DE CRECIMIENTO INTERCENSAL DE 2010-2001-1990 POR SEXO, SEGÚN PARROQUIAS: http://www.nayon.gob.ec/images/stories/lotaip2017/octubre/pdot_nayon_2017_2018_octubre.pdf

Kazmier, L. J. (2016). *Estadística aplicada a Administración y Economía.* Mexico: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES.

La PUCE Mira al Futuro . (2010). *Actualidad* , 23.

Levantamiento de la Memoria Colectiva de la Parroquia de Nayón. (2011). Nayon.

Lininger, C., & Warwick, D. (1978). *La Encuesta por Muestreo: Teoria y Practica.* Mexico : C.E.C.S.A.

Martínez Bencardino, C. (2012). *Estadistica y Muestreo.* Bogotá: Ecoe Ediciones.

Matínez Murillo, R. (2016). *Centro Comunitario Recreativo de Integración y Desarrollo Social en el Barrio San Pedro del Valle de la Parroquia de Nayón.* Quito.

Metrobus -Q Ecovía. (Abril de 2019). *Metrobus -Q Ecovía*. Obtenido de http://www.trolebus.gob.ec/websys/ecovia/index.html

Muñoz, A., Delgado, A., Maldonado, G., Mayorga, O., Ruiz, R., Ugalde, M., . . . Soria, C. (Septiembre de 2018). *MANUAL DEL ESTUDIANTE.* Obtenido de https://www.puce.edu.ec/documentos/ciencias-humanas/CH-Manual-del-Estudiante-2018.pdf

Nayón Gobierno Parroquial. (2019). Obtenido de Acerca de Nayón: http://www.nayon.gob.ec/index.php/contenido/item/acerca-de-nayon

Pérez, C. (2010). *Técnicas de Muestreo Esradístico.*

Ponce León, F. (2016). Mensaje del Rector. *70 Aniversario PUCE*, 2.

Pontificia Universidad Católica del Ecuador. (2017). *Manual de Identidad PUCE.* Obtenido de PUCE: https://www.puce.edu.ec/intranet/documentos/Logotipo/Manual-de-Identidad-PUCE-V007-072017.pdf

Prefectura de Pichincha. (2017). Obtenido de Distrito Metropolitano de Quito: https://www.pichincha.gob.ec/cantones/distrito-metropolitano-de-quito

Prefectura de Pichincha. (29 de Agosto de 2017). *Distrito Metropolitano de Quito*. Obtenido de Prefectura de Pichincha: http://www.pichincha.gob.ec/cantones/distrito-metropolitano-de-quito

PUCE. (2015). *PUCE 69 Años.*

PUCE. (2019). *Pontificia Universidad Catolica del Ecuador* . Obtenido de https://www.puce.edu.ec/oferta-grado.php

Quito cumple 38 años como Patrimonio Cultural de la Humanidad. (8 de Septiembre de 2016). *Metro Ecuador*.

Quito Turismo . (2018). Obtenido de Todo de Quito: http://quitotravel.ec/todo-de-quito/

Secretaria de Movilidad. (2018). *CRITERIO TÉCNICO SOBRE EL PROYECTO DEFINITIVO TRONCAL METROPOLITANA.* Quito.

Secretaria de Territorio, Habitat y Vivienda. (2016). *Proyecto Troncal Metropolitana* . Quito .

Transportation Research Board. (2010). *Highway Capacity Manual.* Washington DC.

Valdés González, A. (2008). *Ingeniería de Tráfico.* Madrid: Bellisco Ediciones.

6. Anexos

Anexo A

Encuesta Piloto – Universidad

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
ENCUESTA A LA COMUNIDAD UNIVERSITARIA DE LA PUCE
EVALUACIÓN DE LA FUTURA DEMANDA
PUCE-SEDE NAYON

Estimado/a encuestado/a.
Esta encuesta tiene como propósito el estudio de la demanda futura de estudiantes, docentes y administrativos de la PUCE-Sede Nayón. La información que proporcionará es de mucha utilidad. Por favor responda las siguientes preguntas de la manera más honesta.
Gracias por su ayuda.

1. **¿Consideraría vivir en la zona de Nayón para estar más cerca de la PUCE-Sede Nayón?**

    a) Si
    b) No

2. **Si la PUCE-Sede Nayón ofrecería un servicio de transporte "Buseta o Bus Universitaria" ¿Estaría dispuesto a tomarlo?**

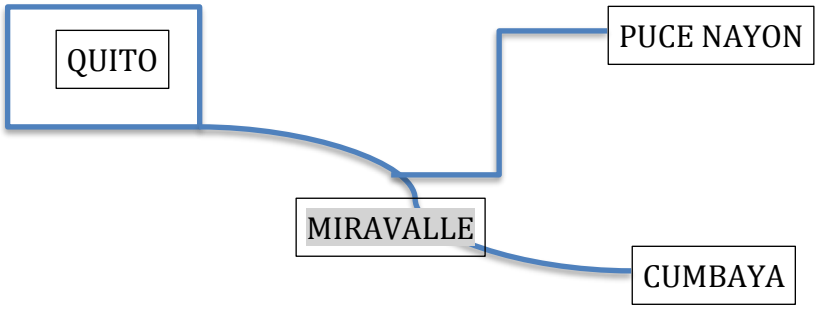
    a) Si
    b) No

3. **Si la PUCE-Sede Nayón ofrecería un servicio de transporte "Buseta o Bus Universitaria" ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar mensualmente?**

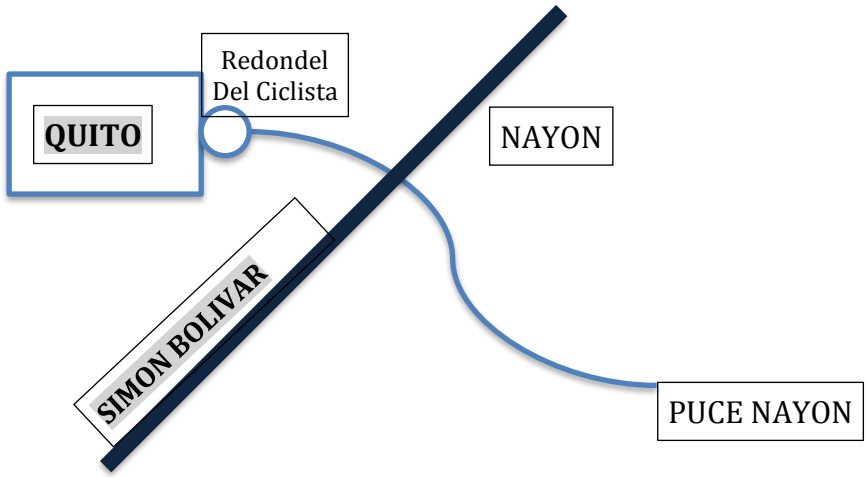
    a) 30 a 45 USD
    b) 46 a 60 USD
    c) 61 a 75 USD
    d) 76 a 90 USD
    e) Más de 90 USD

4. **Existen 3 accesos para llegar PUCE- Sede Nayón, cuál de los accesos cree usted que se le facilitaría para llegar desde su hogar?**

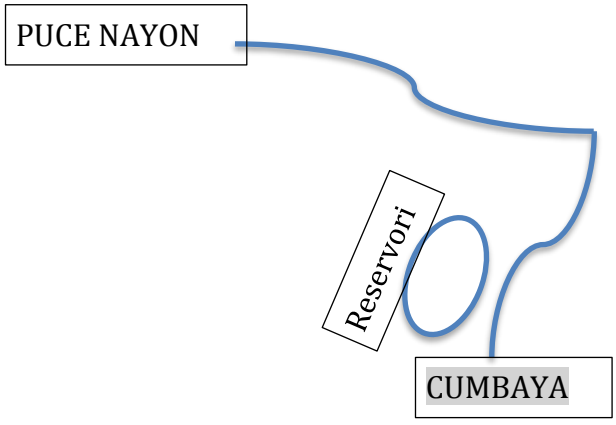
a) Acceso desde la Gasolinera Mobil Miravalle, av. Eugenio Espejo (Miravalle)



b) Vía a Nayón desde el Redondel del Ciclista (Av. granados) o desde la Simón Bolívar de Norte-Sur y de Sur-Norte



c) Acceso desde el Reservorio de Cumbayá, la av. Manuela Sáenz (Cumbayá)



d) No conozco la ubicación de Nayón

5. ¿Qué medio de transporte utilizaría para llegar al campus de la PUCE-Sede Nayón?

a) Bus

b) Taxi
c) Uber, Cabify, entre otros.
d) Buseta o bus universitaria (administrativos, docentes, alumnos)
e) Auto propio (usted es el conductor)
f) Auto (pasajero) dejan en la puerta
g) Auto de algún compañero de la universidad o docente
h) Bicicleta
i) Caminando
j) Otro_____

6. ¿Si la PUCE-Quito se transfiriera al campus de Nayón, sería un obstáculo para continuar estudiando o trabajando?

Sí No

7. Si su respuesta fue SI, cuál de estos considera el mayor problema:

a) Se encontraría muy lejos de mi hogar
b) Para transportarme me saldría muy costoso
c) No me convendría porque trabajo y estudio
d) Me tocaría utilizar demasiados buses
e) No tendría opción de transporte público
f) Otra _____

Anexo B

Encuesta Definitiva - Universidad

EVALUACIÓN DE LA DEMANDA FUTURA PUCE-SEDE NAYÓN

Estimado/a encuestado/a.

Esta encuesta tiene como propósito el estudio de la demanda futura de estudiantes, docentes y administrativos de la PUCE-Sede Nayón. La información que proporcionará es de mucha utilidad. Por favor responda las siguientes preguntas de la manera más honesta.

Gracias por su ayuda.

*Obligatorio

¿Consideraría vivir en la zona de Nayón para estar más cerca de la PUCE-Sede Nayón? *

- ◯ Sí
- ◯ No

Si la PUCE-Sede Nayón ofrecería un servicio de transporte "Buseta o Bus Universitaria" ¿Estaría dispuesto a tomarlo? *

- ◯ Si
- ◯ No

Si la PUCE-Sede Nayón ofrecería un servicio de transporte "Buseta o Bus Universitaria" ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar mensualmente?

- ◯ 30 a 45 USD
- ◯ 46 a 60 USD
- ◯ 61 a 75 USD
- ◯ 76 a 90 USD
- ◯ Más de 90 USD

¿Con que frecuencia utilizaría los siguientes medios de transporte para llegar al campus de la PUCE-Sede Nayón? *

	Casi siempre	Algunas veces	Rara vez	Nunca
Bus	◯	◯	◯	◯
Taxi, Uber, Cabify, entre otros.	◯	◯	◯	◯
Buseta o bus universitaria (administrativos, docentes, alumnos)	◯	◯	◯	◯
Auto propio (usted es el conductor)	◯	◯	◯	◯
Auto (pasajero) dejan en la puerta	◯	◯	◯	◯
Auto de algún compañero de la universidad o docente	◯	◯	◯	◯
Bicicleta	◯	◯	◯	◯
Caminando	◯	◯	◯	◯

¿Si la PUCE-Quito se transfiriera al campus de Nayón, sería un obstáculo para continuar estudiando o trabajando? *

- ◯ Sí
- ◯ No

SIGUIENTE

Si su respuesta fue SI, cuál de estos considera el mayor problema: *

- ◯ Se encontraría muy lejos de mi hogar
- ◯ Para transportarme me saldría muy costoso
- ◯ No me convendría porque trabajo y estudio
- ◯ Me tocaría utilizar demasiados buses
- ◯ No tendría opción de transporte público
- ◯ Otra

ATRÁS ENVIAR

Anexo C

Encuesta Definitiva – Colegios

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
EVALUACIÓN DE FUTURA DEMANDAPUCE-SEDE NAYON

Estimado/a encuestado/a.
Esta encuesta tiene como propósito el estudio de la demanda futura estudiantil de la PUCE-Sede Nayón. La información que proporcionará es de mucha utilidad. Por favor responda las siguientes preguntas de la manera más honesta.
Gracias por su ayuda.

1. Ha considerado estudiar en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador

SI NO

2. ¿Consideraría estudiar en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador sabiendo que el nuevo campus podría ubicarse en Nayón?

a) Sí, estudiaria en la PUCE-SEDE NAYON
b) No, no me interesa

Si su respuesta fue NO aquí termina la encuesta. ¡Gracias por su ayuda!

3. ¿Con qué frecuencia utilizaría los siguientes medios de transporte para llegar al campus de la PUCE-Sede Nayón?

	Casi siempre	Algunas veces	Rara vez	Nunca
a)Bus				
b) Taxi,Uber, Cabify, entre otros.				
c) Bus o buseta universitaria				
d)Auto propio (usted es el conductor)				
e) Auto (pasajero) dejan en la puerta				
f) Auto de algún compañero de la universidad				
g) Bicicleta				
h) Caminando				

4. Selección con una X el sector en el que se encuentra su vivienda actual. Ya sea que se encuentre en una parroquia urbana o rural.

Parroquia Rural	
1. Alangasí	
2. Amaguaña	
3. Atahualpa	
4. Calacali	
5. Calderón	
6. Chavezpamba	
7. Checa	
8. Conocoto	
9. Cumbayá	
10. El Quinche	
11. Gualea	
12. Guangopolo	
13. Guayllabamba	
14. La Merced	
15. Llano Chico	
16. Lloa	
17. Nanegal	
18. Nanegalito	
19. Nayón	
20. Nono	
21. Pacto	
22. Perucho	
23. Pifo	
24. Pintag	
25. Pomasqui	
26. Puellaro	
27. Puembo	
28. San Antonio	
29. San José de Minas	
30. Tababela	
31. Tumbaco	
32. Yaruquí	
33. Zámbiza	

Parroquia Urbana	
1. Belisario	
2. Carcelén	
3. Centro Histórico	
4. Chilibulo	
5. Chillogallo	
6. Chimbacalle	
7. Cochapamba	
8. Comité del Pueblo	
9. Concepción	
10. Cotocollao	
11. El Condado	
12. El Inca	
13. Ferroviaria	
14. Guamaní	
15. Iñaquito	
16. Itchimbía	
17. Jipijapa	
18. Kennedy	
19. La Argelia	
20. La Ecuatoriana	
21. La Libertad	
22. La Magdalena	
23. La Mena	
24. Mariscal Sucre	
25. Ponceano	
26. Puengasí	
27. Quitumbe	
28. Rumipamba	
29. San Bartolo	
30. San Juan	
31. Solanda	
32. Turubamba	

