



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE VIALIDAD



**MOVILIDAD SOSTENIBLE EN EL CAMPUS DE LA
UNIVERSIDAD DE CARABOBO
(Municipio Naguanagua, Estado Carabobo)**

Elaborado por:
Ma. Adriana Cutillo F.
Stephanie Langers T.

Tutor:
Prof. Fernando Torres

VALENCIA, NOVIEMBRE DE 2012

UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE VIALIDAD

**MOVILIDAD SOSTENIBLE EN EL CAMPUS DE LA
UNIVERSIDAD DE CARABOBO
(Municipio Naguanagua, Estado Carabobo)**
**Trabajo Especial de Grado presentado como requisito para optar al
título de Ingeniero Civil**

Elaborado por:
Ma. Adriana Cutillo F.
Stephanie Langers T.

Tutor:
Prof. Fernando Torres

VALENCIA, NOVIEMBRE DE 2012

“TU FUERZA INTERIOR Y TUS CONVECCIONES NO TIENEN EDAD”

MADRE TERESA DE CALCUTA.

DEDICATORIA

Queremos dedicar este trabajo de investigación:

A nuestros padres, por confiar en nuestras decisiones, por creer siempre en nosotras, por la fuerzas que nos inspiran, por el entusiasmo por la vida y por brindarnos su amor, su cariño, su comprensión y su apoyo incondicional.

¡Gracias!

AGRADECIMIENTO

Agradecemos profundamente

A Dios, por ser siempre esa fuente de alegría, fe, salud y esperanza para lograr la culminación de este trabajo de investigación.

A nuestras familias, por habernos apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que nos han permitido ser personas de bien, pero más que nada, por su amor.

A nuestra querida Universidad de Carabobo, sus profesores y personal administrativo y obrero, donde comenzaron nuestros estudios y comenzó nuestro crecimiento personal y profesional y de la que siempre estaremos honradas de pertenecer.

A nuestro Tutor Fernando Torres, quien nos brindó la orientación necesaria y su incondicional apoyo para la realización de este trabajo de investigación.

A nuestros amigos, en especial a Marco Bisi y Jesus Latuff, quienes colaboraron en la realización de esta investigación.

A todos, Gracias

INDICE GENERAL

Pág.

DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
LISTA DE CUADROS	x
LISTA DE FIGURAS	xvi
LISTA DE GRAFICOS	xvii
RESUMEN	xviii
INTRODUCCIÓN	1

CAPITULO I: EL PROBLEMA

Planteamiento del Problema.....	4
Objetivos De La Investigación	7
Objetivo General	7
Objetivos Específicos	7
Justificación de la investigacion.....	8
Alcance Y Delimitación De La Investigación.....	9

CAPITULO II: MARCO TEORICO

Antecedentes de la Investigación	10
Bases Teóricas	12
Definición de Términos	22
Formulación de la Hipótesis	23

CAPÍTULO III: MARCO METODOLOGICO

Consideraciones Generales.....	24
Tipo de Investigación	25
Diseño de la Investigación	25
Población y Muestra	26
Tamaño Muestral.....	26
Instrumentos de Recolección de Información	28
Encuesta.....	28
Estudio del Volumen Vehicular	28
Técnicas de Recolección de Datos.....	29
Estructura de la Encuesta.....	29
Estructura del Estudio del Volumen Vehicular	30
Validación del instrumento.....	33
Técnica de Análisis	33
Etapas 1: Consulta al proyecto de la Ciudad Universitaria	33
Etapas 2: Determinación de los niveles de servicio de la vialidad proyectada para la Ciudad Universitaria.....	34
Etapas 3: Planteamiento de la matrícula de estudiantes y nóminas de profesores y empleados que se concentrarán en la Ciudad Universitaria, para el año horizonte.....	43
Etapas 4: Diseñar el sistema sostenible	45
Sistema de Transporte Masivo	45
Estacionamiento	47

CAPÍTULO IV: RESULTADOS DE LA INVESTIGACION

Etapa 1: Consulta al proyecto de la Ciudad Universitaria	48
Etapa 2: Determinación de los niveles de servicio de la vialidad proyectada para la Ciudad Universitaria.....	51
Análisis de los Conteos Vehiculares	51
Etapa 3: Planteamiento de la matricula de estudiantes y nominas de profesores y empleados que se concentrarán en la Ciudad Universitaria, para el año horizonte.	97
Etapa 4: Diseñar el sistema sostenible	101
Propuesta de un sistema de transporte no contaminante	113
Propósito:	114
Ventajas:	114
Características monorriel propuesto:.....	115
Diseño del Monorriel Elevado para la Ciudad Universitaria	118
Infraestructura de la vía	119
Estaciones.....	122
Ubicación de Estaciones	122
Distancia entre estaciones	123
Estudio Económico del Sistema	123
Estacionamiento	126

CAPÍTULO V:

Conclusiones	127
Recomendaciones	130
Referencias Bibliograficas	132
Anexos.....	135

LISTA DE CUADROS

CUADRO N°1: Consideraciones para el cálculo de la proyección de la Población	43
CUADRO N°2: Determinación de la Hora Pico de la Red en la Mañana (7:15 – 8:15 a.m.) en el Campus de la Universidad de Carabobo. Año 2012	52
CUADRO N°3: Volúmenes Afluentes para la Hora pico de la Red Completa en la mañana (7:15 – 8:15 a.m.) en el Campus de la Universidad de Carabobo. Año 2012	54
CUADRO N°4: Determinación de la Hora Pico de la Red en la Tarde (5:30 – 6:30 p.m.) en el Campus de la Universidad de Carabobo. Año 2012....	55
CUADRO N°5: Volúmenes Afluentes para la Hora pico de la Red Completa en la Tarde (5:30 – 6:30 p.m.) en el Campus de la Universidad de Carabobo. Año 2012	57
CUADRO N°6: Distribución según intersección, hora pico del sistema y tipo del transporte en el Campus de la Universidad de Carabobo. Año 2012	58
CUADRO N°7: Distribución según intersección y sentido del factor hora pico del sistema en el Campus de la Universidad de Carabobo. Año 2012	60
CUADRO N°8: Distribución según intersección y sentido del Porcentaje de Vehículos Pesados del sistema en el Campus de la Universidad de Carabobo. Año 2012.....	62
CUADRO N°9: Densidad de población UC-Naguanagua.....	63

CUADRO N°10: Proyección de Volúmenes Afluentes para la Hora pico de la Red Completa en la Mañana (7:15 – 8:15 a.m.), en el Campus de la Universidad de Carabobo. Año 2022	65
CUADRO N° 11: Proyección de Volúmenes Afluentes para la Hora pico de la Red Completa en la Tarde (5:30 – 6:30 p.m.) en el Campus de la Universidad de Carabobo. Año 2022	66
CUADRO N°12: Proyección de Volúmenes Afluentes con un Sistema de Transporte Masivo para la Hora pico de la Red Completa en la Mañana (7:15 – 8:15 a.m.), en el Campus de la Universidad de Carabobo. Año 2022	67
CUADRO N°13: Proyección de Volúmenes Afluentes con un Sistema de Transporte Masivo para la Hora pico de la Red Completa en la Tarde (5:30 – 6:30 p.m.) en el Campus de la Universidad de Carabobo. Año 2022	68
CUADRO N°14: Proyección de Volúmenes Afluentes para la Hora pico de la Red Completa en la Mañana (7:15 – 8:15 a.m.), en el Campus de la Universidad de Carabobo. Año 2027	69
CUADRO N°15: Proyección de Volúmenes Afluentes para la Hora pico de la Red Completa en la Tarde (5:30 – 6:30 p.m.) en el Campus de la Universidad de Carabobo. Año 2027	70
CUADRO N°16: Proyección de Volúmenes Afluentes con un Sistema de Transporte Rápido Masivo para la Hora pico de la Red Completa en la Mañana (7:15 – 8:15 a.m.), en el Campus de la Universidad de Carabobo. Año 2027.....	71
CUADRO N°17: Proyección de Volúmenes Afluentes con un Sistema de Transporte Rápido Masivo para la Hora pico de la Red Completa en la Tarde (5:30 – 6:30 p.m.) en el Campus de la Universidad de Carabobo. Año 2027.....	72

CUADRO N°18: Determinación de Niveles de Servicio para los volúmenes vehiculares de las intersecciones en la Hora pico de la Red Completa en la Mañana (7:15 – 8:15 a.m.) en el Campus de la Universidad de Carabobo. Año 2012.	75
CUADRO N°19: Determinación de Niveles de Servicio para los volúmenes vehiculares de las intersecciones en la Hora pico de la Red Completa en la Tarde (5:30 – 6:30 p.m.) en el Campus de la Universidad de Carabobo. Año 2012.....	76
CUADRO N°20: Determinación de Niveles de Servicio para la proyección de los volúmenes vehiculares de las intersecciones en la Hora pico de la Red Completa en la Mañana (7:15 – 8:15 a.m.) en el Campus de la Universidad de Carabobo. Año 2022	77
CUADRO N°21: Determinación de Niveles de Servicio para la proyección de los volúmenes vehiculares de las intersecciones en la Hora pico de la Red Completa en la Tarde (5:30 – 6:30 p.m.) en el Campus de la Universidad de Carabobo. Año 2022	78
CUADRO N°22: Determinación de Niveles de Servicio para la proyección de los volúmenes vehiculares de las intersecciones en la Hora pico de la Red Completa en la Mañana (7:15 – 8:15 a.m.) con un Sistema de Transporte Masivo en el Campus de la Universidad de Carabobo. Año 2022	79
CUADRO N°23: Determinación de Niveles de Servicio para la proyección de los volúmenes vehiculares de las intersecciones en la Hora pico de la Red Completa en la Tarde (5:30 – 6:30 p.m.) con un Sistema de Transporte Masivo en el Campus de la Universidad de Carabobo. Año 2022	80
CUADRO N°24: Determinación de Niveles de Servicio para la proyección de los volúmenes vehiculares de las intersecciones en la Hora pico de la Red Completa en la Mañana (7:15 – 8:15 a.m.) en el Campus de la Universidad de Carabobo. Año 2027	81

CUADRO N°25: Determinación de Niveles de Servicio para la proyección de los volúmenes vehiculares de las intersecciones en la Hora pico de la Red Completa en la Tarde (5:30 – 6:30 p.m.) en el Campus de la Universidad de Carabobo. Año 2027	82
CUADRO N°26: Determinación de Niveles de Servicio para la proyección de los volúmenes vehiculares de las intersecciones en la Hora pico de la Red Completa en la Mañana (7:15 – 8:15 a.m.) con un Sistema de Transporte Rápido Masivo en el Campus de la Universidad de Carabobo. Año 2027.....	83
CUADRO N°27: Determinación de Niveles de Servicio para la proyección de los volúmenes vehiculares de las intersecciones en la Hora pico de la Red Completa en la Tarde (5:30 – 6:30 p.m.) con un Sistema de Transporte Rápido Masivo en el Campus de la Universidad de Carabobo. Año 2027.....	84
CUADRO N°28: Distribución según edad y sexo de los usuarios de los sistemas de transporte en el Campus de la Universidad de Carabobo. Año 2012.	85
CUADRO N°29: Distribución según tipo de transporte y edad de los usuarios en el Campus de la Universidad de Carabobo. Año 2012	87
CUADRO N°30: Distribución según frecuencia de uso semanal y tipo de transporte de los usuarios en el Campus de la Universidad de Carabobo. Año 2012.....	89
CUADRO N°31: Distribución según la utilización de transporte urbano convencional y edad de los usuarios en el Campus de la Universidad de Carabobo. Año 2012	91
CUADRO N°32: Distribución de los usuarios según su opinión sobre el uso del transporte Rápido Masivo y edad en el Campus de la Universidad de Carabobo. Año 2012	93
CUADRO N°33: Distribución de los usuarios según el cambio de transporte en el Campus de la Universidad de Carabobo. Año 2012.....	94

CUADRO N°34: Distribución según el costo del Sistema de Transporte Rápido Masivo en el Campus de la Universidad de Carabobo. Año 2012	95
CUADRO N°35: Distribución personas y vehículos según el tipo de transporte, hora pico y ruta en el Campus de la Universidad de Carabobo. Año 2012.....	97
CUADRO N°36: Distribución según el Máximo número de usuarios en las horas pico en la red en el Campus de la Universidad de Carabobo	98
CUADRO N°37: Proyección del número de usuarios de los sistemas de transporte masivo para la red completa de los años horizonte en el Campus de la Universidad de Carabobo	100
CUADRO N°38: Distribución del volumen vehicular, tipos de vehículos por tramo y sentido en el Campus de la Universidad de Carabobo, en la Hora pico 7:15 a 8:15 a.m.	103
CUADRO N°39: Distribución del volumen vehicular, tipos de vehículos por tramo y sentido en el Campus de la Universidad de Carabobo, en la Hora pico 5:30 a 6:30 p.m	104
CUADRO N°40: Distribución del volumen de usuarios por tipo de vehículo, tramo y sentido en el Campus de la Universidad de Carabobo, en la Hora pico 7:15 a 8:15 a.m.	105
CUADRO N°41: Distribución del volumen de usuarios por tipo de vehículo, tramo y sentido en el Campus de la Universidad de Carabobo, en la Hora pico 5:30 a 6:30 p.m	107
CUADRO N°42: Distribución según el Máximo número de usuarios y vehículos por tramos en las horas pico en el Campus de la Universidad de Carabobo	108
CUADRO N°43: Proyección del máximo número de usuarios de los sistemas de transporte masivo por tramos en una hora, para los años horizonte en el Campus de la Universidad de Carabobo	109

CUADRO N°44: calculo de vagones para el sistema de transporte masivo	112
CUADRO N°45: características tecnicas del monorriel	118
CUADRO N°46: Costos del Monorriel por kilómetro	125

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Encuesta tipo	30
Figura 2: Formato de conteo de Intersecciones.....	32
Figura 3: Metodología de intersecciones no semaforizadas (HCM 2000) ...	40
Figura 4: Niveles de servicio para intersecciones no semaforizadas.....	41
Figura 5: Croquis esquemático intersección A	49
Figura 6: Croquis esquemático intersección B	49
Figura 7: Croquis esquemático intersección C	50
Figura 8: Croquis esquemático intersección D	50
Figura 9: Modelado intersección A	73
Figura 10: Modelado intersección B	73
Figura 11: Modelado intersección C	74
Figura 12: Modelado intersección D	74
Figura 13: Croquis esquemático de los tramos	102
Figura 14: Descripción de vagones	117
Figura 15: Viga de hormigón armado tipo	120
Figura 16: Esquema general típico de la infraestructura de apoyo	121

LISTA DE GRAFICOS

Gráfico 1-A: Distribución según Sexo	85
Gráfico 1-B: Distribución según Edad	86
Gráfico 2: Distribución según tipo de transporte	88
Gráfico 3: Distribución según frecuencia de uso semanal del transporte	90
Gráfico 4: Distribución según la utilización de Transporte Urbano Convencional	92
Gráfico 5: Distribución de los usuarios según su opinión sobre el uso del Transporte Rápido Masivo	93
Gráfico 6: Distribución de los usuarios según el cambio de Transporte..	94
Gráfico 7: Distribución según el costo del Sistema de Transporte Rápido Masivo.....	96

**MOVILIDAD SOSTENIBLE EN EL CAMPUS DE
LA UNIVERSIDAD DE CARABOBO
NAGUANAGUA. ESTADO CARABOBO. 2012**

Autores: María Adriana Cutillo y Stephanie Langers.

Año: 2012.

La problemática actual de los Sistemas de Transporte Públicos Masivos se remite a la contaminación y congestión que estos causan, los nuevos avances en los sistemas de transporte han permitido realizar un estudio de esta problemática y analizar que transporte masivo puede ser el más eficaz para que la movilidad sea sostenible a través de tiempo. El Objetivo del trabajo fue diseñar un sistema de movilidad sostenible en el campus de la Universidad de Carabobo; estudio cuantitativo, descriptivo, de campo. Se evaluó una muestra representada por la matrícula de estudiantes, profesores, personal administrativo y obrero, de 224 personas entre Julio y Agosto 2012; aplicando una encuesta para realizar un estudio acerca de la utilización del transporte, también se realizaron conteos para el estudio del volumen vehicular en la infraestructura vial universitaria. Conclusiones: El Monorriel elevado presenta una opción factible para en una proyección de 15 años mejorar el nivel de servicio y el tiempo de demora de la infraestructura vial, además de ser un transporte rápido masivo que disminuirá la contaminación sónica y ambiental y podrá ser un transporte sostenible a través del tiempo.

Palabras claves: Capacidad, Impacto ambiental y Movilidad.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años los medios de transporte más utilizados han causado consecuencias negativas y problemas de sostenibilidad ambiental, social y energética a nivel mundial, por lo que muchos países han comenzado a implementar planes y sistemas que disminuyan el impacto negativo que estos generan.

El desarrollo sostenible está encaminado a mejorar la calidad de vida de la población actual y futura, sin aumentar el uso de recursos naturales más allá de la capacidad de la naturaleza de proporcionarlos indefinidamente. El principio del desarrollo sostenible consiste en hacer compatibles el crecimiento económico con la cohesión social y la defensa del medio ambiente; es decir, mantener un equilibrio entre: economía, sociedad y medio ambiente. Para ello es necesario que el crecimiento económico apoye al progreso social y respete el medio ambiente, que la política social sustente los resultados económicos y que la política ambiental sea rentable (Comisión Mundial de Desarrollo y Ambiente 2001). Esto requiere un cambio en las políticas y en las prácticas a todos los niveles, desde el ámbito individual hasta el mundial.

Los modos alternativos al transporte, conocidos como sostenibles son aquellos a los que se asocia con un uso más eficiente del espacio y de la energía, con una menor emisión de contaminantes ambientales y con una mejor adaptación a las condiciones sociales y económicas necesarias para el desenvolvimiento de las actividades humanas.

En Venezuela resulta imprescindible un sistema de transporte adecuado que facilite la movilidad poblacional y la consecuente accesibilidad a los servicios. Sin embargo, su configuración actual está provocando consecuencias negativas y genera gran parte de los problemas de sostenibilidad ambiental, social y energética.

En el estado Carabobo, en especial en el municipio Naguanagua ha sido notable la fuerte congestión del tráfico, debido a la falta de infraestructura, poco mantenimiento de las calles y desorden por parte de los conductores de los vehículos del transporte público, esta situación genera un gran deterioro ambiental y social.

El Campus de la Universidad de Carabobo, ubicado en este municipio no escapa de esta problemática, posee en la actualidad una infraestructura vial muy deteriorada, en la que los estudiantes y el personal universitario se movilizan para llegar a sus actividades, bien sea en transporte público o vehículos particulares. Las unidades del Transporte Público se encuentran deterioradas y los vehículos particulares tienen muy poca ocupación por los usuarios, lo que en consecuencia genera mayor congestión.

En vista de la problemática planteada, se pretenden conocer los niveles de servicio de la vialidad proyectada para la Ciudad Universitaria, así como también proyectar el número de usuarios que utilizaran la infraestructura vial universitaria, para valorar la factibilidad de desarrollar un sistema de movilidad sostenible en el Campus de la Universidad de Carabobo, con la utilización de otro tipo de energía menos contaminante, aplicando nuevas tecnologías, que permitan una utilización eficiente del espacio urbano y que permita disminuir los tiempos de traslado para que los usuarios puedan aprovechar mejor su tiempo.

En cuanto a la estructuración del trabajo que hoy se presenta, es de señalar que el mismo consta de los siguientes Capítulos: I El Problema, II Marco Teórico y Capítulo III Metodología, IV Resultados de la Investigación, V Conclusiones y Recomendaciones; finalizando con la bibliografía y los anexos.

CAPITULO I

EL PROBLEMA

Planteamiento del Problema

Desde hace cientos de años debido a las crecientes necesidades de la humanidad, la construcción de vías de comunicación ha sido de importancia significativa para el desarrollo de la civilización. A medida que las ciudades incrementan su tamaño y densidad de población, la necesidad de comunicación con otras regiones se ha tornado cada vez más necesaria, para el transporte de cualquier producto o transporte de los consumidores, esto dió sin duda el impulso al desarrollo de la construcción de caminos y carreteras.

En las economías modernas resulta imprescindible que exista un sistema de transporte adecuado, ya que este hace posible la movilidad poblacional y la consecuente accesibilidad a los servicios. Sin embargo, la conformación actual del transporte está causando fuertes consecuencias negativas y generando gran parte de los problemas de sostenibilidad ambiental, social y energética.

El transporte automotor convencional es la principal fuente de producción de gases de efecto invernadero a nivel mundial. Los efectos negativos de la contaminación recaen en la salud humana y la integridad del medio ambiente y es causa del debate político, social y medioambiental a nivel mundial. Es

evidente que las pautas actuales del suministro y consumo de la movilidad no son sostenibles, en muchas ciudades en el mundo, donde se sufren elevados niveles de congestión, contaminación, degradación de las comunidades y disfunciones sociales directamente relacionadas con la movilidad.

En el futuro se prevé que el volumen total de emisiones de gases aumente en un 70% para el año 2030 y este aumento provendrá principalmente de los países en vías de desarrollo. El parque vehicular ha aumentado en los últimos 50 años de 50 millones a cerca de 450 millones de vehículos, lo cual significa 9 veces más, es preocupante si se sigue con ese crecimiento donde ahora no se puede prever qué sucederá debido al aumento en la fabricación y uso de vehículos particulares en los países en vías de desarrollo. (Colmenares, Igor. 2007, 4)

Los países latinoamericanos están en la actualidad en un nivel intermedio de desarrollo, aun así no escapan de los problemas de impacto ambiental producido por la movilidad en ellos, por lo que los gobiernos deben tomar medidas de política, financiamiento y desarrollo institucional que ofrezcan la oportunidad de desarrollar su transporte en forma consistente y adecuada, para lograr una movilidad sostenible.

Internacionalmente el tema del transporte de personas cada día toma más relevancia por el elevado consumo de energía y los cambios en los niveles de contaminación ambiental que se generan durante su movilización, sobre todo cuando esta se hace utilizando el automóvil privado, donde en los países con un costo muy bajo del combustible, la ocupación (personas, vehículos), es muy baja.

En Venezuela la falta de infraestructura y la congestión del tráfico, tienen un alto impacto económico, reduciendo el comercio entre ciudades vecinas, mientras sean mayores los costos generales por causa del transporte entre cada una de ellas. El aumento de la demanda de transporte no puede ser absorbido por la infraestructura existente de transporte, sumado a esto el

poco mantenimiento que se le da a la vialidad dificulta el proceso de transporte y perturba el confort de los usuarios, los servicios de transporte público se hacen poco confiables y atractivos en razón de los altos niveles de congestión vial. Muchas personas prefieren el vehículo particular, que resulta ser más rápido y más barato, además más cómodo.

En las principales ciudades del país, los desplazamientos en transporte público han disminuido en los últimos años como consecuencia de la inseguridad, especialmente por la noche, siendo esto de carácter negativo, ya que, la tendencia indica que se deben desarrollar sistemas de transporte rápido masivo (STRM), que puedan transportar un elevado número de personas como los tipo metro, trenes ligeros, trolebuses, autobuses circulando en vías exclusivas para mejor movilidad.

La ciudad de Valencia por ser la ciudad industrial de Venezuela, en los últimos años ha aumentado de forma significativa su población, pero ha aumentado muy poco su infraestructura vial, pues no se planificó previamente el crecimiento de la ciudad, además, el poco mantenimiento en la vialidad produce diariamente congestiones significativas que disminuyen la productividad, el sistema de transporte público también se encuentra deteriorado, las unidades como autobuses están en muy malas condiciones y son inseguras para los usuarios.

La Ciudad Universitaria de la Universidad de Carabobo, no escapa a esta problemática, debido a que las unidades de transporte público o universitario están en muy malas condiciones, no ofrecen confort ni calidad a sus usuarios y producen contaminación tanto sónica como atmosférica, por lo que más personas se ven obligadas al uso de automóviles particulares los cuales tienen mayor impacto ambiental. La vialidad dentro de la universidad se encuentra en muy mal estado con muchos huecos, baches, entre otros, los canales no poseen un buen drenaje y en época de lluvia se inundan, agravando la situación y causando mayor congestión.

En vista de la problemática planteada, se pretende conocer ¿Cuales son los niveles de servicio de la vialidad proyectada para la Ciudad Universitaria, así como también proyectar el número de usuarios que utilizaran la infraestructura vial universitaria?, para valorar la factibilidad de desarrollar un sistema de movilidad sostenible en el Campus de la Universidad de Carabobo.

Objetivos De La Investigación

Objetivo General

Diseñar un sistema de movilidad sostenible en el campus de la Universidad de Carabobo

Objetivos Específicos

1. Consultar el proyecto de la Ciudad Universitaria.
2. Determinar los niveles de servicio de la vialidad proyectada para la Ciudad Universitaria.
3. Plantear la matrícula de estudiantes y nóminas de profesores y empleados que se concentrarán en la Ciudad Universitaria, para el año horizonte.
4. Diseñar el sistema sostenible.
5. Proponer sistemas de transporte no contaminantes que se fundamenten en los postulados del desarrollo sustentable.

Justificación de la investigación

Este proyecto se justifica bajo diversos puntos de vistas, ya que proporciona los siguientes aportes:

- Desde el punto de vista social, con la ejecución de este proyecto se mejorará la calidad en el transporte de personas dentro de la Ciudad Universitaria, y mayor cantidad de personas tendrán acceso al Transporte Público.
- Desde el punto de vista técnico, se plantea una propuesta con la utilización de otro tipo de energía menos contaminante, con la aplicación de nuevas tecnologías, que permitan una utilización eficiente del espacio urbano.
- Desde el punto de vista ambiental, la investigación propone un sistema de transporte menos contaminante, que disminuya las emisiones de gases perjudiciales a la atmósfera y reduzca la contaminación sónica además de minimizar el consumo de recursos no renovables, reutilizar y reciclar sus componentes
- Desde el punto de vista económico, el disminuir los tiempos de traslado, trae como consecuencia ahorro en horas hombre efectiva y menor consumo de combustible.
- Desde el punto de vista académico, este proyecto reforzará los conocimientos adquiridos en la carrera, motivará el estudio en nuevas áreas de conocimientos y el tener un criterio más amplio a la hora de evaluar los problemas.

Alcance Y Delimitación De La Investigación

En la delimitación geográfica el alcance de esta investigación se enmarca en el diseño de un sistema de movilidad sostenible en el Campus de la Universidad de Carabobo, Municipio Naguanagua, del Estado Carabobo. Para esto se requiere el estudio del Niveles de Servicio de la infraestructura vial existente y la recopilación del proyecto definitivo de la Ciudad Universitaria. Los aspectos a considerar para la evaluación de la movilidad corresponde a las características ambientales, sociales y económicas de la zona en estudio, además de evaluar las características importantes del concepto de desarrollo sustentable.

Desde el punto de vista social- ambiental, la generación de los gases producto de la combustión parcial de los vehículos automotores, afecta negativamente las condiciones naturales de la Ciudad Universitaria, degradando la calidad de vida de los usuarios, y causando alteración en los ciclos básicos naturales, así como también en la movilidad vehicular, de tal manera que la movilidad sustentable no se realiza de forma adecuada bajo tales condiciones. El diseño que se propondrá debe cumplir con los criterios antes expuestos y para su desarrollo se evaluarán la implementación de los sistemas de transporte masivos como monorriel y tren de neumáticos.

En el aspecto académico, la elaboración del Trabajo Especial de Grado está enmarcado como una asignatura obligatoria del pensum de la carrera de Ingeniería Civil, en la cual se refuerzan los conocimientos adquiridos para la formación integral del ingeniero.

En el aspecto profesional se evaluará el costo económico del mismo en forma aproximada de acuerdo a la propuesta de Ingeniería Conceptual, y el tiempo estimado para su realización de la investigación será de aproximadamente 6 meses.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Antecedentes de la Investigación

Para tener un marco referencial se hace necesario indagar sobre los estudios que se han realizado anteriormente, los cuales representan un aporte valioso para nuestra investigación.

Lizárraga C. (2006). Movilidad Urbana Sostenible: Un reto para las ciudades del siglo XXI. México.

En esta investigación se analizan los hechos que explican la insostenibilidad ambiental y social del actual modelo de movilidad urbana en Europa y Latinoamérica, junto con las consecuencias negativas que provoca el transporte.

Concluyendo que el modelo de movilidad urbana ha tenido consecuencias negativas en la vida social, porque se margina a las comunidades más desfavorecidas y a las áreas periféricas, generando un aumento de los costos públicos y privados, reduciendo la capacidad fiscal del centro tradicional y originando problemas de infraestructura y deterioro de los servicios. Para las comunidades más pobres y marginadas representa una nueva fuente de desigualdad en el acceso a bienes y servicios de primera necesidad, y una barrera, en muchos casos, insuperable y fortalecedora de

la existencia de zonas urbanas de bajos recursos. La contribución de esta investigación servirá de apoyo en el desarrollo de la metodología del presente trabajo.

Cascajo R. (2004). Metodología de evaluación de efectos económicos, sociales y ambientales de proyectos de transporte guiado en ciudades. España.

Esta investigación propone una metodología de evaluación de efectos económicos, sociales y ambientales de los proyectos de transporte urbano, y está basada en un análisis multicriterio. El objetivo principal de la evaluación es la sostenibilidad, o desarrollo sostenible, económica, social y ambiental.

Obteniéndose como resultado que los modos de transporte como los subterráneos y monorrieles ofrecen un servicio con rapidez, regularidad, capacidad, seguridad y respeto con el medio ambiente, en mayor medida que el resto de modos de transporte público. Pero a su vez requieren unas inversiones muy elevadas para su puesta en funcionamiento debido a su construcción y mantenimiento. Esto hace que sea necesario un financiamiento extra para la puesta en marcha de estos proyectos ferroviarios. De modo que aporta consideraciones para la evaluación del problema, ejecución del proyecto y posibles propuestas.

Carrasco J. (2000). La ciudad sostenible, movilidad y desarrollo metropolitano, su aplicación y análisis comparativo entre áreas metropolitanas del Valle y Puebla. España.

Este trabajo de investigación tiene como objetivo, plantear criterios de sostenibilidad para la ordenación del territorio en estudio. Con el crecimiento

económico en las áreas de Valle y Puebla donde se han construido diferentes estructuras para desarrollar la economía de la región. Estas áreas en el pasado eran zonas agrícolas, por lo tanto han sufrido cambios muy perjudiciales que las afectan significativamente por lo que se propone la implementación de transportes de tipo sustentable para que el impacto no se siga acrecentando y a largo plazo no haya efectos de impacto ambiental irreversible. La contribución de este trabajo servirá de apoyo en el desarrollo de la metodología de la presente investigación.

Bases Teóricas

En los últimos decenios se han producido profundos cambios sociales, económicos y tecnológicos que han derivado en un nuevo modelo de movilidad urbana.

Movilidad Urbana Sostenible

La movilidad urbana sostenible debe definirse en función de la existencia de un sistema y de patrones de transporte que sean capaces de proporcionar los medios y oportunidades para cubrir las necesidades económicas, ambientales y sociales, de forma eficiente y equitativa, evitando los innecesarios impactos negativos y sus costos asociados. Para que el transporte se considere sostenible debe reducirse la demanda de transporte privado y se debe incrementar el uso del transporte público.

La Unión Internacional de Transporte Público (UITP) considera que la movilidad urbana sostenible ha de basarse en tres “pilares”: un uso del suelo que incorpore las necesidades de movilidad, la restricción del uso del vehículo privado y la promoción de un sistema de transporte público eficaz (UITP, 2001). La Agencia Internacional de Energía (AIE) propone una

combinación de tres políticas para reducir el consumo de combustibles y de emisiones contaminantes en el sector del transporte: mejorar la eficiencia, hacer un mayor uso de los biocombustibles y adoptar vehículos eléctricos a base de hidrógeno.(Fulton, 2004).

Así mismo, la reducción de los niveles de ocupación de los vehículos privados ha provocado un aumento de la densidad de tráfico urbano por lo que ha habido un incremento de las emisiones de gases de efecto invernadero; aunque se utilizaran vehículos privados de bajo consumo o de emisión cero, no se solucionaría el problema de congestión urbana, si no se aumentara la utilización de transportes masivos.

Para evitar que la restricción del uso del vehículo privado cause reducción de la libertad de movilidad individual, se debería fomentar el transporte público, que aun cuando no llegue a su capacidad máxima, tiene menores efectos contaminantes que el transporte privado. Se debe dar prioridad a los modos colectivos poco contaminantes y con un bajo consumo energético, a fin de lograr un uso eficiente del transporte colectivo. El aumento de la movilidad y la accesibilidad a un transporte colectivo puede lograrse con una regulación que promueva la equidad y mejore el acceso de la población de menor nivel económico y más vulnerable, como los discapacitados, personas mayores, niños, estudiantes, entre otros.

Según Ingeniero Igor José Colmenares Guevara (2007) se define la movilidad sostenible de la siguiente manera:

Permite satisfacer las necesidades básicas de acceso a los bienes, al trabajo, a la educación, al ocio y a la información de forma segura para la salud pública y la integridad del medio ambiente, a través de la equidad entre generaciones y dentro de la misma generación; es accesible, opera de manera eficiente, ofrece diferentes modos de transporte para una intermodalidad sin interrupciones y contribuye a una economía

dinámica; limita las emisiones y desechos dentro de la capacidad del planeta para absorberlos; y finalmente minimiza el consumo de recursos no renovables, reutiliza y recicla sus componentes, minimiza el uso del territorio y la producción del ruido. Un sistema de transporte público urbano es sustentable económica y socialmente cuando la relación entre costos e ingresos de su operación garantiza la permanencia operacional del sistema y al mismo tiempo facilita la movilidad de todos los ciudadanos y especialmente aquellos de sectores de menores ingresos.

El reto de movilidad sostenible consiste en desarrollar redes de transporte público integradas con modos no motorizados, mediante la implementación de avances tecnológicos y transporte multimodal.

Todo trabajo se fundamenta en conceptos y conocimientos previos, los cuales son necesarios explicar para que el lector esté en capacidad de comprender y formarse criterios con propiedad acerca del trabajo en desarrollo, por ello a continuación se explican los conceptos e información en la que se fundamenta este trabajo de grado.

Transporte

El objeto de la movilidad es el movimiento de las personas (también de las mercancías), de todas las personas, independientemente del medio que utilicen para desplazarse: a pié, en transporte público, en automóvil, en bicicleta, etc.

“se refiere exclusivamente al sistema de medios mecánicos que se emplea para trasladar personas y mercancía, y solo es una estrategia más para posibilitar la movilidad urbana.” (OBRA SOCIAL CAJA MADIRD).

Dentro de los sistemas de transporte utilizados por la movilidad sostenible se encuentran las ciclovías, trenes de neumáticos y los monorrieles, los

cuales no trabajan con energía fósil, y por lo tanto, disminuyen la producción de gases de efecto invernadero que causan gran impacto ambiental.

Volumen del Tránsito

Se define como el número el número de vehículos o peatones que pasan por un punto o sección transversal dado de un carril o de una calzada, durante un período determinado de tiempo.

Composición de los Volúmenes

La composición vehicular se mide en términos de porcentaje sobre el volumen total, por ejemplo: porcentaje de camiones, automóviles, etc.

En dependencia del tipo de servicio y la localización de una carretera, es indispensable tomar en cuenta que los vehículos pesados como camiones, pueden llegar a alcanzar una incidencia significativa en la composición del flujo vehicular, lo cual afecta directamente el diseño de las carreteras y los espesores de pavimento.

Variación Horaria del volumen de Tránsito

Las variaciones de los volúmenes de tránsito a lo largo de las horas del día dependen del tipo de ruta, según las actividades que prevalezcan en ellas, puesto que hay rutas de tipo turístico, agrícola, comercial, etc.; existiendo en la Ingeniería de Tránsito, las horas de máxima demanda vehicular conocidas como horas pico, con las cuales se realiza el diseño o análisis de las vías.

Variación del volumen de tránsito en la hora de máxima demanda

Es importante conocer la variación del volumen del tránsito dentro de las horas pico y cuantificar la duración de los flujos máximos ($q_{m\acute{a}x}$), para así

realizar la planeación de los controles de tránsito para estos períodos durante el día, tales como prohibición de estacionamientos, disposición de los tiempos de los semáforos. Para la hora de máxima demanda se llama Factor de la hora de Máxima demanda (FHMD) o Factor de HORA PICO.

El FHMD es un indicador de las características del flujo de tránsito en períodos máximos. Indica cómo están distribuidos los flujos máximos durante la Hora Pico. Su mayor valor es la unidad (FHMD=1), lo que significa que hay una distribución uniforme durante la hora. Valores bastantes menores a la unidad indican concentraciones de flujo máximos en períodos cortos dentro de la hora.

En dependencia de las fluctuaciones vehiculares durante la hora pico, se afectará el volumen de tránsito de diseño por este factor. Al hacerlo se están asumiendo las condiciones más exigentes de la demanda, a las cuales debe responder la propuesta de solución: reconstrucción, mejoramiento o ampliación de la vía.

En general se considera que cuando el $FHMD < 0.85$, las condiciones operativas de la carretera variarán sustancialmente.

Tasa de Flujo

Es el volumen de tráfico en un periodo de tiempo cualquiera, menor a la hora, es decir, cinco minutos, 10 minutos, 15 minutos, etc., con los cuales se puede determinar el Volumen Horario

Factor Hora Pico

Es la relación entre el volumen de tráfico de una hora y cuatro veces el máximo volumen que pasa en quince minutos durante la hora considerada. Por lo tanto $0.25 < FHP < 1$.

Intersección

Las intersecciones son en el área donde dos o más vías terrestres se cruzan entre sí. En esta área los canales por donde circular los vehículos, cambian de dirección y se entrecruzan.

Intersecciones Semaforizadas

Se consideran intersecciones semaforizadas a aquellas que están reguladas permanente o mayoritariamente mediante sistemas de luces que establecen las prioridades de paso por la intersección. La semaforización de intersecciones puede ser un instrumento eficaz para la reducción de la congestión, la mejora de la seguridad o para apoyar diversas estrategias de transporte (promoción del transporte público, reforzamiento de la jerarquía viaria, potenciación de peatones y ciclistas, etc).

Intersecciones No semaforizadas

Son aquellas que no poseen control semafórico, son las más comunes en una red vial urbana. Aun cuando su capacidad pueda ser más baja que en otro tipo de intersecciones como las semaforizadas las mismas cumplen un rol importante en el control de tránsito de una red y su funcionamiento puede terminar afectando a otros componentes del sistema.

Maniobras de los vehículos en las intersecciones

En el área de la intersección, el conductor puede cambiar de la ruta por la cual viene circulando, a otra diferente o cruzar la corriente de tránsito que se interpone entre él y su destino.

Cuando el conductor se cambia de ruta o cruza otros flujos de tránsito vehicular, existe conflicto entre los vehículos que intervienen en las maniobras. Esto incluye a los vehículos cuyas trayectorias se unen, se

cruzan o se separan, además, puede abarcar también los vehículos que se aproximan al área de conflicto.

El área de conflicto abarca la zona de influencia en la cual los usuarios que se aproximan pueden causar molestias a los demás conductores, debido a las maniobras realizadas en la intersección (maniobra de divergencia, maniobra de convergencia y maniobra de cruce).

Niveles de Servicio

El concepto de nivel de servicio se utiliza para evaluar la calidad del flujo. Se refiere a una medida cualitativa que descubre las condiciones de operación de un flujo de vehículos y/o personas, y de su percepción por los conductores o pasajeros. Estas condiciones se describen en términos de factores como la velocidad y el tiempo de recorrido, la libertad de maniobra, las interrupciones a la circulación, la comodidad, las conveniencias y la seguridad vial.

Para cada tipo de infraestructura se definen 6 niveles de servicio, para los cuales se disponen de procedimientos de análisis, se les otorga una letra desde la A hasta la F siendo el nivel de servicio (NS) A el que representa las mejores condiciones operativas, y el NS F, las peores.

Las condiciones de operación de estos niveles, para sistemas de flujo ininterrumpido son las siguientes:

Nivel de Servicio A

Representa una circulación a flujo libre. Los usuarios, considerados en forma individual, están virtualmente exentos de los efectos de la presencia de otros en la circulación. Poseen una altísima libertad para seleccionar sus velocidades deseadas y maniobrar dentro del tránsito. El nivel general de comodidad y conveniencia proporcionado por la circulación al motorista, pasajero o peatón, es excelente.

Nivel de Servicio B

Está dentro del rango del flujo estable, aunque se empiezan a observar otros vehículos integrantes de la circulación. La libertad de selección de las velocidades deseadas, sigue relativamente inafectada, aunque disminuye un poco la libertad de maniobra en relación con la del nivel de servicio A. El nivel de comodidad y conveniencia es algo inferior a los del nivel de servicio A, porque la presencia de otros comienza a influir en el comportamiento individual de cada uno.

Nivel de Servicio C

Pertenece al rango del flujo estable, pero marca el comienzo del dominio en el que la operación de los usuarios individuales se ve afectada de forma significativa por las interacciones con los maniobra comienza a ser restringida. El nivel de comodidad y conveniencia desciende notablemente.

Nivel de Servicio D

Representa una circulación de densidad elevada, aunque estable. La velocidad y libertad de maniobra quedan seriamente restringidas, y el conductor o peatón experimenta un nivel general de comodidad y conveniencia bajo. Los pequeños incrementos del flujo generalmente ocasionan problemas de funcionamiento.

Nivel de Servicio E

El funcionamiento está en él, o cerca del, límite de su capacidad. La velocidad de todos se ve reducida a un valor bajo, bastante uniforme. La libertad de maniobra para circular es extremadamente difícil, y se consigue forzando a un vehículo o peatón a “ceder el paso”. Los niveles de comodidad y conveniencia son enormemente bajos, siendo muy elevada la frustración

de los conductores o peatones. La circulación es normalmente inestable, debido a que los pequeños aumentos del flujo o ligeras perturbaciones del tránsito producen colapsos.

Nivel de Servicio F

Representa condiciones de flujo forzado. Esta situación se produce cuando la cantidad de tránsito que se acerca a un punto o calzada, excede la cantidad que puede pasar por él. En estos lugares se forman colas, donde la operación se caracteriza por la existencia de ondas de parada y arranque, extremadamente inestables.

Normalmente se acepta que el volumen de tránsito al que se puede dar servicio en las condiciones de parada y arranque del NS F es inferior que el posible al NS E; en consecuencia el flujo deservicio E es el valor que corresponde a la capacidad de la infraestructura.

Manual HCM

Es el Manual de Capacidad de Carreteras, compendio de años de investigación empírica y teórica realizada en Estados Unidos de Norteamérica, en su versión del año 2000, este contiene una detallada metodología para calcular la capacidad y el nivel de servicio en intersecciones controladas por dos señales de pare (Capítulo 17) en correspondencia con el funcionamiento de intersecciones de una calle principal con una secundaria de nuestra realidad; definiendo la capacidad para cada movimiento en la intersección bajo condiciones de circulación de Norteamérica.

Monorriel

Sistema de transporte que consiste de vehículos sostenidos y guiados por una guía sencilla (riel o viga), normalmente aérea. Los tipos básicos son: sostenido en el cual los vehículos se deslizan sobre la vía o son sostenidos lateralmente por ésta y

suspendido en el cual el vehículo está suspendido directamente bajo la guía (monorriel simétrico) o suspendido a un lado de ésta (monorriel asimétrico). Los monorrieles sostenidos son estabilizados con giroscopios, fieles aéreos o ruedas laterales de guía a ambos lados de la viga de la vía (monorriel montado). (Corporación Peruana de Ingenieros en Transporte)

Tren de Neumáticos

Es una forma de transporte ferroviario que usa tecnología de rodamiento de los automóviles, es decir que son trenes que usan neumáticos de caucho, este tipo de trenes son poco contaminantes, pueden trabajar con gas licuado del petróleo, biodiesel o eléctricos.

Ciclovías

Las ciclovías son espacios reservados exclusivamente para el tránsito seguro de bicicletas, paralelas a las calles carreteras de acceso a las ciudades. Su utilización permite desarrollar el concepto de la bicicleta como un medio de transporte alternativo, el cual se presenta como solución concreta y factible a los problemas de congestión vehicular y contaminación ambiental. (Díaz, 2010)

Campus Universitario

Un campus es el conjunto de terrenos y edificios que pertenecen a una universidad. El término proviene del inglés campus, y éste a su vez del latín campus, llanura. Se empezó a utilizar en español a mediados del siglo XX y es invariable en plural.

El Campus es no sólo el área perteneciente a una universidad, sino también el conjunto de edificios que la forman. Generalmente un campus incluye las bibliotecas, las facultades, las aulas, incluso las zonas de

residencias para los estudiantes, y normalmente áreas de esparcimiento como cafeterías, incluso tiendas y sobre todo jardines y parques.

Contaminación Atmosférica Urbana

En los países en vías de desarrollo la pésima calidad del aire en muchas zonas urbanas es un verdadero problema, y tiene efectos nefastos tanto en las personas mayores como en los niños.

Según la OMS6, cada vez más personas mueren por enfermedades provocadas por la contaminación atmosférica asociada al tráfico que por causa de accidentes automovilísticos. En los países desarrollados, la calidad del aire ha mejorado considerablemente gracias a la aplicación de avances tecnológicos (convertidores catalíticos, motores poco contaminantes y filtros de partículas en los escapes), (Colmenares Guevara, 2007)

Definición de Términos

Capacidad: Es el máximo número de vehículos que puede transitar por un punto o tramo uniforme de una vía, en un periodo determinado de tiempo, con las condiciones imperantes de la vía y el tránsito.

Impacto ambiental: Es el efecto que produce una determinada acción sobre el medio ambiente en sus distintos aspectos.

Movilidad: Movimiento o traslado de las personas, relacionada con la velocidad y el tiempo, en la Clasificación Funcional de Vías Urbanas, es inversamente a la Accesibilidad

Transporte privado: Adquirido por personas particulares o empresas y cuyo uso queda restringido a sus dueños , el usuario es el dueño del vehículo utilizado. (Porto Schettino)

Transporte público: Utiliza medios cuyos pasajeros no son los propietarios de los mismos, siendo servidos por terceros. Como parte del conjunto de la movilidad urbana, queda definido como un sistema de transporte cuya estructuras son : conexiones las unidades transportadoras y los terminales para llevar personas de un lugar a otro de la ciudad. (Porto Schettino)

Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD): Es el máximo número de vehículos que pasa por un punto o sección de una calzada durante sesenta minutos consecutivos. Es el volumen representativo de los períodos de máxima demanda que se puedan presentar durante un día en particular.

Formulación de la Hipótesis

Permite a la comunidad universitaria que hace vida en el Campus Universitario mejorar su calidad de vida, a través de un transporte sostenible y con menor contaminación ambiental.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

Consideraciones Generales

La problemática actual de los Sistemas de Transporte Públicos Masivos se remite a la contaminación y congestión que estos causan, los nuevos avances en los sistemas de transporte han permitido realizar un estudio de esta problemática y analizar que transporte masivo puede ser el más eficaz para que la movilidad sea sostenible a través de tiempo, para que esto sea posible se requieren delimitar los procedimientos de orden metodológico, los cuales podrán permitir la propuesta de transporte más adecuada para el caso en estudio.

El marco metodológico de la presente investigación, realiza un estudio que permite proponer sistemas de transporte no contaminantes que se fundamenten en los postulados del desarrollo sustentable en el Campus de la Universidad de Carabobo, Municipio Naguanagua del Estado Carabobo; mediante la aplicación de un conjunto de métodos que se emplearon para el proceso de recolección de datos requeridos para el análisis de la problemática, los cuales posteriormente fueron analizados para el desarrollo de aspectos relativos al diseño, tipo nivel y modalidad de la investigación.

Tipo de Investigación

El nivel de conocimiento que se planteó alcanzar con esta investigación, clasifica a la misma como un estudio del tipo descriptivo, debido a que “pretende medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refiere, es decir, busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice”. (Hernández, 2006, pág. 102)

En vista de la problemática planteada, referido a la factibilidad de desarrollar un sistema de movilidad sostenible en el Campus de la Universidad de Carabobo, en esta investigación se introdujeron 4 etapas de estudio; en la primera de ellas se consultó el proyecto de la Ciudad Universitaria. En la segunda etapa se determinaron los niveles de servicio de la vialidad proyectada para la Ciudad Universitaria. En la tercera etapa se planteó la matrícula de estudiantes y nóminas de profesores y empleados que se concentrarán en la Ciudad Universitaria, para el año horizonte y por último en la cuarta etapa se diseñó el sistema sostenible.

Diseño de la Investigación

En el marco de investigación planteada, referido al estudio de una propuesta para desarrollar un sistema de movilidad sostenible en el Campus de la Universidad de Carabobo, Municipio Naguanagua del Estado Carabobo, atendiendo a los objetivos específicos la investigación se orienta hacia la incorporación de un diseño de campo, en la que Tamayo y Tamayo (1998) señalan, que los datos se recogen directamente de la realidad y su valor radica en que permite cerciorarse de las verdaderas conclusiones en

que se han obtenido los datos, donde se realiza sin la manipulación deliberada de ciertas variables y en las que solo se pueden observar fenómenos en su ambiente natural para después ser analizados según señalan (Kerlinger & Lee, 2002): “en la investigación no experimental no es posible manipular variables o asignar aleatoriamente a los participantes o a los tratamientos”.

Por otra parte, la investigación implica la recolección análisis y vinculación de datos cuantitativos, para responder al planteamiento del problema original.

Población y Muestra

La población o universo de la presente investigación se encuentra representada por la matrícula de estudiantes, personal administrativo y obrero, profesores universitarios, así como toda persona que desenvuelva actividades diariamente en el Campus de la Universidad de Carabobo, para la cual se generalizaran los resultados. En la medida que se entiende por población de estudio a la totalidad de un conjunto de elementos, seres u objetos que se desea investigar y de la cual se estudiará una muestra que se pretende que reúna las mismas características en igual proporción.

Tamaño Muestral

El cálculo del tamaño de la muestra será de un porcentaje de la población que desenvuelve actividades en el Campus de la Universidad de Carabobo, se realizara para una población finita.

Para el cálculo del tamaño muestral “n” se utilizó la fórmula:

$$n = \frac{n'}{1 + n'/N}$$

$$n' = \frac{s^2}{\delta^2} , \quad \delta^2 = se^2 , \quad s^2 = p(1 - p)$$

Donde:

N: tamaño de la población

s^2 : Varianza muestral

δ^2 : Varianza poblacional

se: error estándar

p: % de confiabilidad

Para el cálculo de la muestra: se utilizará un tamaño de la población de 63731, siendo este el número de personas que desenvuelven actividades en el Campus de la Universidad de Carabobo, un error estándar $se=0.02$ y confiabilidad del 90%.

$$\delta^2 = se^2$$

$$\delta^2 = (0.02)^2$$

$$\delta^2 = 0.0004$$

$$s^2 = p(1 - p)$$

$$s^2 = 0.90 (1 - 0.90)$$

$$s^2 = 0.09$$

$$n' = \frac{s^2}{\delta^2}$$

$$n' = \frac{0.09^2}{0.0004^2}$$

$$n' = 225$$

Resultando una varianza poblacional $\delta^2 = 0.0004$ y una varianza muestral de 0.09, para así obtener $n' = 225$ y finalmente un tamaño muestral:

$$n = \frac{n'}{1 + n'/N}$$

$$n = \frac{225}{1 + 225/63731}$$

$$n = 224 \text{ Personas}$$

Instrumentos de Recolección de Información

Para la recolección de información se utilizaron como instrumentos: las encuestas, y los conteos de vehículos para conocer los volúmenes vehiculares.

Encuesta

Se realizaron para recopilar la información acerca del porcentaje de personas que usan el transporte público, el transporte público de la Universidad de Carabobo y el transporte privado en una muestra específica.

Estudio del Volumen Vehicular

Se realizaron conteos acerca del número de vehículos particulares, vehículos pesados, transporte público y transporte público de la Universidad de Carabobo, para conocer las condiciones actuales del Nivel de Servicio de la Vialidad en estudio.

Técnicas de Recolección de Datos

Estructura de la Encuesta

El formato del cuestionario está basado en un diseño sencillo, con la finalidad de facilitar su comprensión por parte de los encuestados. Esta encuesta es estructurada y posee 6 ítems, los cuales tienen entre 2 y 6 alternativas. Según se muestra en la **Figura 1**.

Este cuestionario contiene los siguientes parámetros:

- Fecha (no es importante para este cuestionario si no para fines de control y no amerita un procedimiento).
- Datos del Encuestado.
- Modo de Transporte.
- Frecuencia del Viaje.
- Utilización del Transporte Masivo.
- Costo.

MOVILIDAD SOSTENIBLE EN EL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD DE CARABOBO	ENCUESTA FORMATO DE CAMPO	Universidad de Carabobo
		Facultad de Ingeniería
		Escuela de Ingeniería Civil

Encuestador: Stephanie Langers, Ma. Adriana Cutillo	Fecha:
---	--------

Datos del Encuestado

Nombre: C.I.: Edad: Sexo:

ENCUESTA DE MOVILIDAD

1. ¿Cuál es su modo de Transporte más frecuente para movilizarte a la Universidad?

- | | |
|--|---|
| ☐ A Pie | ☐ Transporte Público de la Universidad de Carabobo |
| ☐ Bicicleta | ☐ Transporte Público |
| ☐ Motocicleta | |
| ☐ Vehículo Particular | |

2. Con qué frecuencia utiliza ese transporte semanalmente?

- | | |
|--|----------------------------------|
| ☐ 5 veces o mas | ☐ 2 veces |
| ☐ 4 veces | ☐ 1 vez |
| ☐ 3 veces | |

ENCUESTA DE PERCEPCIÓN

3. ¿Ha utilizado alguna vez el Sistema de Transporte Urbano Convencional (autobús u otros) para su traslado a la Universidad?

- ☐ SI
☐ NO

4. ¿Estaría de acuerdo con utilizar un Sistema de Transporte Rápido Masivo dentro del Campus de la Universidad de Carabobo?

- ☐ SI
☐ NO

5. Una vez en el Campus de la Universidad de Carabobo, ¿Dejaría su medio de transporte indicado en (1) para trasladarse hasta el sitio de estudio o trabajo?

- ☐ SI
☐ NO

6. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar, por la utilización de un Sistema de Transporte Rápido Masivo?

- ☐ Igual al Transporte Publico
☐ Hasta un 20% más que el Transporte Publico
☐ Hasta un 40% más que el Transporte Publico
☐ Hasta un 60% más que el Transporte Publico

Figura 1. Encuesta tipo. Nota. Cutillo y Langers (2012)

Es importante acotar que antes de realizar el formato definitivo de la encuesta, previamente se consultó a un grupo de usuarios sobre que sistemas de transporte estarían dispuesto a utilizar, entre: ellos ciclovías, tren de neumáticos o un monorriel, se estableció que la opción de la implantación de un sistema de ciclovías en el Campus no se adaptaba a los requerimientos de las personas consultadas, debido a factores como la inseguridad, el clima, el estado de la vialidad universitaria, ya que es un sistema poco confortable, por lo que no se incluyo en la encuesta definitiva.

Estructura del Estudio del Volumen Vehicular

Este estudio se fundamenta en los conteos vehiculares manuales de transito en las horas picos; y contienen los siguientes parámetros:

- Fecha.
- Nombre del Observador.
- Intersección.
- Volumen Vehicular cada $\frac{1}{4}$ de hora.
- Sentido.

El diseño para este formato se realiza tomando en cuenta la Ubicación de las Intersecciones, el Sentido Flujo Vehicular y la Discriminación del Tipo de vehículo. Según se muestra en la Figura 2.

Formato empleado para conteos de vehículos en intersecciones									
MOVILIDAD SOSTENIBLE EN EL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD DE CARABOBO		TECNICAS Y HERRAMIENTAS PARA LA RECABACION REQUERIDA EN PROYECTOS VIALES						 UNIVERSIDAD DE CARABOBO	
		FORMATO EMPLEADO PARA CONTEOS DE VEHICULOS EN INTERSECCIONES (vías secundarias)							
Fecha:		Hora inicio:		Intersección:				Sentido:	
Día:		Hora final:		Punto:				Observador:	
PERIODO	TIPO DE VEHICULO								
: a :	 VEHICULOS LIMANOS								
	 TRANSPORTE UC								
	 TRANSPORTE PUBLICO								
	 VEHICULOS DE CARGA								
: a :	 VEHICULOS LIMANOS								
	 TRANSPORTE UC								
	 TRANSPORTE PUBLICO								
	 VEHICULOS DE CARGA								
: a :	 VEHICULOS LIMANOS								
	 TRANSPORTE UC								
	 TRANSPORTE PUBLICO								
	 VEHICULOS DE CARGA								
: a :	 VEHICULOS LIMANOS								
	 TRANSPORTE UC								
	 TRANSPORTE PUBLICO								
	 VEHICULOS DE CARGA								

Figura 2. Formato de conteo de Intersecciones. Nota. Cutillo y Langers (2012).

Validación del instrumento

Según (Hernández, 2006, pág. 276) un instrumento de medición es adecuado “cuando registra datos observables que representan verdaderamente los conceptos o las variables que el investigador tiene en mente. En términos cuantitativos: captura verdaderamente la realidad que desea capturar”. En términos generales se refiere al grado en el que un instrumento mide la variable que pretende medir.

La validación del instrumento viene dada por el dominio de contenido establecido tanto por los conceptos emitidos por los mismos especialistas como por los basamentos teóricos establecidos y los antecedentes estudiados.

Este instrumento fue validado por especialistas en el área de Ingeniería Vial: ver **anexo 1**.

Técnica de Análisis

Etapas 1: Consulta al proyecto de la Ciudad Universitaria

En la consulta al proyecto de la Ciudad Universitaria se determinaron las intersecciones que serían estudiadas para posteriormente evaluar el comportamiento del nivel de servicio, dichas intersecciones y las rutas que pasan a través de ellas conforman la denominada Red Completa.

Etapla 2: Determinación de los niveles de servicio de la vialidad proyectada para la Ciudad Universitaria

Análisis de los Conteos Vehiculares

Para el conocimiento del numero de volúmenes vehiculares se realizaron conteos 2 días a la semana, para el turno de la mañana y el de la tarde, organizando la información obtenida de la **figura 2** en tablas, en intervalos de 15 minutos, especificando la cantidad de vehículos livianos, transporte público, transporte publico UC y vehículos de carga, y el movimiento que estos realizaban (los vehículos podían cruzar a la izquierda, seguir derecho o cruzar a la derecha) por sentido, dependiendo del caso.

Con estos datos, se calculó un promedio vehicular por estación de los datos recolectados los días en estudio, para ambos turnos.

Para el cálculo de la hora pico de la red completa (hora en la que había máxima demanda vehicular), se totalizaron los volúmenes vehiculares de las horas en estudio (para todas las estaciones), y se calculó un promedio ponderado.

Determinación de la Hora Pico de la Red

Para determinar la Hora Pico de la Red (*HPR*) para la Mañana y la Tarde, se realizó un promedio ponderado entre el total de volumen por hora de todas las estaciones y las horas en estudio, llevando estas a su valor decimal, para así calcular el tiempo de demora de la red completa, siendo este:

$$HPR = \frac{(V_1 \times H_1) + (V_2 \times H_2) + (V_3 \times H_3) + (V_4 \times H_4) + (V_5 \times H_5)}{\sum V}$$
$$\sum V = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5$$

Donde:

V_1 : Volumen Vehicular de la Hora 1

V_2 : Volumen Vehicular de la Hora 2

V_3 : Volumen Vehicular de la Hora 3

V_4 : Volumen Vehicular de la Hora 4

V_5 : Volumen Vehicular de la Hora 5

H_1 : Hora 1 en estudio.

H_2 : Hora 2 en estudio.

H_3 : Hora 3 en estudio.

H_4 : Hora 4 en estudio.

H_5 : Hora 5 en estudio.

Las Horas se estudiaron empezando con una diferencia de 15 minutos, la relación de las horas en números decimales es la siguiente:

- 0: 00 es en decimales 0,00
- 0:15 es en decimales 0,25
- 0:30 es en decimales 0,50
- 0:45 es en decimales 0,75

Este procedimiento fue realizado para el turno de la mañana y el turno de la tarde.

Posteriormente, fueron calculados el FHP (Factor Hora Pico) y Porcentaje de Vehículos Pesados, para los puntos cardinales (Norte, sur, este y oeste), para cada intersección, para el turno de la mañana y para el turno de la tarde.

$$FHP = \frac{VHP}{N \times Q_{max}}$$

$$VHP = VL + TUC + TP + VC$$

Donde:

VHP: Volumen total de vehículos en la hora pico

N: Número de períodos durante la hora de máxima demanda.

Q_{máx.}: Flujo máximo para N (número de vehículos).

VL: Vehículos Livianos.

TUC: Transporte Público de la Universidad de Carabobo.

TP: Transporte Público Urbano.

VC: Vehículos de carga.

Los períodos dentro de la hora de máxima demanda pueden ser de 5,10 ó 15 minutos, utilizándose este último con mayor frecuencia.

Para el estudio se realizaron en periodos de 15 min por lo que, N=4, resultando:

$$FHP = \frac{VHP}{4 \times Q_{max}}$$

$$\% VP_{sentido} = \frac{\text{Vehiculos pesados en la interseccion en la Hora Pico}}{\text{Total de Vehiculos en la interseccion en la Hora Pico}} \times 100$$

Analizados los volúmenes vehiculares en la red adyacente a la Ciudad Universitaria. Se definieron los años de estudio, para una vida útil de 10 años estaría propuesto un Sistema de Transporte Masivo de Tren de Neumáticos con canal exclusivo, y 15 años un Sistema de Transporte Rápido Masivo con Monorriel elevado, tomando como año cero la actualidad.

Para conocer los niveles de servicios fue necesario proyectar los vehículos para los años en estudio (10 y 15 años), que circularan por la red Completa en condiciones semejantes a la vialidad actual y con la construcción de un Sistema de Transporte Masivo, calculando la cantidad de vehículos de la población de la Universidad que transitarán en dicha red.

Debido a que por la vialidad en estudio no solo transitan personas relacionadas con la UC sino que también transitan vehículos del Municipio Naguanagua, se calculó el porcentaje que representa la población de la Universidad en función de la población de dicho Municipio.

Fue necesario conocer la población actual de la UC, donde se consultó información del número de estudiantes, profesores, personal administrativo y obrero, en el Departamento de Estadísticas de la Universidad de Carabobo, y se determinó el total de la Población UC para el año 2012, siendo esta:

$$Población UC 2012 = E+P+PA+PO$$

Donde:

E: Total de Estudiantes de pregrado y postgrado. (**Anexo 2**).

P: Total de personal docente de todas las facultades. (**Anexo 3**).

PA: Personal Administrativo. (**Anexo 4**).

PO: Personal Obrero. (**Anexo 4**).

Se calculó el porcentaje que representa la población de la Universidad en función de la población del Municipio Naguanagua:

$$\% Poblacion UC = \frac{Poblacion de Naguanagua}{Poblacion UC}$$

Conocido el % de la población UC, se determinó el número de vehículos que va a ser proyectado para el año horizonte por dirección y sentido de cada estación, tomando en cuenta hipótesis a criterio de los calculistas como lo son:

- Se consideraron que los vehículos livianos relacionados con la UC, disminuirán el 80% de su tránsito:

$$VL = (100\% - 80\%Veh\ livianosUC) \times Veh\ livianos$$

- El transporte público de la Universidad de Carabobo va a disminuir en un 100%, ya que como el sistema rápido masivo pertenecerá a la Universidad, no debe haber una competencia entre ambos sistemas.
- El transporte público disminuirá aproximadamente un 80%.

$$TP = 20\% \times Transporte\ Publico$$

Siendo los vehículos que transitarán en la red

$$V_n = VL + TP + VP$$

Una vez obtenido el valor V_n se calculó la proyección de los vehículos, mediante la siguiente fórmula:

$$V_x = V_n \times \left(1 + \frac{tc}{100}\right)^n$$

V_x : Proyección de vehículos para el año horizonte.

V_n : Vehículos del año actual.

tc : Tasa de crecimiento.

n : Intervalo de años entre V_x y V_n .

La tasa de Crecimiento para el cálculo de la proyección de los vehículos es la tasa de crecimiento vehicular de Naguanagua $T_v=0.56$, por ser muy pequeño este valor debido a la disminución de la venta de vehículos desde el año 2007, se tomó como criterio una tasa de crecimiento vehicular del 2%.

Una vez obtenidos los valores de los volúmenes vehiculares proyectados para los años en estudio, se procedió a utilizar el procedimiento según HCM 2000 (Highway Capacity Manual 2000) para intersecciones no semaforizadas, mostrado en la **figura 3** y realizado con ayuda del Software Synchro V.7, se obtienen los valores de demora promedio de la intersección, con el valor de la demora, se busca el rango al que pertenece en la siguiente tabla, y se determina el nivel de servicio de la intersección, **figura 4**.

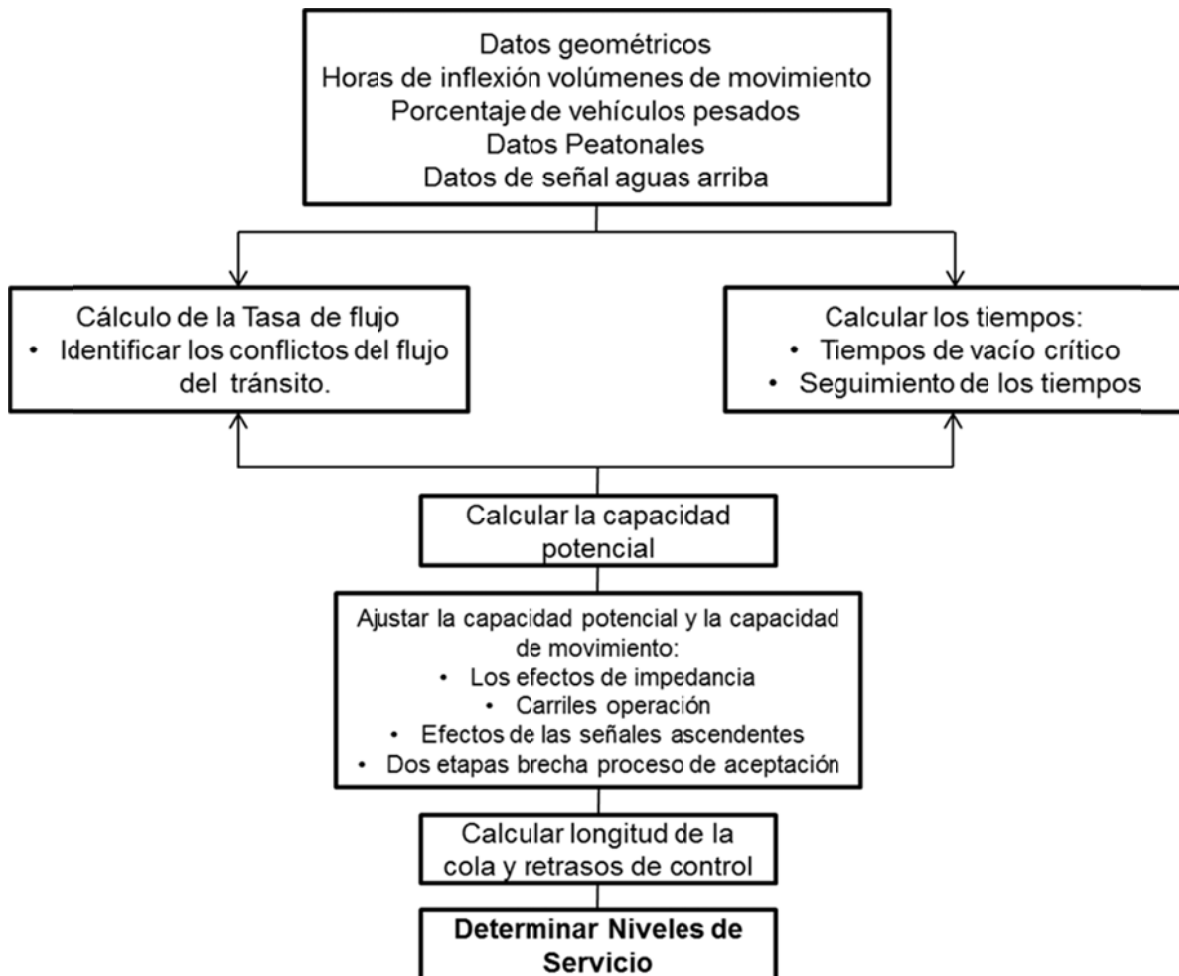


Figura 3. Metodología de intersecciones no semaforizadas (HCM 2000).

Nota. Cutillo y Langers (2012)

NIVELES DE SERVICIO PARA INTERSECCIONES NO SEMAFORIZADAS	
NIVEL DE SERVICIO	DEMORA / VEHICULO (seg / veh)
A	0 – 10
B	> 10 – 15
C	> 15 – 25
D	> 25 – 35
E	> 35 – 50
F	> 50

Figura 4. Niveles de servicio para intersecciones no semaforizadas (HCM 2000). Nota. Highway Capacity Manual (2000).

Una vez determinados, los valores de demora de cada intersección y el volumen vehicular de cada intersección, se calcula un promedio ponderado de la demora, para así calcular el nivel de servicio de la red en estudio.

Calculo del Nivel de Servicio de toda la red

Se calculó un promedio ponderado entre el tiempo de demora de las estaciones y el volumen vehicular; para determinar el tiempo de demora de la red completa, se realizó la siguiente operación:

$$Demora\ Promedio\ de\ la\ Red = \frac{(V_A \times D_A) + (V_B \times D_B) + (V_C \times D_C) + (V_D \times D_D)}{\sum V}$$

$$\sum V = V_A + V_B + V_C + V_D$$

Donde:

V_A : Volumen vehicular de la estación A

V_B : Volumen vehicular de la estación B

V_C : Volumen vehicular de la estación C

V_D : Volumen vehicular de la estación D

D_A : Tiempo de Demora de la estación A en segundos.

D_B : Tiempo de Demora de la estación B en segundos.

D_C : Tiempo de Demora de la estación C en segundos.

D_D : Tiempo de Demora de la estación D en segundos.

Una vez determinada la Demora Promedio de la Red se busca el intervalo en el Manual de HCM al que este pertenece y se determina de esta forma el Nivel de Servicio para la vialidad actual y con la construcción de un Sistema de Transporte Masivo para los años de estudio.

Análisis de la Encuesta

Adicional a los niveles de servicio se quería conocer la disposición de los usuarios de la Red Completa a utilizar un Sistema de Transporte Masivo, su medio de transporte mas frecuente, entre otros. Para ello se realizó una encuesta mostrada en la **figura 1**, realizada a la población en estudio.

Para el análisis de los datos obtenidos por la encuesta se procedió a realizar una tabla maestra con el total de datos obtenidos, estos fueron agrupados en tablas según las variables evaluadas, para posteriormente calcular frecuencia absoluta y relativa usando la fórmula:

$$Frecuencia\ Relativa = \frac{Frecuencia\ absoluta \times 100}{Total\ de\ Casos}$$

Para la elaboración de las tablas se utilizó el paquete de Software Microsoft Excel versión 2007, con el cual se realizaron gráficos para la representación de los resultados.

Etapas 3: Planteamiento de la matrícula de estudiantes y nóminas de profesores y empleados que se concentrarán en la Ciudad Universitaria, para el año horizonte.

Primero se establecieron unos factores por tipo de vehículo para conocer la cantidad de personas que hay en la hora de máxima demanda en la red de estudio, mostrados en el **Cuadro 1**.

Cuadro 1.

Consideraciones para el cálculo de la proyección de la Población.

Consideraciones para el cálculo de la proyección de la Población		
Factor Personas/VL	1.2	personas
Número Personas/Autobuses (TUC)	80	personas
Número Personas/Autobuses (TP)	50	personas
Número Personas/Busetas (TP)	15	personas

Nota. Cutillo y Langers (2012).

Una vez establecidos los factores se siguió el siguiente procedimiento:

Para la determinación del máximo número de usuarios que transitan en la red en estudio para la hora de máxima demanda, se calculó el total de vehículos livianos, transporte publico UC, Transporte Público, que están relacionados con la UC, ejemplo:

$$VL = \sum veh \text{ liv que transitan por toda la red } \times \%poblacion UC$$

Posteriormente se calculó el Número de personas por Cada Tipo de Vehículo, siendo estos:

$$Personas\ VL = VL \times Factor\ Personas/VL$$

$$\begin{aligned} &Personas\ TP = \\ &= (70\% TP \times Factor\ P/Busetas) + (30\% TP \times Factor\ P / Autobuses) \\ &Personas\ TUC = TUC \times Factor\ Personas/TUC \end{aligned}$$

Donde se obtiene La cantidad de usuarios de la Red Completa:

$$P_n = Personas\ VL + Personas\ TP + Personas\ TUC$$

Este procedimiento, se realizó, en ambos sentidos de la Red completa para la hora pico de la mañana y la hora pico de la tarde, comparándose ambos valores, determinándose el mayor valor entre el número de usuarios.

Una vez conocida la cantidad de personas que hay en la hora de máxima demanda en la red de estudio, se proyectó a 10 y 15 años, para conocer la cantidad que harían uso de los Sistemas de Transporte Masivo durante esos períodos, así como conocer cuantas unidades vehiculares se necesitarían para satisfacer dicha población según la capacidad de estos Sistemas.

La proyección de la población se puede calcular mediante la fórmula:

$$P_x = P_n \times \left(1 + \frac{tc}{100}\right)^n$$

P_x : Numero de usuarios de la Red Completa para el año horizonte.

P_n : Numero de usuarios de la Red Completa del año actual.

tc : Tasa de crecimiento.

n : Intervalo de años entre P_x y P_n .

La proyección de la población de la Red Completa, para el año 2022, para la construcción de un tren de neumáticos, se calculó mediante la fórmula de:

$$P_{2022} = P_{2012} \times \left(1 + \frac{tc}{100}\right)^n$$

La proyección de la población, para el año 2027, para la construcción de un monorriel aéreo, se calculó mediante la fórmula de:

$$P_{2027} = P_{2012} \times \left(1 + \frac{tc}{100}\right)^n$$

La tasa de Crecimiento para el cálculo de la proyección de usuarios fue la tasa de crecimiento de Naguanagua que tiene un valor $Tc=3.64$.

Etapas 4: Diseñar el sistema sostenible

Para el diseño se propone un sistema integrado por varias soluciones a la problemática existente, que esta conformado por un Sistema de Transporte Masivo en conjunto con un estacionamiento que cumpla con la demanda de la población proyectada al año en proyección de la Universidad de Carabobo que hace uso del vehículo liviano.

Sistema de Transporte Masivo

Se estableció el tipo y modelo de los Sistemas de Transporte en estudio (tren de neumático con canal exclusivo y monorriel elevado).

Se definieron segmentos de la Red Completa (tramos) para determinar lo definido a continuación:

- Máximo número de personas por tramo en una hora.
- Máximo número de personas por tramo en 15 minutos.
- Número de vagones por sistema
- Capacidad máxima por vagón.
- Número de sistemas necesarios cada 15 minutos.
- La frecuencia con la cual deben pasar por un tramo en un intervalo de 15 minutos.

Para conocer dichas características se siguió lo explicado a continuación. Repitiendo los mismos pasos realizados en el calculo de la proyección poblacional de Red Completa, se calculó la proyección de la población para 10 y 15 años, para el tramo con mayor cantidad de usuarios, calculando primero el máximo número de usuarios por tramo en ambos sentidos (Norte-Sur, Sur-Norte o Este-Oeste, Oeste-Este) dependiendo del caso, para luego calcular la proyección de la población existente en dicho tramo (Numero de personas por tramo en una hora).

Procedimiento realizado en las horas picos de la mañana y de la tarde.

$$\begin{aligned} \text{Número } P_{15min} &= \frac{\text{Número de personas por tramo en una hora}}{4} \\ \text{Sistemas} &= \frac{\text{Número } P_{15min}}{C} \end{aligned}$$

Número P_{15min} : Numero de personas por tramo en 15 minutos.

C: Capacidad del sistema de transporte Masivo.

Para determinar la frecuencia con la que debían pasar en un intervalo de 15 minutos cada maquinaria, se dividió 15 entre el número de sistemas necesarios cada 15 minutos:

$$Frecuencia = \frac{15 \text{ (min)}}{Sistemas}$$

Una vez conocidas las características fundamentales, se compararon las opciones de los Sistemas de Transporte Masivo tomando la opción mas favorable para la propuesta de vialidad en el Campus de la Universidad de Carabobo.

Determinado el Sistema de Transporte Masivo se determinó: una propuesta de la ruta de manera conceptual, número de estaciones, ubicacion de la estacion principal y servicio.

Estacionamiento

Tomando en cuenta las modificaciones a futuro que se realizarán en la Universidad, se decidió ubicar dicho estacionamiento en las adyacencias de la parada del ferrocarril y el metro que proyectos a futuro proponen para la Zona. Se ubicó la estación principal del Sistema de Transporte Masivo en el estacionamiento.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

Etapas 1: Consulta al proyecto de la Ciudad Universitaria

La Red Completa en estudio consta de 4 intersecciones denominadas con letras, estando comprendida desde la Av. Salvador Allende hasta la Autopista Bárbula – Guacara.

Los conteos fueron realizados en dichas intersecciones, nombradas A, B, C y D. La intersección "A" ubicada en la Vía Hospital de Carabobo con Av. Salvador Allende, con 4 puntos desde los cuales se realizaron los conteos vehiculares (**figura 5**), la estación "B" ubicada en la Av. Intercomunal de Bárbula con Vía Edificio de Ciencias Biomédicas y Tecnológicas, con 3 puntos asignados para la realización de los conteos (**figura 6**), la estación "C" ubicada en la Av. Salvador Allende con Av. Alejo Zuloaga, con 3 puntos para la realización de los conteos (**figura 7**) y la estación "D" ubicada en Av. Salvador Allende con Autopista Bárbula - Guacara y con 3 puntos para la realización de los conteos (**figura 8**).

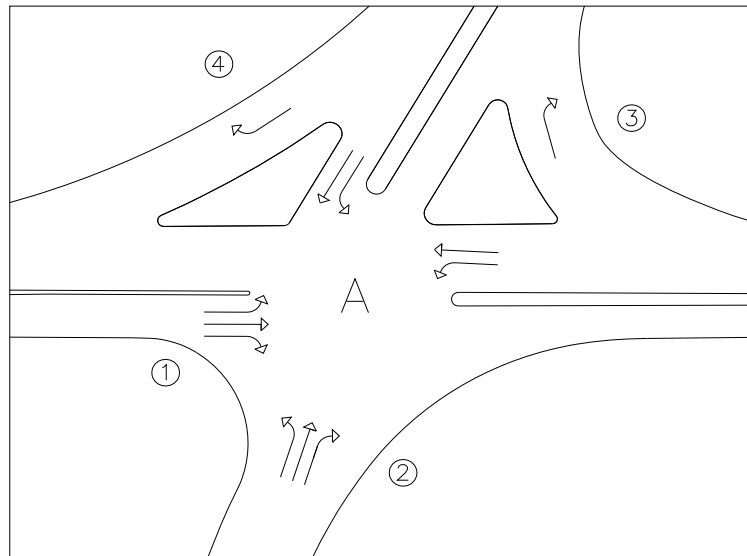


Figura 5. Croquis esquemático intersección A. Nota. Cutillo y Langers (2012).

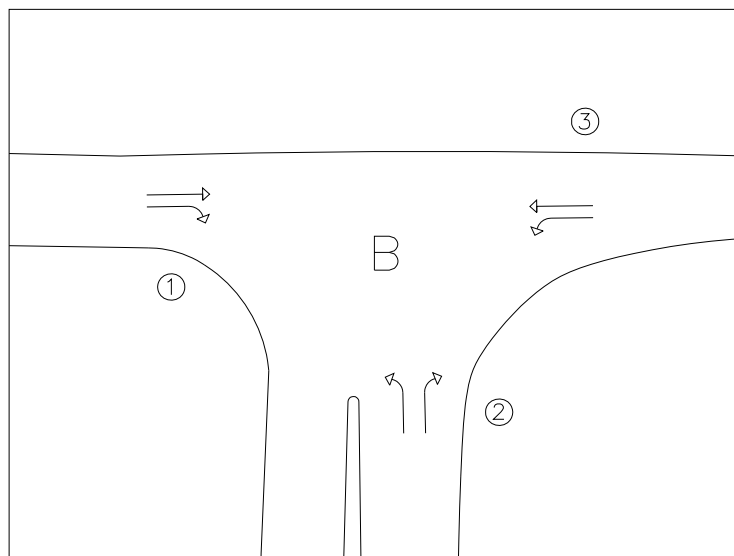


Figura 6. Croquis esquemático intersección B. Nota. Cutillo y Langers (2012).

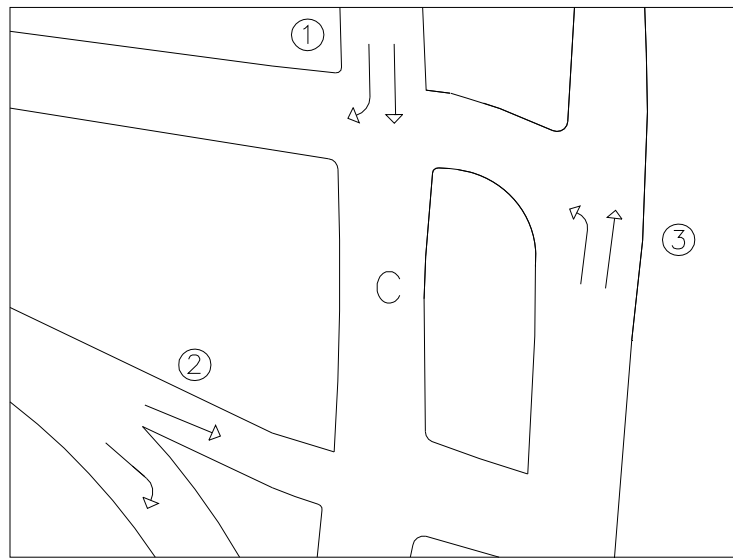


Figura 7. Croquis esquemático intersección C. Nota. Cutillo y Langers (2012).

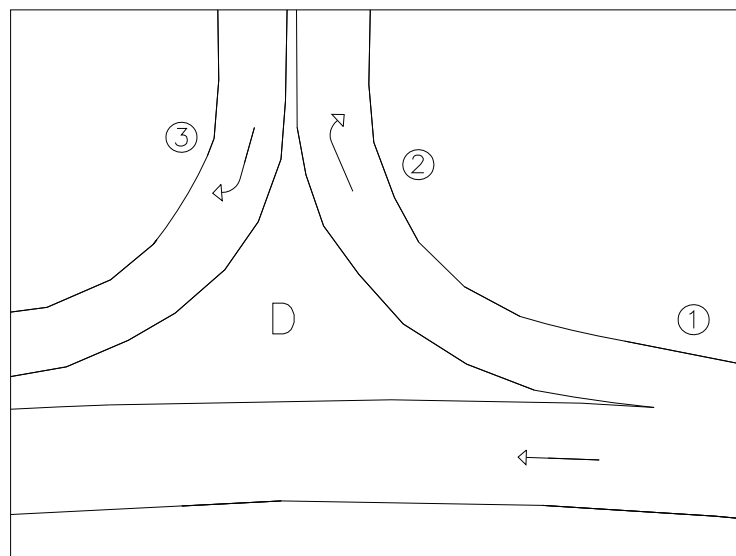


Figura 8. Croquis esquemático intersección D. Nota. Cutillo y Langers (2012).

Etapas 2: Determinación de los niveles de servicio de la vialidad proyectada para la Ciudad Universitaria

Análisis de los Conteos Vehiculares

Los Conteos Vehiculares fueron realizados el día miércoles 8 de Agosto del 2012 y jueves de 9 de Agosto de 2012, en las horas de la mañana comprendida entre las 6:45 AM y 8:45 AM y en las horas de tarde de 5:00 PM a 7:00 PM, es decir, se realizaron 2 conteos diarios en cada intersección

Cuadro 2.

Determinación de la Hora Pico de la Red en la Mañana (7:15 – 8:15 a.m.) en el Campus de la Universidad de Carabobo. Año 2012

RED COMPLETA							
HORA (a.m.)	TOTAL DE VOLUMENES				TOTAL DE VOLUMENES POR HORA	HORA PONDERADA DE MAYOR VOLUMEN	HORA PICO DE LA RED
	ESTACIÓN						
	A	B	C	D			
6:45 - 7:45	1283	1291	1056	3332	6962		
7:00 - 8:00	1286	1301	1,092	3696	7375		
7:15 - 8:15	1255	1230	1080	3790	7355	7.25	7:15 - 8:15
7:30 - 8:30	1221	1246	1057	3825	7349		
7:45 - 8:45	1195	1233	996	3656	7080		

Nota. Cutillo y Langers (2012).

En el Cuadro 2, se observan los valores de los volúmenes totales en periodos de una hora, y se determinó mediante un promedio ponderado que el mayor volumen vehicular en la mañana es en el intervalo de hora de 7:15 a 8:15 a.m., con un volumen total de 7355 vehículos.

Cuadro 3.

Volúmenes Afluentes para la Hora pico de la Red Completa en la mañana (7:15 – 8:15 a.m.) en el Campus de la Universidad de Carabobo. Año 2012

VOLUMENES DE AFLUENTES PARA LA HORA PICO DE LA RED COMPLETA (7:15 a.m a 8:15 a.m.)												
ESTACIÓN	HACIA EL ESTE			HACIA EL OESTE			HACIA EL NORTE			HACIA EL SUR		
	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷
A	74	293	5	1	436	205	4	0	4	91	0	142
B	-	172	176	106	230	-	321	-	225	-	-	-
C	-	385	87	-	-	-	43	313	-	-	218	34
D	-	-	-	-	3157	349	-	-	-	-	-	284

Nota. Cutillo y Langers (2012).

Cuadro 4.

Determinación de la Hora Pico de la Red en la Tarde (5:30 – 6:30 p.m.) en el Campus de la Universidad de Carabobo. Año 2012

RED COMPLETA							
HORA (P.M.)	TOTAL DE VOLUMENES				TOTAL DE VOLUMENES POR HORA	HORA PONDERADA DE MAYOR VOLUMEN	HORA PICO DE LA RED
	ESTACIÓN						
	A	B	C	D			
5:00 - 6:00	1085	997	1053	3523	6658		
5:15 - 6:15	1084	1046	1210	3744	7084		
5:30 - 6:30	1050	1039	1193	3727	7009	5.51	5:30 - 6:30
5:45 - 6:45	1019	1039	1156	3914	7128		
6:00 - 7:00	1038	1035	1050	3969	7092		

Nota: Cutillo y Langers (2012).

En el Cuadro 4, se observan los valores de los volúmenes totales en periodos de una hora (que comienzan cada 15 min), y se determinó mediante un promedio ponderado que el mayor volumen vehicular en la tarde es en el intervalo de hora de 5:45 a 6:45 a.m., con un volumen total de 7009 vehículos.

Cuadro 5.

Volúmenes Afluentes para la Hora pico de la Red Completa en la Tarde (5:30 – 6:30 p.m.) en el Campus de la Universidad de Carabobo. Año 2012.

VOLUMENES DE AFLUENTES PARA LA HORA PICO DE LA RED COMPLETA (5:30 p.m a 6:30 p.m.)												
ESTACIÓN	HACIA EL ESTE			HACIA EL OESTE			HACIA EL NORTE			HACIA EL SUR		
	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷
A	105	256	5	4	362	142	7	1	4	52	2	110
B	-	155	178	34	221	-	344	-	107	-	-	-
C	-	334	142	-	-	-	51	452	-	-	187	27
D	-	-	-	-	3019	374	-	-	-	-	0	334

Nota: Cutillo y Langers (2012).

Cuadro 6.

Distribución según intersección, hora pico del sistema y tipo del transporte en el Campus de la Universidad de Carabobo. Año 2012

HORA PICO	INTERSECCION A		INTERSECCION B		INTERSECCION C		INTERSECCION D	
	A.M.	P.M.	A.M.	P.M.	A.M.	P.M.	A.M.	P.M.
	7:15 - 8:15	5:30 - 6:30	7:15 - 8:15	5:30 - 6:30	7:15 - 8:15	5:30 - 6:30	7:15 - 8:15	5:30 - 6:30
VEHICULOS LIVIANOS	1084	914	1088	919	1036	1143	3485	3417
VEHICULOS DE TRANSPORTE PUBLICO UC	15	32	27	24	13	15	41	30
VEHICULOS DE TRANSPORTE PUBLICO	130	78	92	62	15	17	81	88
VEHICULOS DE CARGA	26	26	23	34	16	18	183	192
TOTAL DE VEHICULOS EN LA INTERSECCION	1255	1050	1230	1039	1080	1193	3790	3727

Nota. Cutillo y Langers (2012).

En el Cuadro 6, se determinó para cada intersección y hora pico de mañana y tarde, la cantidad de vehículos livianos, transporte público de la Universidad de Carabobo, transporte público y los vehículos de carga que transitaron por esa intersección, siendo para la mayoría de las intersecciones mayor el volumen vehicular para la hora pico de la mañana de 7:15 a 8:15 a.m., para la estación A un volumen de 1255 vehículos, para B de 1230 vehículos y para D de 3790 vehículos, exceptuando la estación C que obtuvo para la tarde un volumen vehicular de 1193 vehículos mayor al valor de la mañana que fue de 1080 vehículos.

Cuadro 7.

Distribución según intersección y sentido del factor hora pico del sistema en el Campus de la Universidad de Carabobo. Año 2012.

FACTOR HORA PICO (FHP)								
SENTIDO	INTERSECCION A		INTERSECCION B		INTERSECCION C		INTERSECCION D	
	A.M.	P.M.	A.M.	P.M.	A.M.	P.M.	A.M.	P.M.
HACIA EL ESTE	0.89	0.87	0.85	0.97	0.91	0.84	--	--
HACIA EL OESTE	0.97	0.93	0.88	0.78	--	--	0.91	0.88
HACIA EL NORTE	0.67	0.50	0.91	0.85	0.91	0.86	--	--
HACIA EL SUR	0.92	0.93	--	--	0.94	0.84	0.89	0.80

Nota: Cutillo y Langers (2012).

En el Cuadro 7, se observa, que todos los factores hora pico para la mañana y tarde poseen valores aproximados a la unidad, es decir, que el tránsito es uniforme en casi todas las intersecciones que conforman la red, exceptuando la intersección A, sentido hacia el norte, en la hora pico mañana y tarde con valores de 0.67 y 0.50, estos valores se interpretan como que en un intervalo de 15 min el tránsito vehicular no fue uniforme con respecto al de toda la hora, es decir que en un intervalo de 15 minutos transitó aproximadamente la mitad del volumen vehicular de la hora pico completa.

Cuadro 8.

Distribución según intersección y sentido del Porcentaje de Vehículos Pesados del sistema en el Campus de la Universidad de Carabobo. Año 2012.

SENTIDO	% VEHICULOS PESADOS							
	INTERSECCION A		INTERSECCION B		INTERSECCION C		INTERSECCION D	
	A.M.	P.M.	A.M.	P.M.	A.M.	P.M.	A.M.	P.M.
HACIA EL ESTE	14.52	1.64	9.77	1.80	0.86	1.26	--	--
HACIA EL OESTE	1.87	3.35	2.08	6.27	--	--	5.13	5.60
HACIA EL NORTE	25.00	0.00	1.28	2.66	0.88	1.99	--	--
HACIA EL SUR	3.00	1.83	--	--	0.96	0.93	1.06	0.60

Nota: Cutillo y Langers (2012).

En el Cuadro 8, se determinó el porcentaje de vehículos pesados para cada una de las intersecciones en las hora pico de la mañana y la tarde en cada uno de los sentidos (hacia el este, oeste, norte y sur),obteniéndose los mayores porcentajes de vehículos pesados en la intersección A, en la hora pico de la mañana (7:15 – 8:15 a.m.), en sentido hacia el norte con un 25% y hacia el este con un valor de 14.52.

Cálculo de la Población UC 2012:

$$Poblacion UC_{2012} = E + P + PA + PO$$

$$Poblacion UC_{2012} = 54047 + 4801 + 2988 + 1895$$

$$Poblacion UC_{2012} = 63731$$

Cuadro 9.

Densidad de población UC-Naguanagua

POBLACION	PERSONAS
Población UC	63731
Población Naguanagua	157203

Nota. Instituto Nacional de Estadística de la República Bolivariana de Venezuela (2011).

Nota. Departamento de Estadísticas de la Universidad de Carabobo (2012).

Calculo del % de la población UC referente a la población del Municipio

Naguanagua:

$$\% \text{ Poblacion UC} = \frac{\text{Poblacion de Naguanagua}}{\text{Poblacion UC}}$$

$$\% \text{ Poblacion UC} = \frac{157203}{63731}$$

$$\% \text{ Poblacion UC} = 40.54$$

Cuadro 10.

Proyección de Volúmenes Afluentes para la Hora pico de la Red Completa en la Mañana (7:15 – 8:15 a.m.), en el Campus de la Universidad de Carabobo. Año 2022.

VOLUMENES PROYECTADOS PARA 10 AÑOS												
HORA PICO DE LA RED COMPLETA (7:15 a.m a 8:15 a.m.)												
ESTACIÓN	HACIA EL ESTE			HACIA EL OESTE			HACIA EL NORTE			HACIA EL SUR		
	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷
A	90	357	6	1	531	250	5	0	5	111	0	173
B	-	210	215	129	280	-	391	-	274	-	-	-
C	-	469	106	-	-	-	52	382	-	-	266	41
D	-	-	-	-	3848	425	-	-	-	-	-	346

Nota: Cutillo y Langers (2012).

Cuadro 11.

Proyección de Volúmenes Afluentes para la Hora pico de la Red Completa en la Tarde (5:30 – 6:30 p.m.) en el Campus de la Universidad de Carabobo. Año 2022.

VOLUMENES PROYECTADOS PARA 10 ANOS												
HORA PICO DE LA RED COMPLETA (5:30 p.m a 6:30 p.m.)												
ESTACIÓN	HACIA EL ESTE			HACIA EL OESTE			HACIA EL NORTE			HACIA EL SUR		
	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷
A	128	312	6	5	441	173	9	1	5	63	2	134
B	-	189	217	41	269	-	419	-	128	-	-	-
C	-	407	173	-	-	-	62	551	-	-	339	36
D	-	-	-	-	3680	456	-	-	-	-	-	407

Nota. Cutillo y Langers (2012).

Cuadro 12.

Proyección de Volúmenes Afluentes con un Sistema de Transporte Masivo para la Hora pico de la Red Completa en la Mañana (7:15 – 8:15 a.m.), en el Campus de la Universidad de Carabobo. Año 2022.

PROYECCION A 10 AÑOS DE VOLUMENES AFLUENTES CON EL SISTEMA DE TRANSPORTE MASIVO (TREN DE NEUMÁTICOS)												
HORA PICO DE LA RED COMPLETA (7:15 a.m a 8:15 a.m.)												
ESTACIÓN	HACIA EL ESTE			HACIA EL OESTE			HACIA EL NORTE			HACIA EL SUR		
	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷
A	53	205	5	1	328	169	3	0	4	75	0	111
B	-	122	127	77	178	-	256	-	185	-	-	-
C	-	317	72	-	-	-	35	252	-	-	171	28
D	-	-	-	-	3822	276	-	-	-	-	-	224

Nota. Cutillo y Langers (2012).

Cuadro 13.

Proyección de Volúmenes Afluentes con un Sistema de Transporte Masivo para la Hora pico de la Red Completa en la Tarde (5:30 – 6:30 p.m.) en el Campus de la Universidad de Carabobo. Año 2022.

PROYECCION A 10 AÑOS DE VOLUMENES AFLUENTES CON EL SISTEMA DE TRANSPORTE MASIVO (TREN DE NEUMÁTICOS)												
HORA PICO DE LA RED COMPLETA (5:30 p.m a 6:30 p.m.)												
ESTACIÓN	HACIA EL ESTE			HACIA EL OESTE			HACIA EL NORTE			HACIA EL SUR		
	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷
A	82	179	5	3	274	121	6	1	3	43	2	85
B	-	119	131	27	177	-	269	-	89	-	-	-
C	-	274	117	-	-	-	41	366	-	-	145	22
D	-	-	-	-	3664	301	-	-	-	-	-	262

Nota. Cutillo y Langers (2012).

Cuadro 14.

Proyección de Volúmenes Afluentes para la Hora pico de la Red Completa en la Mañana (7:15 – 8:15 a.m.), en el Campus de la Universidad de Carabobo. Año 2027.

PROYECCION A 15 AÑOS DE VOLUMENES AFLUENTES												
HORA PICO DE LA RED COMPLETA (7:15 a.m a 8:15 a.m.)												
ESTACIÓN	HACIA EL ESTE			HACIA EL OESTE			HACIA EL NORTE			HACIA EL SUR		
	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷
A	100	394	7	1	587	276	5	0	5	122	0	191
B	-	231	237	143	310	-	432	-	303	-	-	-
C	-	518	117	-	-	-	58	421	-	-	293	46
D	-	-	-	-	4249	470	-	-	-	-	-	382

Nota. Cutillo y Langers (2012).

Cuadro 15.

Proyección de Volúmenes Afluentes para la Hora pico de la Red Completa en la Tarde (5:30 – 6:30 p.m.) en el Campus de la Universidad de Carabobo. Año 2027.

PROYECCION A 15 AÑOS DE VOLUMENES AFLUENTES												
HORA PICO DE LA RED COMPLETA (5:30 p.m a 6:30 p.m.)												
ESTACIÓN	HACIA EL ESTE			HACIA EL OESTE			HACIA EL NORTE			HACIA EL SUR		
	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷
A	141	345	7	5	487	191	9	1	5	70	3	148
B	-	209	240	46	297	-	463	-	141	-	-	-
C	-	450	191	-	-	-	69	608	-	-	252	36
D	-	-	-	-	4063	503	-	-	-	-	-	450

Nota. Cutillo y Langers (2012).

Cuadro 16.

Proyección de Volúmenes Afluentes con un Sistema de Transporte Rápido Masivo para la Hora pico de la Red Completa en la Mañana (7:15 – 8:15 a.m.), en el Campus de la Universidad de Carabobo. Año 2027.

PROYECCION A 15 AÑOS DE VOLUMENES AFLUENTES CON EL SISTEMA DE TRANSPORTE RÁPIDO MASIVO (MONORRIEL)												
HORA PICO DE LA RED COMPLETA (7:15 a.m a 8:15 a.m.)												
ESTACIÓN	HACIA EL ESTE			HACIA EL OESTE			HACIA EL NORTE			HACIA EL SUR		
	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷
A	59	227	5	1	362	187	4	0	5	83	0	122
B	-	135	141	85	197	-	283	-	204	-	-	-
C	-	350	79	-	-	-	39	278	-	-	189	31
D	-	-	-	-	4219	305	-	-	-	-	-	247

Nota. Cutillo y Langers (2012).

Cuadro 17.

Proyección de Volúmenes Afluentes con un Sistema de Transporte Rápido Masivo para la Hora pico de la Red Completa en la Tarde (5:30 – 6:30 p.m.) en el Campus de la Universidad de Carabobo. Año 2027.

PROYECCION A 15 AÑOS DE VOLUMENES AFLUENTES CON EL SISTEMA DE TRANSPORTE RÁPIDO MASIVO (MONORRIEL)												
HORA PICO DE LA RED COMPLETA (5:30 p.m a 6:30 p.m.)												
ESTACIÓN	HACIA EL ESTE			HACIA EL OESTE			HACIA EL NORTE			HACIA EL SUR		
												
A	90	198	5	4	302	133	6	1	4	47	2	94
B	-	131	145	30	196	-	297	-	98	-	-	-
C	-	303	129	-	-	-	46	404	-	-	160	25
D	-	-	-	-	4046	332	-	-	-	-	-	289

Nota. Cutillo y Langers (2012).



Figura 9. Modelado intersección A. Nota. Cutillo y Langers (2012).



Figura 10. Modelado intersección B. Nota. Cutillo y Langers (2012).



Figura 11. Modelado intersección C. Nota. Cutillo y Langers (2012).



Figura 12. Modelado intersección D. Nota. Cutillo y Langers (2012).

Cuadro 18.

Determinación de Niveles de Servicio para los volúmenes vehiculares de las intersecciones en la Hora pico de la Red Completa en la Mañana (7:15 – 8:15 a.m.) en el Campus de la Universidad de Carabobo. Año 2012.

NIVELES DE SERVICIO (2012) HORA PICO (7:15 A 8:15 A.M.)					
INTERSECCIÓN	VOLUMEN	DEMORA PROMEDIO (S)	N.S. HCM	ICU (%)	NS ICU
A	1255	5.10	A	51.70	A
B	1230	10.10	B	42.20	A
C	1080	9.50	A	39.50	A
D	3790	5.80	A	77.40	C
RED COMPLETA		6.94	A		

Nota. Cutillo y Langers (2012).

En el Cuadro 18, se determinaron los tiempos de demora y niveles de servicio de las intersecciones en la Hora pico de la Mañana de (7:15 – 8:15 a.m.), resultando según el Manual de HCM (Highway Capacity Manual 2000), la intersección B, la de mayor tiempo de demora con 10.10 segundos y un Nivel de Servicio B y el resto de las intersecciones con un tiempo de demora menor a 10 segundos con un Nivel de Servicio A.

Al calcular el promedio ponderado de los tiempos de demora de las intersecciones, se obtuvo la demora para la Red Completa siendo esta de 6.94 segundos y un Nivel de Servicio A.

Cuadro 19.

Determinación de Niveles de Servicio para los volúmenes vehiculares de las intersecciones en la Hora pico de la Red Completa en la Tarde (5:30 – 6:30 p.m.) en el Campus de la Universidad de Carabobo. Año 2012.

NIVELES DE SERVICIO (2012) HORA PICO (5:30 A 6:30 P.M.)					
INTERSECCIÓN	VOLUMEN	DEMORA PROMEDIO (S)	N.S. HCM	ICU (%)	NS ICU
A	1050	3.80	A	44.50	A
B	1039	6.80	A	35.90	A
C	1193	9.00	A	41.00	A
D	3727	5.12	A	76.80	C
RED COMPLETA		5.83	A		

Nota. Cutillo y Langers (2012).

En el Cuadro 19, se determinaron los tiempos de demora y niveles de servicio de las intersecciones en la Hora pico de la Mañana de (5:30 – 6:30 p.m.), resultando según el Manual de HCM (Highway Capacity Manual 2000), la intersección C, la de mayor tiempo de demora con 9.00 segundos y un Nivel de Servicio A y el resto de las intersecciones también con un tiempo de demora menor a 10 segundos y Nivel de Servicio A.

Al calcular el promedio ponderado de los tiempos de demora de las intersecciones, se obtuvo la demora para la Red Completa siendo esta de 5.83 segundos y un Nivel de Servicio A.

Cuadro 20.

Determinación de Niveles de Servicio para la proyección de los volúmenes vehiculares de las intersecciones en la Hora pico de la Red Completa en la Mañana (7:15 – 8:15 a.m.) en el Campus de la Universidad de Carabobo. Año 2022.

NIVELES DE SERVICIO (2022) HORA PICO (7:15 A 8:15 A.M.)					
INTERSECCIÓN	VOLUMEN	DEMORA PROMEDIO (S)	N.S. HCM	ICU (%)	NS ICU
A	1529	8.90	A	58.20	B
B	1499	14.20	B	47.40	A
C	1316	15.20	C	45.20	A
D	4619	7.10	A	79.20	D
RED COMPLETA		9.78	A		

Nota. Cutillo y Langers (2012).

En el Cuadro 20, se determinaron los tiempos de demora y niveles de servicio de las intersecciones en la Hora pico de la Mañana de (7:15 – 8:15 a.m.) para una proyección de 10 años, resultando según el Manual de HCM (Highway Capacity Manual 2000), la intersección C, la de mayor tiempo de demora con 15.20 segundos y un Nivel de Servicio C, la intersección B con un tiempo de demora de 14.20 segundos y un Nivel de Servicio B y las estaciones A y D con un Nivel de Servicio A.

Al calcular el promedio ponderado de los tiempos de demora de las intersecciones, se obtuvo la demora para la Red Completa siendo esta de 9.78 segundos y un Nivel de Servicio A.

Cuadro 21.

Determinación de Niveles de Servicio para la proyección de los volúmenes vehiculares de las intersecciones en la Hora pico de la Red Completa en la Tarde (5:30 – 6:30 p.m.) en el Campus de la Universidad de Carabobo. Año 2022.

NIVELES DE SERVICIO (2022)					
HORA PICO (5:30 A 6:30 P.M.)					
INTERSECCIÓN	VOLUMEN	DEMORA PROMEDIO (S)	N.S. HCM	ICU (%)	NS ICU
A	1279	5.00	A	50.60	A
B	1263	8.60	A	41.50	A
C	1568	34.50	D	51.00	A
D	4543	6.80	A	79.00	D
RED COMPLETA		11.82	B		

Nota. Cutillo y Langers (2012).

En el Cuadro 21, se determinaron los tiempos de demora y niveles de servicio de las intersecciones en la Hora pico de la Tarde (5:30 – 6:30 p.m.) para una proyección de 10 años, resultando según el Manual de HCM (Highway Capacity Manual 2000), la intersección C, la de mayor tiempo de demora con 34.50 segundos y un Nivel de Servicio D y el resto de las intersecciones con tiempos de demora menor de 10 segundos y Nivel de Servicio A.

Al calcular el promedio ponderado de los tiempos de demora de las intersecciones, se obtuvo la demora para la Red Completa en la tarde siendo esta de 11.82 segundos y un Nivel de Servicio B.

Cuadro 22.

Determinación de Niveles de Servicio para la proyección de los volúmenes vehiculares de las intersecciones en la Hora pico de la Red Completa en la Mañana (7:15 – 8:15 a.m.) con un Sistema de Transporte Masivo en el Campus de la Universidad de Carabobo. Año 2022.

NIVELES DE SERVICIO (2022) CON S.T.M. HORA PICO (7:15 A 8:15 A.M.)					
INTERSECCIÓN	VOLUMEN	DEMORA PROMEDIO (S)	N.S. HCM	ICU (%)	NS ICU
A	954	3.60	A	42.90	A
B	945	6.80	A	33.40	A
C	875	6.60	A	33.40	A
D	4322	6.20	A	78.30	C
RED COMPLETA		5.98	A		

Nota. Cutillo y Langers (2012).

En el Cuadro 22, se determinaron los tiempos de demora y niveles de servicio de las intersecciones en la Hora pico de la Mañana de (7:15 – 8:15 a.m.) para una proyección de 10 años con la instauración de un Sistema de Transporte Masivo, resultando según el Manual de HCM (Highway Capacity Manual 2000), todas las intersecciones con tiempo de demora menor a los 10 segundos y Nivel de Servicio A.

Al calcular el promedio ponderado de los tiempos de demora de las intersecciones, se obtuvo la demora para la Red Completa siendo esta de 5.98 segundos y un Nivel de Servicio A.

Cuadro 23.

Determinación de Niveles de Servicio para la proyección de los volúmenes vehiculares de las intersecciones en la Hora pico de la Red Completa en la Tarde (5:30 – 6:30 p.m.) con un Sistema de Transporte Masivo en el Campus de la Universidad de Carabobo. Año 2022.

NIVELES DE SERVICIO (2022) CON S.T.M. HORA PICO DE (5:30 A 6:30 P.M.)					
INTERSECCIÓN	VOLUMEN	DEMORA PROMEDIO (S)	N.S. HCM	ICU (%)	NS ICU
A	818	3.30	A	38.10	A
B	812	5.80	A	30.20	A
C	965	6.40	A	35.10	A
D	4227	6.00	A	76.30	C
RED COMPLETA		5.71	A		

Nota. Cutillo y Langers (2012).

En el Cuadro 23, se determinaron los tiempos de demora y niveles de servicio de las intersecciones en la Hora pico de la Tarde (5:30 – 6:30 p.m.) para una proyección de 10 años con la instauración de un Sistema de Transporte Masivo, resultando según el Manual de HCM (Highway Capacity Manual 2000), todas las intersecciones con tiempo de demora menor a los 10 segundos y Nivel de Servicio A.

Al calcular el promedio ponderado de los tiempos de demora de las intersecciones, se obtuvo la demora para la Red Completa en la tarde siendo esta de 5.71 segundos y un Nivel de Servicio A.

Cuadro 24.

Determinación de Niveles de Servicio para la proyección de los volúmenes vehiculares de las intersecciones en la Hora pico de la Red Completa en la Mañana (7:15 – 8:15 a.m.) en el Campus de la Universidad de Carabobo. Año 2027.

NIVELES DE SERVICIO (2027) HORA PICO DE (7:15 A 8:15 A.M.)					
INTERSECCIÓN	VOLUMEN	DEMORA PROMEDIO (S)	N.S. HCM	ICU (%)	NS ICU
A	1688	15.10	C	62.50	B
B	1656	15.80	C	48.60	A
C	1453	27.60	D	48.90	A
D	5101	10.20	B	83.20	D
RED COMPLETA		14.53	B		

Nota. Cutillo y Langers (2012).

En el Cuadro 24, se determinaron los tiempos de demora y niveles de servicio de las intersecciones en la Hora pico de la Mañana de (7:15 – 8:15 a.m.) para una proyección de 15 años, resultando según el Manual de HCM (Highway Capacity Manual 2000), la intersección C, la de mayor tiempo de demora con 27.60 segundos y un Nivel de Servicio D, las intersecciones B y A con un tiempo de demora de 15.80 y 15.10 segundos y un Nivel de Servicio C y la estación D con un Nivel de Servicio B.

Al calcular el promedio ponderado de los tiempos de demora de las intersecciones, se obtuvo la demora para la Red Completa siendo esta de 14.53 segundos y un Nivel de Servicio B.

Cuadro 25.

Determinación de Niveles de Servicio para la proyección de los volúmenes vehiculares de las intersecciones en la Hora pico de la Red Completa en la Tarde (5:30 – 6:30 p.m.) en el Campus de la Universidad de Carabobo. Año 2027.

NIVELES DE SERVICIO (2027) HORA PICO DE (5:30 A 6:30 P.M.)					
INTERSECCIÓN	VOLUMEN	DEMORA PROMEDIO (S)	N.S. HCM	ICU (%)	NS ICU
A	1412	6.50	A	54.10	A
B	1396	9.90	A	41.60	A
C	1606	38.20	E	51.80	A
D	5016	9.40	A	81.50	D
RED COMPLETA		13.94	B		

Nota. Cutillo y Langers (2012).

En el Cuadro 25, se determinaron los tiempos de demora y niveles de servicio de las intersecciones en la Hora pico de la Tarde (5:30 – 6:30 p.m.) para una proyección de 15 años, resultando según el Manual de HCM (Highway Capacity Manual 2000), la intersección C, la de mayor tiempo de demora con 38.20 segundos y un Nivel de Servicio E y el resto de las intersecciones con tiempos de demora menor de 10 segundos y Nivel de Servicio A.

Al calcular el promedio ponderado de los tiempos de demora de las intersecciones, se obtuvo la demora para la Red Completa en la tarde siendo esta de 13.94 segundos y un Nivel de Servicio B.

Cuadro 26.

Determinación de Niveles de Servicio para la proyección de los volúmenes vehiculares de las intersecciones en la Hora pico de la Red Completa en la Mañana (7:15 – 8:15 a.m.) con un Sistema de Transporte Rápido Masivo en el Campus de la Universidad de Carabobo. Año 2027.

NIVELES DE SERVICIO (2027) CON S.T.R.M. HORA PICO DE (7:15 A 8:15 A.M.)					
INTERSECCIÓN	VOLUMEN	DEMORA PROMEDIO (S)	N.S. HCM	ICU (%)	NS ICU
A	1055	4.40	A	46.30	A
B	1045	7.40	A	35.80	A
C	966	7.40	A	35.80	A
D	4771	7.80	A	80.40	D
RED COMPLETA		7.24	A		

Nota. Cutillo y Langers (2012).

En el Cuadro 26, se determinaron los tiempos de demora y niveles de servicio de las intersecciones en la Hora pico de la Mañana de (7:15 – 8:15 a.m.) para una proyección de 15 años con la instauración de un Sistema de Transporte Rápido Masivo, resultando según el Manual de HCM (Highway Capacity Manual 2000), todas las intersecciones con Nivel de Servicio A y un tiempo de demora menor a los 10 segundos.

Al calcular el promedio ponderado de los tiempos de demora de las intersecciones, se obtuvo la demora para la Red Completa siendo esta de 7.24 segundos y un Nivel de Servicio A.

Cuadro 27.

Determinación de Niveles de Servicio para la proyección de los volúmenes vehiculares de las intersecciones en la Hora pico de la Red Completa en la Tarde (5:30 – 6:30 p.m.) con un Sistema de Transporte Rápido Masivo en el Campus de la Universidad de Carabobo. Año 2027.

NIVELES DE SERVICIO (2027) CON S.T.R.M. HORA PICO DE (5:30 A 6:30 P.M.)					
INTERSECCIÓN	VOLUMEN	DEMORA PROMEDIO (S)	N.S. HCM	ICU (%)	NS ICU
A	886	3.50	A	40.20	A
B	897	6.10	A	32.30	A
C	1067	7.30	A	37.70	A
D	4667	3.45	A	74.80	C
RED COMPLETA		6.80	A		

Nota. Cutillo y Langers (2012).

En el Cuadro 27, se determinaron los tiempos de demora y niveles de servicio de las intersecciones en la Hora pico de la Tarde (5:30 – 6:30 p.m.) para una proyección de 15 años con la instauración de un Sistema de Transporte Rápido Masivo, resultando según el Manual de HCM (Highway Capacity Manual 2000), todas las intersecciones con un tiempo de demora menor a los 10 segundos y Nivel de Servicio A.

Al calcular el promedio ponderado de los tiempos de demora de las intersecciones, se obtuvo la demora para la Red Completa en la tarde siendo esta de 6.80 segundos y un Nivel de Servicio A.

Análisis de la Encuesta

Cuadro 28.

Distribución según edad y sexo de los usuarios de los sistemas de transporte en el Campus de la Universidad de Carabobo. Año 2012.

EDAD	SEXO		TOTAL	(%)
	FEMENINO	MASCULINO		
MENORES A 19	6	14	20	(8.93)
19 A 21	46	62	108	(48.21)
22 A 24	28	52	80	(35.71)
25 O MAS	11	5	16	(7.14)
TOTAL (%)	91 (40.63)	133 (59.38)	224	(100.00)

Nota. Cutillo y Langers (2012).

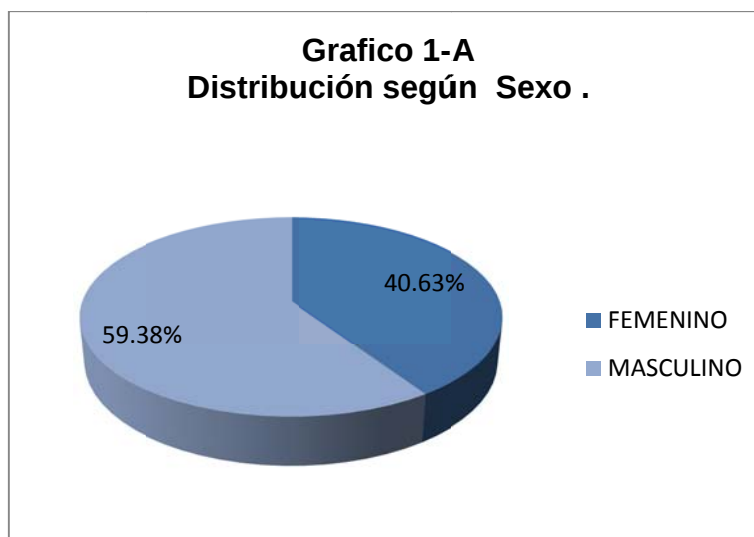


Grafico 1-A. Distribución según Sexo. Nota. Cuadro 28.

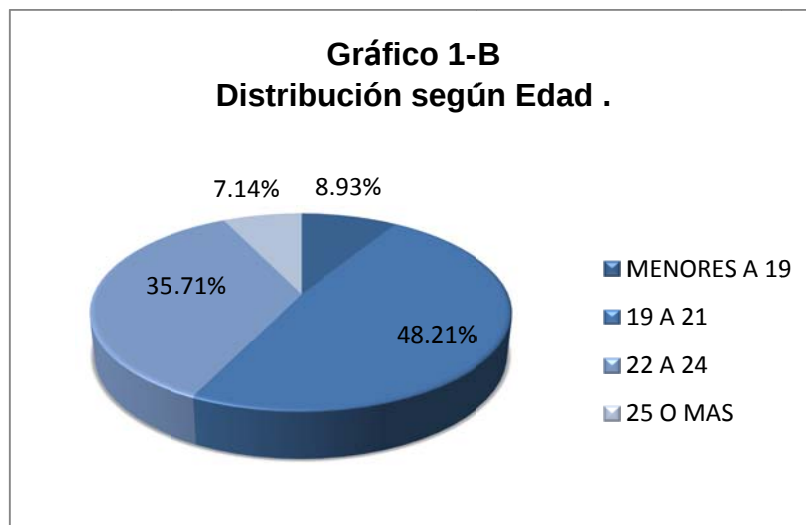


Gráfico 1-B. Distribución según Edad. Nota. Cuadro 28.

En el Cuadro 28, se observa, que en la muestra de 224 usuarios de los Sistemas de Transporte en el Campus de la Universidad de Carabobo, la mayor frecuencia corresponde al sexo masculino con 59.38 % representado por 133 casos y 40.63% pertenece al sexo femenino.

En relación con la edad de estos usuarios, el grupo etario de 19 a 21 años, presenta la mayor frecuencia con 108 casos (48.21%), seguido por el grupo de 22 a 24 años con 35.71%, que corresponden a 80 casos, los grupos restantes, los menores de 19 años y el de 25 y más presentan frecuencia de 8.93% y 7.14% respectivamente.

Cuadro 29.

Distribución según tipo de transporte y edad de los usuarios en el Campus de la Universidad de Carabobo. Año 2012

MEDIO DE TRANSPORTE	EDAD				TOTAL	(%)
	MENORES A 19	19 A 21	22 A 24	25 O MAS		
A PIE	1	4	2	1	8	(3.57)
BICICLETA	0	0	1	0	1	(0.45)
MOTOCICLETA	1	1	1	0	3	(1.34)
VEHÍCULO PARTICULAR	2	21	32	4	59	(26.34)
TRANSPORTE PÚBLICO DE LA UNIVERSIDAD DE CARABOBO	8	35	13	6	62	(27.68)
TRANSPORTE PÚBLICO URBANO	8	47	31	5	91	(40.63)
TOTAL (%)	20 (8.93)	108 (48.21)	80 (35.71)	16 (7.14)	224	(100.00)

Nota. Cutillo y Langers (2012).

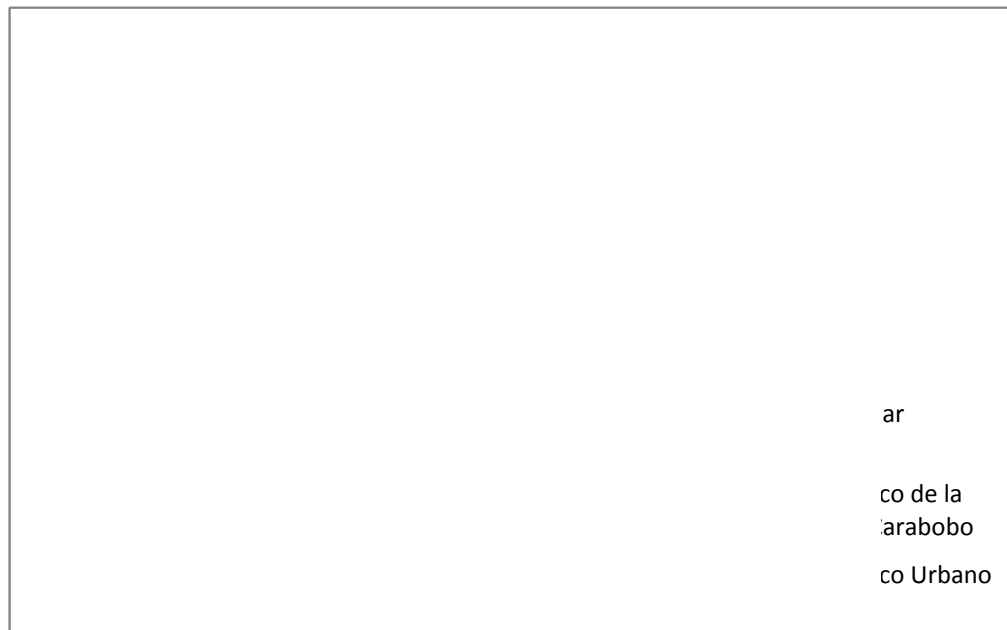


Gráfico 2. Distribución según Tipo de Transporte. Nota. Cuadro 29.

En el Gráfico 2, se observa, que en la muestra de 224 usuarios, el medio de transporte utilizado con mayor frecuencia está representado por el Transporte Público Urbano, con 91 usuarios (40.63%), seguidamente por el transporte público de la Universidad de Carabobo y el vehículo particular con 27.68% y 26.34% respectivamente.

Cuadro 30.

Distribución según frecuencia de uso semanal y tipo de transporte de los usuarios en el Campus de la Universidad de Carabobo. Año 2012

MEDIO DE TRANSPORTE	FRECUENCIA					TOTAL
	5 VECES O MAS	4 VECES	3 VECES	2 VECES	1 VEZ	
A PIE	6	1	0	1	0	8
BICICLETA	1	0	0	0	0	1
MOTOCICLETA	1	0	1	1	0	3
VEHÍCULO PARTICULAR	49	3	3	1	3	59
TRANSPORTE PÚBLICO DE LA UNIVERSIDAD DE CARABOBO	47	8	3	1	3	62
TRANSPORTE PÚBLICO URBANO	72	1	13	3	2	91
TOTAL (%)	176 (78.57)	13 (5.80)	20 (8.93)	7 (3.13)	8 (3.57)	224 (100.00)

Nota. Cutillo y Langers (2012).

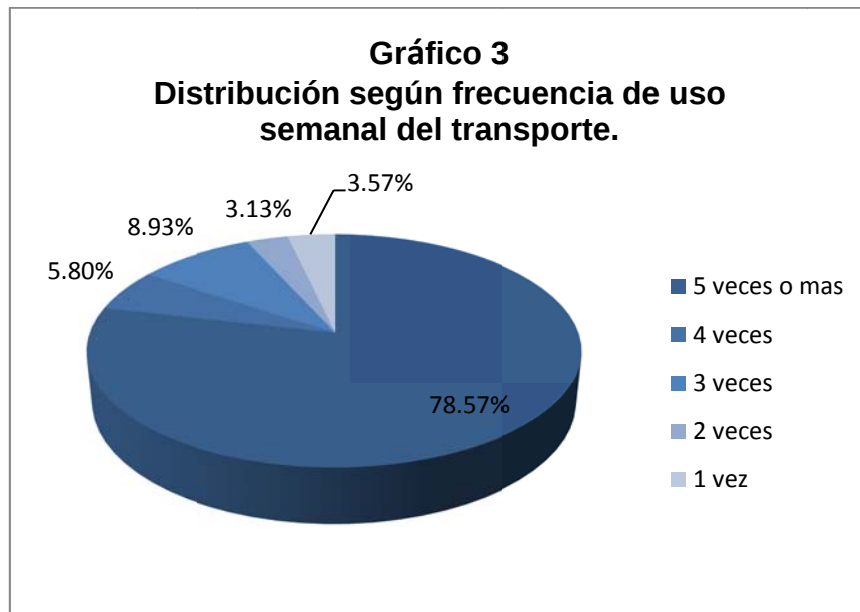


Gráfico 3. Distribución según frecuencia de uso semanal del transporte.
Nota. Cuadro 30.

En el Gráfico 3, se evidencia, que la mayor frecuencia semanal del uso de los medios de transporte para el traslado a el Campus de la Universidad de Carabobo corresponde a 5 veces o más con 176 usuarios, representado 78.56%, seguido por la frecuencia de 3 veces con 20 usuarios (8.93%) y en tercer lugar 4 veces con 13 usuarios (5.80%).

Cuadro 31.

Distribución según la utilización de transporte urbano convencional y edad de los usuarios en el Campus de la Universidad de Carabobo. Año 2012.

HA UTILIZADO SIST. DE TRANSPORTE URBANO CONVENCIONAL	EDAD				TOTAL	(%)
	MENORES A 19	19 A 21	22 A 24	25 O MAS		
SI	20	105	73	16	214	(95.54)
NO	0	3	7	0	10	(4.46)
TOTAL	20 (8.93)	108 (48.21)	80 (35.71)	16 (7.14)	224	(100.00)

Nota. Cutillo y Langers (2012).

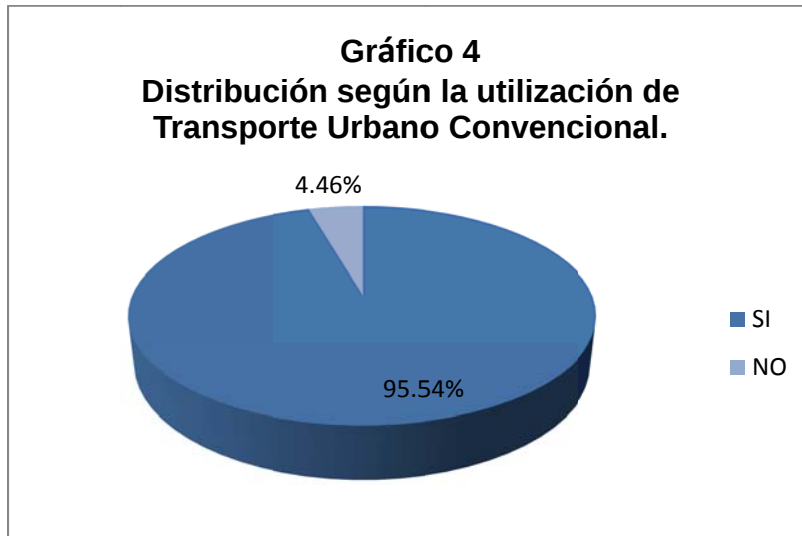


Gráfico 4. Distribución según la utilización de Transporte Urbano Convencional. Nota. Cuadro 31.

En el Cuadro 31, se determinó, que la mayoría de los usuarios han utilizado alguna vez el Transporte Urbano convencional, 214 usuarios representando un 95.54% de la muestra en estudio, mientras 10 (4.46%), no lo han utilizado. Esta variable (utilización de Transporte Urbano Convencional) se observa con los mayores porcentajes en los diferentes grupos etarios estudiados.

Cuadro 32.

Distribución de los usuarios según su opinión sobre el uso del transporte Rápido Masivo y edad en el Campus de la Universidad de Carabobo. Año 2012

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE RAPIDO MASIVO	EDAD				TOTAL (%)
	MENORES A 19	19 A 21	22 A 24	25 O MAS	
SI	20	105	78	16	219 (97.77)
NO	0	3	2	0	5 (2.23)
TOTAL	20	108	80	16	224 (100)

Nota. Cutillo y Langers (2012).

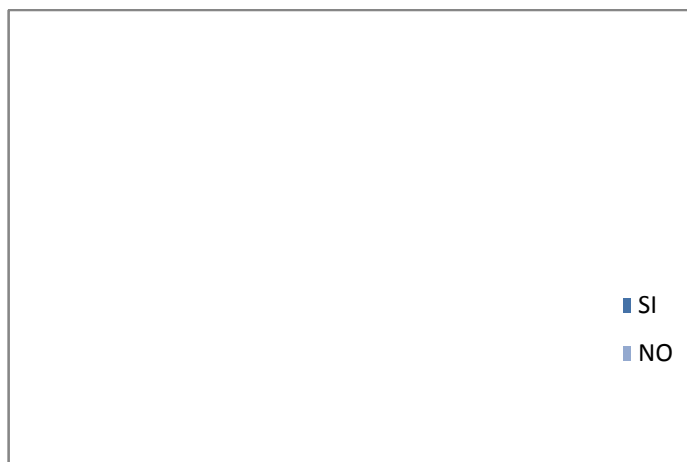


Gráfico 5. Distribución de los usuarios según su opinión sobre el uso del Transporte Rápido Masivo. *Nota.* Cuadro 32.

En el Cuadro 32 , se aprecia, que la propuesta de un Sistema de Transporte Masivo como un tren de neumáticos o un monorriel en el Campus de la Universidad de Carabobo, es apoyada por la mayoría de los usuarios, representados por 219 que son 97.77% de la muestra.

Cuadro 33.

Distribución de los usuarios según el cambio de transporte en el Campus de la Universidad de Carabobo. Año 2012

TRANSPORTE ACTUAL	SI (%)	NO (%)	TOTAL
A PIE	6 (2.68)	2 (0.89)	8
BICICLETA	1 (0.45)	0 (0.00)	1
MOTOCICLETA	3 (1.34)	0 (0.00)	3
VEHÍCULO PARTICULAR	40 (17.86)	19 (8.48)	59
TRANSPORTE PÚBLICO DE LA UNIVERSIDAD DE CARABOBO	55 (24.55)	7 (3.13)	62
TRANSPORTE PÚBLICO	85 (37.95)	6 (2.68)	91
TOTAL (%)	190 (84.80)	34 (15.18)	224 (100.00)

Nota. Cutillo y Langers (2012).

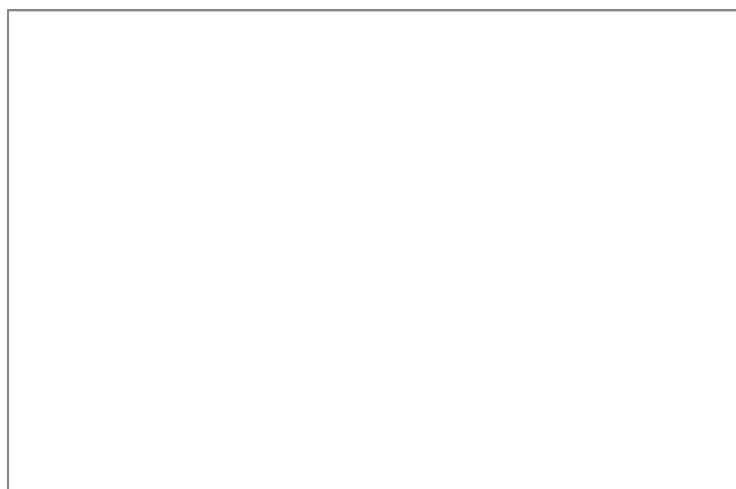


Gráfico 6. Distribución de los usuarios según el cambio de Transporte.

Nota. Cuadro 33.

En el Cuadro 33, se observa, que el 84.80 % de los usuarios, estarían dispuestos a hacer un cambio modal para el traslado dentro del Campus de la Universidad de Carabobo, y que la mayor frecuencia para este cambio se encuentra representado por los usuarios del Transporte Publico con 37.95% de la muestra, seguidos Transporte Público de la Universidad de Carabobo con 55 casos (24,55%) y vehículo particular con 17,86%.

Cuadro 34.

Distribución según el costo del Sistema de Transporte Rápido Masivo en el Campus de la Universidad de Carabobo. Año 2012.

PRECIO SUGERIDO	TOTAL (%)
IGUAL AL TRANSPORTE PÚBLICO	117 (61.60)
HASTA UN 20% MAS QUE EL TRANSPORTE PÚBLICO	47 (24.70)
HASTA UN 40% MAS QUE EL TRANSPORTE PÚBLICO	15 (7.89)
HASTA UN 60% MAS QUE EL TRANSPORTE PÚBLICO	11 (5.79)
TOTAL (%)	190 (100.00)

Nota. Cutillo y Langers (2012).



Gráfico 6. Distribución según el costo del Sistema de Transporte Rápido Masivo. *Nota.* Cuadro 34.

En el Cuadro 34, se observa, que para la variable del costo sugerido para el Sistema de Transporte Masivo con un total de 190 usuarios que estarían dispuesto a utilizarlo, la mayor frecuencia está representada por costo igual al del transporte Publico 61.60%, mientras el 38.4% está dispuesto a pagar un costo comprendido entre un 20% a un 60% más que el transporte público.

Etapla 3: Planteamiento de la matrícula de estudiantes y nóminas de profesores y empleados que se concentrarán en la Ciudad Universitaria, para el año horizonte.

Cuadro 35.

Distribución personas y vehículos según el tipo de transporte, hora pico y ruta en el Campus de la Universidad de Carabobo. Año 2012.

RUTA	HORA PICO	VEHICULOS LIVIANOS		TRANSPORTE UC		TRANSPORTE PUBLICO		TOTAL DE PERSONAS
		VEHICULOS	PERSONAS	VEHICULOS	PERSONAS	VEHICULOS	PERSONAS	
Av. Intercomunal de Bárbula hasta Autopista Bárbula-Guacara	7:15 - 8:15 a.m.	200	240	8	640	30	765	1645
	5:30 - 6:30 p.m.	175	210	18	1440	14	357	2007
Autopista Bárbula-Guacara hasta Intercomunal de Bárbula	7:15 - 8:15 a.m.	444	533	9	720	25	638	1891
	5:30 - 6:30 p.m.	433	520	6	480	20	510	1510

Nota. Cutillo y Langers (2012).

En el Cuadro 35, se observan, los valores totales de personas en rutas que recorren desde la intersección A hasta la D y viceversa, para cada Hora Pico, observándose que el mayor volumen de usuarios, ocurre en la ruta de la Av. Intercomunal de Bárbula hasta la Autopista Bárbula-Guacara, con 2007 usuarios para la Hora Pico de 5:30 a 6:30 p.m.

Cuadro 36:

Distribución según el Máximo número de usuarios en las horas pico en la red en el Campus de la Universidad de Carabobo

HORA PICO	TOTAL DE PERSONAS EN LA HORA PICO	MAYOR NUMERO DE PERSONAS QUE CIRCULAN EN LA RED
7:15 - 8:15 a.m.	3536	3536
5:30 - 6:30 p.m.	3517	

Nota. Cutillo y Langers (2012).

En el Cuadro 36, se totalizaron los valores de usuarios para cada Hora Pico en toda la red y se determinó, que la hora donde existe la mayor demanda de usuarios es a las 7:15 a 8:15 a.m. con un total de 3536 personas.

Conocido el número de usuarios de la Red Completa, la proyección de la población se calculó mediante la fórmula:

$$P_x = P_n \times \left(1 + \frac{tc}{100}\right)^n$$

Cálculo La proyección de la población de la Red Completa para el año 2022:

$$P_{2022} = P_{2012} \times \left(1 + \frac{tc}{100}\right)^n$$

$$P_{2022} = 3536 \times \left(1 + \frac{3.64}{100}\right)^{10}$$

$$P_{2022} = 5056$$

Cálculo La proyección de la población de la Red Completa para el año 2027:

$$P_{2027} = P_{2012} \times \left(1 + \frac{tc}{100}\right)^n$$

$$P_{2027} = 3536 \times \left(1 + \frac{3.64}{100}\right)^{15}$$

$$P_{2027} = 6045$$

Cuadro 37.

Proyección del número de usuarios de los sistemas de transporte masivo para la red completa de los años horizonte en el Campus de la Universidad de Carabobo.

SISTEMA DE TRANSPORTE	NRO TOTAL DE PERSONAS	AÑOS DE PROYECCION	TC POBLACIONAL (%)	POBLACION TOTAL EN HORA PICO PROYECTADA
TREN DE NEUMATICOS	3536	10	3.64	5056
MONORRIEL AEREO	3536	15	3.64	6045

Nota. Cutillo y Langers (2012).

En el Cuadro 37, se determinó la proyección de la población que utiliza la red completa (desde la intersección A hasta la D) en la hora de máxima demanda del Campus universitario, resultando para un periodo de 10 años una población de 5056 usuarios y para dentro de 15 años una población de 6045 usuarios.

Etapas 4: Diseñar el sistema sostenible

Definición del tipo y modelo de los Sistemas de Transporte Masivo:

Tren de neumáticos:

Es una locomotora de la Serie Metropol, modelo Metropoli-III con motor ecológico que puede arrastrar 3 vagones, con una capacidad máxima de 72 personas, más chofer y guía en máquina.

Monorriel elevado:

Es un tren elevado, modelo propuesto por el Mgter. Ing. Civil Oscar Milton Dapás para la ciudad de Córdoba España, con una capacidad con vehículo compuesto de 4 vagones de 316 pasajeros.

La Red Completa se dividió en seis tramos, siendo estos enumerados del 1 al 6, como se muestra en la **figura 13**.

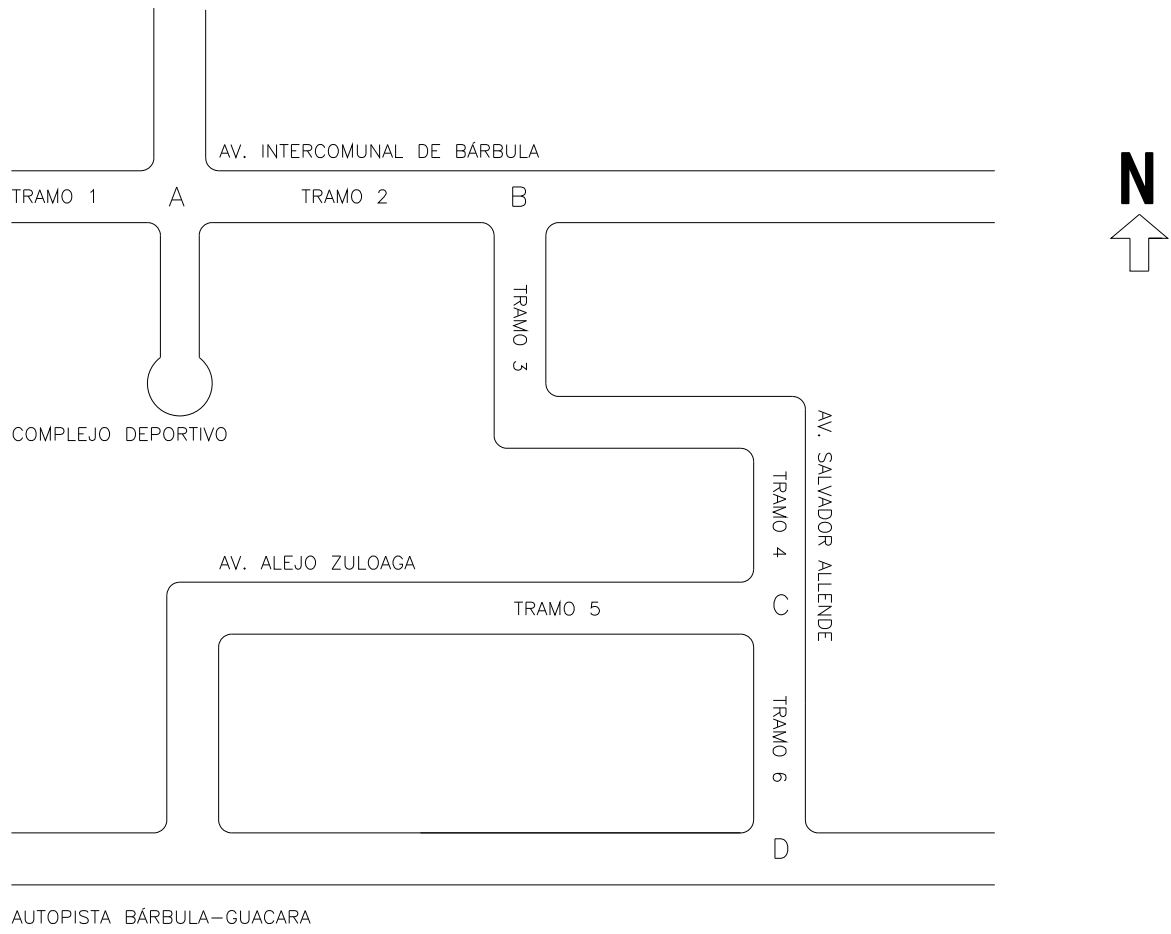


Figura 13. Croquis esquemático de los tramos. Nota. Cutillo y Langers (2012).

Cuadro 38.

Distribución del volumen vehicular, tipos de vehículos por tramo y sentido en el Campus de la Universidad de Carabobo, en la Hora pico 7:15 a 8:15 a.m.

TRAMO	TRAMO 1		TRAMO 2		TRAMO 3		TRAMO 4		TRAMO 5		TRAMO 6	
TIPO DE TRANSPORTE	SENTIDO											
	O - E	E - O	O - E	E - O	N - S	S - N	N - S	S - N	O - E	E - O	N - S	S - N
VEHICULOS LIVIANOS	119	203	129	204	92	212	95	120	189	30	108	132
TRANSPORTE UC	8	7	8	5	17	5	7	5	1	0	11	8
TRANSPORTE PUBLICO	27	25	21	13	12	5	3	2	0	1	1	4
TOTAL POR TRAMO Y SENTIDO	154	235	158	222	121	222	105	127	190	31	120	144

Nota. Cutillo y Langers (2012).

En el Cuadro 38, se determinaron los valores de volumen vehicular por tramo y sentido en la red a la Hora Pico de la mañana de 7:15 a 8:15 a.m., resultando los vehículos livianos en todos los tramos los de mayor demanda, y la mayor demanda vehicular de toda la red para el tramo 1, Av. Intercomunal de Bárbula, sentido E – O (Este-Oeste), con 235 vehículos.

Cuadro 39.

Distribución del volumen vehicular, tipos de vehículos por tramo y sentido en el Campus de la Universidad de Carabobo, en la Hora pico 5:30 a 6:30 p.m.

TRAMO	TRAMO 1		TRAMO 2		TRAMO 3		TRAMO 4		TRAMO 5		TRAMO 6	
TIPO DE TRANSPORTE	SENTIDO											
	O - E	E - O	O - E	E - O	N - S	S - N	N - S	S - N	O - E	E - O	N - S	S - N
VEHICULOS LIVIANOS	122	170	104	204	76	168	81	174	189	31	127	144
TRANSPORTE UC	17	15	17	12	11	12	8	6	1	0	12	5
TRANSPORTE PUBLICO	17	14	14	12	5	5	2	3	1	0	2	4
TOTAL POR TRAMO Y SENTIDO	156	199	135	228	92	185	91	183	191	31	141	153

Nota. Cutillo y Langers (2012).

En el Cuadro 39, se determinaron los valores de volumen vehicular por tramo y sentido en la red sentido a la Hora Pico de la mañana de 5:30 a 6:30 p.m., resultando los vehículos livianos en todos los tramos los de mayor demanda, y la mayor demanda vehicular de toda la red para el tramo 2, Av. Intercomunal de Bárbula, sentido E – O (Este-Oeste), con 228 vehículos.

Cuadro 40.

Distribución del volumen de usuarios por tipo de vehículo, tramo y sentido en el Campus de la Universidad de Carabobo, en la Hora pico 7:15 a 8:15 a.m.

TRAMO	TRAMO 1		TRAMO 2		TRAMO 3		TRAMO 4		TRAMO 5		TRAMO 6	
TIPO DE TRANSPORTE	SENTIDO											
	O - E	E - O	O - E	E - O	N - S	S - N	N - S	S - N	O - E	E - O	N - S	S - N
PERSONAS/VEHICULOS LIVIANOS	143	244	155	245	110	254	114	144	227	36	130	158
PERSONAS/TRANSPORTE UC	640	560	640	400	1360	400	560	400	80	0	880	640
PERSONAS/TRANSPORTE PUBLICO	689	638	536	332	306	128	77	51	0	26	26	102
TOTAL POR TRAMO Y SENTIDO	1472	1442	1331	977	1776	782	751	595	307	62	1036	900

Nota. Cutillo y Langers (2012).

En el Cuadro 40, se determinaron los valores del volumen de usuarios por tramo y sentido en la red sentido a la Hora Pico de la mañana de 7:15 a 8:15 a.m., resultando los usuarios del transporte público de la Universidad de Carabobo los de mayor demanda en los tramos 3, 4, 5 y 6 y para los tramos 1 y 2, la mayor demanda fue para el transporte público de la Universidad de Carabobo. La mayor demanda de usuarios para toda la red fue de 1776 personas en el tramo 3, Av. Salvador Allende en sentido N – S (Norte – Sur).

Cuadro 41.

Distribución del volumen de usuarios por tipo de vehículo, tramo y sentido en el Campus de la Universidad de Carabobo, en la Hora pico 5:30 a 6:30 p.m.

TRAMO	TRAMO 1		TRAMO 2		TRAMO 3		TRAMO 4		TRAMO 5		TRAMO 6	
TIPO DE TRANSPORTE	SENTIDO											
	O - E	E - O	O - E	E - O	N - S	S - N	N - S	S - N	O - E	E - O	N - S	S - N
PERSONAS/VEHICULOS LIVIANOS	146	204	125	245	91	202	97	209	227	37	152	173
PERSONAS/TRANSPORTE UC	1360	1200	1360	960	880	960	640	480	80	0	960	400
PERSONAS/TRANSPORTE PUBLICO	434	357	357	306	128	128	51	77	26	0	51	102
TOTAL POR TRAMO Y SENTIDO	1940	1761	1842	1511	1099	1290	788	766	333	37	1163	675

Nota. Cutillo y Langers (2012).

En el Cuadro 41, se determinaron los valores del volumen de usuarios por tramo y sentido en la red sentido a la Hora Pico de la tarde de 5:30 a 6:30 p.m., resultando los usuarios del transporte público de la Universidad de Carabobo los de mayor demanda en todos los tramos 1, 2, 3, 4, 5 y 6.

La mayor demanda de usuarios para toda la red fue de 1940 personas en el tramo 1, Av. Intercomunal de Bárbula en sentido O – E (Oeste-Este).

Cuadro 42.

Distribución según el Máximo número de usuarios y vehículos por tramos en las horas pico en el Campus de la Universidad de Carabobo.

HORA PICO	MAYOR VOLUMEN POR TRAMO EN LA HORA PICO	
	PERSONAS	VEHICULOS
7:15 - 8:15 a.m.	1776	235
5:30 - 6:30 p.m.	1940	228

Nota. Cutillo y Langers (2012).

Al analizar el cuadro 42, se observa para la hora pico 7:15 a 8:15 a.m. el volumen máximo por tramos de usuarios es de 1776 personas y de vehículos de 235, mientras que para la hora pico de la tarde de 5:30 a 6:30 p.m., 1940 usuarios y 228 vehículos.

Para el diseño del tren de neumáticos y el sistema de monorriel, se proyectaría el mayor volumen que pudiese haber de usuarios en un tramo, siendo este de 1940 personas.

Cuadro 43.

Proyección del máximo número de usuarios de los sistemas de transporte masivo por tramos en una hora, para los años horizonte en el Campus de la Universidad de Carabobo.

SISTEMA DE TRANSPORTE	MAYOR NRO DE PERSONAS (TRAMO)	AÑOS DE PROYECCION	TC POBLACIONAL (%)	POBLACION PROYECTADA
TREN DE NEUMATICOS	1940	10	3.64	2774
MONORRIEL AEREO	1940	15	3.64	3317

Nota. Cutillo y Langers (2012).

En el Cuadro 43, se determinó la proyección de la población máxima que transita por un tramo en una hora por la red del Campus universitario, resultando para un periodo de 10 años una población de 2774 usuarios que utilizaran el Tren de neumáticos y para dentro de 15 años una población de 3317 usuarios que utilizara el Monorriel aéreo, con estos valores se podrá conocer el número de vagones necesarios para el desarrollo de los sistema de transporte masivo.

Proyección a 10 años:

Tren de neumáticos: 3 vagones, con una capacidad de 72 personas:

Número de personas por tramo en una hora: 2774

Número de personas por tramo en 15 minutos:

$$\text{Numero } P_{15min} = \frac{2774}{4}$$

$$\text{Numero } P_{15min} = 694 \text{ personas}$$

Número de sistemas de trenes de neumáticos necesarios:

$$\text{Sistemas} = \frac{694}{72} = 10$$

La frecuencia con la que deberán pasar cada uno de ellos en intervalos de 15 minutos será de:

$$\text{Frecuencia (min)} = \frac{15}{10} = 1.5$$

Cada 1.5 minutos deberá pasar por una estación un monorriel para ser abordado por los pasajeros

Proyección a 15 años:

Monorriel: 4 vagones, con una capacidad de 316 personas:

Número de personas por tramo en una hora: 3317

Número de personas por tramo en 15 minutos:

$$\text{Numero } P_{15min} = \frac{3317}{4}$$

$$\text{Numero } P_{15min} = 829 \text{ personas}$$

El número de sistemas de monorriel necesarios:

$$\text{Sistemas} = \frac{829}{316} = 3$$

La frecuencia con la que deberán pasar cada uno de ellos en intervalos de 15 minutos será de:

$$\text{Frecuencia (min)} = \frac{15}{3} = 5$$

Es decir, que cada 5 minutos deberá pasar por una estación un monorriel para ser abordado por los pasajeros

Cuadro 44.

CALCULO DE VAGONES PARA EL SISTEMA DE TRANSPORTE MASIVO	SISTEMA MASIVO	
	TREN DE NEUMATICOS	MONORRIEL
MAXIMO NUMERO DE PERSONAS POR TRAMO EN UNA HORA	2774	3317
MAXIMO NUMERO DE PERSONAS POR TRAMO EN 15 MIN	694	829
NRO DE VAGONES POR SISTEMA	3	4
CAPACIDAD MAXIMA POR VAGON	72	316
SISTEMAS NECESARIOS CADA 15 MINUTOS	10	3
FRECUENCIA (MIN)	1.5	5

Nota. Cutillo y Langers (2012).

Al analizar el Cuadro 44, se determinó que para el tren de neumáticos con una capacidad máxima por vagón de 72 personas y para 694 personas que serían los usuarios en un intervalo de 15 minutos se necesitan 10 trenes de neumáticos (valor obtenido del máximo volumen de usuarios por tramo en una hora proyectado a 10 años dividido entre 4 intervalos de 15 minutos), lo cual representa un excesivo número trenes y el intervalo de tiempo en que debe pasar cada uno de ellos es un intervalo muy corto de un minuto y medio (frecuencia), lo cual hace que el funcionamiento no se realice de forma eficiente, por el corto tiempo del que disponen los usuarios para abordar el tren y para salir de él.

Cada monorriel debe pasar cada 5 minutos, lo cual resulta un tiempo razonable, pues da tiempo a los usuarios de ingresar o salir del vagón, así como también permite que ingrese a la estación el próximo vagón.

Una vez comparados los dos sistemas de transporte y en función de las características de capacidad y la frecuencia de los intervalos en que deben operar los sistemas, se considera que la alternativa más adecuada es el monorriel elevado

Propuesta de un sistema de transporte no contaminante

Monorriel (aéreo)

Un sistema eficiente debe cumplir una serie de objetivos primordiales, como lo son transportar el mayor número de pasajeros, lograr una correcta operación, y de esta forma buscar los costos mínimos de su desempeño, teniendo siempre en cuenta el impacto que se produce al medio ambiente así como a los usuarios de los sistemas viales.

Luego de analizar todas las variables del proyecto en estudio (estudio del tránsito y utilización por parte de los usuarios de los sistemas de transporte), se propone en el Campus de la Universidad de Carabobo, para el año 2027, un conjunto sistema integrado por la colocación de un Monorriel (aéreo) junto con la propuesta de un macro-estacionamiento para vehículos livianos.

Este sistema causa un impacto ambiental menor y permite mejorar los niveles de servicio de la vialidad existente, para lograr que el Campus universitario se convierta en una ciudad piloto dentro del estado Carabobo y que sirva como ejemplo para el desarrollo de sistemas menos contaminantes en el resto del estado y del país en general.

Propósito:

- Proveer a los usuarios del transporte público, un transporte moderno, eficiente, rápido, confortable, accesible y sustentable ambientalmente.
- Proveer una mejor calidad de vida para los usuarios de la Ciudad Universitaria, disminuyendo la congestión vehicular, reduciendo los tiempos de viaje y mejorando la calidad del aire

Ventajas:

- La implementación de un monorriel elevado, permitiría la desincorporación del Transporte Público de la Universidad de Carabobo, un gran porcentaje de transporte público urbano y vehículos privados, lo que causaría mayor descongestión del tráfico.
- Tiempo de llegada es muy preciso, pues el Monorriel no se detiene por el tráfico automotor, porque se encuentra en una vía elevada exclusiva.
- Es un sistema de transporte poco contaminante ya que trabaja con bajo consumo eléctrico; puede ser alimentado desde la red convencional de distribución eléctrica de la ciudad y no emite humos contaminantes.
- Disminuye la contaminación sónica, ya que es un sistema conformado por vigas y neumáticos que produce menos ruido que un autobús con motor diesel, debido a la moderna configuración del sistema de suspensión.

- Se adapta a las topografías más complejas, tolera pendientes hasta de 14% y 10% de peralte.
- El monorriel ofrece a los usuarios una nueva perspectiva visual del Campus Universitario debido a la circulación aérea y además mejora la estética de la infraestructura vial universitaria.
- El tiempo de construcción es corto, pues es un sistema conformado por columnas, vigas y pilotes, los cuales pueden ser prefabricados y luego transportados al lugar para ser instalados rápidamente. Además no hay que realizar significativos movimientos de tierra.

Características monorriel propuesto:

- Bajo impacto sobre el medio ambiente, sin emisión de gases contaminantes, y bajo nivel de ruido.
- Periodos de construcción más cortos que la de otros medios y su impacto en la vida de la ciudad es casi imperceptible.
- Bajos costos de ejecución, alrededor de 20 a 25% del de un subterráneo.
- Bajos costos de operación, entre un 25 y 35% del de un subterráneo.
- Estructura esbelta, de baja ocupación y alta flexibilidad para ser ampliada.
- Permite sortear pendientes de hasta 6% y trazar curvas de radio mínimo de 40m.

- Las estaciones son pequeñas y se encuentran separadas por un mínimo de 700 metros.
- Es factible la automatización total del sistema, con la posibilidad de establecer el sistema sin conductores.
- El monorriel propuesto para la Ciudad Universitaria es el Small Type, compuesto por 4 vagones con un largo total de 36.80 metros (el vagón delantero y trasero de 9.75 metros cada uno, y los otros dos vagones de 7.60 metros cada uno); un ancho de 2.98 metros y 3.74 metros de alto.

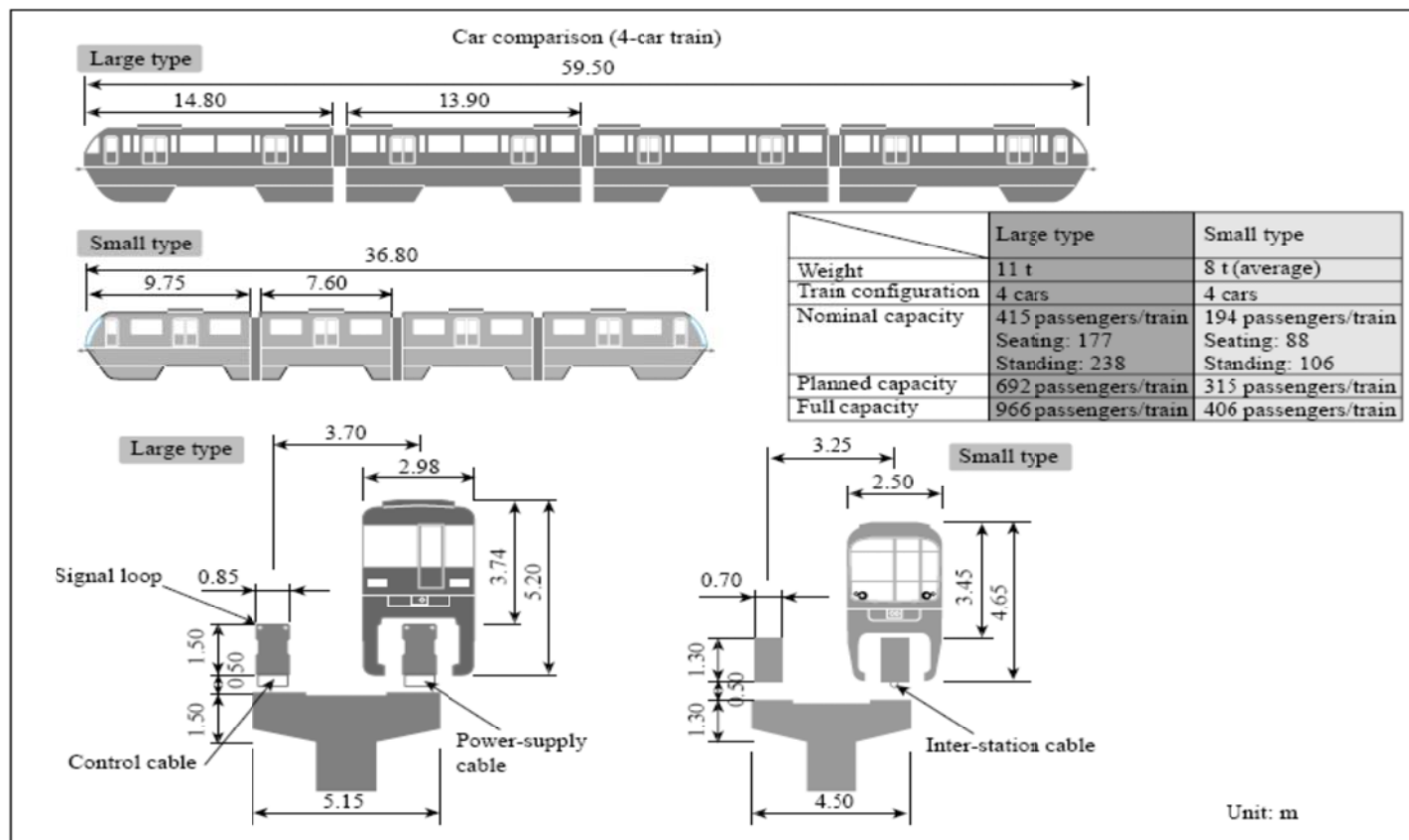


Figura 14. Descripción de vagones Croquis esquemático de los tramos. Nota. Ingeniero Civil Oscar Milton

Cuadro 45.

CARACTERISTICAS TECNICAS		
VELOCIDAD MÁXIMA	Km/hr	60
ACELERACIÓN MÁXIMA	m/seg ²	0.9
DESACELERACIÓN MÁXIMA	m/seg ³	1
RADIO DE CURVA MÍNIMO	m	40
PENDIENTE MÁXIMA ADMITIDA	%	6
CAPACIDAD MÁXIMA	pasajeros	316
DIMENSIONES DE VIGA	m	0,70 x 1,30
LONGITUD DE ESTACIÓN	m	35

Nota. Ingeniero Civil Oscar Milton

Diseño del Monorriel Elevado para la Ciudad Universitaria

El sistema de Transporte seleccionado para cubrir la demanda de usuarios para una proyección de 15 años es la de un Monorriel Elevado, el cual está conformado por vehículos con sistemas de tracción eléctricos, livianos que corren sobre vigas elevadas de concreto.

Se realizó un diseño del sistema, mediante el trazado de la ruta por donde funcionara el monorriel elevado, así como también se ubicaron las estaciones en puntos estratégicos que faciliten la llegada a las Facultades y lugares de mayor interés dentro de el Campus y que permitan una operación rápida y eficiente, de manera que se vean beneficiadas todas las personas

que hacen vida de la Universidad de Carabobo como lo son estudiantes, profesores, personal obrero y Administrativo entre otros.

La instauración de un Monorriel en la Ciudad Universitaria de la Universidad de Carabobo, permitirá el mejoramiento de los niveles de servicio de la vialidad actualmente existente, ya que se reducirán los tiempos de viaje, factor que se verá reflejado en la mayor efectividad de la movilización de los usuarios. Con esta propuesta se busca mejorar la calidad del servicio del transporte colectivo para todos los usuarios y mejorar la competitividad del Transporte Publico frente al transporte privado.

Infraestructura de la vía

El vehículo del monorriel elevado se desplazara montado por una viga de hormigón armado, (**Figura 15**), sobre la cual se desplazan los neumáticos, esta viga, está sustentada por columnas de hormigón armado en forma de “Y” (**Figura 16**), para los tramos donde la línea tiene ambos sentidos de circulación separados. Las luces entre columnas se encuentran entre los 20 y 25m, y deben estar fundadas a través de pilotes que provean el empotramiento necesario para las fuerzas actuantes.

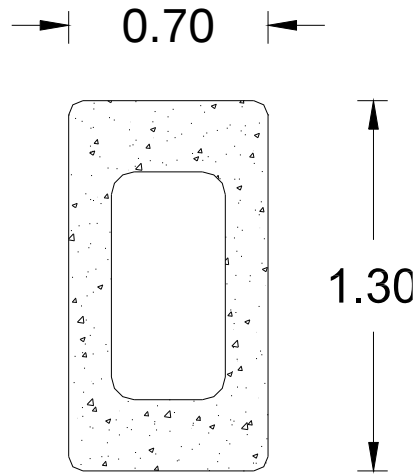


Figura 15. Viga de hormigón armado tipo. Nota. Ingeniero Civil Oscar Milton

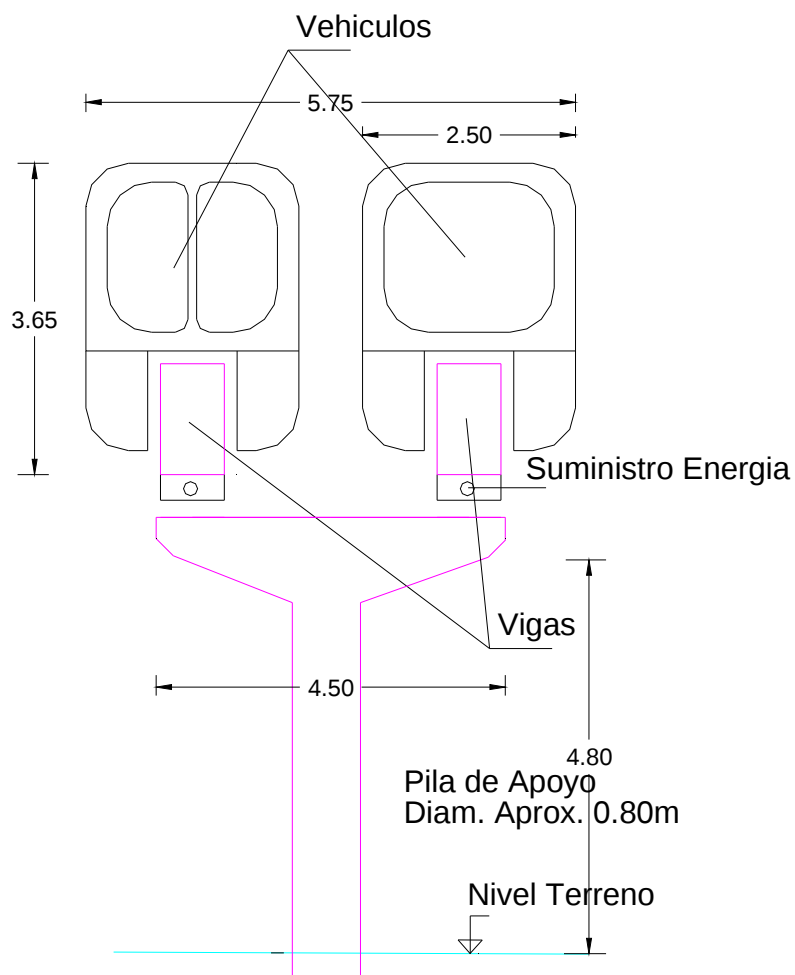


Figura 16. Esquema general típico de la infraestructura de apoyo. *Nota.*
Ingeniero Civil Oscar Milton

Estaciones

Las Estaciones del Monorriel Elevado dentro del Campus de la Universidad de Carabobo estarán constituidas por simples plataformas elevadas

Para la propuesta, se proyectaron un total de 7 estaciones: 1 estación principal, 5 estaciones estándares y 1 estación de servicio a lo largo de todo el Campus Universitario.

Las mismas están distribuidas a lo largo de toda una línea con un distanciamiento de mínimo 700 metros. Las estaciones poseerán circulaciones verticales para el acceso y egreso de pasajeros constituidas por escaleras, y se podrían incluir también ascensores para personas con discapacidad.

Ubicación de Estaciones

- Estación principal (Arco de Bárbula): Ubicada en el macro-estacionamiento ya que próxima a ésta se encontraran las paradas del metro y Ferrocarril.
- Estación (Domo): Ubicada es las adyacencias de las instalaciones deportivas
- Estación (Oncológico): Ubicada cerca del Oncológico y de la Facultad de Odontología
- Estación (facultad de Ingeniería): Ubicada en la Facultad de Ingeniería y próxima a la facultad de Ciencias y Tecnología.
- Estación (Remolacha): Ubicada entre la Facultad de Ciencias Jurídicas y Políticas y Facultad de Ciencias de la Educación.

- Estación (Aula Magna): Ubicada a un lado del Aula Magna.
- Estación de Servicio: Ubicada a pocos metros de la estación (Aula Magna).

Distancia entre estaciones

- Distancia entre estación (Arco de Bárbula) y (Domo): 699 metros.
- Distancia entre estación (Domo) y (Oncológico): 765 metros.
- Distancia entre estación (Oncológico) y (Facultad de Ingeniería): 809 metros.
- Distancia entre estación (Facultad de Ingeniería) y (Remolacha): 720 metros.
- Distancia entre la estación (Remolacha) y (Aula Magna): 1024 metros.
- Distancia entre la estación (Aula Magna) y estación anexa para mantenimiento de unidades: 155 metros.

Estudio Económico del Sistema

Para la implementación del sistema Monorriel en el Campus de la Universidad de Carabobo, se deben analizar los beneficios que este ofrecerá para el desarrollo endógeno y social de los usuarios, por otra parte este sistema constituye una opción para modernizar el sistema de Transporte Universitario.

Este proyecto generará empleos directos e indirectos durante la fase de construcción. Además que para su funcionamiento se deben incorporar profesionales y técnicos que garanticen la eficiencia y efectividad del sistema.

Para tener un costo estimado acerca de cuánto será la inversión para la construcción del Sistema de Transporte Rápido Masivo se tomó como referencia un proyecto piloto planteado para la Gran Caracas (Monorrieles Panamericanos, 2007), se estimó que la inversión total era aproximadamente de unos 28 millones de dólares por cada kilómetro del sistema.

Cuadro 46.*Costos del Monorriel por kilómetro*

COSTOS	% DEL TOTAL	MILLONES DE DÓLARES
PISTA ELEVADA (INCLUYE LAS FUNDACIONES)	41.79	11.7
FACILIDADES PARA EL ACCESO DE PASAJEROS (2 ESTACIONES).	8.57	2.4
PATIOS DE MANTENIMIENTO E INFRAESTRUCTURA DE CONTROL DEL SISTEMA	7.14	2
ELECTRIFICACIÓN, SEÑALIZACIÓN Y CONTROL DE PISTAS.	7.14	2
SISTEMAS RODANTES (2 VAGONES POR TREN)	26.79	7.5
IMPREVISTOS Y CONTINGENCIAS EN CUALQUIERA DE LAS FASES.	8.57	2.4
COSTO TOTAL POR KILÓMETRO: (INCLUYE INGENIERÍA)	100	28

Nota. Proyecto Piloto del Monorriel para la Gran Caracas(2007).

En la Cuadro 46, se muestran los costos en dólares por kilómetro del proyecto del Monorriel para la gran Caracas (2007), desgregados por actividades, siendo la de mayor inversión la construcción de la pista elevada con un porcentaje del 41.79% del monto total .

La propuesta del Sistema de Transporte Rápido Masivo para la Universidad de Carabobo, incluye aproximadamente 4172 metros de

longitud, por lo que se puede estimar un monto total de 116.816 millones de dólares.

El costo de la tarifa una vez instalado el sistema debe estar adecuado y semejante al del transporte público, pero también debe ser el precio justo para suplir los costos de operación y mantenimiento.

Estacionamiento

El estacionamiento se ubicó en las instalaciones de la actualmente Facultad de Ingeniería y parte de la antigua Facultad de Ciencias de la Salud, todo dentro del marco del proyecto futuro de la universidad de carabobo que incluye nuevas instalaciones para la facultad de ingeniería y el proyecto de la ciudad que incluye un servicio subterráneo de metro para la movilizaciones internas y el ferrocarril para movilizaciones interregionales.

El estacionamiento está dividido en tres secciones:

- 1era sección: con un área de 62500 m² con 2040 puestos disponible para vehículos livianos
- 2da sección: con un área de 33300 m² con una capacidad de 1020 puestos para vehículos livianos
- 3ra sección: con un área de 20180 m² metros cuadrados y 630 puestos.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

Una vez realizado el análisis de las actividades pertinentes en cada una de las etapas de la investigación, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- Al realizar el estudio de los ítems que se colocarían en la encuesta acerca de que transportes estarían dispuestos a utilizar los usuarios, se estableció que la opción de la implantación de un sistema de ciclovías en el Campus no se adaptaba a los requerimientos de las personas consultadas, debido a factores como la inseguridad, el clima, el estado de la vialidad universitaria, y a que es un sistema poco confortable.
- En los análisis de la encuesta realizada a estudiantes y profesores, se determinó que la mayoría de las personas estarían dispuestas a utilizar un Sistema de Transporte Masivo y dejar el que frecuentemente utilizan para movilizarse dentro del Campus Universitario.
- Se pudo determinar que la Ciudad Universitaria de la Universidad de Carabobo cuenta un plan a futuro donde hay cabida a una propuesta de movilidad urbana sostenible, debido a que dispone de terrenos necesarios para su ejecución.

Analizados los volúmenes vehiculares en la red adyacente a la Ciudad Universitaria, proyectada a los años horizontes, para implementar un Sistema de Transporte Masivo, bajo la premisa de la Movilidad Sustentable, se realiza un estudio en base a 2 propuestas iniciales: tren de neumáticos con canal exclusivo o Monorriel elevado.

- Los niveles de servicio para los años en estudio muestran valores aceptables para el diseño (N.S.= D).

Al incluir al proyecto del Campus Universitario un Sistema de Transporte Masivo, la demora promedio de la Red en estudio estaría por debajo de 10 segundos, es decir, garantiza un Nivel de Servicio excelente (N.S.= A) para sus usuarios, sin la implantación del Sistema de Transporte Masivo se tendría que realizar otras mejoras geométricas de la vialidad existente para lograr ese Nivel de Servicio.

- La demanda de estudiantes, profesores, empleados y demás afines con la Universidad de Carabobo para una proyección de 10 años, es tan elevada, que no resulta factible la implementación del sistema de Tren de Neumáticos con canal exclusivo, debido a que no es capaz de cumplir con la demanda de transporte.
- La propuesta para 15 años se realizó con un sistema de Transporte Rápido Masivo de Monorriel Elevado, la cual cumple con las exigencias de la zona, en cuanto a rapidez y capacidad, además de cumplir con el Objetivo Principal del Trabajo en base a la Movilidad Sustentable en el Campus Universitario.

Es un planteamiento eficiente, debido a que su estación inicial estará en un área adyacente a donde se tiene proyectada la Estación del Metro de Valencia y el Ferrocarril del Centro, facilitando de esta manera el intercambio modal de estos Sistemas de Transporte.

La construcción de un Sistema de Monorriel elevado, aunque tiene un costo relativamente alto en su ejecución comparado con Sistemas de Transporte convencionales, representa un sistema con un valor agregado de gran magnitud, por ser un modelo a implementar en el Campus Universitario, que mejorará la calidad de vida de los usuarios de la zona y sirve de ejemplo para implementar en otras áreas de ciudad.

RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio más detallado del Campus de la Universidad de Carabobo para la aplicación de la propuesta conceptual realizada, haciendo estudios de suelos, topográfico e hidráulico, que permitan profundizar los conocimientos acerca de la zona donde se desea desarrollar el proyecto.
- Dar a conocer este proyecto a las autoridades de la Universidad de Carabobo así como a los organismos gubernamentales para obtener el financiamiento y desarrollar este Sistema vial de Transporte Masivo.
- Crear una línea de investigación de la Universidad de Carabobo, para estimular a otros estudiantes de Ingeniería para que profundicen las investigaciones necesarias para desarrollar otros sistemas sostenibles que beneficien a la Ciudad Universitaria y a la comunidad en general.
- Ejecutar la propuesta del Sistema Sostenible con tecnología venezolana, ya que en el país se cuenta con profesionales capaces de desarrollar estos sistemas (sistemas estructurales, vagones, estaciones, entre otros).
- Hacer un análisis detallado de las políticas de financiamiento de esta propuesta, para evitar contratiempos que puedan retardar la ejecución del proyecto.

- Una vez construido este Sistema de Transporte Rápido Masivo podría servir como modelo sostenible, para que sea desarrollado en otras universidades.
- Realizar un sistema interconectado entre el Sistema Monorriel de la Universidad de Carabobo con las estaciones del Metro de Valencia y del Ferrocarril del Centro.
- En el momento de ejecutar este proyecto se debe establecer año cero del horizonte considerado, tomando en consideración el periodo del proyecto y de construcción del sistema.
- Realizar futuros estudios para la construcción de un Sistema de Transporte Rápido Masivo que transite por la Av. Julio Centeno del Municipio San Diego hasta la variante Barbula- San Diego y relacionar con el Proyecto de la construcción de un aerómetro (monorriel elevado) del Distribuidor San Blas-Distribuidor Mañongo propuesto en el año 2008 y el proyecto de un Monorriel elevado en el Campus de la Universidad de Carabobo, para que de esta manera, exista una mayor demanda en el sistema masivo dentro del campus y se justifique su utilización los fines de semana.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AIE (Agencia Internacional de Energía) (2002), World Energy Outlook 2002, AIE-OCDE, París.
- Cascajo, R. (2004). Metodología de evaluación de efectos económicos, sociales y ambientales de proyectos de transporte guiado en ciudades. [Documento en línea]. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica De Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Madrid, España. Disponible: http://oa.upm.es/1926/1/ROCIO_CASCAJO_JIMENEZ.pdf [Consulta:2012, Junio 25].
- Carrasco, J. (2000). La ciudad sostenible, movilidad y desarrollo metropolitano, su aplicación y análisis comparativo entre áreas metropolitanas del Valle y Puebla. [Documento en línea]. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica De Catalunya. Barcelona, España. Disponible: <http://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/6147/TESIS.pdf?sequence=1> [Consulta:2012, Junio 26]
- Ciapanna, A. (octubre de 2008). Analisis de la Capacidad de Transito de la Autopista del este (Distribuidor San Blas-Distribuidor Manongo). octubre de 2012
- Colmenares, Igor.(2007). Desarrollo sustentable y sostenible de sistemas de transporte público urbano[Documento en línea]. Ponencia presentada en el Seminario:"Administración: Teorías y Categorías de Análisis". Dr. Carlos Zavarce. UCV. Caracas, Venezuela. 2007. Disponible <http://www.monografias.com/trabajos-pdf2/desarrollo-sistemas-transporte-publico-urbano.pdf> [Consulta:2012, Mayo 05]
- Corporación Peruana de Ingenieros en Transporte. (s.f.). Glosario de Términos de Transporte y Tránsito.
- Dapas, O. M. (2010). www.ing-omdapas.com.ar. Retrieved Septiembre 15, 2012, from www.ing-omdapas.com.ar/propuestas_monorriel.doc
- Díaz, D. (2010). [diegoenbici.blogspot](http://diegoenbici.blogspot.com). Obtenido de <http://diegoenbici.blogspot.com/2010/08/cicloviassu-concepto.html>

- Fulton, Lew y G. Eads (2004), Model Documentation and Reference Case Projection, IEA-SMP, París.
- Gomez, A. (2012). Metodología del Trabajo Especial de Grado en la Escuela de Ingeniería Civil. Trabajo de Ascenso. Universidad de Carabobo.
- Hernandez, F. y. (2006). *Metodología de la investigación*. Ciudad de Mexico: McGraw-Hill.
- Kerlinger, F. N., & Lee, H. B. (2002). *Investigacion del comportamiento: Metodos de investigacion en ciencias sociales*. Mexico: Mcgraw Hill Interamericana Editores.
- Lizárraga, C. (2006). Movilidad Urbana Sostenible: Un reto para las ciudades del siglo XXI. [Documento en línea]. Trabajo de investigación, Universidad Autonoma del Estado de Mexico. Toluca, México. Disponible:
<http://movilidadurbana.files.wordpress.com/2007/10/carmen-lizarraga-mollinedo1.pdf> [Consulta:2012, Mayo 26].
- Metropoll . (Febrero de 2008). <http://www.atodotren.com/>. Recuperado el 18 de septiembre de 2012, de <http://www.atodotren.com/productos/cat/1>
- Monorrieles Panamericanos. (2007). www.imutc.org. Retrieved Octubre 2012, 10,from
http://www.imutc.org/site/index.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=78&Itemid=66
- OBRA SOCIAL CAJA MADIRD. (s.f.). Movilidad Urbana Sostenible: Un reto energético y ambiental.
- Porto Schettino, M. (s.f.). Transporte público urbano. Habitat. Obtenido de habitat.aq.upm.es/temas/a-transporte-publico-urbano.html
- Rodriguez, E. B. (2012, Enero). www.uaeh.edu.mx. Retrieved Julio 29, 2012, from
http://www.uaeh.edu.mx/docencia/P_Presentaciones/tizayuca/gestion_tecnologica/muestraMuestreo.pdf
- UITP (Unión Internacional de Transporte Público) (2001), The Millennium Cities Database for Sustainable Transport,Union Internationale des Transports.

Venezuela, I. N. (2011, agosto 8). *ine.gov.ve*. Retrieved octubre 10, 2012, from
[http://www.ine.gov.ve/index.php?option=com_content&view=category
&id=95&Itemid=9#](http://www.ine.gov.ve/index.php?option=com_content&view=category&id=95&Itemid=9#)

ANEXOS

Anexo 2.

Matricula de Estudiantes

PROYECCIÓN AÑO 2012 - 2013		
MATRÍCULA DE ESTUDIANTES		
FACULTAD /ESCUELA	MATRÍCULA	
FACULTAD DE CIENCIAS JURÍDICAS Y POLÍTICAS		
DERECHO	7382	
CIENCIAS FISCALES	209	
CIENCIAS POLÍTICAS	207	
FACULTAD CIENCIAS ECONÓMICAS Y SOCIALES		
ECONOMÍA	1484	
ADMINISTRACIÓN COMERCIAL - VALENCIA	3260	
CONTADURÍA PÚBLICA - VALENCIA	4697	
RELACIONES INDUSTRIALES - VALENCIA	3128	
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD		
MEDICINA - VALENCIA	2836	
BIOANÁLISIS - VALENCIA	918	
ENFERMERÍA TSU - VALENCIA	684	
ENFERMERÍA LIC - VALENCIA	256	
TSU EN HISTOTECNOLOGÍA	250	
TSU EN IMAGENOLOGÍA	308	
TSU EN REGISTRO Y ESTADÍSTICA DE SALUD	232	
TSU EN TERAPIA PSICOSOCIAL	245	
TSU EN CITOTECNOLOGÍA	434	
TSU EN TECNOLOGÍA CARDIOPLMONAR	424	
FACULTAD DE INGENIERÍA		
INGENIERÍA INDUSTRIAL	2212	
INGENIERÍA ELÉCTRICA	1817	
INGENIERÍA MECÁNICA	2304	
INGENIERÍA QUÍMICA	2318	
INGENIERÍA CIVIL	3039	
INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES	1152	
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN		
EDUCACIÓN	12359	
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA		
ODONTOLOGÍA	1993	
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA		
COMPUTACIÓN	765	
QUÍMICA	395	
FÍSICA	175	
MATEMÁTICA	151	
BIOLOGÍA	306	
estadística DICES	TOTALES	54047

Nota. Departamento de Estadísticas de la Universidad de Carabobo, 2012.

Anexo 3.

Nómina de Profesores

NÚMERO DE CARGOS DOCENTES CLASIFICADOS POR FACULTAD Y CATEGORÍA						
CATEGORÍA DEPENDENCIA	TITULAR	ASOCIADO	AGREGADO	ASISTENTE	INSTRUCTOR	TOTAL
DERECHO	14	16	16	10	188	244
CS. DE LA SALUD VALENCIA	48	76	98	119	930	1.271
INGENIERÍA	44	70	83	45	458	700
FACES VALENCIA	48	72	60	48	413	641
EDUCACIÓN	63	89	56	29	733	970
ODONTOLOGÍA	55	19	25	35	309	443
FACYT	11	49	42	23	73	198
DIRECCIÓN SUPERIOR	2	0	0	0	0	2
TOTALES	319	441	448	379	3214	4801

Nota. Departamento de Estadísticas de la Universidad de Carabobo, 2012.

Anexo 4.

Nómina de Personal Administrativo y Obrero

NÚMERO DE ADMINISTRATIVOS ACTIVOS CLASIFICADOS POR CATEGORÍA	
CATEGORÍA	NÚMERO DE EMPLEADOS
APOYO	1186
PROFESIONAL	984
TÉCNICO	818
TOTAL	2988

Nota. Departamento de Estadísticas de la Universidad de Carabobo, 2012.

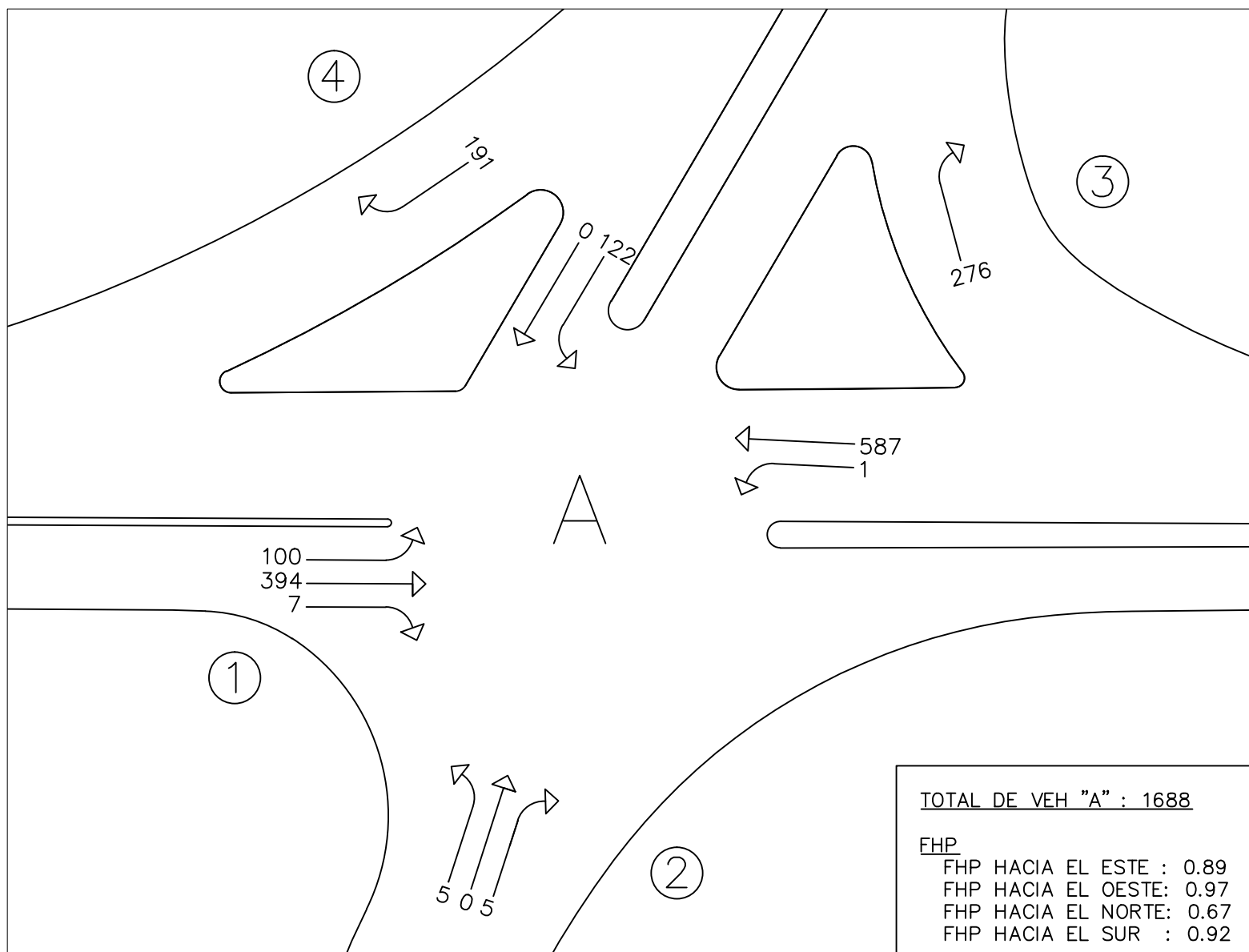
NÚMERO DE OBREROS DE LA U.C. CLASIFICADOS SEGÚN CONDICIÓN LABORAL	
CONDICIÓN	NÚMERO DE OBREROS
ACTIVO	1162
CONTRATADO	21
TOTAL	1895

Nota. Departamento de Estadísticas de la Universidad de Carabobo, 2012.

INTERSECCION A

VOLUMENES VEHICULAR (2027), HORA PICO 7:15 A 8:15 A.M.

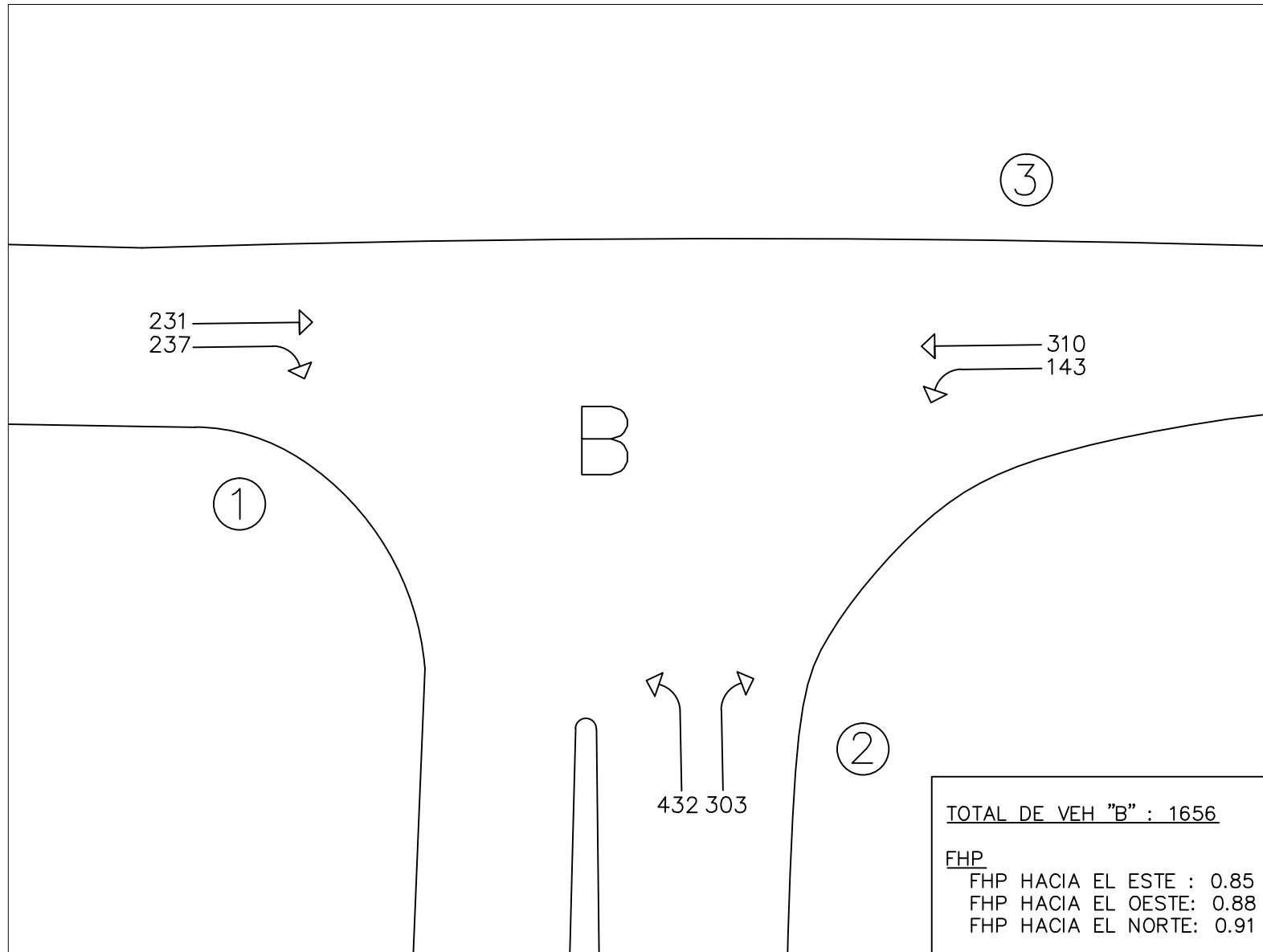
AV. INTERCOMUNAL DE BARBULA CON VIA EDIFICIO DE CIENCIAS BIOMEDICAS Y TECNOLOGICAS



INTERSECCION B

VOLUMENES VEHICULAR (2027), HORA PICO 7:15 A 8:15 P.M.

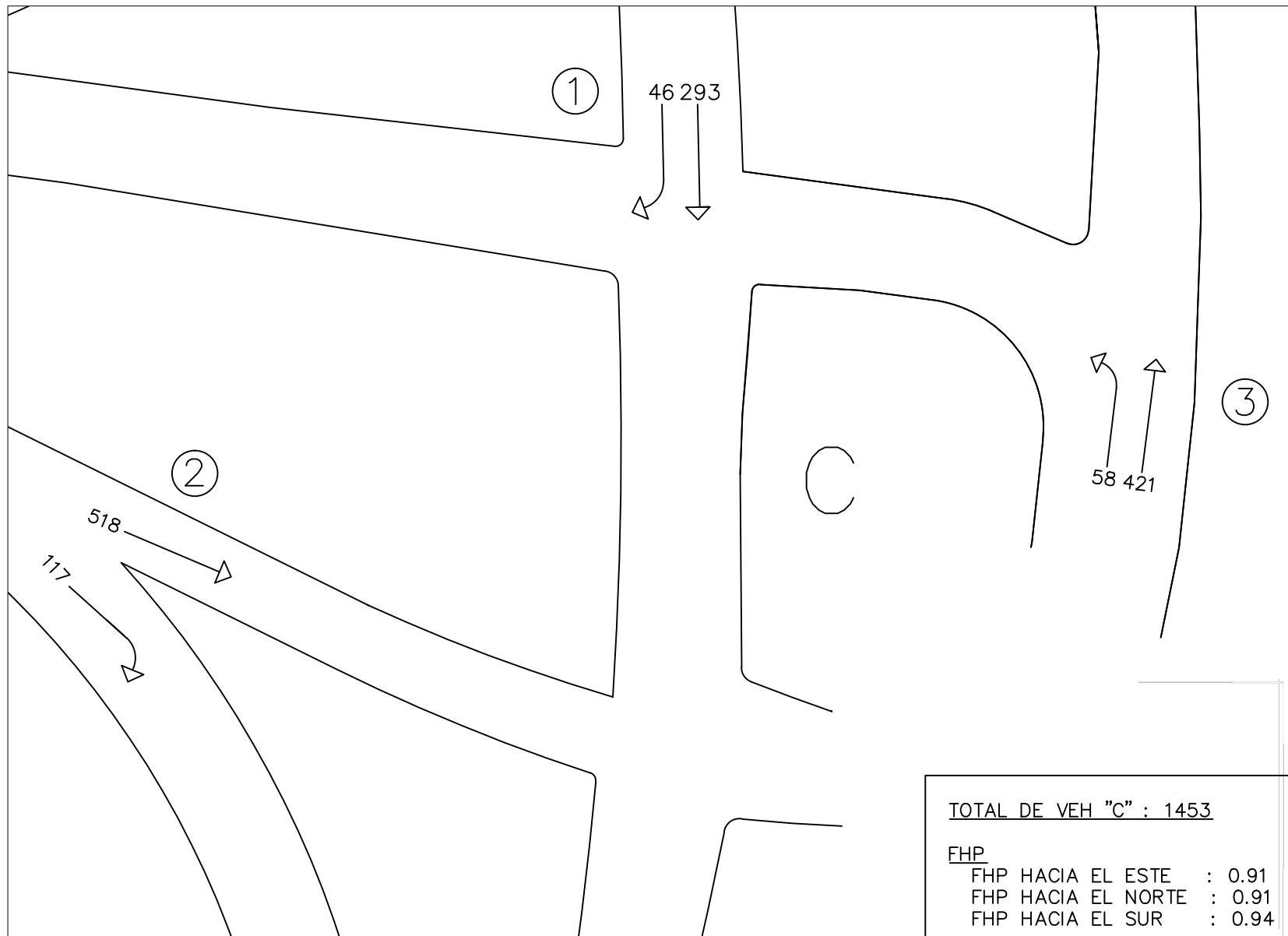
VÍA HOSPITAL DE CARABOBO CON AV. SALVADOR ALLENDE



INTERSECCION C

VOLUMENES VEHICULAR (2027), HORA PICO 7:15 A 8:15 P.M.

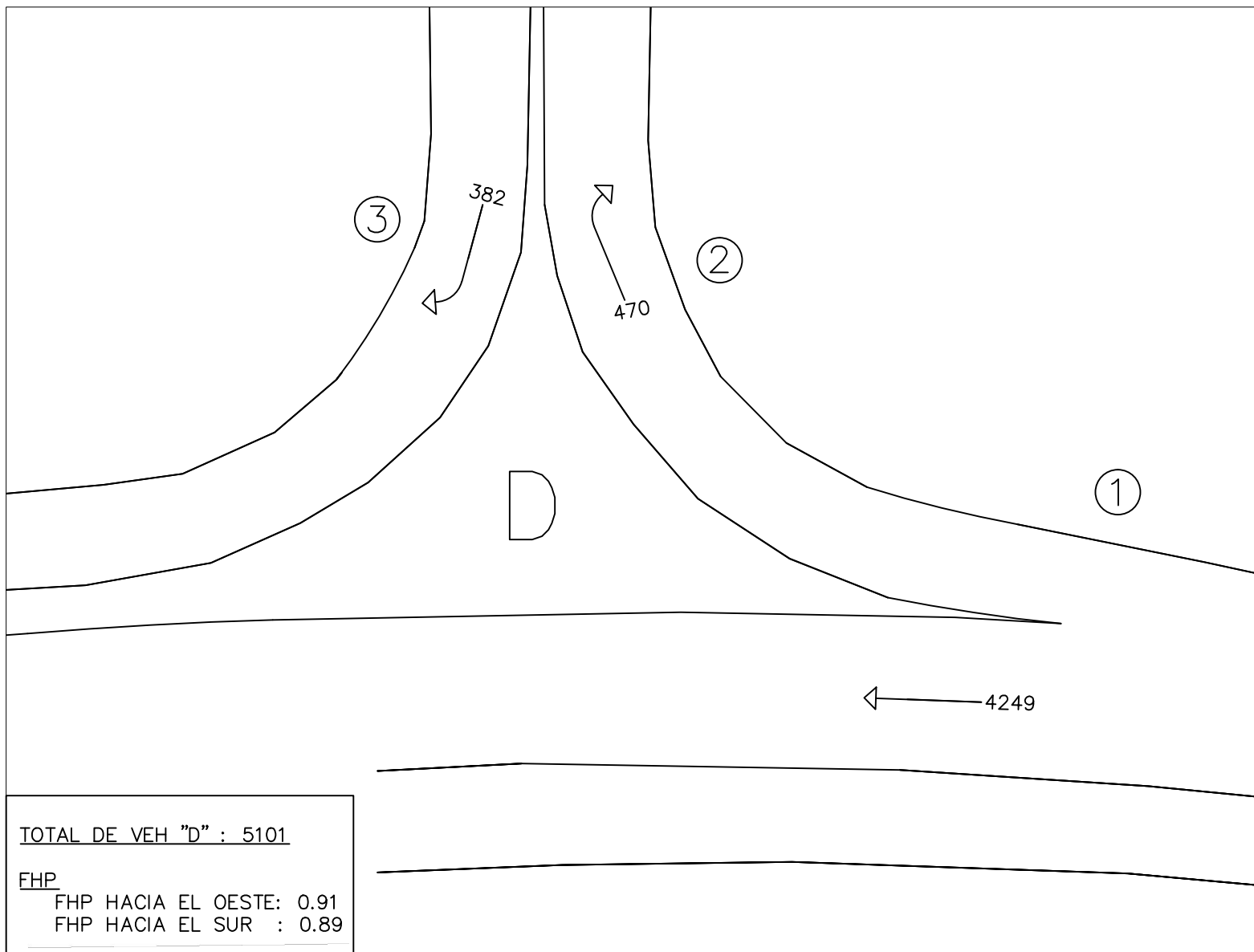
AV. SALVADOR ALLENDE CON AV. ALEJO ZULOAGA



INTERSECCION D

VOLUMENES VEHICULAR (2012), HORA PICO 7:15 A 8:15 P.M.

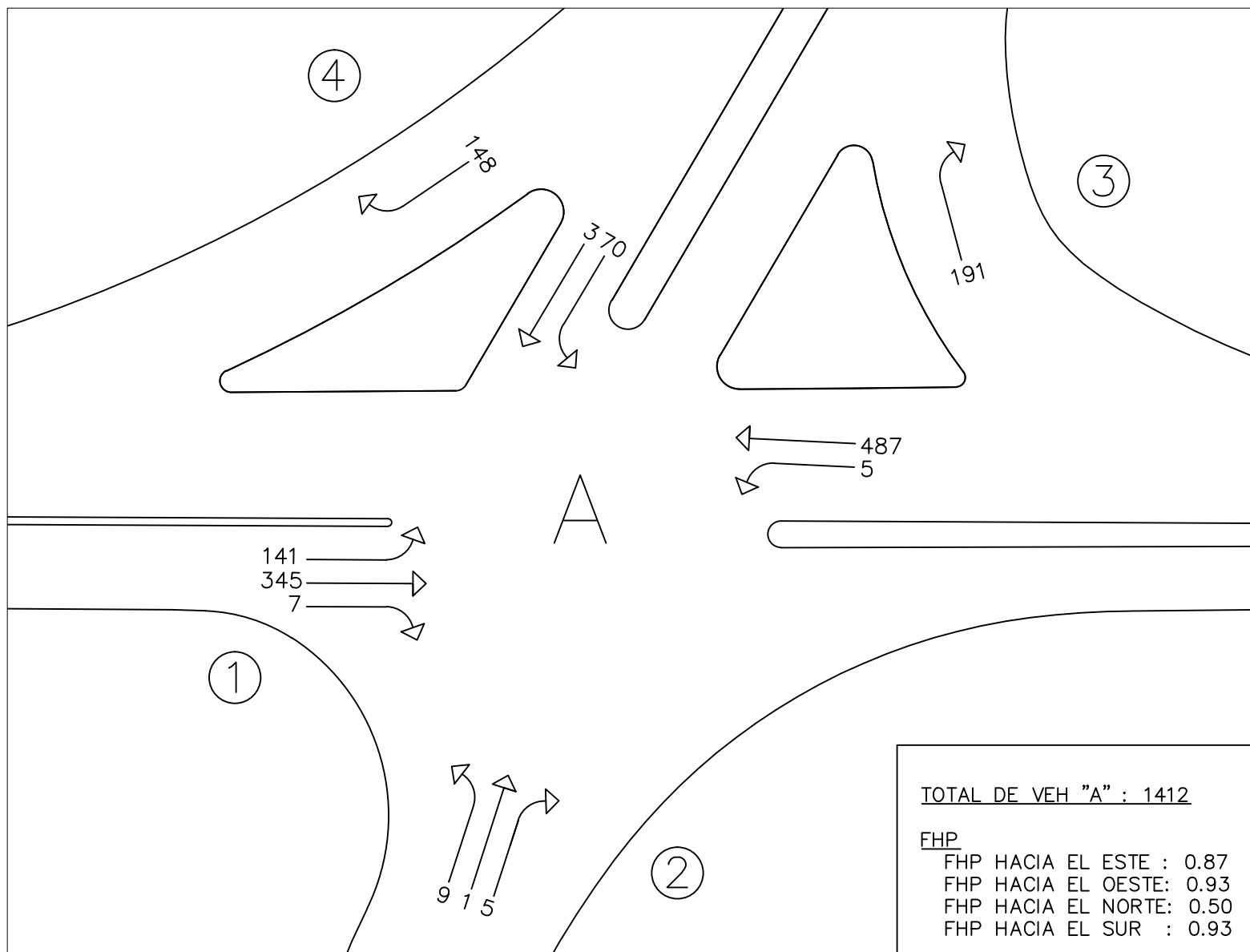
AV. SALVADOR ALLENDE CON AAUTOPISTA BARBULA - GUACARA



INTERSECCION A

VOLUMENES VEHICULAR (2027), HORA PICO 5:30 A 6:30 P.M.

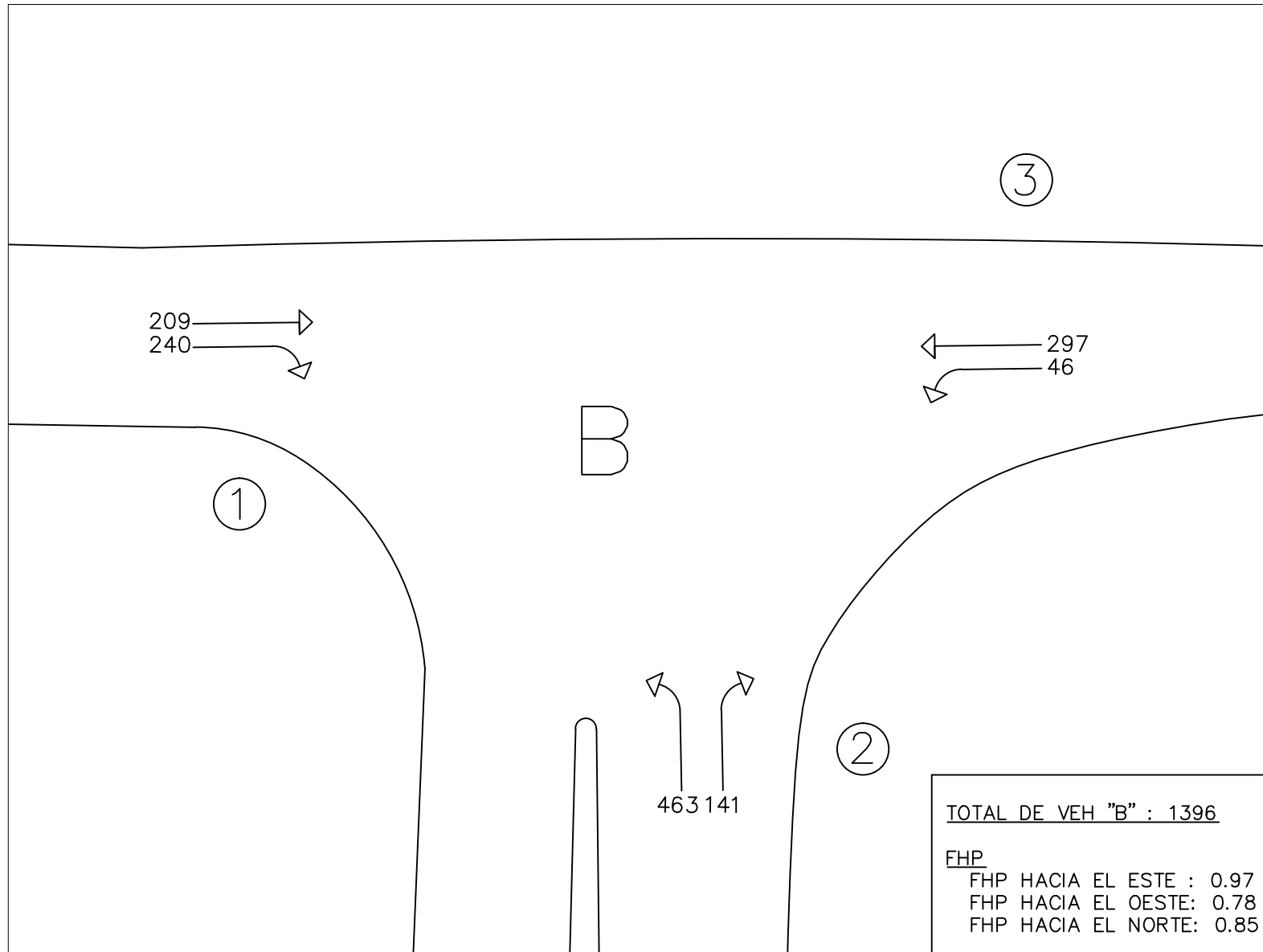
AV. INTERCOMUNAL DE BARBULA CON VIA EDIFICIO DE CIENCIAS BIOMEDICAS Y TECNOLOGICAS



INTERSECCION B

VOLUMENES VEHICULAR (2027), HORA PICO 5:30 A 6:30 P.M.

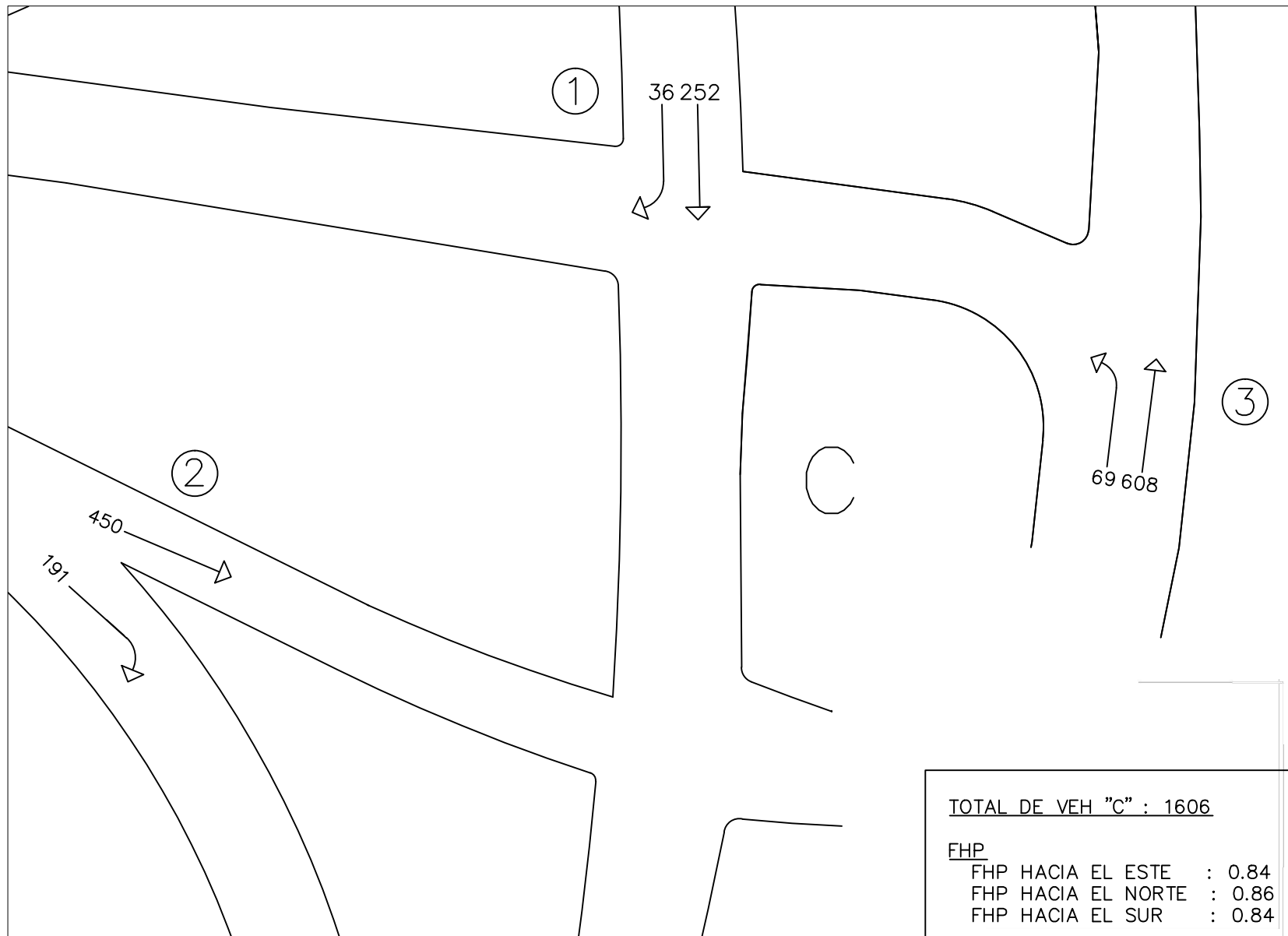
VÍA HOSPITAL DE CARABOBO CON AV. SALVADOR ALLENDE



INTERSECCION C

VOLUMENES VEHICULAR (2027), HORA PICO 5:30 A 6:30 P.M.

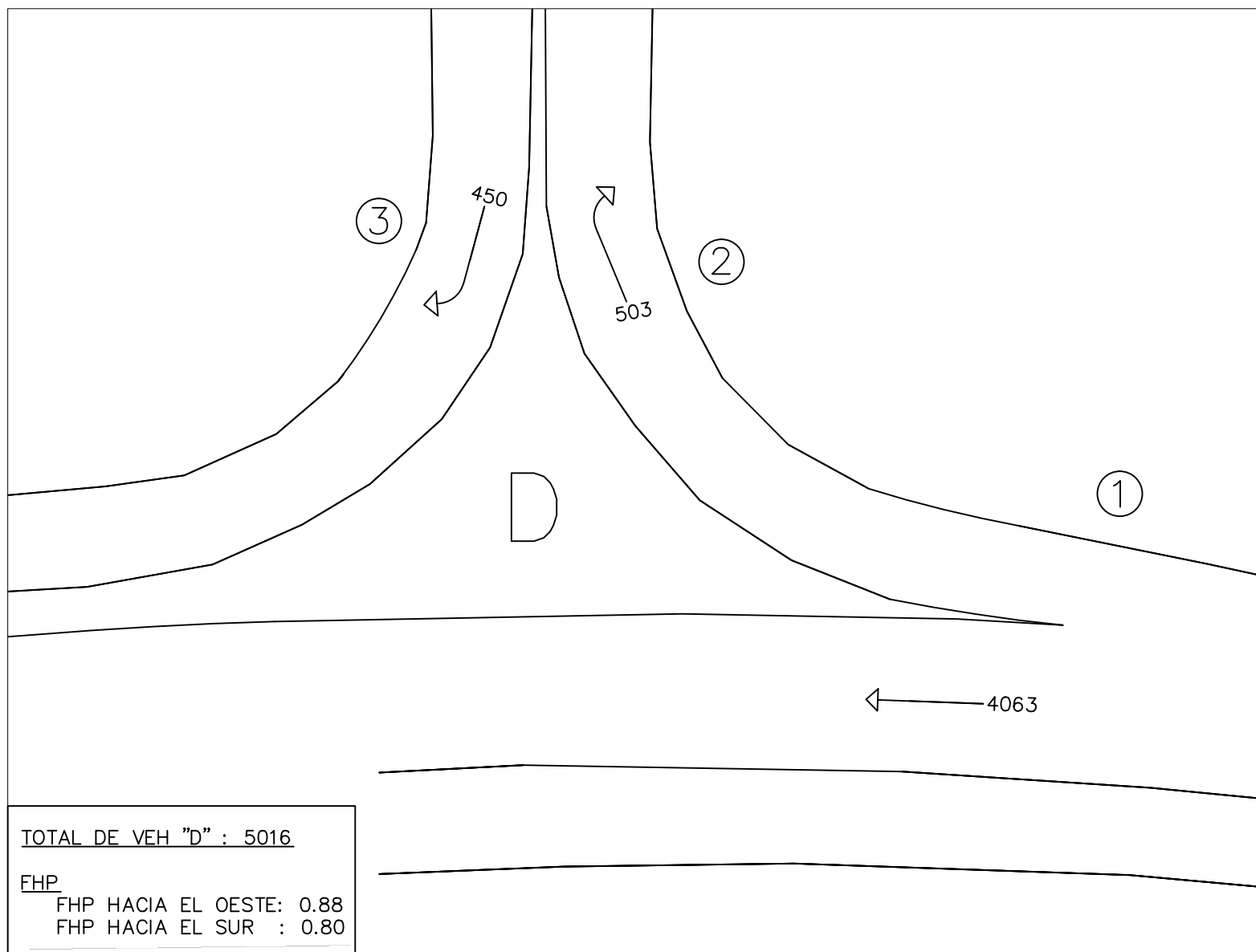
AV. SALVADOR ALLENDE CON AV. ALEJO ZULOAGA



INTERSECCION D

VOLUMENES VEHICULAR (2027), HORA PICO 5:30 A 6:30 P.M.

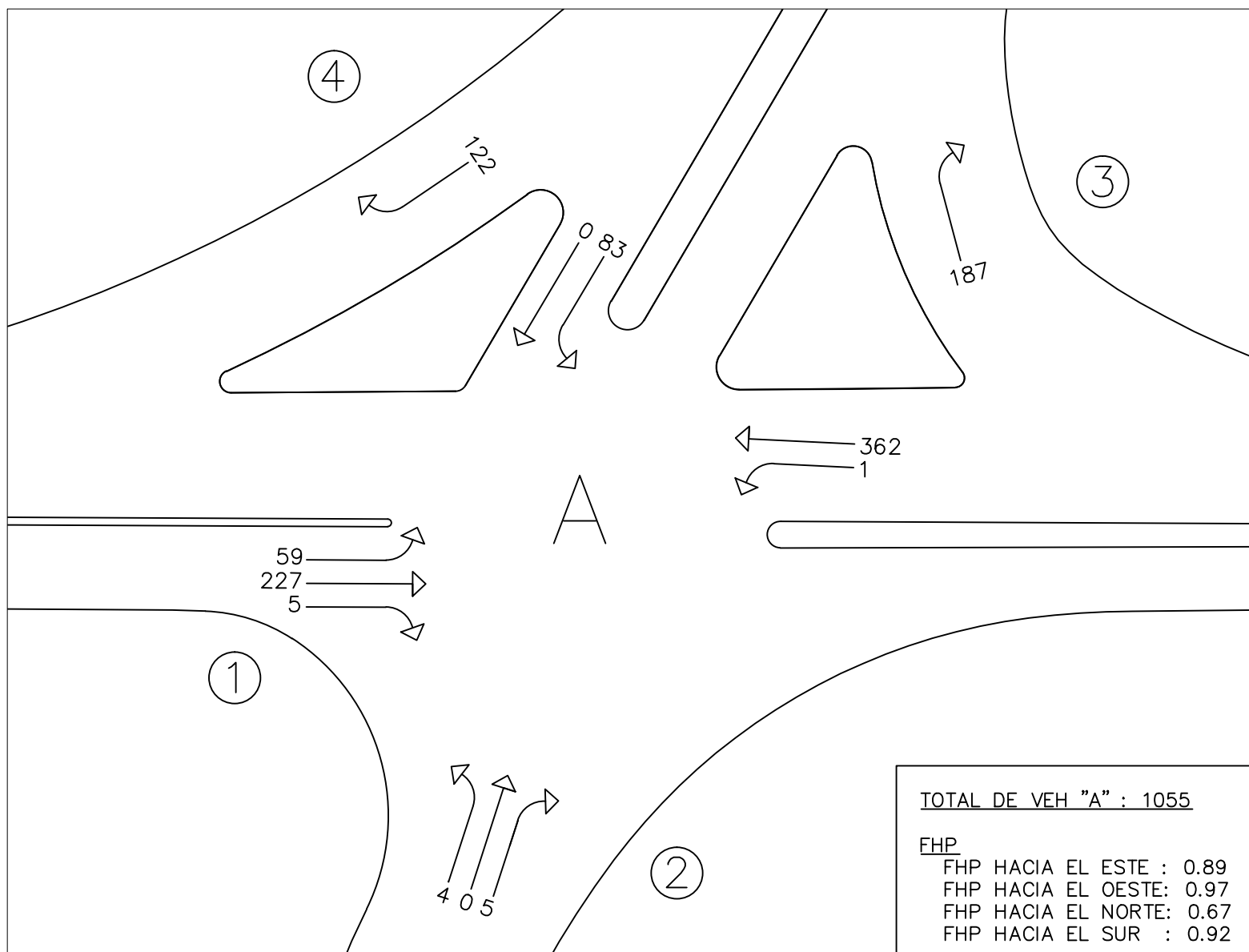
AV. SALVADOR ALLENDE CON AAUTOPISTA BARBULA - GUACARA



INTERSECCION A

VOLUMENES VEHICULAR (2027) CON S.T.R.M., HORA PICO 7:15 A 8:15 A.M.

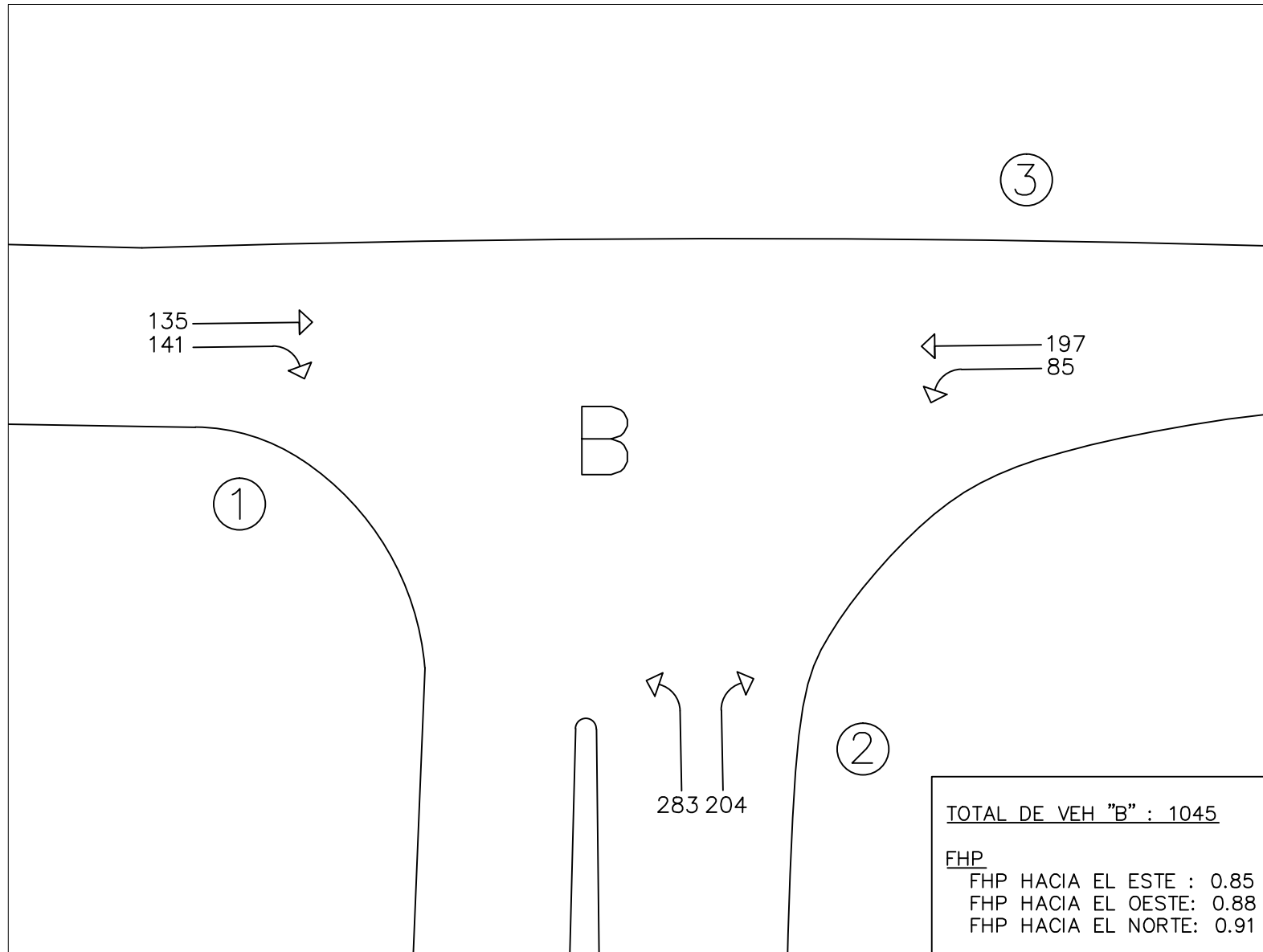
AV. INTERCOMUNAL DE BARBULA CON VIA EDIFICIO DE CIENCIAS BIOMEDICAS Y TECNOLOGICAS



INTERSECCION B

VOLUMENES VEHICULAR (2027) CON S.T.R.M, HORA PICO 7:15 A 8:15 A.M.

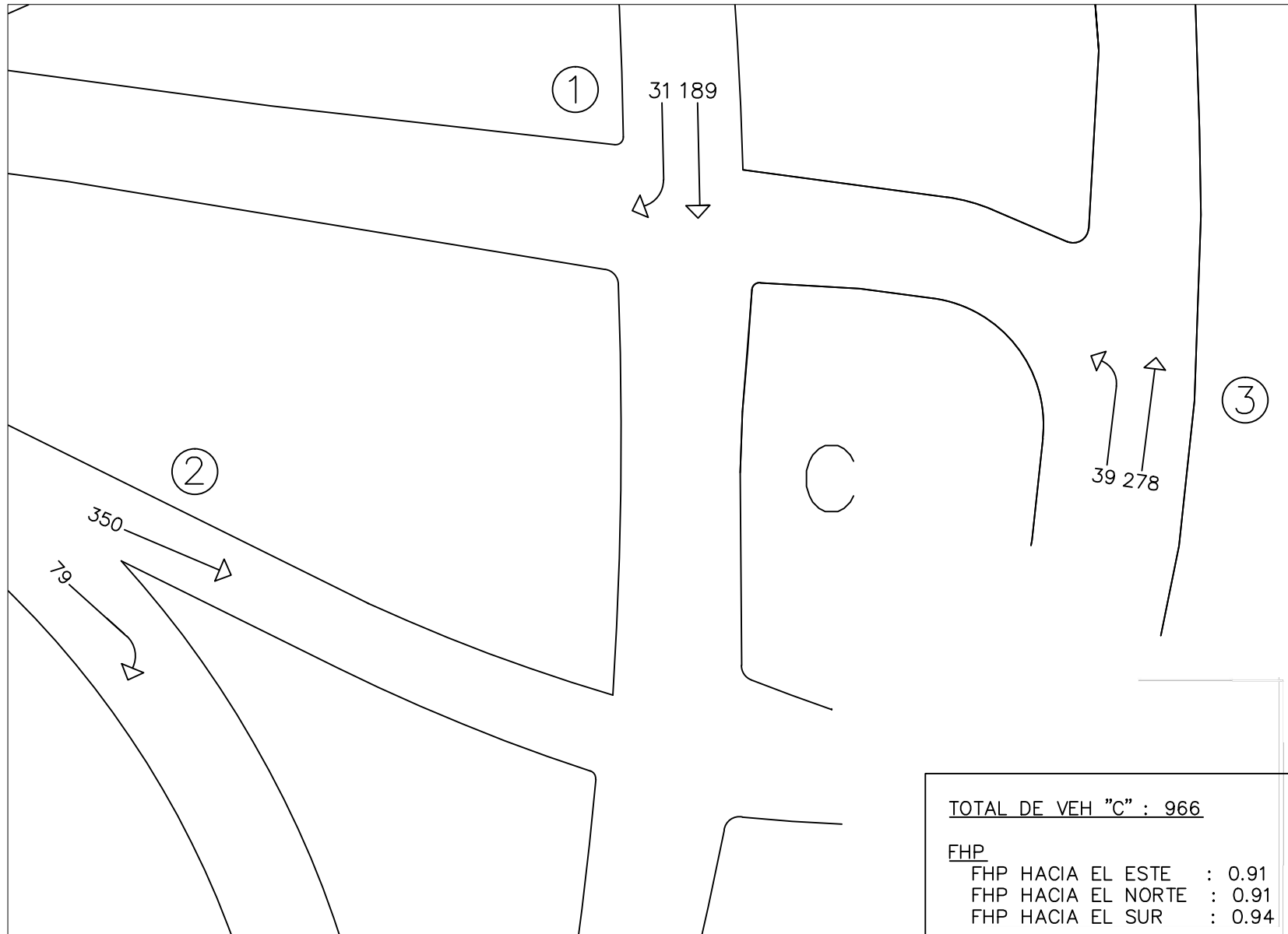
VÍA HOSPITAL DE CARABOBO CON AV. SALVADOR ALLENDE



INTERSECCION C

VOLUMENES VEHICULAR (2027) CON S.T.R.M, HORA PICO 7:15 A 8:15 A.M.

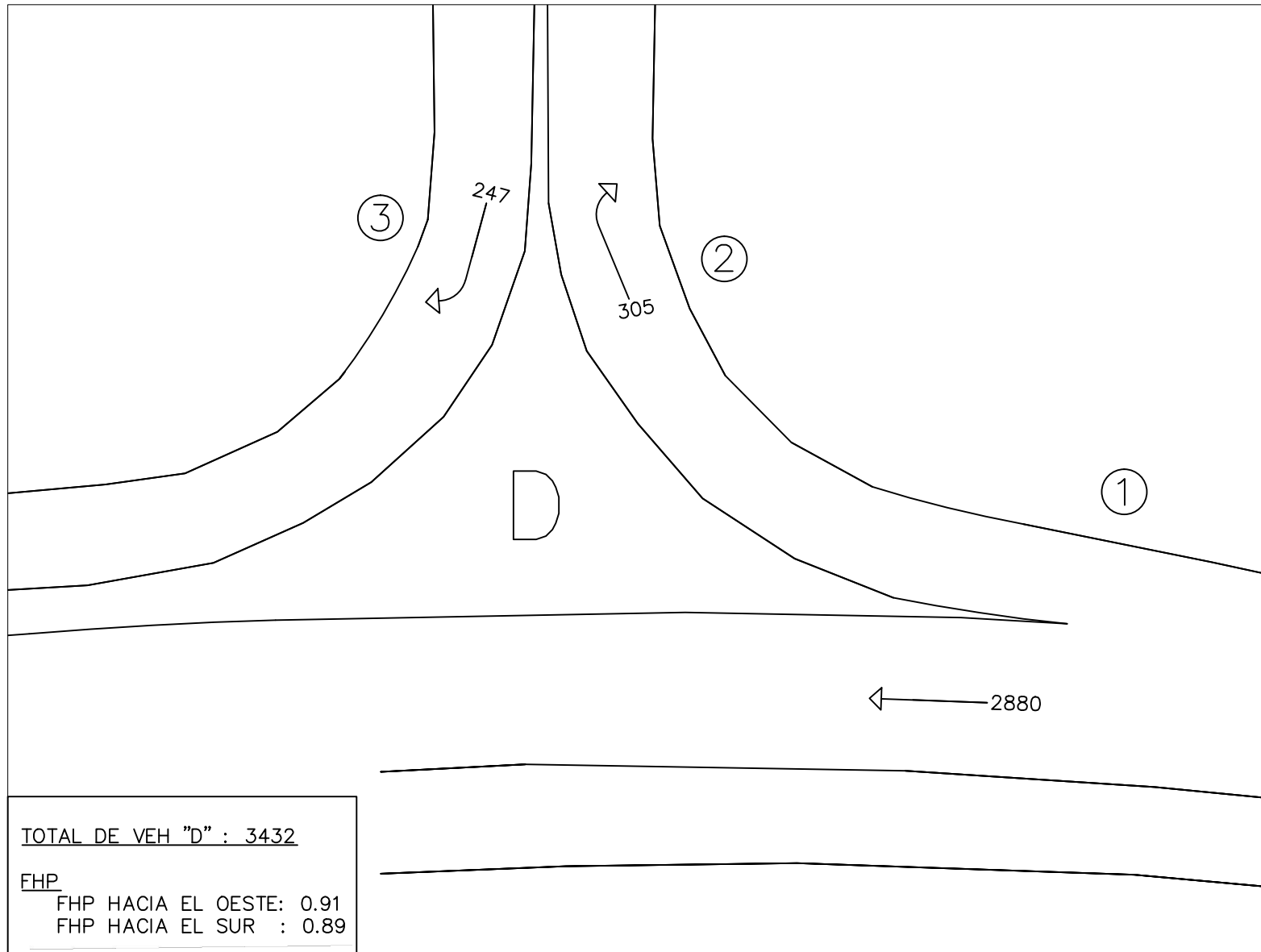
AV. SALVADOR ALLENDE CON AV. ALEJO ZULOAGA



INTERSECCION D

VOLUMENES VEHICULAR (2012) CON S.T.R.M, HORA PICO 7:15 A 8:15 A.M.

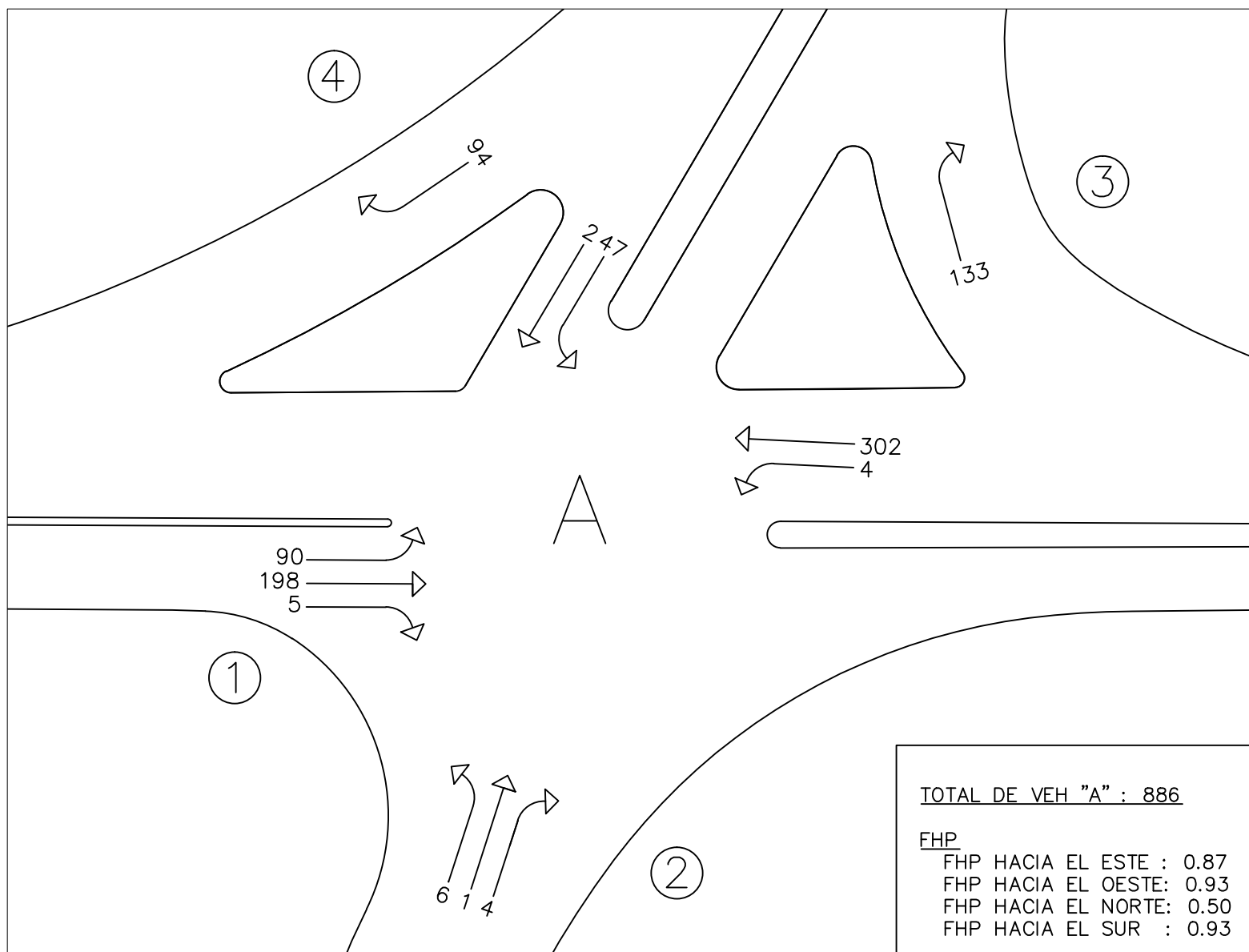
AV. SALVADOR ALLENDE CON AAUTOPISTA BARBULA - GUACARA



INTERSECCION A

VOLUMENES VEHICULAR (2027) CON S.T.R.M., HORA PICO 5:30 A 6:30 P.M.

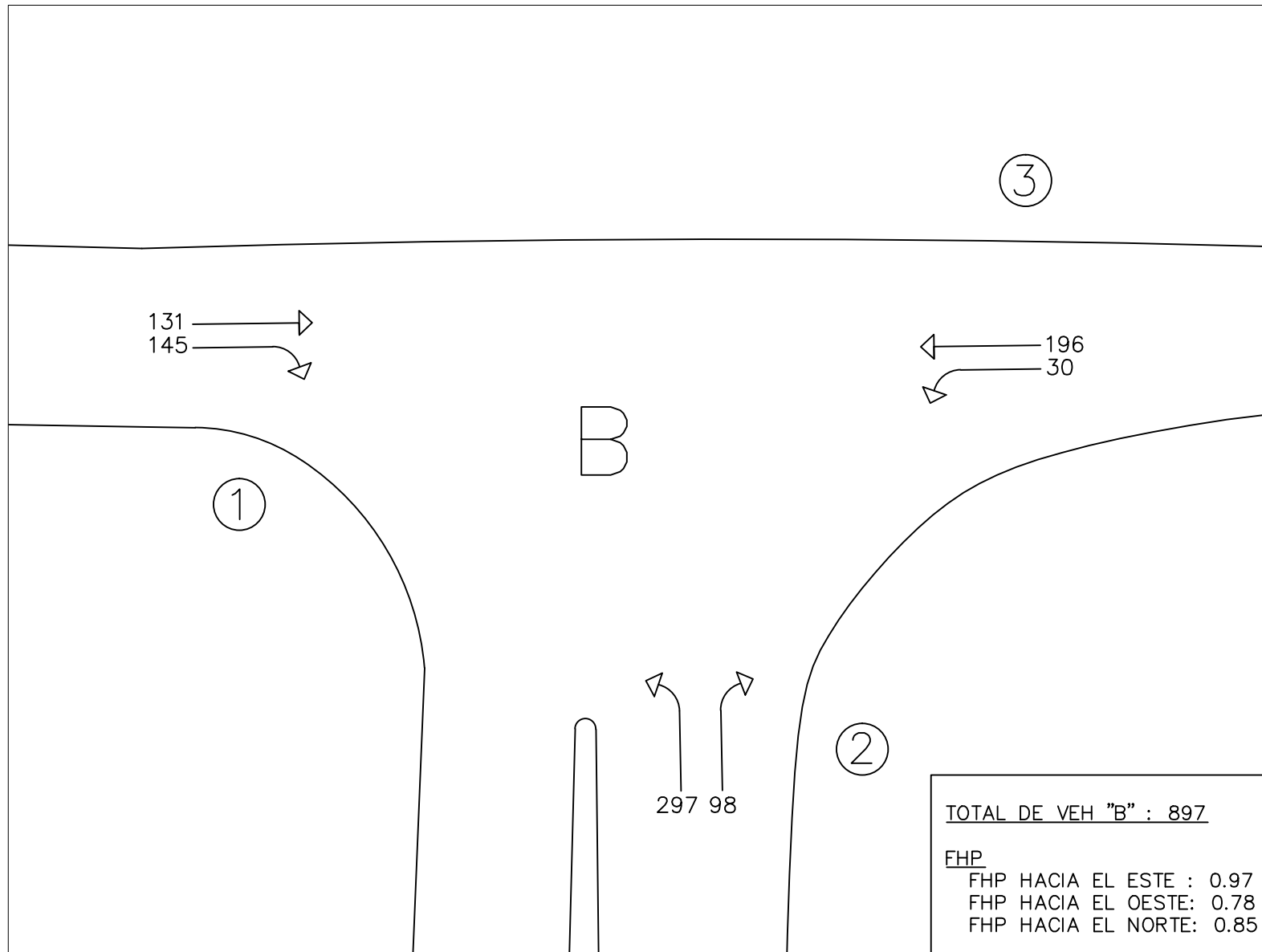
AV. INTERCOMUNAL DE BARBULA CON VIA EDIFICIO DE CIENCIAS BIOMEDICAS Y TECNOLOGICAS



INTERSECCION B

VOLUMENES VEHICULAR (2027) CON S.T.R.M, HORA PICO 5:30 A 6:30 P.M.

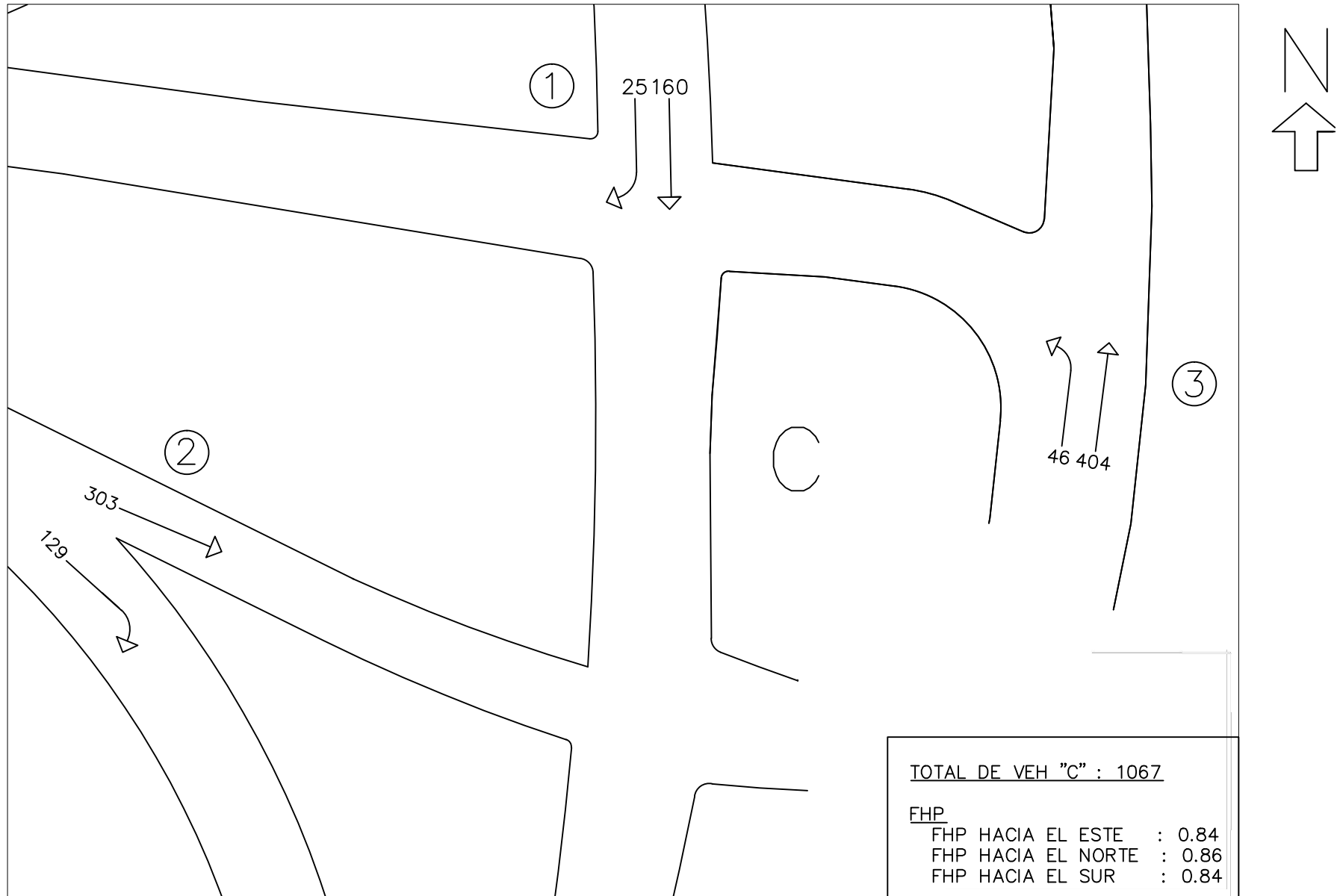
VÍA HOSPITAL DE CARABOBO CON AV. SALVADOR ALLENDE



INTERSECCION C

VOLUMENES VEHICULAR (2027) CON S.T.R.M, HORA PICO 5:30 A 6:30 P.M.

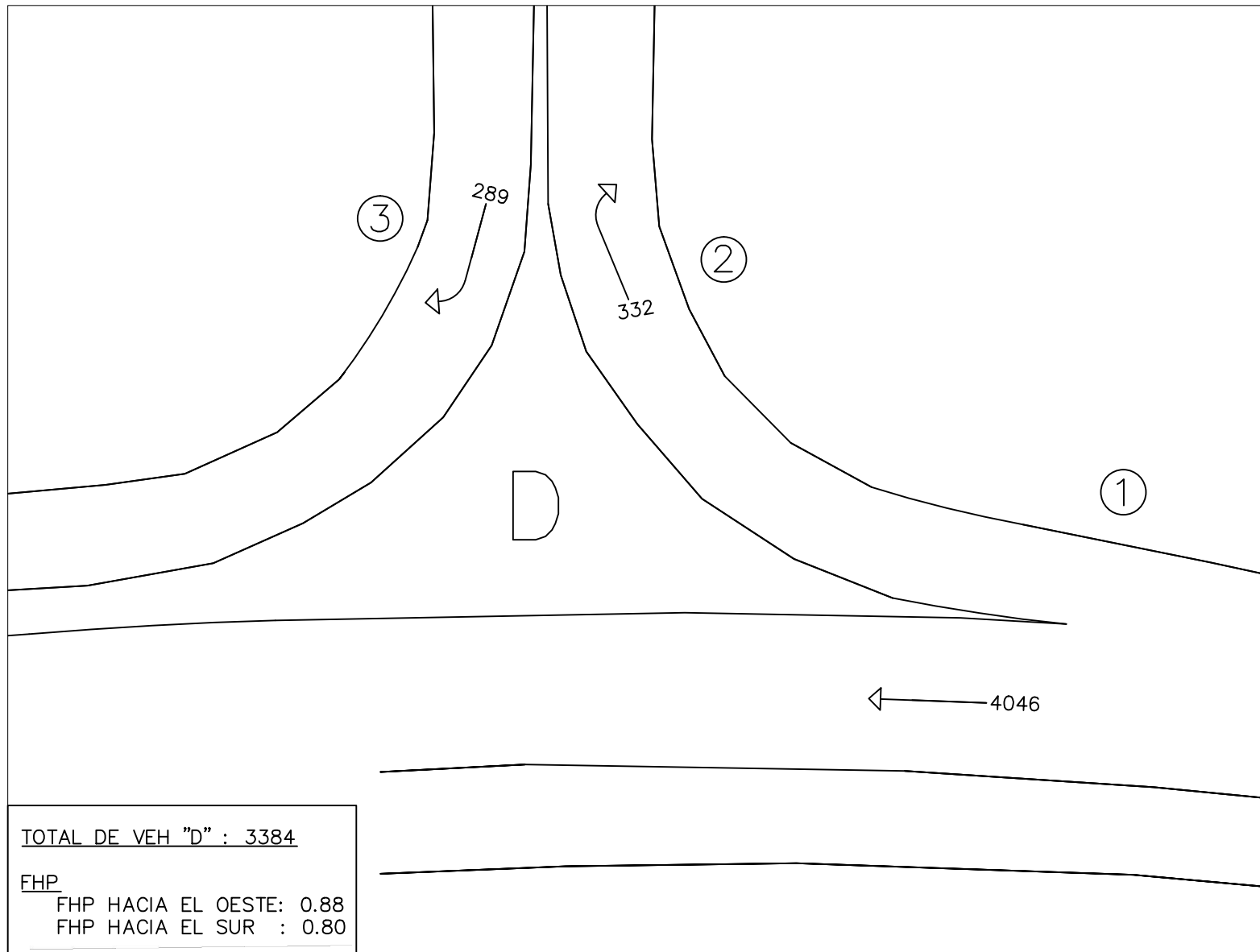
AV. SALVADOR ALLENDE CON AV. ALEJO ZULOAGA

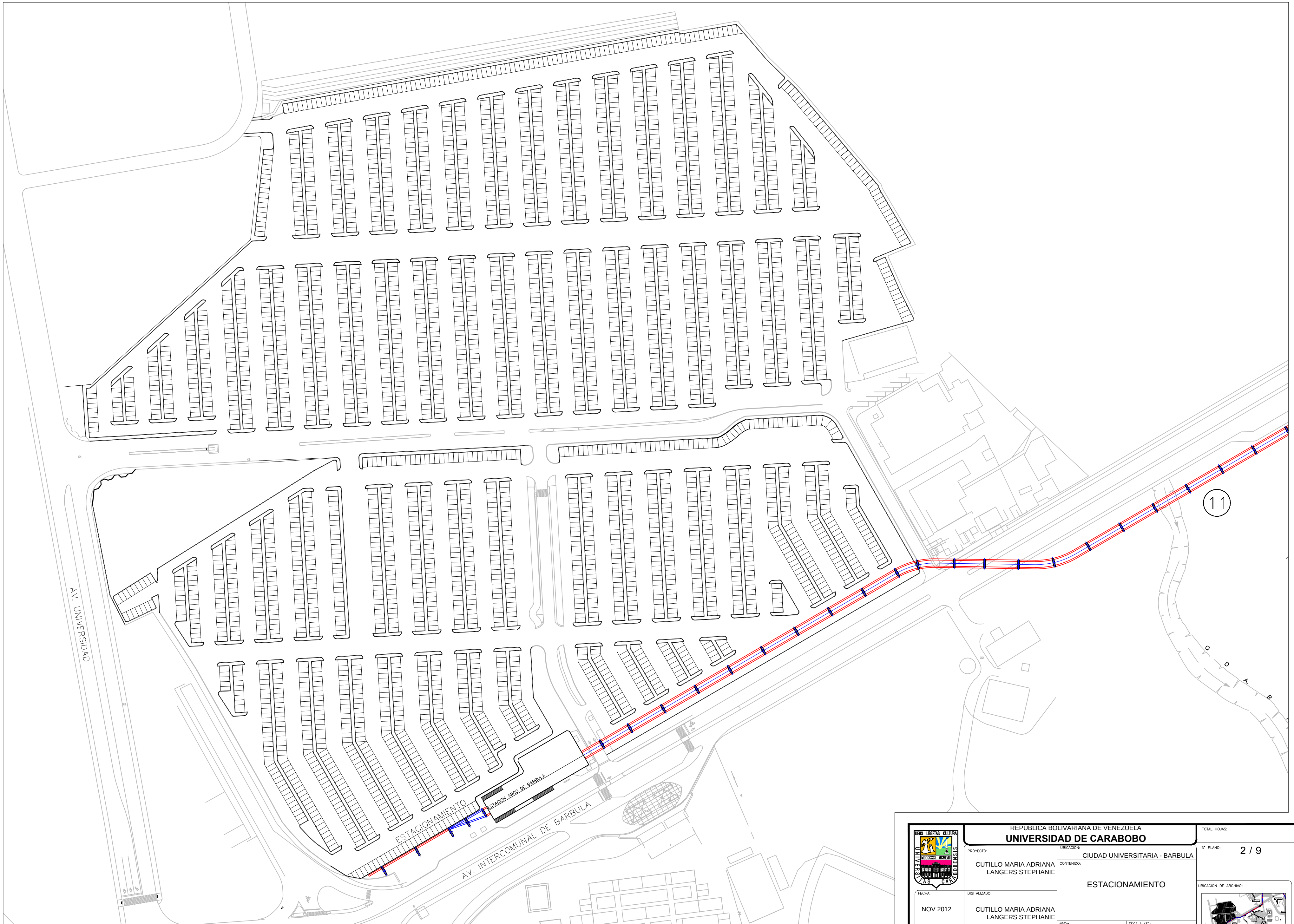


INTERSECCION D

VOLUMENES VEHICULAR (2012) CON S.T.R.M, HORA PICO 5:30 A 6:30 P.M.

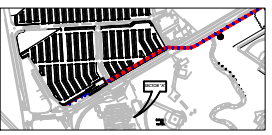
AV. SALVADOR ALLENDE CON AAUTOPISTA BARBULA - GUACARA

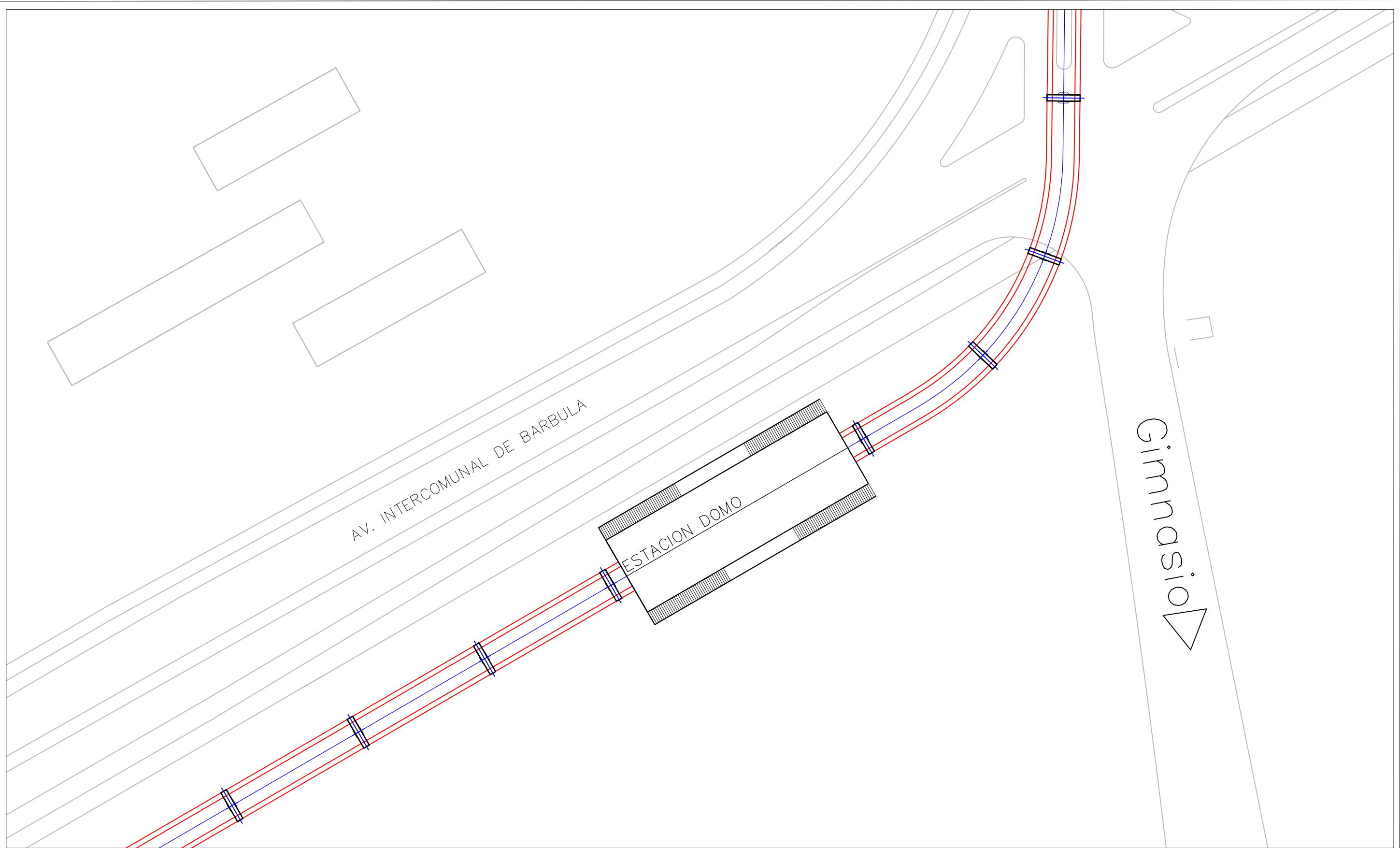


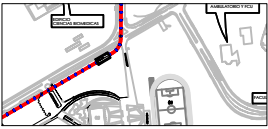


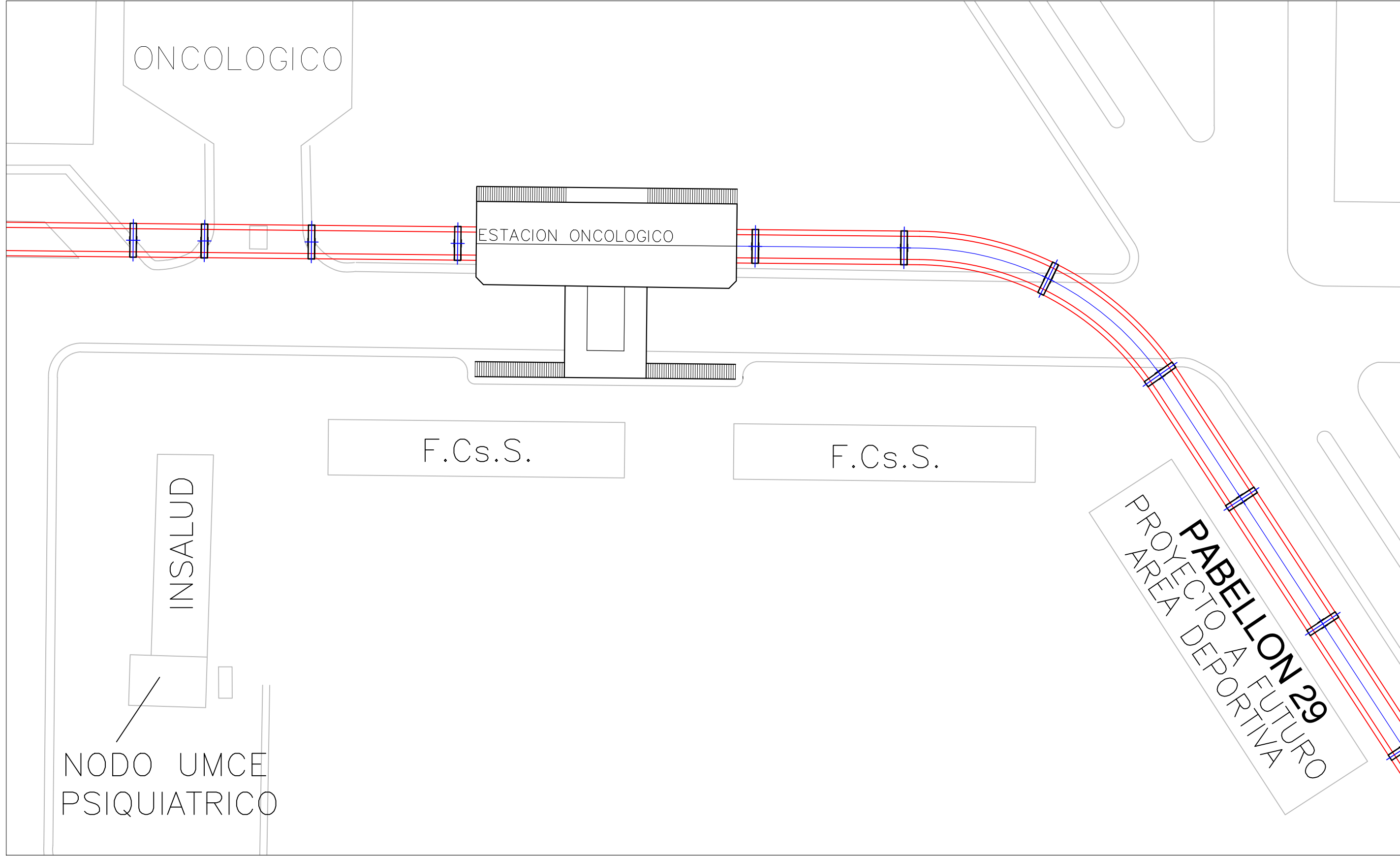
	REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA		TOTAL HOJAS:
	UNIVERSIDAD DE CARABOBO		
	PROYECTO:	UBICACION:	Nº PLANO:
	CUTILLO MARIA ADRIANA LANGERS STEPHANIE	CIUDAD UNIVERSITARIA - BARBULA	2 / 9
FECHA:	DIGITALIZADO:	CONTENIDO:	UBICACION DE ARCHIVO:
NOV 2012	CUTILLO MARIA ADRIANA LANGERS STEPHANIE	ESTACIONAMIENTO	
	AREA:	ESCALA (S):	
		1 : 1250	



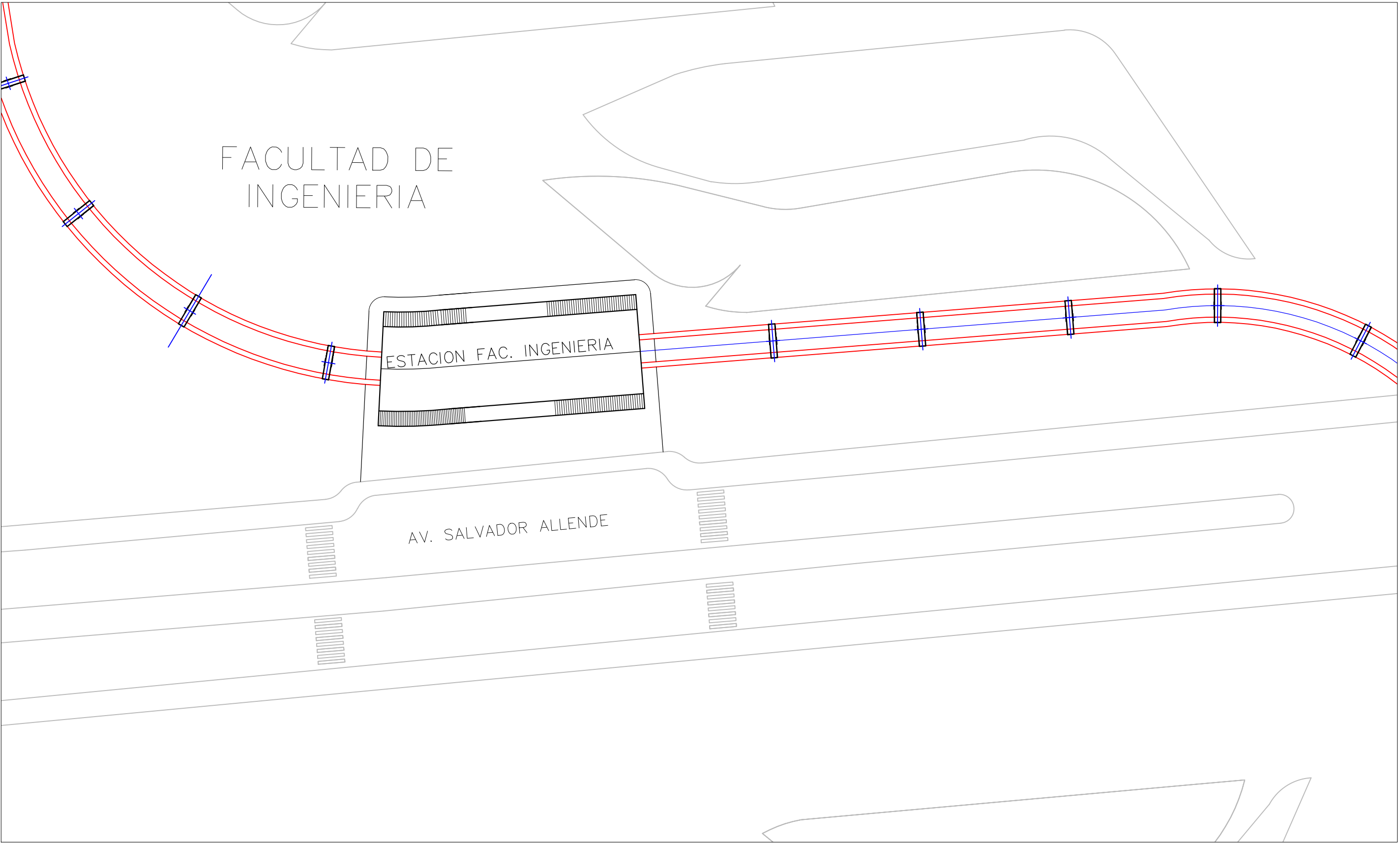
	REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA UNIVERSIDAD DE CARABOBO		TOTAL HOJAS:
	PROYECTO:	UBICACION:	N° PLANO:
	CUTILLO MARIA ADRIANA LANGERS STEPHANIE	CIUDAD UNIVERSITARIA - BARBULA	3 / 9
	DIGITALIZADO:	CONTENIDO:	UBICACION DE ARCHIVO:
FECHA:	CUTILLO MARIA ADRIANA LANGERS STEPHANIE	ESTACION N1: ARCO DE BARBULA	
NOV 2012	AREA:	ESCALA (S):	
		1 : 500	

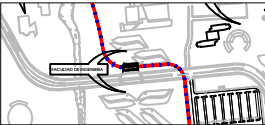


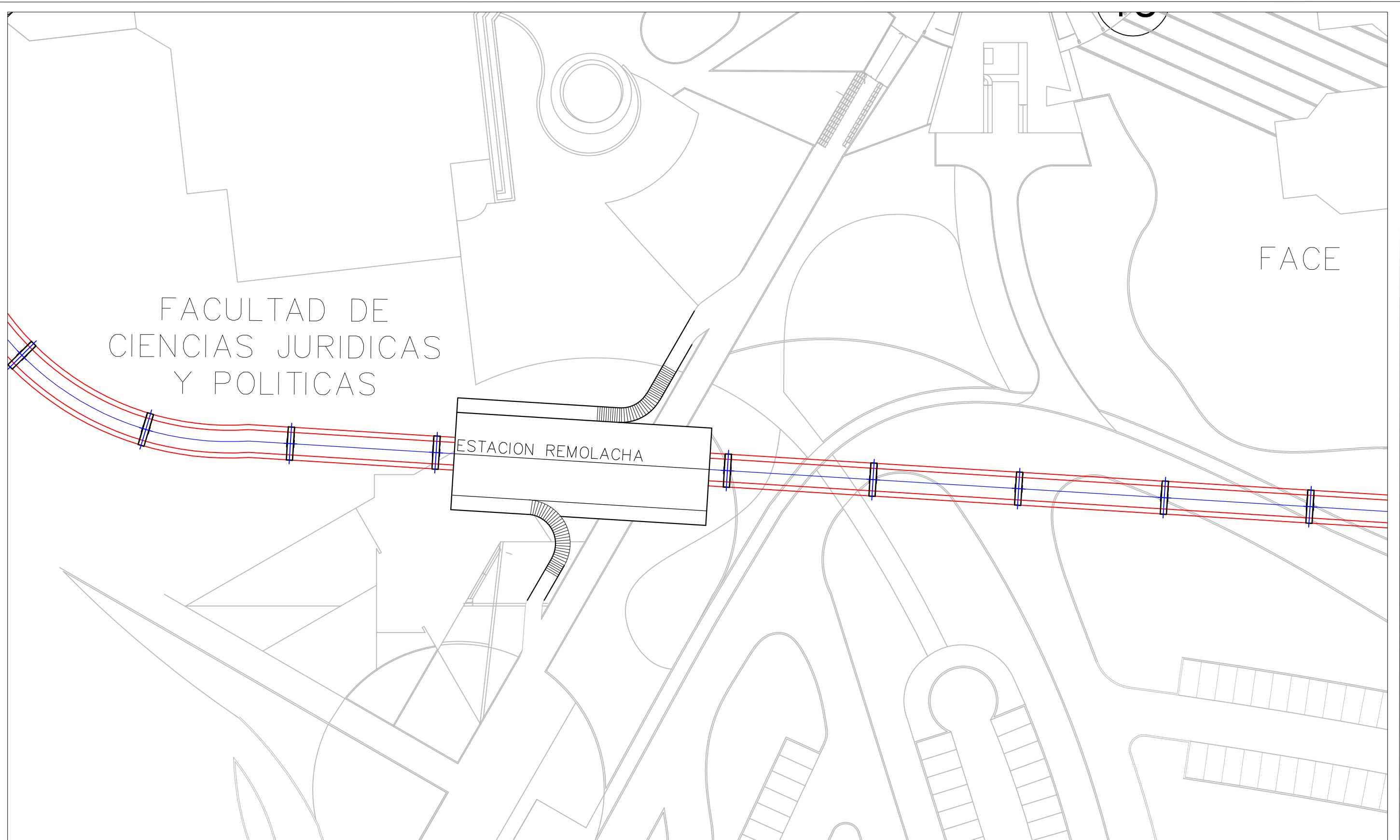
	REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA UNIVERSIDAD DE CARABOBO		TOTAL HOJAS:
	PROYECTO:	UBICACION:	N° PLANO:
	CUTILLO MARIA ADRIANA LANGERS STEPHANIE	CIUDAD UNIVERSITARIA - BARBULA	4 / 9
	FECHA:	CONTENIDO:	UBICACION DE ARCHIVO:
NOV 2012	ESTACION N2: DOMO		
DIGITALIZADO:	AREA:	ESCALA (S):	
CUTILLO MARIA ADRIANA LANGERS STEPHANIE		1 : 500	



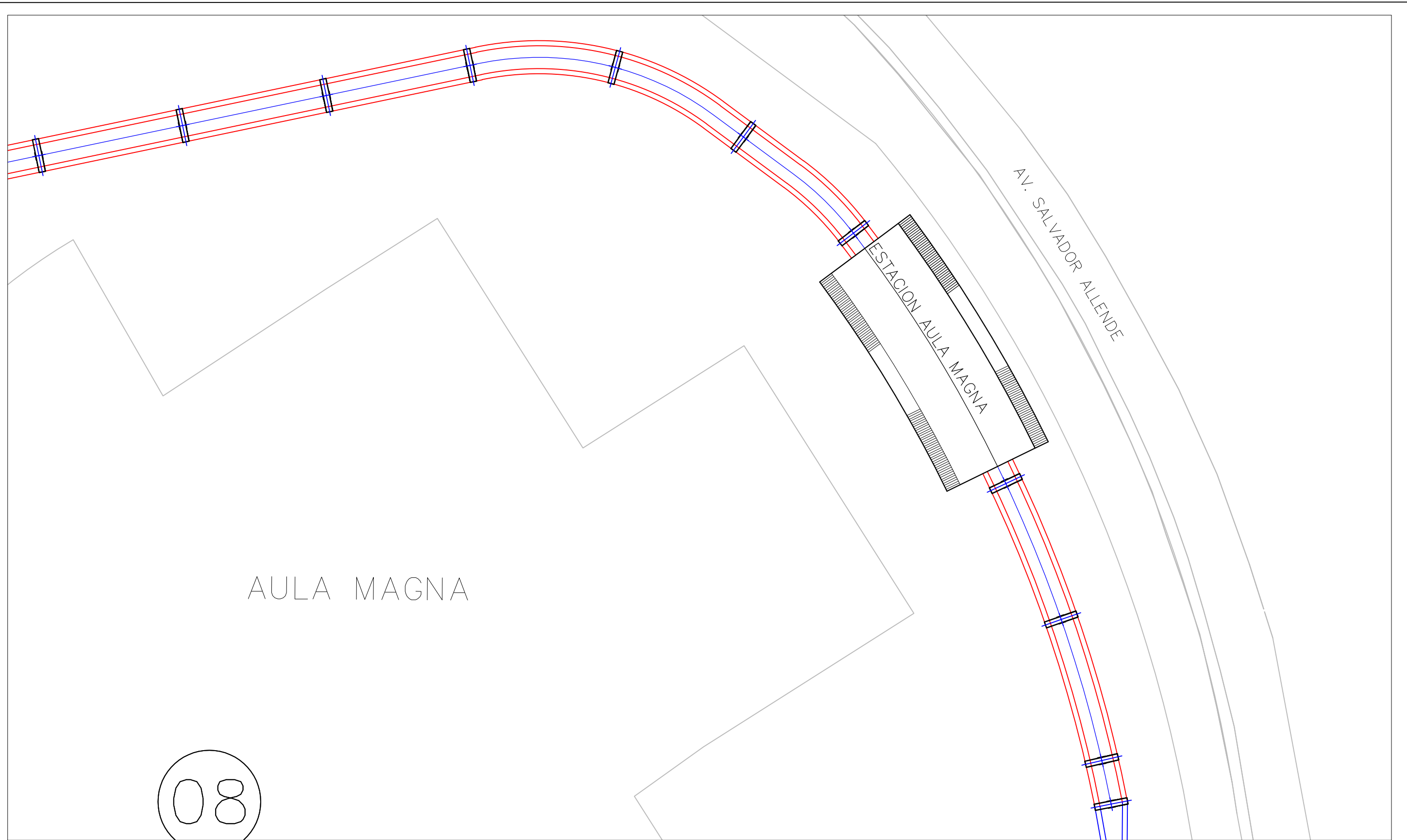
	REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA			TOTAL HOJAS:	
	UNIVERSIDAD DE CARABOBO			N° PLANO: 5 / 9	
	PROYECTO:		UBICACION:	UBICACION DE ARCHIVO:	
CUTILLO MARIA ADRIANA LANGERS STEPHANIE		CIUDAD UNIVERSITARIA - BARBULA			
CONTENIDO:		ESTACION N3: ONCOLOGICO			
FECHA:		ESCALA (S):			
NOV 2012		1 : 500			
DIGITALIZADO:		AREA:			
CUTILLO MARIA ADRIANA LANGERS STEPHANIE					

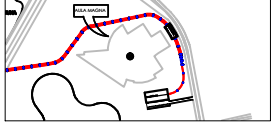


	REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA UNIVERSIDAD DE CARABOBO		TOTAL HOJAS:
	PROYECTO:	UBICACION:	N° PLANO:
	CUTILLO MARIA ADRIANA LANGERS STEPHANIE		CIUDAD UNIVERSITARIA - BARBULA
	CONTENIDO:		
FECHA:	DIGITALIZADO:	ESTACION N4: FACULTAD DE INGENIERIA	UBICACION DE ARCHIVO:
NOV 2012	CUTILLO MARIA ADRIANA LANGERS STEPHANIE	AREA:	
		ESCALA (S):	
		1 : 500	



		REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA UNIVERSIDAD DE CARABOBO		TOTAL HOJAS:	
PROYECTO: CUTILLO MARIA ADRIANA LANGERS STEPHANIE		UBICACION: CIUDAD UNIVERSITARIA - BARBULA		N° PLANO: 7 / 9	
FECHA: NOV 2012		CONTENIDO: ESTACION N5: REMOLACHA		UBICACION DE ARCHIVO: 	
DIGITALIZADO: CUTILLO MARIA ADRIANA LANGERS STEPHANIE		AREA:		ESCALA (S): 1 : 500	



	REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA UNIVERSIDAD DE CARABOBO		TOTAL HOJAS:
	PROYECTO:	UBICACION:	N° PLANO:
	CUTILLO MARIA ADRIANA LANGERS STEPHANIE	CIUDAD UNIVERSITARIA - BARBULA	8 / 9
	DIGITALIZADO:	CONTENIDO:	UBICACION DE ARCHIVO:
FECHA:	CUTILLO MARIA ADRIANA LANGERS STEPHANIE	ESTACION N6: AULA MAGNA	
NOV 2012	AREA:	ESCALA (S):	
		1 : 500	

AULA MAGNA

AREA DE MANTENIMIENTO

AV. SALVADOR ALLENDE



REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD DE CARABOBO

TOTAL HOJAS:

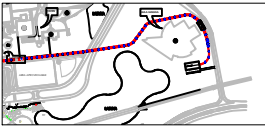
PROYECTO:
CUTILLO MARIA ADRIANA
LANGERS STEPHANIE

UBICACION:
CIUDAD UNIVERSITARIA - BARBULA

N° PLANO: 9 / 9

CONTENIDO:
MANTENIMIENTO

UBICACION DE ARCHIVO:



FECHA:
NOV 2012

DIGITALIZADO:
CUTILLO MARIA ADRIANA
LANGERS STEPHANIE

AREA:
ESCALA (S): 1 : 500