



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROPUESTA PARA LA MODIFICACIÓN DEL ESTACIONAMIENTO DE LA  
TIENDA UNAM PARA MEJORAR LA CIRCULACIÓN VEHICULAR SOBRE EL  
CIRCUITO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA EN EL CAMPUS DE CIUDAD  
UNIVERSITARIA**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO GEOMÁTICO**

**PRESENTAN:**

**SANDRA PAULINA BACA SERVIN**

**IVÁN HERNÁNDEZ GALINDO**

**TUTOR:**

**ING. ADOLFO REYES PIZANO**



MÉXICO, D.F.

2012

## JURADO

Presidente: **ING. JOSÉ BENITO GÓMEZ DAZA**

Secretario: **ING. ERIK DE VALLE SALGADO**

Vocal: **ING. ADOLFO REYES PIZANO**

Suplente 1º: **M.I. ROBERTO ASCENCIO VILLAGÓMEZ**

Suplente 2º: **ING. ERIK MÁRQUEZ GARCÍA**

Sitio donde se desarrolló la tesis:

ESTACIONAMIENTO DE LA TIENDA UNAM, CAMPUS CIUDAD  
UNIVERSITARIA.

TUTOR:

**ING. ADOLFO REYES PIZANO**

---

FIRMA



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

DIVISIÓN DE INGENIERÍAS CIVIL Y GEOMÁTICA  
COMITÉ DE TITULACIÓN  
FING/DIGyG/SEAG/UTIT/28/2012

Señores  
**SANDRA PAULINA BACA SERVIN**  
**IVAN HERNÁNDEZ GALINDO**  
Presente.

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor **ING. ADOLFO REYES PIZANO** que aprobó este Comité, para que lo desarrolle usted conforme a la opción I. "Titulación mediante tesis o tesina y examen profesional", para obtener su título en INGENIERIA GEOMÁTICA.

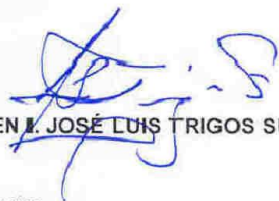
**"PROPUESTA PARA LA MODIFICACIÓN DEL ESTACIONAMIENTO DE LA TIENDA UNAM PARA MEJORAR LA CIRCULACIÓN VEHICULAR SOBRE EL CIRCUITO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA EN EL CAMPUS DE CIUDAD UNIVERSITARIA"**

- I. INTRODUCCIÓN
- II. ANTECEDENTES
- III. CARACTERÍSTICAS DEL CIRCUITO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA
- IV. ESTUDIOS SOBRE EL ESTACIONAMIENTO DE LA TIENDA UNAM
- V. DESCRIPCIÓN DEL ANTEPROYECTO
- VI. DESARROLLO DEL PROYECTO
- VII. CONSIDERACIONES DEL PROYECTO PROPUESTO
- VIII. CONCLUSIONES

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el Título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional

Atentamente  
**"POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU"**  
Cd. Universitaria a 24 de Mayo de 2012  
EL PRESIDENTE DEL COMITÉ

  
M. EN I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ

II.TS/MTH

## Agradecimientos

*A mi mamá, mi papá,  
Caro y Uli, Alex y Oli, Iván y Kory,  
mis maestros y mis amigos quienes estuvieron  
conmigo y me apoyaron en esta etapa y a mi querida  
Facultad de Ingeniería que fue testigo de una  
de las mejores experiencias de mi vida... Gracias*

## Dedicatorias

*A mi mamá y a Caro por creer en mí, alentarme a seguir adelante y perseguir mis sueños.*

*A Iván por ser tú, por el equipo que somos y por estar ahí siempre.*

*A Mina y César por orientarme y apoyarme en todo momento.*

*A Manu y Claudia por todas las aventuras que hemos tenido y que nos faltan por vivir.*

*A J.M.R. por llegar en el momento oportuno y animarme.*

*Kory, me hubiera gustado que estuvieras aquí y llevar a cabo nuestros planes, este trabajo es para demostrarte que lo logré.*

*A C.R.J. y C.R.G. con quienes compartí momentos muy gratos y agradables durante mi estancia en la Universidad.*

**San B.S.**

## Agradecimientos

*A mi familia, maestros y amigos,  
que han estado presente en esta etapa de mi vida y  
me han brindado todo el apoyo para poder salir adelante;  
especialmente a mis papás, hermanos y a mi amiga Sandra,  
que con su cariño y amor sincero e incondicional he logrado ser una  
mejor persona concluyendo satisfactoriamente una etapa de mi vida; a la  
Facultad de Ingeniería de la UNAM, por ser mi alma máter y brindarme las  
herramientas necesarias para mi formación... Por eso y más estoy eternamente agradecido.*

## Dedicatorias

*A mi padre, a mi madre, a mi batallón de herman@s, a mis sobrini@s,  
a mis cuñad@s, es decir, a toda esa comunidad a quien adoro,  
les dedico este trabajo, porque con sus consejos, cariño y  
todo ese gran amor que nos tenemos, a pesar de la  
distancia, siempre estuvieron conmigo más  
cerca de lo que pudiera imaginar y me  
dieron el aliento y apoyo necesario  
para seguir adelante y nunca  
rendirme en el camino de mi  
formación profesional.  
Los amo!*

*A Sandra B.S., por la gran amistad que  
“ambos dos” tenemos y hemos alimentando a lo largo  
de estos cuatro años de amistad, te dedico la parte de este  
trabajo que los dos hemos concluido y que por ti yo formo  
parte también... Siempre lo he sabido, nuestra amistad  
es la más sincera que pueda existir (I'll always be there for you).*

*A mis amigos Clau y Manu  
por el gusto de habernos conocido,  
compartir los buenos momentos de  
nuestras vidas y de pasar de ser buenos  
compañeros de la Universidad a grandes amigos de la Vida.*

*A mis amigos con los que tuve el gusto de coincidir, Mina, Oso,  
Columba, y todos los demás con quien conté y sé  
que puedo seguir contando, de la misma forma  
estaré siempre para ellos, ustedes saben.*

*A Davis P., con el que siempre conté y que tanto me aguantó,  
pasamos una gran etapa y aprendí muchas  
cosas de la vida... (P.S. Guess...)*

*A Taz (M.B.Q.), que un día apareció y llegó para quedarse, justo  
en una de las mejores etapas de mi vida, creciendo profesionalmente  
y como persona, compartiendo tantos intereses y cosas,  
que con su apoyo y aliento aquí vamos adelante.  
Gracias querido colega, gran ingeniero...  
Mi cariño incondicional siempre!*

*Para ustedes con cariño.  
**Iván Hdez. Galindo***

# Índice

	<b>Pág.</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>CAPÍTULO 1. ANTEDECENTES</b>	3
1.1 Características del campus de Ciudad Universitaria	3
1.1.1 Localización geográfica	3
1.1.2 Clima y Fisiografía	4
1.1.3 Geología	6
1.2 Breve historia sobre la construcción del campus	7
1.2.1 Descripción del Sistema Vial	10
1.3 Regulación de los estacionamientos y del Sistema Vial del campus (1985 - 2012)	11
1.3.1 Zonas de problemática vehicular dentro del campus	16
1.4 Justificación y Objetivo	18
<b>CAPÍTULO 2. CARACTERÍSTICAS DEL CIRCUITO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA</b>	20
2.1 Localización	20
2.2 Descripción del sitio	20
2.3 Estudios vehiculares en la zona	22
2.3.1 Estudio de estacionamiento por el registro de placas	23
2.3.2 Capacidad Vial	24
2.3.2.1 Panorama Matutino Real	27
2.3.2.2 Panorama Vespertino Real	29
2.3.2.3 Comparativa entre panoramas reales e idealizados	30
2.3.3 Aforo Peatonal	33
<b>CAPÍTULO 3. ESTUDIOS SOBRE EL ESTACIONAMIENTO DE LA TIENDA UNAM</b>	37
3.1 Ubicación	37
3.2 Características del sitio	38
3.2.1 Registro de ocupación vehicular dentro del estacionamiento para clientes	40
3.3 Topografía del Terreno	40
3.4 Aforo vehicular externo	45
3.4.1 Horario Matutino	45
3.4.2 Horario vespertino	46
<b>CAPÍTULO 4. DESCRIPCIÓN DEL ANTEPROYECTO</b>	48
4.1 Posibles alternativas	48
4.1.1 Estacionamiento subterráneo	54
4.1.2 Estacionamiento por encima del nivel del suelo	55
4.1.2.1 Edificios de estacionamientos abiertos	56
4.1.2.2 Edificios de estacionamientos cerrados	58

---

4.1.3 Estacionamiento mixto	58
4.2 Justificación de la alternativa seleccionada	59
<b>CAPÍTULO 5. DESARROLLO DEL PROYECTO</b>	<b>60</b>
5.1 Diseño del estacionamiento	60
5.1.1 Dimensiones de los coches proyecto	60
5.1.2 Cajones de estacionamiento	62
5.1.3 Rampas	64
5.1.4 Accesos y salidas vehiculares	65
5.1.5 Accesos y salidas peatonales	66
5.1.6 Costo estimado del estacionamiento	67
5.2 Diseño de la Azotea Verde	68
5.2.1 Descripción de la flora	70
<b>CAPÍTULO 6. CONSIDERACIONES DEL PROYECTO PROPUESTO</b>	<b>73</b>
6.1 Afectaciones administrativas	73
6.2 Restricciones legales	73
6.3 Mecánica de Suelos	74
6.4 Modificación a las rutas del transporte del campus	75
6.5 Impacto ambiental en el entorno del campus	77
6.6 Impacto social en el entorno del campus	79
<b>CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES</b>	<b>80</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>iii</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>v</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS E IMÁGENES</b>	<b>vi</b>
<b>REFERENCIAS</b>	<b>x</b>



## Introducción

En la actualidad existe un gran aumento en la demanda de alumnos que ingresan a la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) en el campus de Ciudad Universitaria, repercutiendo en el incremento de vehículos que existe dentro del campus, debido a las diversas facilidades que se ofrecen para adquirir uno. En el campus de Ciudad Universitaria se refleja muy bien ese aumento de vehículos, denotando que los estacionamientos de las Facultades de dicho campus y lugares aledaños a las mismas son escasos o insuficientes para los usuarios.

Con éste incremento en el número de automóviles, existe también la necesidad de aumentar la cantidad de estacionamientos dentro del campus, para que los conductores no se vean forzados a estacionar sus autos en los circuitos de circulación, con lo cual disminuyen los espacios en los que los vehículos circulan y aumenta la inseguridad debido a los robos de autopartes y de los mismos automóviles, así como también la comodidad de traslado y cercanía a sus respectivos destinos en el campus.

Lo que propone éste proyecto es una solución al problema de la falta de lugares en los estacionamientos del campus de Ciudad Universitaria, modificando el estacionamiento de la Tienda UNAM, de ésta forma se optimizará el número de espacios de ese estacionamiento contando con un número de 846 lugares.

Dicho estacionamiento será diseñado primordialmente para que pueda ser utilizado por los automovilistas que se estacionan sobre el Circuito de Investigación Científica (CIC), localizado en la parte noreste del campus dentro del campus; la ubicación del proyecto es adecuado debido a que se encuentra en uno de los accesos al campus, sobre la Avenida Delfín Madrigal, frente a la Estación Universidad del Metro de la Línea 3, en donde se concentra la base de 6 rutas del Pumabús de Ciudad Universitaria. Por ello el traslado a los respectivos destinos de los usuarios del estacionamiento sería más conveniente.

Tomando en cuenta que el proyecto tiene un impacto ambiental en la zona, será colocada una Azotea Verde en el último piso del estacionamiento, para regular este impacto, de ésta forma se rescatará la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel (REPSA), la cual se encuentra dentro del campus de Ciudad Universitaria; dicha Azotea contendrá un matorral xerófilo, que consiste en plantas que para subsistir requieren de poco suelo, se caracterizan por alta capacidad de retención de agua, soportan la exposición solar y los vientos, además de que se adaptan naturalmente a la zona del Pedregal de San Ángel como una opción de jardinería.

La elaboración de este proyecto, resulta muy conveniente para una mejora en el campus de Ciudad Universitaria, optimizando el sistema vial, así como la disposición de lugares para un estacionamiento y el traslado de usuarios; además de poder ampliar la jardinería en la Universidad rescatando a la REPSA.

## Capítulo 1. Antecedentes

### 1.1 Características del campus de Ciudad Universitaria

Ciudad Universitaria (C.U.) es el conjunto de espacios y edificios que conforman el campus principal de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)<sup>i</sup>, se ubica en el Pedregal de San Ángel dentro de la delegación Coyoacán, al suroeste del Distrito Federal, tiene una altitud que oscila entre los 2200 y 2270 metros sobre el nivel del mar. Actualmente tiene un área aproximada de 700 hectáreas<sup>ii</sup> y cuenta con más de 239 construidas<sup>iii</sup>.

#### 1.1.1 Localización geográfica

El campus de C.U. se localiza entre las siguientes coordenadas geográficas:

De Norte a Sur

	Latitud	Longitud
1	19°20'12.96"N	99°11'10.22"O
2	19°18'23.11"N	99°11'0.37"O

De Este a Oeste

	Latitud	Longitud
3	19°18'42.99"N	99°10'20.31"O
4	19°18'50.40"N	99°11'59.67"O



Figura 1) Imagen de Ciudad Universitaria (Google Earth®)

Sus límites urbanos están comprendidos por la Av. San Jerónimo al Noroeste, la Av. Universidad al Noreste, con la Av. Antonio Delfín Madrigal al Este, la Av. del Imán al Sureste, la calle Llanura al Suroeste (a la vez límite con la delegación Tlalpan) y con Jardines del Pedregal al Oeste (que limita con la delegación Álvaro Obregón). Y es atravesada longitudinalmente (Norte-Sur) por la Av. Insurgentes.



Figura 2) Límites de Ciudad Universitaria

### 1.1.2 Clima y Fisiografía<sup>1</sup>

En general, se puede decir que la Ciudad de México tiene clima templado, aunque por su ubicación le corresponde uno más cálido, dado que las temperaturas son modificadas por la altitud, gracias a estudios realizados por el Colegio de Geografía con datos de las estaciones meteorológicas cercanas y dentro del campus, se determinó que Ciudad Universitaria tiene un clima templado subhúmedo con lluvias de verano, con verano fresco, poca oscilación térmica y marcha de la temperatura tipo Ganges, es decir, que el mes más cálido aparece

<sup>1</sup> La fisiografía está definida como la descripción de la naturaleza a partir del estudio del relieve y la litosfera, en conjunto con el estudio de la hidrosfera, la atmósfera y la biosfera. (Villota, 1989).

---

antes del solsticio de verano, la nomenclatura de dicho clima es  $Cw_2i'bg^2$ . La temperatura media está entre 14 y 15° C y tiene una “precipitación media anual de 700 a 900 mm”<sup>iv</sup>.

Ciudad Universitaria está ubicada sobre la provincia fisiográfica “Eje Neovolcánico” sobre el sistema de topoformas “Meseta basáltica malpaís”<sup>v</sup>, lo que le da al campus su característica topografía accidentada con depresiones y elevaciones abruptas.

El campus universitario se encuentra dentro de la región hidrológica 26 “Río Pánuco”, en la cuenca “Rey Moctezuma” y en la subcuenca Lago Texcoco-Zumpango, y dentro de la quinta (V) región hidrológico-administrativa del Distrito Federal<sup>vi</sup>. El río más cercano es el Río Magdalena (casi totalmente entubado) que penetra en la Delegación por el sureste, cerca de los Viveros de Coyoacán se le une el río Mixcoac (entubado), para formar juntos el río Churubusco que sirve como límite natural al norte con la Delegación Benito Juárez<sup>vii</sup>.

Respecto a la flora, dentro del campus existe una gran biodiversidad, la que fue introducida durante la construcción del campus en los jardines y áreas verdes y las 237 hectáreas que pertenecen a la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel (REPSA). Entre las especies de árboles sembrados en la edificación del campus están el eucalipto (*Eucalyptus resinifera*) y la casuarinas o pino australiano (*Casuarina equisetifolia*) que han afectado drásticamente a la biodiversidad por considerárseles invasores, también encontramos amplios jardines de pastos africanos kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y una reforestación intensiva con especies exóticas como azaleas, clavo, piraconto, jacarandas y trueno. La vegetación nativa del pedregal consiste en matorral xerófilo, estos organismos han logrado sobrevivir en condiciones extremas durante muchos años y entre ellas están la oreja de burro, palo loco, agave, hierba de monte, trompetilla, zacatón y retama. “Las plantas con flores que habitan son generalmente herbáceas anuales,

---

<sup>2</sup> Esta clasificación está basada en la clasificación de Köppen modificada por la maestra Enriqueta García (Ortiz, 1980; Sánchez 1990).

que como su nombre lo dice, aparecen cada año y desaparecen hasta el siguiente” (Camarena, 2010: 29)<sup>viii</sup>.

En cuanto a la fauna se refiere dentro del campus existe una notable colección de 37 especies de mamíferos, entre los que destacan 16 de murciélagos y 16 de roedores; alrededor de 106 especies de aves que representan aproximadamente la mitad de las que sobrevuelan la Cuenca de México (de ellas, cuatro son endémicas de nuestro país), también hay tres especies de anfibios asociados a los cuerpos de agua subterráneos y superficiales: una de salamandras y dos de ranas (una endémica); además se han observado tres especies de lagartijas y seis de culebras, como víboras de cascabel y se hallan registradas más de 50 especies de mariposas y arañas<sup>ix</sup>.

### **1.1.3 Geología**

Los estudios geológicos demuestran que la Cuenca del Valle de México se formó por procesos tectónicos y volcánicos ocurridos hace 50 millones de años, está formada en su totalidad por rocas de la era cenozoica donde sólo los períodos terciario y cuaternario tienen presencia<sup>x</sup>. En particular, el sur de la Ciudad de México se encuentra asentado en las faldas de la serranía de las Cruces, lo que formó terrenos compactos, areno-limosos con alto contenido de grava unas veces y otras, por tobas pumíticas bien cementadas. La zona suroeste, se encuentra invadida por el derrame basáltico “El Pedregal”, ocasionado por “las manifestaciones de vulcanismo del Xitli al pie del Ajusco hace 2400 años” (Marsal, 1959: 7), como consecuencia, los terrenos de Ciudad Universitaria contienen rocas de origen volcánico, principalmente basalto de reciente formación<sup>xi</sup>.

## 1.2 Breve historia sobre la construcción del campus

En 1929, nacen los planes de construir el campus de Ciudad Universitaria inspirados en una tesis que presentan dos alumnos de arquitectura que proyectaban un plan para desarrollarse en el pueblo de Huipulco localizado al sur de la Ciudad de México, pero fue hasta 1946 cuando por decreto del presidente Manuel Ávila Camacho se formula y se aprueba la “Ley sobre fundación y construcción de Ciudad Universitaria”<sup>3</sup> que se dio origen oficialmente al desarrollo de la misma.

Para realizar el plano del proyecto, el entonces rector convocó a un concurso de ideas en la Escuela Nacional de Arquitectura, donde fueron seleccionados los arquitectos Mario Pani y Enrique del Moral, entre otros, como directores del proyecto, el cual fue presentado en marzo de 1947 e incluía las principales zonas del conjunto y el posible sistema vial. Para mayo de 1949 se cambió el criterio para el sistema vial, meses antes de iniciar su construcción en el mismo año, adoptándose un sistema de circulación continua de dos sentidos, el sistema Herrey<sup>4</sup> de trazo libre que permite una velocidad constante y se adapta bien a la topografía accidentada de la zona<sup>xii</sup>, además de enfatizar con esta nueva propuesta en la ubicación y conexión de los estacionamientos.

A finales de 1951, estuvo terminada la construcción de Ciudad Universitaria y el 22 de marzo de 1954 el presidente Ruiz Cortínez inauguró los primeros cursos, pero fue hasta 1967 que comenzaron las etapas de ampliación del campus, dentro de las que se incluía a los estacionamientos de las Facultades de Arquitectura e Ingeniería, así como la creación de nuevos espacios<sup>xiii</sup>. La Universidad ha continuado creciendo desde entonces.

---

<sup>3</sup> Publicada en el Diario Oficial de la Federación de 6 de Abril de 1946.

<sup>4</sup> Este sistema elimina los cruces e intersecciones en ángulo recto y evita los semáforos.



Figura 3) Vista aérea de Ciudad Universitaria, Enero 1952.

### 1.2.1 Descripción del Sistema Vial

Como se mencionó anteriormente, el criterio que se utilizó para las vialidades fue un sistema de circuitos de circulación continua de dos sentidos. Actualmente este sistema consta de varios circuitos, los de mayor afluencia son: Circuito Escolar Interior (CEI), Circuito Escolar Exterior (CEE), y Circuito de Investigación Científica (CIC), mientras que el Circuito Mario de la Cueva y el Circuito Cultural Universitario presentan poco tránsito vehicular en comparación con los anteriores.

La sección transversal de las vialidades es de 10 metros de ancho, excepto en la vialidad que se localiza frente a los edificios de las Facultades de Filosofía y Letras, Derecho y parte de Economía, en la cual la sección transversal es de 9 metros<sup>xiv</sup>. “Los anchos de los camellones son variables y van desde separadores de un metro hasta los de dimensiones de más de 15 metros” (Flores, 2004: 11)<sup>xv</sup>, esto se debe a que algunos de ellos son Zonas de Amortiguamiento<sup>5</sup> de la REPSA (véase Anexo 1).

<sup>5</sup> Las áreas de la Reserva Ecológica sujetas a uso restringido para protección ambiental cuya presencia permite reducir el efecto de los disturbios antropogénicos sobre las zonas núcleo (áreas de la REPSA sujetas a protección estricta).



Los accesos de entradas y salidas con las que cuenta el campus se muestran en la siguiente tabla:

Entradas	Salidas
Puerta Principal ubicada sobre Av. Universidad	Puerta Principal ubicada sobre Av. Universidad
Av. Cerro del Agua	Av. Cerro del Agua
Av. Antonio Delfín Madrigal (metro CU)	Av. Antonio Delfín Madrigal (Tienda UNAM)
Av. del Imán	Av. del Imán
Av. Insurgentes Sur (Centro Cultural Universitario)	Av. Insurgentes Sur (Centro Cultural Universitario)
Av. Insurgentes Sur (Metrobús Ciudad Universitaria)	Av. Insurgentes Sur (Metrobús Ciudad Universitaria)
Av. Insurgentes Sur (Rectoría)	Av. Insurgentes Sur (Rectoría)
Av. Insurgentes Sur (Psicología)	Av. Insurgentes Sur (Psicología)
Av. Insurgentes Sur (Circuito Mario de la Cueva)	Av. Insurgentes Sur (Circuito Mario de la Cueva)
Av. Insurgentes Sur (Circuito Escolar CU)	Av. Insurgentes Sur (Circuito Escolar CU)

Tabla 1) Entradas y salidas de Ciudad Universitaria

A continuación se muestra una imagen de como se encuentra el campus actualmente:

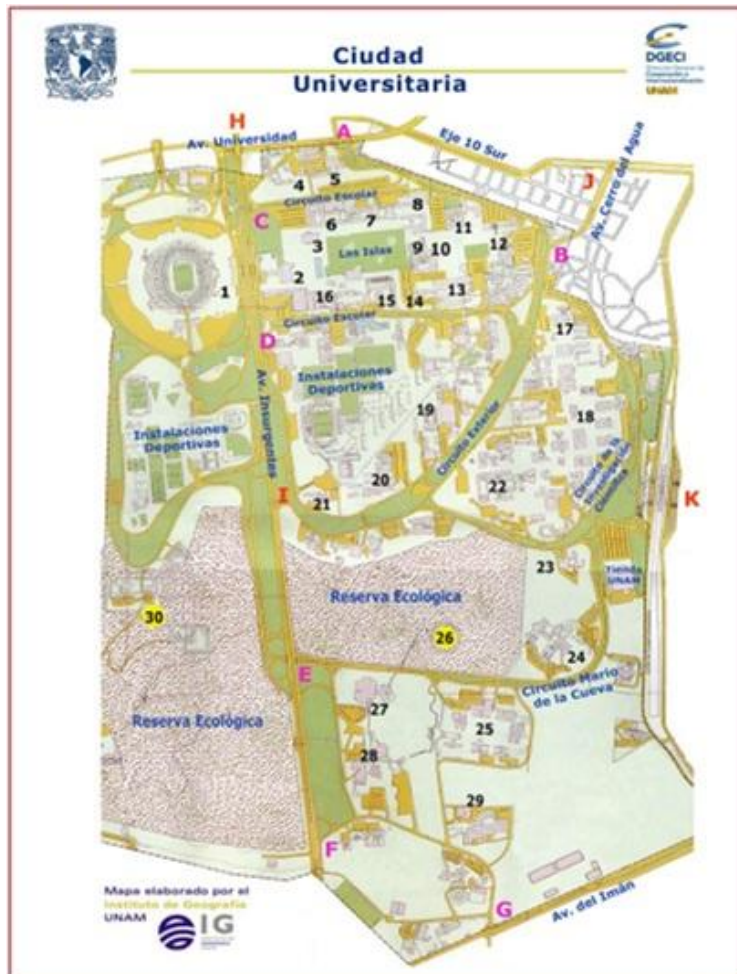


Figura 4) Mapa de Ciudad Universitaria

<b>1</b>	Estadio Olímpico México 68	<b>16</b>	Facultad de Arquitectura	<b>A</b>	Av. Universidad
<b>2</b>	Torre de Rectoría	<b>17</b>	Fac. de Med., Veterinaria y Zootecnia	<b>B</b>	Av. Cerro del Agua
<b>3</b>	Biblioteca Central	<b>18</b>	Institutos de Investigación Científica	<b>C</b>	Av. Insurgentes (FFyL)
<b>4</b>	Facultad de Psicología	<b>19</b>	Anexo de la Facultad de Ingeniería	<b>D</b>	Av. Insurgentes (Centro Médico)
<b>5</b>	CEPE	<b>20</b>	Fac. de Contaduría y Administración	<b>E</b>	Av. Insurgentes (Dirección Sur)
<b>6</b>	Facultad de Filosofía y Letras	<b>21</b>	Escuela Nacional de Trabajo Social	<b>F</b>	Av. Insurgentes (CCU)
<b>7</b>	Facultad de Derecho	<b>22</b>	Facultad de Ciencias	<b>G</b>	Av. Del Imán
<b>8</b>	Facultad de Economía	<b>23</b>	Inst. de Investigaciones Antropológicas	<b>H</b>	Metrobús (Parada Dr. Gálvez)
<b>9</b>	Torre II de Humanidades	<b>24</b>	Fac. de Ciencias Políticas y Sociales	<b>I</b>	Metrobús (Parada C.U.)
<b>10</b>	Of. de Fomento a la Internacionalización	<b>25</b>	Centros e Institutos de Humanidades	<b>J</b>	Metro (Estación Copilco)
<b>11</b>	Facultad de Odontología	<b>26</b>	Espacio Escultórico	<b>K</b>	Metro (Estación Universidad)
<b>12</b>	Facultad de Medicina	<b>27</b>	Biblioteca y Hemeroteca Nacionales		
<b>13</b>	Facultad de Química	<b>28</b>	Centro Cultural Universitario		
<b>14</b>	CELE	<b>29</b>	Museo de Ciencias Universum		
<b>15</b>	Facultad de Ingeniería	<b>30</b>	Jardín Botánico e Instituto de Biología		

---

---

### 1.3 Regulación de los Estacionamientos y del Sistema Vial del campus (1985-2012)

Al edificarse el campus, la ubicación de los estacionamientos en Ciudad Universitaria se dividió en tres rubros: 1) estacionamientos a orillas de los edificios, como en el caso de la Facultad de Ingeniería, Arquitectura o Ciencias Políticas, entre otras, 2) estacionamientos alternados con las edificaciones, como en los casos de las Facultades de Ciencias, Química, Medicina y otras más y 3) aquellos estacionamientos para casos especiales como Rectoría y Estadio Olímpico<sup>xvi</sup>.

En 1985, comenzó la problemática por la incorporación automóbiles en las instalaciones de Ciudad Universitaria ante la incidencia creciente de robo de vehículos dentro del campus universitario, con lo cual se puso en operación un plan denominado "Estacionamientos Controlados" para disminuir los episodios del ilícito citado; donde en un principio se controlaron solo los estacionamientos de la zona cultural.

Para 1987, aumentaron las solicitudes por trabajadores y académicos, para obtener mayor vigilancia en los estacionamientos del campus universitario, por razones de inseguridad y el creciente número de vehículos de la comunidad universitaria<sup>xvii</sup>, es por ello que en septiembre de ese mismo año se lleva a cabo una reestructuración del servicio de vigilancia en el campus y se crea el programa "Auxilio UNAM"<sup>xviii</sup>, que apoyó a las solicitudes de estudiantes, académicos y trabajadores [dicho programa aun continua en funcionamiento. No fue sino hasta 1992 cuando se realizó un acuerdo entre autoridades y sindicato de la UNAM para regularizar al personal que operaba los estacionamientos del campus, lo que mejoró la calidad y seguridad del servicio<sup>xix</sup>.

En 1999, la Dirección General de Servicios Generales (DGSG) determinó destinar los sitios de estacionamiento cercanos a Facultades e Institutos para uso exclusivo de los profesores, esto con el fin de agilizar su llegada y estancia en Ciudad Universitaria. Esta práctica continuó con el tiempo, restringiendo cada vez más el

uso de los estacionamientos, tal es el caso del estacionamiento del conjunto de Ciencias Básicas de la Facultad de Ingeniería (Anexo) hace apenas dos años.

En octubre de 2002, entra en función el programa “Brigada Vial” en el campus de Ciudad Universitaria formado por 40 trabajadores de Protección Civil con el propósito de orientar a la comunidad, disminuir el tráfico y los problemas de estacionamiento, así como circular con mayor seguridad. Esto ante la afluencia diaria de aproximadamente 60 mil vehículos, los casi 200 mil peatones y los más de 25 mil taxis que prestan un servicio ajeno a la Institución. Con dicho programa solo se mitigó la problemática de los taxis, reduciéndolos a cerca de 17 mil unidades<sup>xx</sup>, por ello el programa no perduró.

Para septiembre de 2004, se acrecientan los problemas por falta de sitios de estacionamiento, la primera Facultad en ofrecer una solución fue la de Medicina; la cual ofreció un programa, promovido por su entonces director, que consistía en dejar los automóviles en el estacionamiento número 8 del Estadio Olímpico y trasladarse a la Facultad en autobús o bajo un sistema de préstamo de bicicletas, denominado “Pumas sobre ruedas”, que inicialmente dispuso de 20 unidades y con el tiempo llegó a contar con 95. Dicho programa fue exitoso, agilizo el flujo vehicular en esa parte del circuito y redujo el problema de estacionamientos en esa Facultad<sup>xxi</sup>.

Un año más tarde, en 2005, la Universidad puso en marcha la primera etapa del programa “Bicipuma”, el cual ofreció gratuitamente 200 bicicletas, 11 paraderos y tres mil 650 metros de ciclista para que alumnos, profesores y trabajadores se desplazasen por Ciudad Universitaria, con esta opción, la Dirección General de Atención a la Comunidad Universitaria (DGACU) promovió el uso de un transporte alternativo. Luego del éxito alcanzado con la primera fase, “Pumas sobre Ruedas”, la nueva etapa ofreció a la comunidad universitaria la significativa infraestructura vial y de estacionamiento con que cuenta actualmente<sup>xxii</sup>. El plan “Bicipuma” ha sido reforzado hasta alcanzar las dos mil bicicletas, contar con casi seis kilómetros de ciclista y haber proporcionado más de dos millones de servicios a unos 223 mil

---

---

miembros de su comunidad<sup>xxiii</sup>. En junio de ese mismo año, la DGSG incorpora una nueva ruta (la número 6) que parte del Estadio Olímpico (Estacionamiento 1) y recorre 14 paradas, en apoyo a la idea creativa de la Facultad de Medicina y para mitigar la problemática por falta de lugares estacionamiento<sup>xxiv</sup>.

A finales de 2005, se propuso y se puso en marcha el llamado “Par vial”, proyectado de acuerdo con el “Plan Maestro del campus universitario”<sup>xxv</sup>, el cual consistió en la construcción de un arroyo vehicular adicional que corriera a la par del actual, las modificaciones iniciaron en la desembocadura del Circuito Mario de la Cueva sobre Av. de los Insurgentes -proximidades de la Biblioteca Nacional-, permitiendo transitar frente a las instalaciones principales del Circuito Cultural Universitario (CCU), hacia la zona administrativa exterior y terminando en la Av. del Imán; ello permitió la integración de la zona sur con el resto de la Ciudad Universitaria mediante su conexión con el Circuito Mario de la Cueva<sup>xxvi</sup>. Dos años más tarde, la Torre de Ingeniería con apoyo de la Dirección General de Obras y Conservación (DGOC) desarrolló un proyecto para construir un estacionamiento subterráneo de tres niveles en la zona que ocupan actualmente los estacionamientos superficiales de la Torre de Ingeniería, Facultad de Ingeniería y Actividades Deportivas; aumentando en casi cuatro veces la capacidad actual del mismo<sup>xxvii</sup>, pero este proyecto no ha sido aprobado.

En 2007, ante la inminente selección por la UNESCO<sup>6</sup> de la máxima casa de estudios de México a formar parte del “Patrimonio Cultural de la Humanidad”, se hace público el decreto del Presidente de la República, con fecha de 11 de julio de 2005, que tenía por objeto enfrentar el incremento del parque vehicular que transita o permanece estacionado en la red vial de Ciudad Universitaria que generaba conflictos en sus vías de circulación y afectaba a la comunidad con la consecuente aglomeración, retraso de las actividades y aumento de la contaminación ambiental, sonora y visual; por ende se realizó el análisis y formulación de propuestas para optimizar los flujos de circulación y con ello

---

<sup>6</sup> Acrónimo de Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura por sus siglas en inglés.

---

coadyuvar al desarrollo de la vida institucional. Este análisis arroja el denominado “Plan Integral”, el cual establecía como lineamientos principales: el confinamiento de un carril especial para el transporte interno de la universidad y la prohibición a estacionarse en los carriles laterales y viales de circulación en el Circuito Escolar Interior y otras instalaciones circundantes, una vez que se encontrase en operación el servicio de estacionamientos controlados que operarán en la zona aledaña al Estadio Olímpico Universitario<sup>xxviii</sup>. Ese mismo año entra en práctica el uso de los estacionamientos del Estadio Olímpico Universitario que cuenta con la característica de ser controlados y por ello se implanta, de manera gratuita, una nueva credencial con código de barras para restringir el acceso, únicamente a la comunidad universitaria y mejorar su seguridad<sup>xxix</sup>, aunque los visitantes ajenos a la comunidad universitaria pueden hacer uso de uno de ellos, el número 6, con el pago de una cuota.

Para mayo de 2007, la Facultad de Química pone en marcha un servicio de transporte interno denominado “Quimibús”, promovido por su entonces director, que consistía en una camioneta Urvan con capacidad para 15 personas, que transportaba a personal académico y administrativo entre el conjunto de los edificios y el Metro Universidad, esto en apoyo al decreto presidencial y al programa “Pumabús; un transporte ágil y seguro”. Actualmente continúa en funcionamiento y se compone ya de 4 vehículos<sup>xxx</sup>. El programa “PumaBús”, se pone en práctica ese mismo año, dicho programa mejoró las rutas ya establecidas del Sistema de Transporte Interno dentro del campus (rutas 1 a 6) y adicionaba dos rutas nuevas (rutas 7 y 8) con una flota de vehículos nuevos, adquiridos por la Universidad para la implementación del “Plan integral”<sup>xxxí</sup>; es importante mencionar que el sistema de transporte interno de la Universidad siempre ha sido gratuito y que actualmente cuenta con 12 rutas en respuesta a las necesidades de la comunidad Universitaria. La red de rutas del “PumaBús” conecta a la mayoría de los conjuntos de Ciudad Universitaria, con los espacios destinados a estacionamiento en el Estadio Olímpico Universitario, la estación del metro Universidad (donde se encuentra el paradero principal) e inclusive con la estación del metrobús Ciudad Universitaria creada en marzo de 2008<sup>xxxii</sup>.

---

A principios de 2008, se pone en práctica el “Plan de servicio social vial” con la participación de 169 alumnos del servicio social que fungían como apoyo vial con señalizaciones manuales, principalmente para el auxilio peatonal en los cruces de mayor afluencia. Para septiembre de 2009, se aplica una prueba piloto para solución a conflictos viales por el gran número de vehículos circulantes y la aglomeración del transporte gratuito de la Universidad por el uso extendido de las rutas que viajan sobre el Circuito Escolar Interior y que conectan con los estacionamientos del Estadio Olímpico<sup>xxxiii</sup>; la prueba consistió en la implantación de un puente peatonal temporal y un semáforo en el cruce que tiene el campus universitario hacia la calle Paseo de las Facultades, en torno a la Facultad de Odontología y cercano a la estación del metro Copilco, para la sustitución del “Plan de servicio social vial”. El resultado de dicha prueba fue la instalación de semáforos en 17 cruces peatonales y vehiculares en el campus universitario, y una campaña de cultura vial para la comunidad universitaria<sup>xxxiv</sup> de la mano de una consultora privada que había realizado estudios para el diagnóstico de la operación, oferta y la demanda vial y de estacionamientos en Ciudad Universitaria desde hacía dos años, misma que había diseñado dos rutas del sistema PumaBús al implantar el uso de los estacionamientos del Estadio Olímpico Universitario<sup>xxxv</sup>.

En enero de 2010, surge un hecho revolucionario en Ciudad Universitaria en materia de estacionamientos con la construcción del Posgrado de Derecho, que integraba dos cuerpos (edificios) con estructuras de acero y tres niveles, en el que se incluía en el extremo norte un estacionamiento con el mismo número de niveles, con capacidad para 52 automóviles<sup>xxxvi</sup>. Exactamente, un año más tarde, la Universidad pone en función la primera aula-laboratorio para personas con discapacidad en la Dirección General de Cómputo y de Tecnologías de Información y Comunicación (DGTIC), en donde por primera vez se adecuaron lugares de estacionamiento destinados a este núcleo de la comunidad universitaria<sup>xxxvii</sup>.

Actualmente, Ciudad Universitaria cuenta con un total de 58 estacionamientos controlados, de los cuales 23 son de cuota y 35 gratuitos. Todos los vehículos que

---

---

ingresan a estos estacionamientos cuentan con un seguro contra robo total del vehículo. Aunado a lo anterior, existen también 75 estacionamientos no controlados<sup>xxxviii</sup>.

### **1.3.1 Zonas de problemática vehicular dentro del campus**

El día de hoy, a casi 60 años de la edificación de C.U., se han construido más de 54 hectáreas en CU desde 1990 y la demanda académica y estudiantil asciende a cerca de 150 mil personas en el campus<sup>xxxix</sup>. En cifras estratosféricas, diariamente transitan por sus instalaciones más de 300 mil peatones, aunado a esto, los entre 110 mil y 120 mil vehículos, de los cuales entre 20 mil y 25 mil son taxis, ello ha conllevado a problemáticas similares a las de una urbe moderna: contaminación, delincuencia, inseguridad, sobrepoblación, problemas viales y falta de espacios adecuados para estacionamiento, uno de los principales gravantes de los problemas de tráfico en el campus, éstos últimos se encuentran íntimamente ligados y han sido el eterno batallar de la Universidad durante los últimos 26 años<sup>xl</sup>.

En respuesta, la Universidad ha implementado diversos programas a lo largo de los años para intentar mitigar la problemática vial entre los que destacan: “Estacionamientos Controlados”, “Auxilio UNAM”, “Brigada Vial”, “Cultura vial”, “Quimibús”, “Bicipuma” y “PumaBús”, estos últimos como parte del “Plan Integral”, implementado por decreto federal desde 2005, en pos del nombramiento del campus como “Patrimonio Cultural de la Humanidad” por la UNESCO en 2007, programa que ha tenido mayor impacto en cuanto importancia y mejoramiento sobre el campus. Dicho plan consistió principalmente en confinar al Sistema de Transporte Interno (STI) gratuito de la Universidad a un carril exclusivo, implementar la prohibitiva de estacionarse en el Circuito Escolar Interior (CEI), implantar un sistema de semáforos en diversos cruces y destinar los espacios de estacionamiento del Estadio Olímpico Universitario (EOU) a la comunidad estudiantil y visitante del campus.



Pese a ello y aunque los estacionamientos del EOU pueden albergar a más de 2 mil 600 automóviles, sobrepasando la actual demanda, esto no ha resuelto del todo la problemática vial. Aun existen, en horas críticas, conflictos que involucran a cerca de 2 mil 400 personas y más de 700 vehículos en una sola intersección por hora, diversos problemas ocasionados por las superposición y la desincronización de las rutas que circulan por el CEI, así como la demora y conflictos para trasladarse desde los estacionamientos del EOU hasta la parte Noreste del campus, esto último ha propiciado que la comunidad universitaria que hace uso de esa parte, alejada del EOU, busque alternativas a dichas dificultades; siendo la principal, el uso indiscriminado del Circuito de la Investigación Científica (CIC) y de parte del Circuito Escolar Exterior (CEE) como estacionamientos 'improvisados' en uno o ambos sentidos de los circuitos y sobre uno o los dos lados dejando un sólo un carril de circulación (figura 5), adicionando problemática vial a la ya existente.

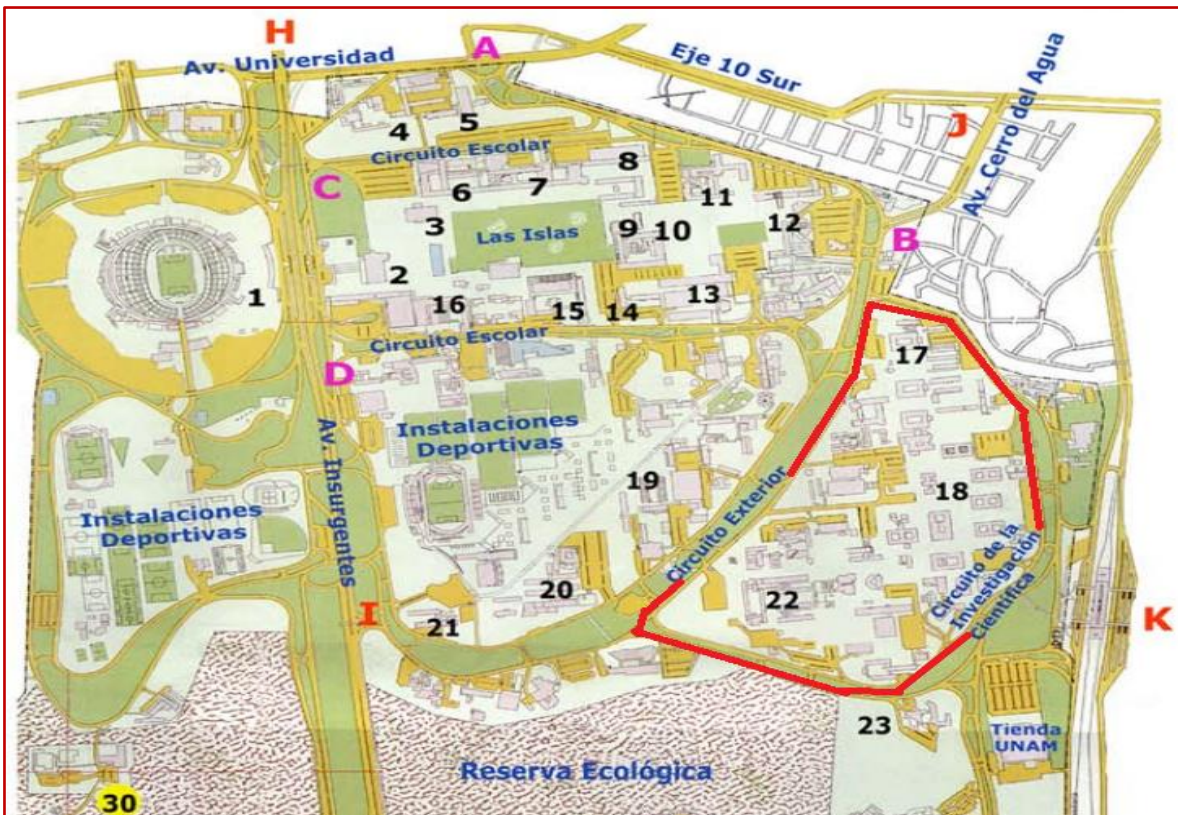


Figura 5) Zonas de conflicto vehicular en la parte noreste del campus

También se presentan afectaciones en los accesos de entrada y salida del campus, generalmente en las siguientes intersecciones y en especial en horas

pico: por la mañana entre 8:00 y 9:00, por la tarde entre 14:00 y 15:30 y por la noche entre 19:30 y 20:30<sup>xli</sup>:

- Av. Insurgentes con Eje 10 Sur
- Av. Universidad con Eje 10 Sur
- Av. Revolución con Eje 10 Sur
- Av. San Jerónimo con Paseo del Pedregal
- Eje 10 Sur con Av. Cerro del Agua

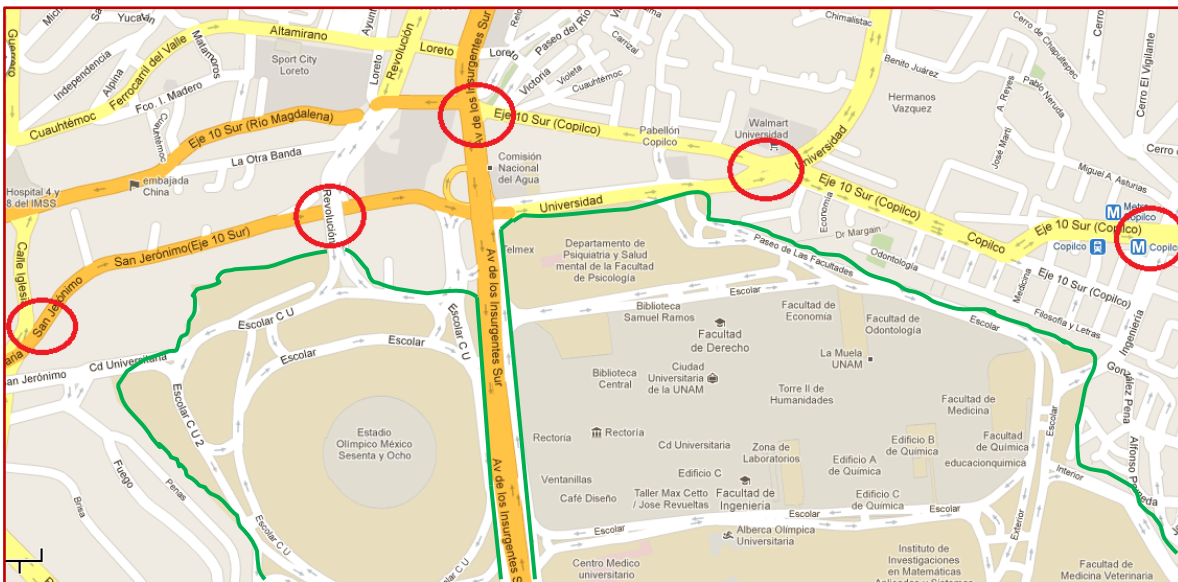


Figura 6) Zonas de conflicto vehicular en accesos de entrada y salida del campus

## 1.4 Justificación y Objetivo

El campus de Ciudad Universitaria (CU) fue diseñado en la década de los 50's, motivo por el cual los encargados (Pani y Del Moral) consideraron el proyecto en función de una demanda académica y estudiantil de 25 mil personas como máximo, aunque supusieron que este número sería superado en algún momento. Con el crecimiento de la Ciudad de México, la Ciudad Universitaria que en un principio se estableció en los límites de la metrópoli, ahora está rodeada de avenidas principales como Av. Insurgentes o Eje 10 Sur, asentamientos poblacionales y por ende zonas comerciales, de tal forma que los accesos de

entrada y salida resultan insuficientes para regular la alta densidad vehicular que circula en el interior del campus, la cual genera intenso tránsito en horas pico, contaminación sonora, visual y auditiva e inseguridad, entre otros.

Analizando la problemática existente y los diversos factores que la provocan, esta tesis tiene como objetivo principal el desarrollo de una posible alternativa que solucione los conflictos viales en la zona Este del campus, específicamente comprende la modificación del estacionamiento de la Tienda UNAM para que pueda ser utilizado por los automovilistas que se estacionan sobre el Circuito de Investigación Científica.

Para el desarrollo de esta posible alternativa hemos de tomar en cuenta el comportamiento del aforo vehicular dentro y alrededor de la Tienda UNAM, las características del terreno (rasgos topográficos), las consideraciones legales y administrativas así como impacto social y ambiental en el entorno del campus.

Con todo esto se busca que el desarrollo de la presente, sea el ofrecimiento de una nueva idea que, sujeta a un análisis posterior por especialistas inmersos en la materia, pueda servir de posible alternativa ante la problemática vial que sucede actualmente en Ciudad Universitaria a fin de combatirla y en ánimos de mitigarla, o bien, como complemento a futuros planes de desarrollo del campus.

Son pocos los trabajos de este tipo desarrollados por la comunidad universitaria y como parte de ella, hemos enfrentado diversas situaciones provocadas por la problemática vial al trasladarnos dentro del campus y consideramos que es importante ayudar a los universitarios que circulan por C.U. y apoyar a los programas que aplica la Dirección General de Servicios Generales para disminuir los conflictos viales.

## Capítulo 2. Características del Circuito de Investigación Científica

### 2.1 Localización

El Circuito de Investigación Científica (CIC) se ubica en la parte Noreste del campus y está delimitado por las siguientes coordenadas geográficas:

	Latitud	Longitud
1	19°19'53.57"N	99°10'42.53"O
2	19°19'44.76"N	99°10'31.53"O
3	19°19'32.67"N	99°10'29.72"O
4	19°19'20.76"N	99°10'41.32"O
5	19°19'26.48"N	99°10'57.21"O
6	19°19'38.46"N	99°10'47.72"O

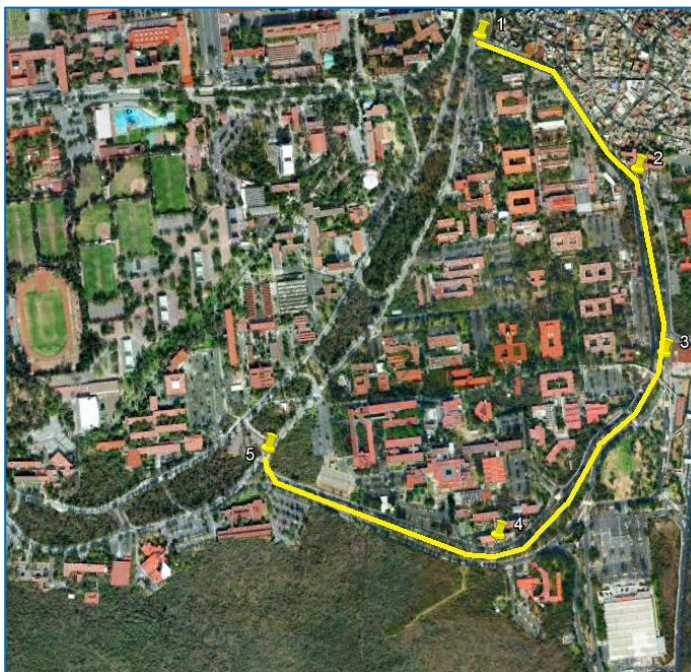


Figura 7) Imagen de Google Earth®

### 2.2 Descripción del sitio

El CIC tiene una longitud cercana a los 1.8 km y agrupa a la mayoría de los Institutos y Programas de Investigación, también se encuentran Facultades que originalmente estaban dentro del campus original (sobre el Circuito Escolar Interior) y que debido al incremento de la población estudiantil fueron destinadas a ocupar un nuevo lugar en este sitio. A continuación se enlistan las edificaciones que se encuentran en el área aproximada de 438,292 m<sup>2</sup> del CIC<sup>i</sup>:

- Facultad de Medicina, Veterinaria y Zootecnia.
- Instituto de Ciencias del Mar y Limnología.

- Instituto de Fisiología Celular.
- Instituto de Geofísica.
- Instituto de Geografía.
- Centro de Ciencias de la Atmósfera.
- Coordinación de la Investigación Científica.
- Facultad de Química (anexos: Edificio D, Conjunto E y Edificio F).
- Instituto de Astronomía.
- Instituto de Física.
- Instituto de Geología.
- Instituto de Matemáticas.
- Instituto de Química.
- Facultad de Ciencias.
- Instituto de Ciencias Nucleares.
- Instituto de Investigaciones en Materiales.
- Instituto de Biología
- Instituto de Neurobiología
- Laboratorios de Investigación en diferentes áreas.

Cuenta con 10 estacionamientos controlados de los cuales sólo 2 son para alumnos, los restantes tienen acceso exclusivo a profesores e investigadores. Las rutas del PumaBús que rodean el CIC son 1 y 2, pero también están la ruta 6 que pasa sobre el Circuito Escolar Exterior que hace parada en la Facultad de Ciencias y en el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICMyL) y la ruta 3 que tiene una parada en el Conjunto D y E de la Facultad de Química antes de integrarse al Circuito Mario de la Cueva. La ruta 12 es una ruta especial que se implementó para cubrir la demanda de la población universitaria que labora en los Institutos y tiene paradas en la Coordinación de Investigación Científica, el Instituto de Materiales, el Instituto de Química y el ICMyL.



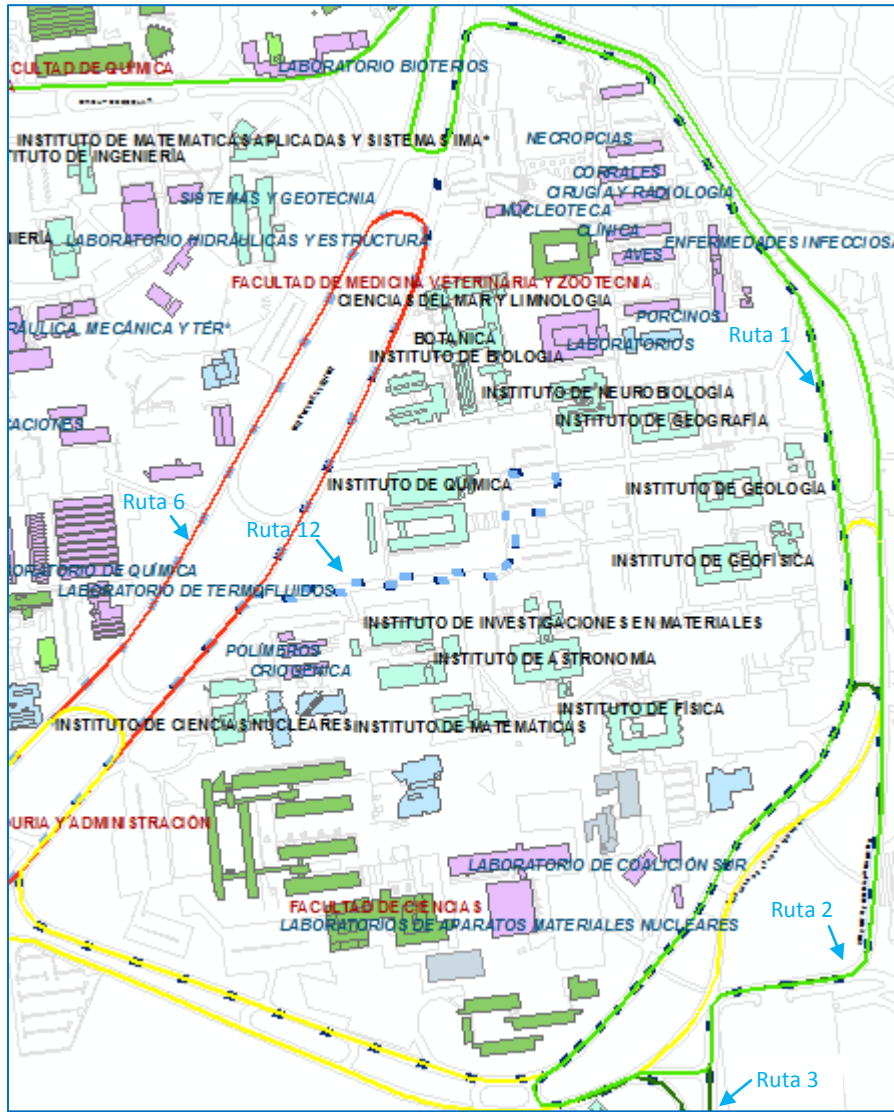


Figura 8) Circuito de Investigación Científica y rutas del PumaBús, (Segura, 2011).

### 2.3 Estudios vehiculares en la zona

Partiendo de considerar que en promedio un vehículo en permanece estacionado un promedio de 20 horas al día, resulta indispensable que todos los proyectos de urbanismo contemplen no sólo espacio suficiente para ubicar los vehículos, sino además seleccionar sitios adecuados que permitan a los usuarios trasladarse a su destino en el menor tiempo posible y evitar lo que actualmente sucede en el campus, que la demanda de estacionamientos es mayor que la oferta de sitios cercanos destinados para ello. Esto ocasiona la invasión de los carriles reduciendo drásticamente la capacidad de las vías, lo que a su vez genera los conocidos

efectos de congestión, efecto que se extiende al carril adyacente que puede quedar bloqueado en ciertos momentos, por las maniobras para estacionarse o dejar el lugar de estacionamiento, principalmente en horas pico.

Los estudios de estacionamiento que se realizaron fueron para determinar la demanda que existe en esta área del campus y verificar sus necesidades físicas, con el fin de adoptar medidas para mejorar la capacidad de las vías adyacentes.

### **2.3.1 Estudio de estacionamiento por el registro de placas**

El propósito principal de este estudio es determinar el índice de rotación<sup>1</sup>, aunque también se emplea para determinar el tiempo de permanencia, acumulación, tipo de vehículos, estacionamiento ilegal, entre otros indicadores. El registro de las placas se realiza de forma manual, por observadores a pie y aunque generalmente se utilizan técnicas de muestreo para reducir los costos seleccionando los sitios representativos del área de estudio y del tipo de estacionamiento, para estudios de demanda, se realiza el registro de todos los vehículos estacionados incorrectamente en la zona.

El periodo de estudio seleccionado fue de las 7:00 a las 20:30 horas, haciendo recorridos en 3 horarios: matutino (7:00 – 9:00 am), vespertino (13:45 – 15:45 pm) y nocturno (18:30 – 20:30 pm) que se encuentran dentro de las horas pico en el campus. Para propósitos de la presente, se decidió realizar el estudio durante la semana escolar activa, es decir de lunes a viernes y por periodo de un mes.

Para capturar la información se empleó el formato de campo “*Rotación en el CIC*” (véase Anexo 2). En el primer recorrido se registraron las placas de todos los vehículos que se encontraban estacionados; para los siguientes recorridos, si uno de los vehículos observados en el anterior recorrido, continuaba estacionado, se anotaba un signo similar a “√”, por el contrario si el vehículo ya no se encontraba,

---

<sup>1</sup> Se define como el número promedio de vehículos estacionados por día.

se anotaba un signo “-”. Si aparecía un nuevo vehículo, se anotaba la placa de éste en un nuevo formato o bien se escribía el signo “-” cuando el espacio estaba vacío.

La información obtenida fue condesada en la siguiente tabla:

Turno/Tiempo	No. De vehículos nuevos	No. De vehículos concurrentes mat/vesp	No. De vehículos concurrentes mat/vesp/noct	No. De vehículos concurrentes vesp/noct	Total
Matutino 7.00 - 9.00 am	700	0	0	0	700
Vespertino 13.30 - 15.45 pm	550	150	0	0	700
Nocturno 18.30 - 20.30 pm	300	0	20	30	350

Tabla 2) Índice de rotación en el CIC.

### 2.3.2 Capacidad Vial

La capacidad vial es la representación del máximo número de vehículos que pueden pasar por un punto dado durante un periodo específico sometido a las condiciones prevalecientes del camino, la circulación y las condiciones de control<sup>ii</sup>.

Para estudios de esta índole es de suma importancia considerar la precisión que se desea lograr y las restricciones, tanto económicas como de recursos humanos, disponibles para su ejecución; ello conllevará a la selección del método que será utilizado para la adquisición de información. Estudios de este tipo existen actualmente en la Universidad, pero no se encuentran disponibles por haber sido realizados por una consultora privada, es por ello, que una gran ventaja fue contar con el análisis de capacidad vial y comportamiento del tránsito modelado por el Ingeniero Argumedo Velázquez en su trabajo de tesis<sup>2</sup> para la obtención del grado de Maestro en Sistemas de Transporte, con ello se reduce drásticamente el trabajo a realizar de la presente, en el desarrollo de este tema, y se apoya en elementos obtenidos específicamente para el campus universitario.

<sup>2</sup> Análisis macroscópico del tráfico vehicular en Ciudad Universitaria [tesis]. México, Universidad Nacional Autónoma de México. 2006.



En cuanto a los estudios del aforo, se consideró para el vehicular el método “manual” y para el peatonal los métodos de origen-destino.

El Maestro Argumedo se baso en el método Origen-Destino (O-D) para la obtención de panoramas de traslado (flujo con “intenciones”) en el campus universitario y zonas de atracción de tráfico, variables que posteriormente utilizó en un modelo iterativo de asignación de tráfico mediante un Sistema de Información Geográfica, adecuado para análisis de transporte (SIG-T), llamado TransCAD©. Bajo este modelo, el flujo entre cada par O-D es cargado en la red vial, basado en el tiempo de viaje entre diferentes rutas por las cuales pudiera existir tráfico, esto es que cada usuario elegirá la mejor alternativa dentro de las rutas posibles para llegar a su mismo destino minimizando el tiempo de viaje de acuerdo a las condiciones de tráfico de la red y no necesariamente tomará la ruta más corta en longitud<sup>iii</sup>.

En cifras el O-D arroja que al campus de Ciudad Universitaria (CU) llegan en auto particular el 26% de los usuarios de licenciatura, el 80% de los de posgrado, el 100% de los investigadores y solo el 10% del personal administrativo. Para la hora de llegada y salida del campus utilizó dos filtros que expone como horas críticas, uno de 8 a 9 de la mañana para la llegada y otro de 6 a 7 de la tarde para la salida<sup>3</sup>. Los datos se muestran en la siguiente tabla 3<sup>iv</sup>:

Horario	Licenciatura	Posgrado	Investigadores
8 - 9 am	10.40%	24%	40%
6 - 7 pm	15.60%	0.80%	60%

Tabla 3) Resultados del O-D.

En referencia a la capacidad, modeló dos panoramas para cada hora crítica, uno basado en la ‘realidad’ con la capacidad vial reducida por los autos estacionados en los circuitos, recordando que el muestreo influye directamente en la precisión del modelado, y otro bajo un esquema idealizado donde no existen autos

<sup>3</sup> Estos periodos de análisis se relacionan a las horas pico de la Ciudad de México, con base en información de aforo vehicular de puntos alrededor de la zona (Argumedo, 2006).

estacionados sobre la red vial universitaria; estos modelos nos ofrecieron una perspectiva de que pudiese suceder si se retiraran los vehículos del sistema vial universitario. El trabajo de Argumedo abarca completamente la red vial universitaria, es por ello que para interés de la presente, se centró la selección de la información en los sectores de afectación directa del sitio seleccionado, sometiéndola a análisis (véase figura 9). Los resultados del análisis del trabajo se presentan a continuación:

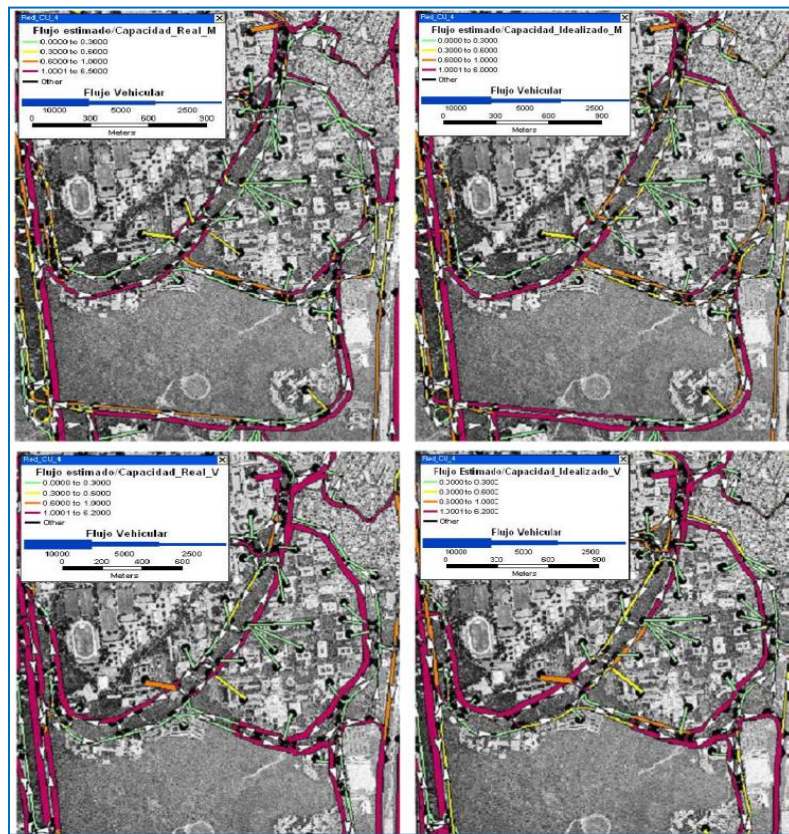
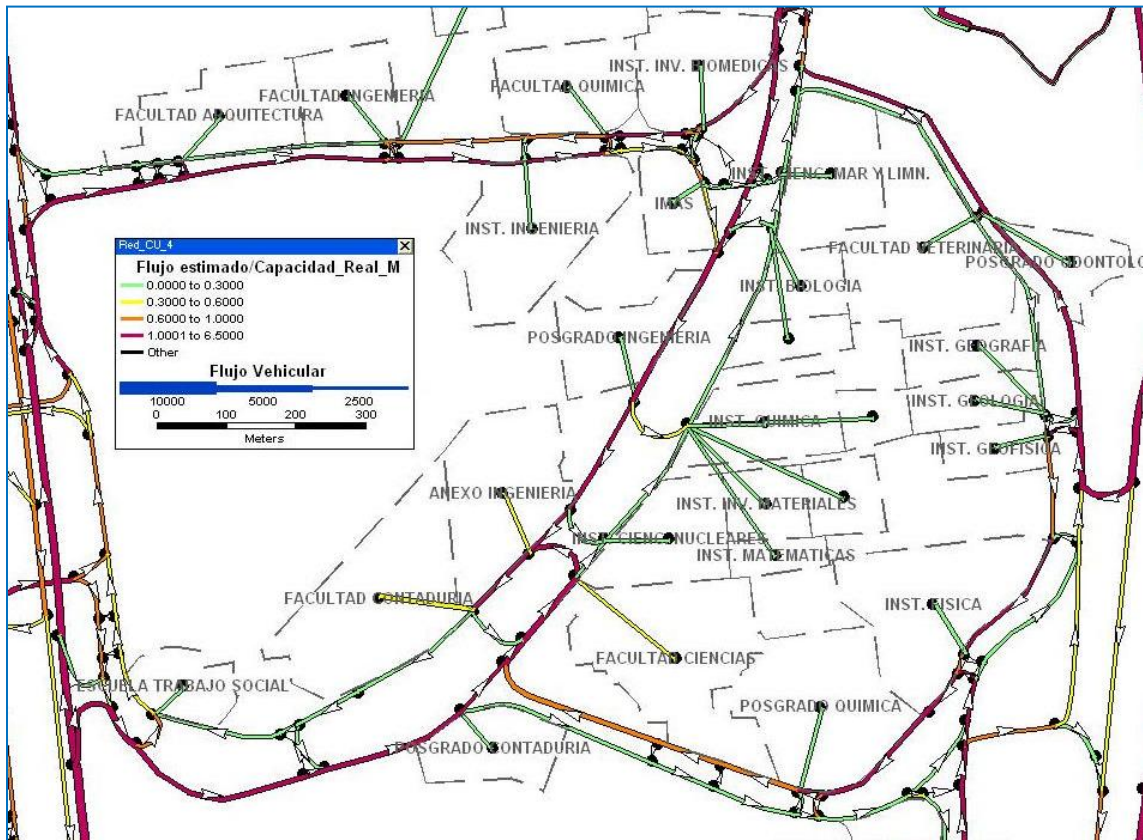


Figura 9) Mapas de asignación de tráfico para el campus (Argumedo, 2006).Matutino real (arriba izquierda), Matutino idealizado (Arriba derecha), Vespertino real (abajo izquierda) y Vespertino idealizado (abajo derecha).Los colores representan el nivel de ocupación de la capacidad de las vialidades: verde de 0 a 30%, amarillo de 30 a 60%, naranja de 60 a 100% y rojo más de 100% , éste último indica que por la vialidad están circulando mayor cantidad de vehículos del que puede albergar, provocando largas filas y demoras.

### 2.3.2.1 Panorama Matutino real



*Figura 10) Mapa de asignación de tráfico para el campus (Argumedo, 2006). Panorama Matutino real.*

Tomando avenida de los Insurgentes se denota que desde Subestación Eléctrica (véase figura 10), en dirección Sur-Noreste sobre el Circuito Escolar Exterior (CEE), se presenta congestión a partir de la Escuela Nacional de Trabajo Social (ENTS) hasta el comienzo del Posgrado de Contaduría debido a los vehículos que se estacionan sobre el Circuito. Una vez franqueando el Posgrado de Contaduría, la carga vehicular desciende ligeramente, hasta el entronque con el Circuito de la Investigación Científica (CIC), donde aumenta de manera importante, generando uno de los cuellos de botella más importantes a la altura de la Facultad de Ciencias, propiciado por la carga vehicular proveniente del Circuito Escolar Interior (CEI) que tiene como destino estacionarse en la zona comprendida entre el Posgrado de Contaduría (PG), el Instituto de Ciencias Nucleares (ICN) el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICMyL), así como las partes del circuito frente a la Facultad de Ciencias (FC). Desde la FC, la

congestión se disipa y el flujo vehicular cae dentro del rango de 0 a 30%, es decir flujo casi libre, hasta llegar al otro extremo del entronque con el CIC a la altura del ICMYL.

Sobre el CIC, desde el acceso de entrada a la Universidad del metro universidad, se presenta otro congestionamiento grave, debido a la entrada importante de flujo desde este acceso y a los vehículos estacionados sobre este Circuito; pero una vez pasando el Posgrado de Odontología, la congestión tiene un descenso gradual hasta su entronque e incorporación con el CEE a la altura del ICMYL.

En el sentido opuesto sobre el mismo CIC, pero en la dirección Norte-Sur, flujo vehicular se encuentra dentro del rango de 0 a 30% (flujo casi libre), hasta el Instituto de Geología, donde debido a los vehículos estacionados en el circuito y aquellos que se incorporan desde el sentido opuesto de este circuito, el flujo asciende al rango de 60 a 100% de la capacidad de la vía hasta el Instituto de Física, a partir de donde el flujo asciende de nuevo, dando valores mayores que 100% debido a la incorporación de flujo proveniente del Circuito Mario de la Cueva. Pero a partir del Posgrado de Química, el rango ya es de 60 a 100% hasta el entronque con el Circuito Exterior a la altura de la Facultad de Ciencias, a partir de donde el flujo desciende gradualmente hasta la avenida de los Insurgentes.



### 2.3.2.2 Panorama Vespertino Real

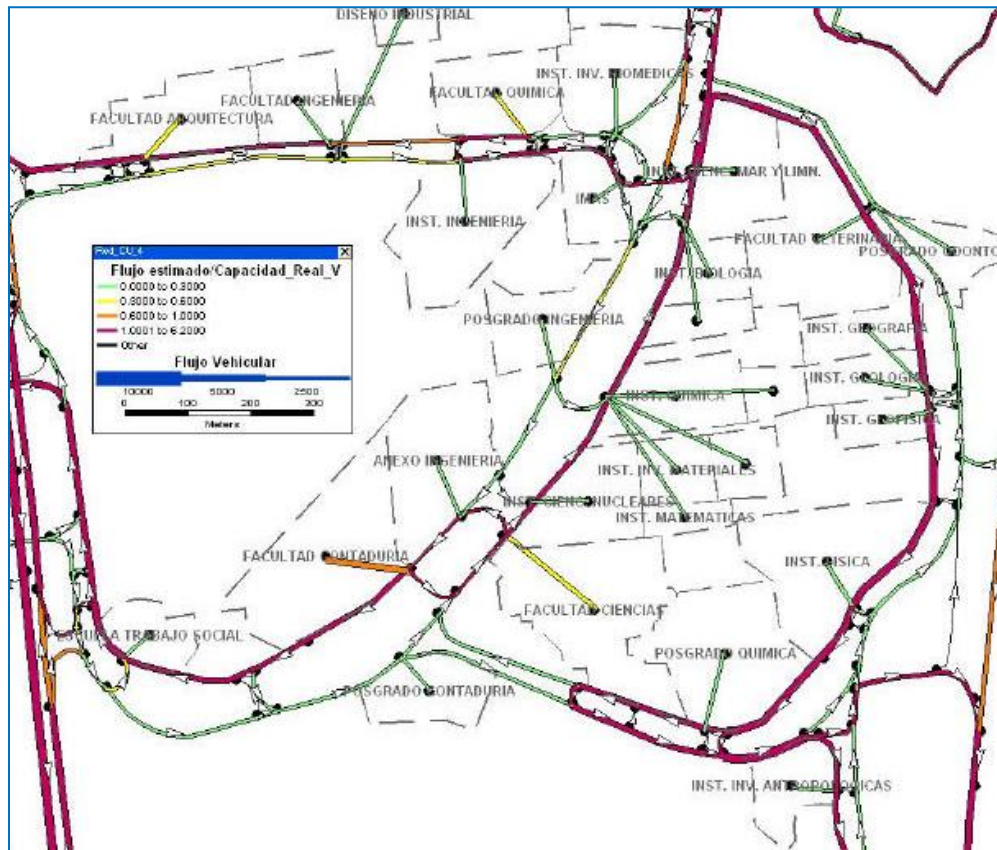


Figura 11) Mapa de asignación de tráfico para el campus (Argumedo, 2006). Panorama Vespertino real.

En este horario (véase figura 11), el flujo vehicular que se incorpora a la Universidad por el acceso de la parada del metrobús Ciudad Universitaria sobre Av. Insurgentes al CEE no encuentra congestionamiento vehicular desde ENTS hasta el entronque con el CIC, a la altura del PC, una vez dejado atrás el PC se muestra un aumento gradual e importante del congestionamiento, desde la FC y hasta el ICMYL. A partir de este último Instituto se muestra otro cuello de botella generado por vehículos que salen del estacionamiento de este lugar y los vehículos que se agregan del retorno de esta zona, hasta el entronque con el extremo norte del CIC, a partir del cual, el flujo vehicular presenta un ligero descenso en la congestión, hasta el entronque con la salida hacia Av. Cerro del Agua, aunque presentando una ocupación vial mayor al 100%.

Para el caso del CIC, en su extremo Sur en dirección Sur-Noreste, este presenta flujo vehicular menor al 30% de su capacidad de la vial, desde el PC y hasta el entronque con el retorno proveniente del estacionamiento la FC, donde se presenta un aumento en la congestión provocado por los vehículos aún estacionados sobre el circuito, aunado a las maniobras de los conductores para entrar o salir; manteniéndose así hasta la salida del campus a un costado de la Tienda UNAM. Sobre el mismo CIC, en la sección vial comprendida entre el acceso a la Universidad desde el metro universidad y hasta el entronque con el CEE a la altura del ICMYL, se presenta un comportamiento vehicular casi a flujo libre. Caso contrario en el sentido opuesto sobre este mismo circuito (en dirección Norte-Sur), se presenta un congestionamiento fuerte desde el ICMYL y hasta el Posgrado de Química (PQ), que comienza a descender gradualmente a partir de la FC y hasta el entronque con el CEE, donde el flujo vehicular tiene un comportamiento casi a flujo libre.

### **2.3.2.3 Comparativa entre panoramas reales e idealizados**

Gracias a la información ofrecida por los mapas de asignación de tráfico para el campus del Maestro Argumedo, podemos analizar el sector de estudio y su afectación directa con las distintas vías de acceso y tramos de específicos de cada uno de los circuitos. Para facilitar este análisis presentamos la tabla 4<sup>v</sup> que permite hacer la comparación directa sobre cada uno de los tramos de la zona de estudio:

TRAMO / CIRCUITO / ORIENTACIÓN DEL FLUJO		CONGESTIÓN DE LA DE LA VIALIDAD			
		MATUTINO		VESPERTINO	
INICIO	FIN	REAL	IDEALIZADO	REAL	IDEALIZADO
<b>CIRCUITO EXTERIOR (S-N)</b>					
Entrada a CU por el metrobús estación C.U.	Escuela Trabajo Social	Alta	Alta	Poca	Muy Poca
Escuela Trabajo Social	Posgrado Contaduría	Baja	Baja	Muy Poca	Poca
Posgrado Contaduría	Cruce con Circ. Inv. Científica	Alta	Baja	Muy Poca	Muy Poca
Cruce con Circ. Inv. Científica	Facultad de Ciencias	Alta	Baja	Baja	Poca
Facultad de Ciencias	Inst. Ciencias Nucleares	Muy Poca	Poca	Alta	Regular
Inst. Ciencias Nucleares	Inst. Ciencias del Mar	Muy Poca	Poca	Baja	Baja
Cruce Cir. Inv. Científica	Retorno a C. Biomédicas	Regular	Baja	Alta	Baja
<b>CIRCUITO EXTERIOR (N-S)</b>					
Entrada a CU por Av. Cerro del Agua	Cruce con Circuito Escolar	Alta	Baja	Muy Poca	Muy Poca
Facultad de Medicina	Retorno Cerro del Agua	Alta	Baja	Alta	Alta
Retorno Cerro del Agua	Instituto Inv. Biomédicas	Alta	Baja	Baja	Baja
Instituto Inv. Biomédicas	Retorno a Inst. Ciencias del Mar y Limnología	Baja	Regular	Regular	Regular
Retorno a Inst. Ciencias del Mar	Instituto de Matemáticas Aplicadas	Baja	Regular	Muy Poca	Muy Poca
Instituto Matemáticas Aplicadas	Posgrado de ingeniería	Alta	Baja	Poca	Poca
Posgrado de Ingeniería	Anexo Ingeniería	Alta	Regular	Muy Poca	Poca
Anexo Ingeniería	Facultad de Contaduría	Alta	Baja	Baja	Baja
Facultad de Contaduría	Escuela Trabajo Social	Muy Poca	Muy Poca	Alta	Baja
<b>CIRCUITO ESCOLAR (O-E)</b>					
Instituto de Ingeniería	Facultad de Química	Baja	Regular	Baja	Regular
Faculta de Química	Entronque Inst. Ciencias del Mar	Poca	Poca	Baja	Regular
Entronque Inst. Ciencias del Mar	Instituto Matemáticas Aplicadas	Baja	Regular	Muy Poca	Muy Poca
<b>CIRCUITO INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA (S-N)</b>					
Posgrado Contaduría	Retorno de Facultad de Ciencias	Muy Poca	Poca	Muy Poca	Poca
Retorno de Facultad de Ciencias	Instituto inv. Antropológicas	Muy Poca	Poca	Baja	Baja
Instituto inv. Antropológicas	Cruce Circ. Mario de la cueva	Muy Poca	Regular	Baja	Muy Poca

TRAMO / CIRCUITO / ORIENTACIÓN DEL FLUJO		CONGESTIÓN DE LA DE LA VIALIDAD			
		MATUTINO		VESPERTINO	
INICIO	FIN	REAL	IDEALIZADO	REAL	IDEALIZADO
Cruce Circ. Mario de la cueva	Paradero taxis CU	Baja	Regular	Muy Poca	Muy Poca
Paradero taxis CU	Entrada a CU por metro	Muy Poca	Poca	Muy Poca	Muy Poca
Entrada a CU por metro	Posgrado Odontología	Alta	Baja	Muy Poca	Muy Poca
Posgrado odontología	Cruce Inst. Ciencias del Mar	Baja	Baja	Muy Poca	Poca
<b>CIRCUITO INVESTIGACIÓN CIENTIFICA (N-S)</b>					
Cruce Inst. Ciencias del Mar	Facultad Veterinaria	Muy Poca	Poca	Alta	Baja
Facultad veterinaria	Instituto Geología	Muy Poca	Muy Poca	Alta	Baja
Instituto Geología	Instituto de Física	Regular	Regular	Alta	Baja
Instituto de Física	Posgrado Química	Baja	Regular	Alta	Baja
Posgrado Química	Retorno Facultad de Ciencias	Regular	Regular	Baja	Baja
Retorno Facultad de Ciencias	Fac. Ciencias (cruce Circ. Ext.)	Regular	Regular	Muy Poca	Muy Poca
<b>CIRCUITO MARIO DE LA CUEVA (N-S)</b>					
Instituto inv. Antropológicas	Cruce Circ. Inv. Científica	Poca	Regular	Alta	Baja
Cruce Circ. Inv. Científica	Cruce Circ. Cultural	Baja	Regular	Alta	Baja
<b>CIRCUITO MARIO DE LA CUEVA (NE-SO)</b>					
Instituto inv. Antropológicas	Facultad Ciencias Políticas	Muy Poca	Poca	Alta	Baja
Facultad Ciencias Políticas	Instituto Inv. Jurídicas	Baja	Regular	Alta	Baja
Instituto Inv. Jurídicas	Av. de los Insurgentes	Regular	Baja	Alta	Alta
<b>CIRCUITO MARIO DE LA CUEVA (S-N)</b>					
Cruce Circ. Cultural	Cruce Circ. Inv. Científica	Baja	Baja	Muy Poca	Poca
Cruce Circ. Inv. Científica	Instituto inv. Antropológicas	Muy Poca	Poca	Muy Poca	Poca
<b>CIRCUITO MARIO DE LA CUEVA (SO-NE)</b>					
Av. de los Insurgentes	Instituto inv. Jurídicas	Alta	Alta	Muy Poca	Poca
Instituto inv. Jurídicas	Facultad Ciencias Políticas	Alta	Baja	Muy Poca	Poca
Facultad Ciencias Políticas	Instituto inv. Antropológicas	Alta	Alta	Muy Poca	Poca

Tabla 4) Comparación de la congestión vial para el campus (Argumedo, 2006), acotado al sector de interés.



La información que brinda los mapas y la tabla es contundente, el retirar los autos estacionados en el Circuito de Investigación Científica (CIC) sí ofrece una mejora en la capacidad vial en este circuito. Por la mañana brinda desahogo al sector del Circuito Escolar Interno (CEI) proveniente de avenida de los Insurgentes que circula frente las Facultades de Ingeniería y Química, también al que circula frente a la Facultad de Contaduría, pasando por la zona de Institutos y hasta el entronque con la salida a Av. Cerro del Agua; además de posibilitar el flujo vehicular proveniente de las avenidas Insurgentes y avenida del Imán que circular por el Circuito Mario de la Cueva (CMC). Y por la tarde, la carga excedente generada por la circulación acrecentada en el CIC, puede desahogarse hacia las distintas salidas del campus: en dirección a la avenida de los Insurgentes y hacia avenida del Imán por el CMC, las que están ubicadas en el metro universidad y en Av. Cerro del Agua por el propio CIC ó bien las salidas en dirección a la avenida de los Insurgentes cerca de la Facultad de Arquitectura o la Facultad de Psicología, utilizando el CEI.

### **2.3.3 Aforo peatonal**

#### **Origen – Destino**

El diseño de este estudio permite recopilar información sobre el movimiento de vehículos y pasajeros desde diversos orígenes hasta varios destinos. Es utilizado con propósitos de planeación para localización, diseño y programación de caminos nuevos o mejoras al transporte y estacionamientos. Existen múltiples métodos para la obtención de los datos que van desde encuestas a los conductores, placas de vehículos en movimiento o estacionados, encuestas o cuestionarios a peatones en general, pasaje de transporte público, a propietarios de vehículos o a núcleos de un sector, hasta estudios integrales. Su precisión depende del tamaño y calidad de la muestra<sup>vi</sup>.

Para fines de la presente, se eligió el método de encuestas a núcleos de un sector, partiendo de la idea de que los vehículos estacionados en los circuitos, dentro de la zona de estudio, pertenecen a los usuarios de las dependencias, Institutos y Facultades del CIC o cercanas a éste. Para capturar la información se realizaron 1000 encuestas a los asistentes del núcleo durante un día, empleando el formato de campo “ENTREVISTAS”:

**1. Para trasladarte dentro del campus, ¿Qué medio de transporte usas?**

*PumaBús    Taxi    Bicipuma    Caminas*

**2. Si usas el PumaBús, ¿Cuál es la ruta que tomas? \_\_\_\_\_**

**3. Si viene en coche, ¿Dónde lo estacionas?**

*Alrededor del circuito    Estadio    Estacionamiento con pago    Estacionamiento con acceso autorizado*

Los encuestados señalaron más de una opción en las primeras 2 preguntas, debido a que no siempre utilizan la misma ruta para dirigirse a su destino.

La información obtenida se resume en las siguientes tablas:

Medio de transporte	Porcentaje (%)
PumaBús	80.8
Taxi	7.14
Bicipuma	37.94
Caminar	61.16

Tabla 5) Preferencia de traslado dentro del campus.

Ruta	Origen	Destino	Porcentaje (%)
1	Metro Universidad	Circuito Interior	17.86
2	" "	Circuito Exterior	34.38
3	" "	Zona Cultural	4.02
4	" "	Jardín Botánico	25.89
5	" "	Barda Perimetral Norte	6.25
6	Estadio Olímpico	Estadio Olímpico	8.04
7	" "	Circuito Interior	8.48
8	" "	Circuito Exterior	13.84
9	Metrobús C.U.	Facultades	30.8
10	" "	Zona Cultural	-
11	" "	Campos Deportivos	1.34
12	" "	Investigación Científica	0.89
12	Tienda UNAM	Investigación Científica	0.89

Tabla 6) Porcentaje de uso de las rutas de acuerdo a su origen – destino.

De lo anterior podemos observar que un gran porcentaje de la comunidad universitaria (cerca del 81%) utiliza el Pumabús como medio de transporte por lo cual es necesario liberar el CIC para permitirle una mejor circulación a las rutas que por ahí pasan, como en el caso de la ruta 2 que es la más demandada por el núcleo encuestado.

Por otra parte, del 100% de los encuestados el 41% se transporta en vehículo particular a Ciudad Universitaria, sus preferencias para estacionarse se describen a continuación:

Lugar de estacionamiento	Porcentaje
CIC	27.17
Estadio	32.6
*Con pago para alumnos	22.82
**Acceso Autorizado	17.4

Tabla 7) Preferencias de la comunidad universitaria respecto al lugar de estacionamiento.

\*Estacionamientos con una tarifa base para alumnos, como por ejemplo, el estacionamiento de la Facultad de Ciencias o de la Facultad de Veterinaria.

\*\* Son los estacionamientos en los cuáles es necesario mostrar una tarjeta para tener acceso al lugar, usualmente están destinados a académicos.

De acuerdo a la tabla, el 27% se estaciona alrededor del CIC, mientras que el 32% tiene que irse al Estadio debido a que los lugares son insuficientes, por lo que en algunos casos sus horarios se ven afectados por el traslado desde el Estadio a ésta parte del campus.

## Capítulo 3. Estudios sobre el estacionamiento de la Tienda UNAM

### 3.1 Ubicación

La Tienda UNAM se localiza en la parte sureste del campus, a un costado de la estación del metro Universidad y se delimita por las siguientes coordenadas geográficas:

	Latitud	Longitud
1	19°19'23.24"N	99°10'30.86"O
2	19°19'22.87"N	99°10'34.40"O
3	19°19'18.26"N	99°10'33.79"O
4	19°19'18.65"N	99°10'30.40"O



Figura 12) Imagen de Google Earth®.

### 3.2 Características del sitio

Este estacionamiento cuenta con un área aproximada de 16091.20 m<sup>2</sup>. El acceso directo a este lugar es desde Av. Delfín Madrigal, aunque también puede ser desde Av. Cerro del Agua recorriendo el Circuito Exterior y luego el CIC o bien por Av. Insurgentes tomando el Circuito Mario de la Cueva (CMC).

Un aspecto muy importante de este lugar es que el traslado se puede hacer a cualquier sitio del campus debido a que el paradero del PumaBús, la estación de bicis y el sitio de taxis se encuentran a 5 minutos a pie.

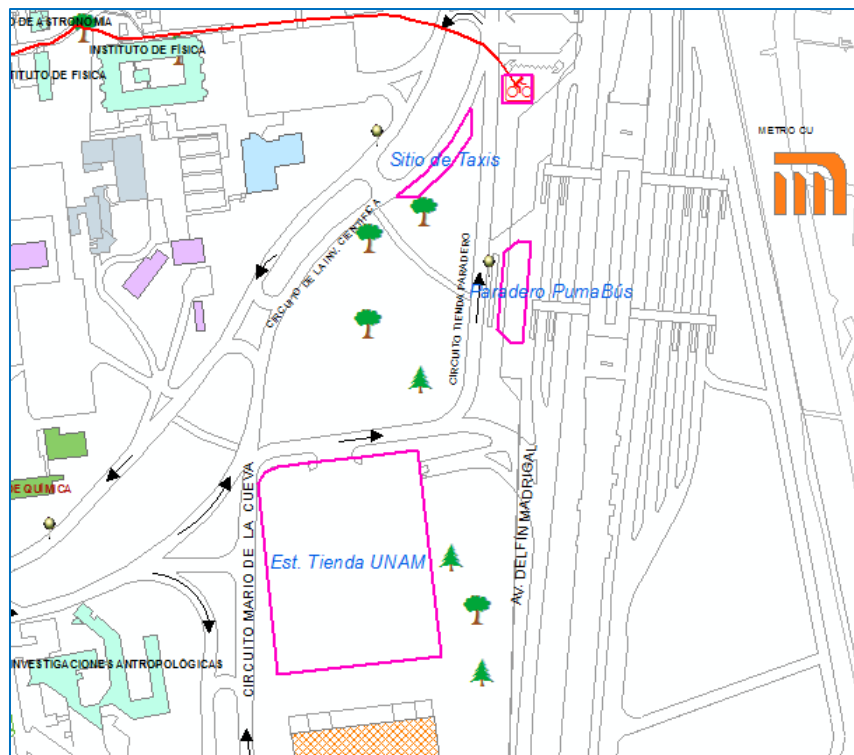


Figura 13) Estacionamiento Tienda UNAM, (Segura, 2011).

El estacionamiento se encuentra dividido de la siguiente manera (véase figura 14):



Figura 14) Imagen de Google Earth®.

- Estacionamiento exclusivo del Sistema de Transporte Interno de la UNAM (PumaBús)
- Estacionamiento exclusivo para la Coordinación de Investigación Científica
- Estacionamiento para clientes de la tienda supervisado por la DGSG en el área de Estacionamientos Controlados.
- Área Verde (Pedregal)

En la siguiente tabla se resumen las principales características de cada uno:

Estacionamiento	Área m2	No. de Cajones	No. de Cajones reservados
1	3620.73	24	-
2	3995.55	145	-
3	8474.92	294*	6

\*De los cuales 44 pertenecen a la Dirección General de Servicios Administrativos (DGSA)

Tabla 8) División del estacionamiento de la Tienda UNAM.

### 3.2.1 Registro de ocupación vehicular<sup>1</sup> dentro del estacionamiento para clientes\*

Para determinar el volumen de automóviles que ingresan al estacionamiento de la tienda se hizo un estudio en campo de lunes a viernes durante un mes y en distintos horarios que son las horas pico del campus.

Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

Horario	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Promedio
8:00 - 9:00	63	54	70	62	68	63.4
14:00 - 15:30	180	165	153	172	162	166.4
18:00 - 19:00	92	104	85	110	86	95.4

*\*No se incluyen los automóviles de la DGSA*

*Tabla 9) Registro de ocupación vehicular del estacionamiento de la Tienda UNAM.*

Como puede observarse el horario en que el estacionamiento se encuentra más ocupado está entre las 14:00 y 15:30 horas, momento en el cual se presenta el cambio de turno en el campus y muchos académicos aprovechan para hacer sus compras o en el caso de alumnos de la Facultad de Ciencias Políticas que llegan a estacionarse para tomar las primeras clases del horario vespertino, aunque generalmente como el establecimiento tiene una cuota de \$5.00 la hora es más el número de clientes de la tienda que el número de alumnos que ingresa.

### 3.3 Topografía del terreno

En la elaboración de un proyecto es importante conocer la configuración del terreno, es decir, el relieve y los rasgos topográficos tales como: puntos más altos o más bajos, pendientes, concavidades o convexidades en orden para diseñar una construcción adecuada a esas características y además económica. Para conocer la topografía del terreno se utilizó una Ortofoto de la UNAM proveniente del vuelo

<sup>1</sup> En el diseño del estacionamiento se pretende conservar el área del estacionamiento del transporte PumaBús y asignarles los cajones actuales a la Coordinación de Investigación Científica y a la DGSA por lo cual no se llevó a cabo el estudio de ocupación vehicular en esos casos.



fotogramétrico que se hizo para la Institución en el año 2005, posteriormente para obtener la configuración del terreno nos apoyamos en un Modelo Digital del Terreno (MDT) de la Ciudad de México de INEGI<sup>2</sup> que tiene un pixel de tamaño 28.5 x 28.5<sup>3</sup>.

Se hizo la fotointerpretación de la ortofoto y se dibujó el estacionamiento y sus alrededores con un programa de diseño (véase figura 15), convertimos ese archivo a un formato shape y traslapamos el MDT para obtener la pendiente del terreno a través de un software para Sistemas de Información Geográfica (SIG), posteriormente desplegamos la información en 3D (véase figuras 16 y 17). Los resultados son los siguientes:

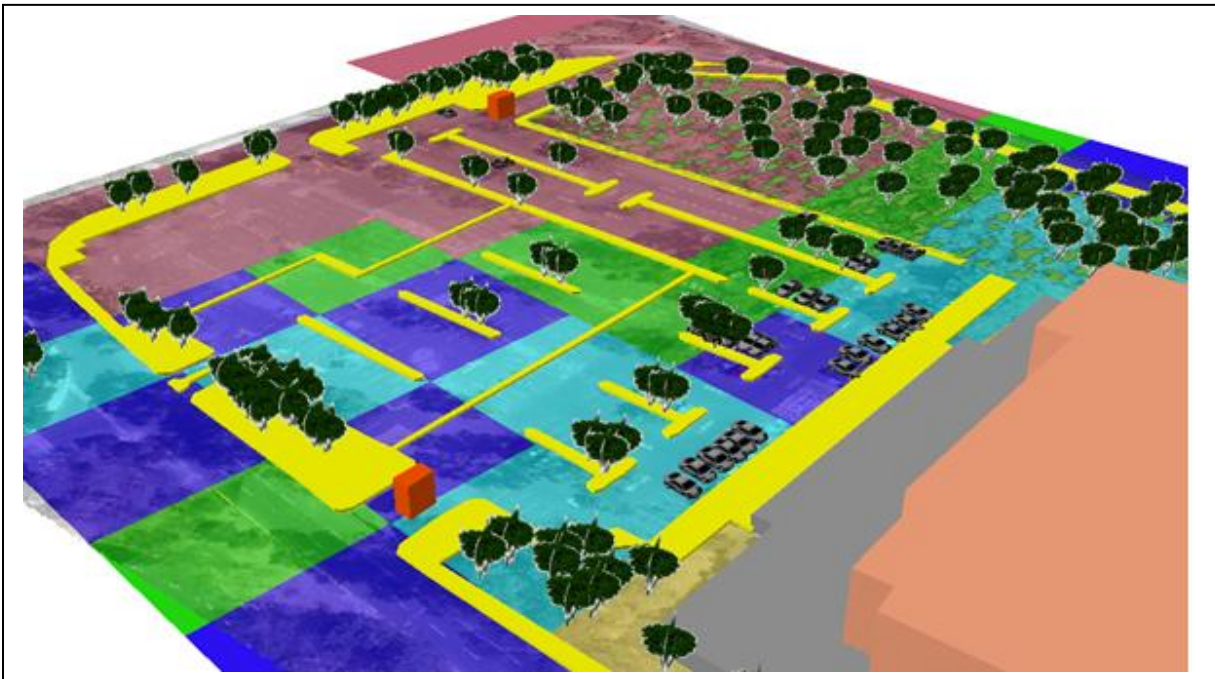
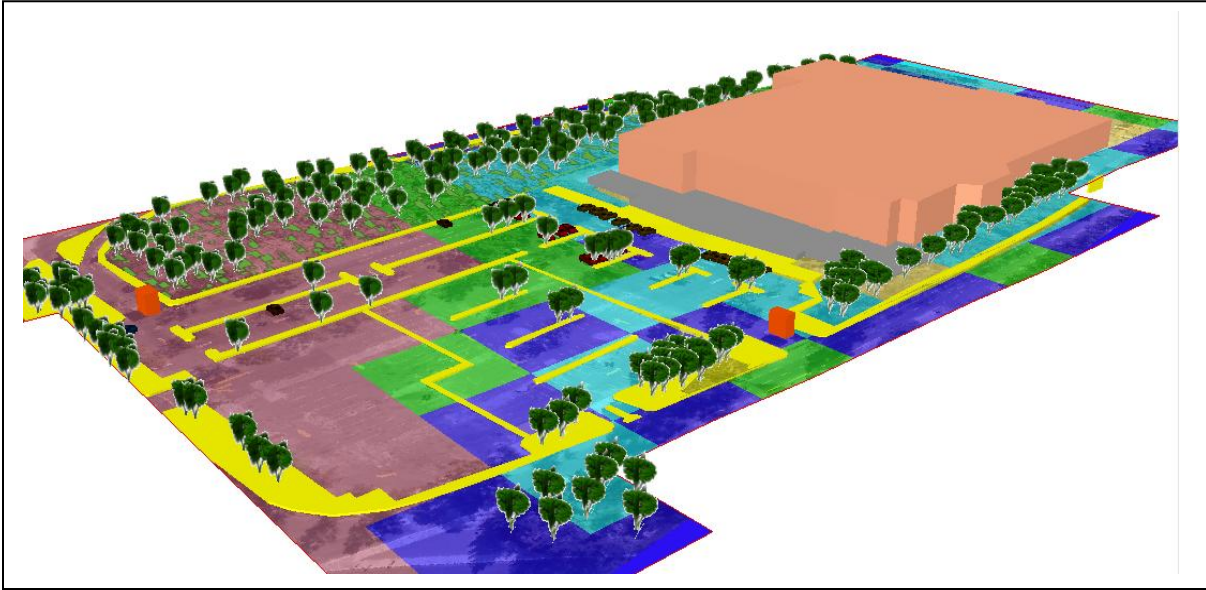


Figura 15) Ortofoto del estacionamiento y trazo en un software de diseño.

<sup>2</sup> Siglas del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

<sup>3</sup> El método que se utilizó para obtener los rasgos topográficos del terreno es sólo para el diseño del proyecto, debido a que el tamaño del pixel no permite una configuración tan detallada. En caso de que se llevara a cabo se recomienda hacer un levantamiento directamente en campo.

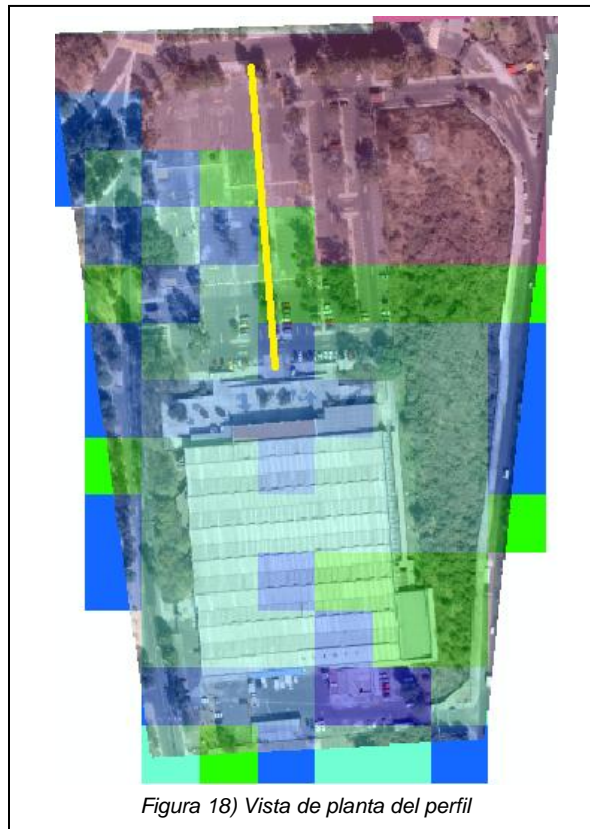
Despliegue en el software de SIG:



Figuras 16) y 17) Vistas del estacionamiento en 3D. Los colores en el suelo representan el valor en porcentaje de la pendiente del terreno:



Notamos que la pendiente dentro del lote de la Tienda está entre el 1 y el 6%, mientras que en el estacionamiento va del 1 y al 4%, lo cual indica que el terreno no tiene rasgos topográficos relevantes que pudiesen afectar la construcción del estacionamiento; sin embargo, hay que tomar en cuenta el desnivel que existe y para tener una idea de los valores de las elevaciones en el área, con el software de SIG trazamos un perfil sobre el MDT en la zona donde existen mayores cambios de pendiente (véase figuras 18 y 19):





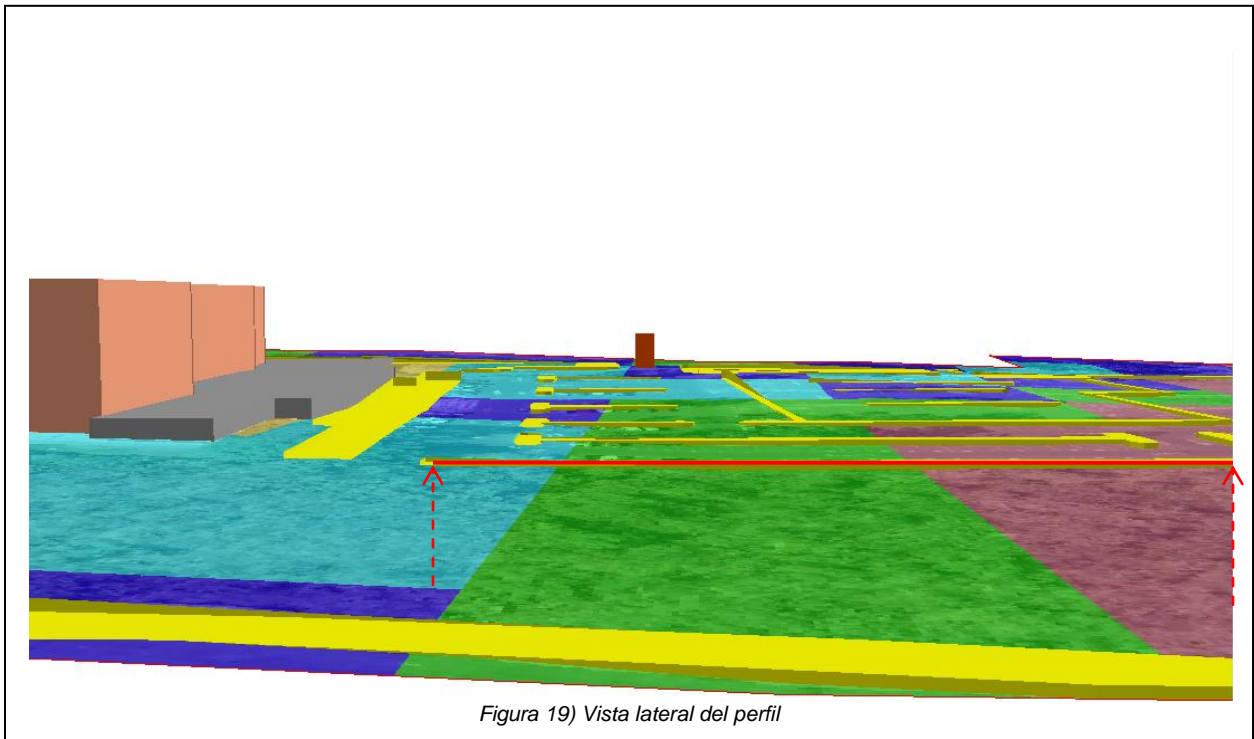


Figura 19) Vista lateral del perfil

Como se observa, el perfil es una línea que divide al estacionamiento en este-este, los valores que se obtuvieron son los siguientes:

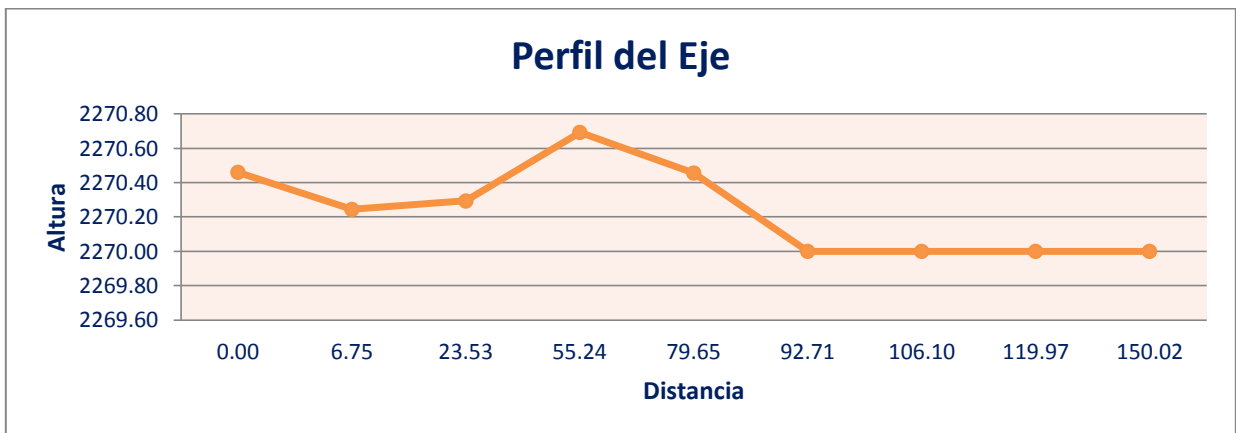


Figura 20) Perfil del Eje

Para calcular el desnivel se hace una diferencia entre el punto más alto y el más bajo registrados en la gráfica:

$$D = 2270.70 [m] - 2270.00 [m] = 0.70 [m]$$

### **3.4 Aforo vehicular externo**

Para este estudio se tomó en cuenta el análisis de capacidad vial y comportamiento del tránsito en horarios matutino y vespertino del Maestro Argumedo Velázquez<sup>4</sup>.

#### **3.4.1 Horario Matutino<sup>5</sup>**

De acuerdo al análisis para el CMC tomando como inicio el entronque con el Circuito Cultural Universitario (CCU) a la altura de Investigaciones Bibliográficas, en dirección Este-Norte, se observa que la vialidad presenta congestionamiento con largas filas y sin espacio para realizar maniobras hasta el entronque con el CIC a la altura de la Tienda UNAM. En esta zona se encuentra la Facultad de Ciencias Políticas (FCP), donde la demanda vial es alta. Sin embargo sucede todo lo contrario en el sentido opuesto a la altura del Instituto de Investigaciones

Antropológicas donde es casi flujo libre, el cual aumenta al llegar a la FCP y disminuye pasando este punto hasta el entronque con Av. Insurgentes donde se presentan demoras al intentar incorporarse a ésta vialidad.

---

<sup>4</sup> Análisis macroscópico del tráfico vehicular en Ciudad Universitaria [tesis]. México, Universidad Nacional Autónoma de México. 2006.

<sup>5</sup> De 8 a 9 de la mañana.

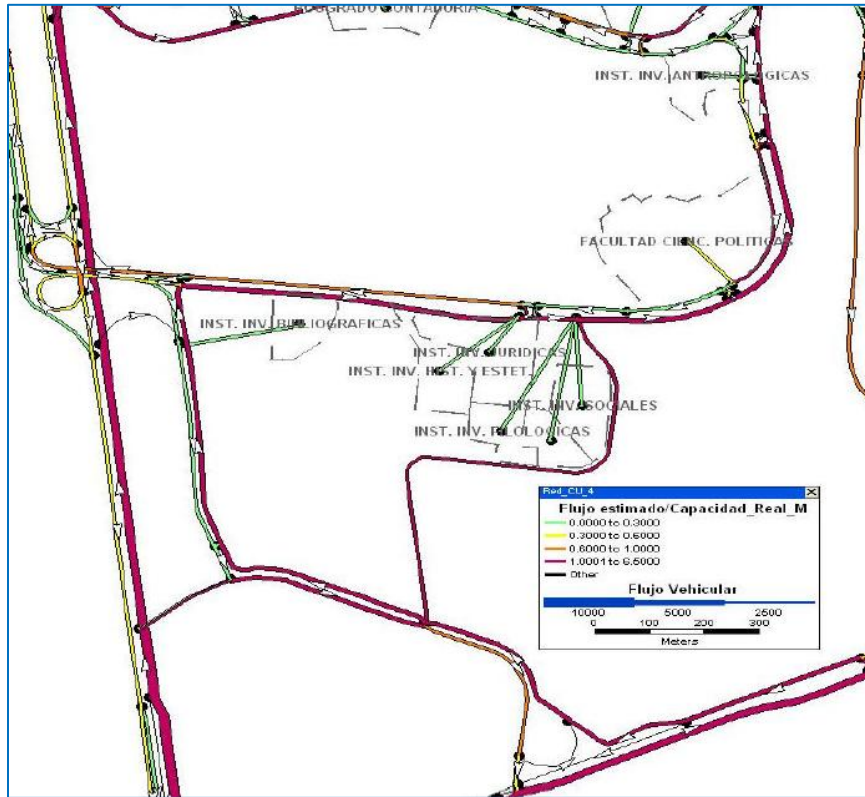


Figura 21) Mapa de asignación de tráfico para el campus (Argumedo, 2006). Panorama Matutino real.

### 3.3.2 Horario Vespertino<sup>6</sup>

En el estudio se indica que sobre el CMC (véase figura 22), tomando como inicio el entronque con el CCU a la altura de Investigaciones Bibliográficas, en dirección Este-Norte, se observa que el comportamiento del flujo vehicular es casi flujo libre, manteniéndose así hasta el entronque con el CIC a la altura de la Tienda UNAM, a excepción del tramo entre los Institutos de Investigaciones Jurídicas (IJ) y de Investigaciones Sociales donde se tiene un comportamiento regular. Para el sentido opuesto del CMC, a la altura del Instituto de Investigaciones Antropológicas, en dirección Sur-Oeste, se observa que existe ligera congestión hasta a la altura de la Facultad de Ciencias Políticas a partir de la cual se tiene un aumento del congestionamiento provocada por la acumulación vehicular desde el CIC, que se prolonga hasta el retorno a la altura del IJ, pero una vez rebasado

<sup>6</sup> De 6 a 7 de la tarde.

este punto se inicia un ligero descenso que se mantiene constante hasta su entronque con Av. Insurgentes.

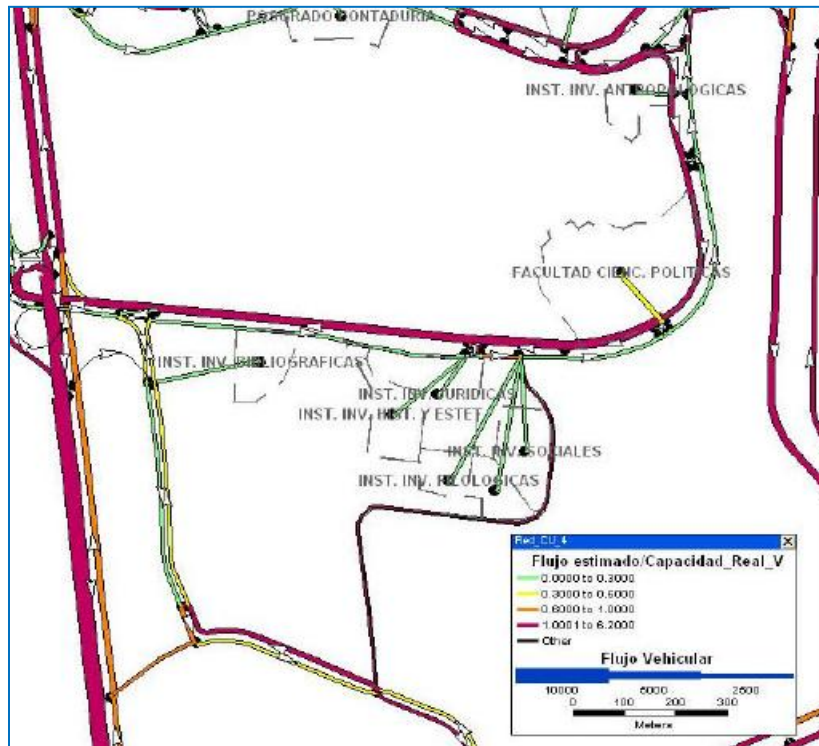


Figura 22) Mapa de asignación de tráfico para el campus (Argumedo, 2006). Panorama Vespertino real.

## Capítulo 4. Descripción del anteproyecto

### 4.1 Posibles alternativas

Para que un estacionamiento sea útil, se debe tomar en cuenta lo siguiente:

1. Situarse a una distancia de las instalaciones objetivo, es decir, que el trayecto pueda hacerse cómodamente a pie del estacionamiento hacia el destino en el menor tiempo posible, o en casos especiales, que se cuente con un medio de transporte para poder hacer un traslado rápido y eficiente.
2. Sea grande o pequeño el lugar designado a estacionamiento, hay que asignarle una fácil localización.
3. Habrá que someter la construcción a una planificación y a un diseño que se ajuste a las necesidades de los usuarios, por lo que es importante tomar en cuenta la forma que permita estacionar más automóviles en la superficie disponible.

“En algunos casos, las peculiaridades que tenga el sitio elegido por ejemplo arbolado y arbustos, conviene conservarlas en tanto signifiquen un aditamento atractivo” (Sill, 1969: 99)<sup>i</sup>.

Los estacionamientos pueden ser: de superficie, por encima del nivel del suelo, subterráneos en edificios de varias plantas y en plataforma en el interior de edificios públicos o privados o mixtos con niveles subterráneos y por encima de la superficie.

Para el sitio elegido, el estacionamiento de la Tienda UNAM, la solución más adecuada es la que proporciona la distribución en altura o profundidad, debido a que no existen suficientes posibilidades a nivel del suelo por el número de vehículos que se tienen contemplados para estacionar.



“Los edificios de estacionamiento consisten en una serie de forjados planos sostenidos por una retícula de pilares. Sus dimensiones horizontales se determinan en función del tamaño, número e itinerario interior de los vehículos; las alturas libres entre forjados dependen de las que tengan los vehículos (incluyendo a veces la de la antena) y la mínima de una persona a pie, relegando a un plano secundario el deseo de crear un espacio bien proporcionado. Con arreglo a estas bases de partida, las dimensiones horizontales establecen una escala generalmente mayor que la de aquellos edificios proyectados a pie, y las dimensiones verticales tienden a introducir una menor que la dictada por los espacios confortablemente habitables” (Mc Cluskey, 1990: 100)<sup>ii</sup>.

El sistema utilizado para salvar la diferencia de alturas en los estacionamientos representa una nueva característica que permite una clasificación sistemática de las diversas formas de obras, se tienen tres grupos<sup>iii</sup>:

1. Los que salvan la diferencia de altura por medio de la propia potencia de los automóviles: Rampas
2. Los que salvan la diferencia de altura con potencia ajena: Instalaciones Mecánicas
3. Formas especiales

“Con frecuencia vemos que éstas construcciones sobrepasan en localidades pequeñas la altura de las colindantes, destruyendo así el carácter del lugar; este efecto lamentablemente se aprecia mejor contemplando la obra desde lejos que desde la calle donde se levanta el edificio por ello conviene descomponer la construcción en dos o tres más pequeñas para solucionar el problema de escala y evitar sobrecargar de tráfico las calles y aumentar el recorrido a pie de los usuarios” (Mc Cluskey, 1990: 104)<sup>iv</sup>.

A un edificio de aparcamiento que deba construirse en un lugar abierto y ajardinado, como es el caso de Tienda UNAM, ha de exigírsele un exterior acorde con el entorno, meta que a menudo se alcanza acomodando la configuración del terreno a la morfología de la construcción.



Figura 23) Vistas del estacionamiento de Tienda UNAM. Elaboración propia 2011.

## Instalaciones con Rampas

En estas instalaciones la diferencia de nivel entre los planos o plataformas de aparcamiento se salva por los coches mediante el esfuerzo de sus propios motores. La situación de la rampa hay que elegirla según la forma que se le dé, la marcha del tráfico en el interior del lugar, el emplazamiento y situación del mismo en relación con el tráfico de los alrededores. Las rampas pueden ser de dirección única y estar dispuestas en el sentido del tráfico o bien, ser de doble dirección, en cuyo caso serán recorridas en sentido contrario al tráfico, lo cual no es la mejor opción si de ahorrar tiempo se trata. Un ejemplo de este tipo de rampas son las del estacionamiento subterráneo del Centro Comercial Perisur (CCP) que cuenta con rampas rectilíneas por pisos, las pistas de subida y bajada están yuxtapuestas (véase figuras 24 y 25).



Figura 24) Estacionamiento del CCP. Elaboración propia 2011.



Figura 25) Estacionamiento del CCP. Elaboración propia 2011.

Además de las rampas rectas, las hay con acodaduras y cambios de dirección e incluso rampas de caracol ovaladas o redondas, dispuestas paralelamente o en sentido contrario. El tipo a elegir depende de las dimensiones de la planta y de su forma geométrica, de la situación de la entrada y de la salida, de la altura de los pisos y de las condiciones en que se hace la explotación. Las rampas pueden estar dispuestas en el interior, junto a las paredes exteriores o totalmente separadas con descansillos propios o cruzando los pisos; en un solo tramo o quebradas por secciones con diferentes inclinaciones.



Figura 26) Rampa de Caracol estacionamiento Telmex esq. Av. Universidad y Río Churubusco. Elaboración propia 2011.

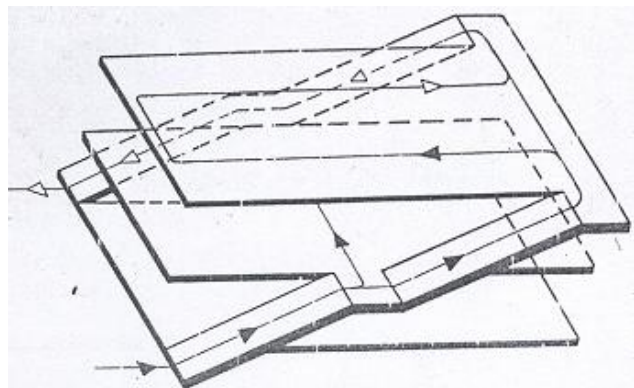


Figura 27) Rampas rectilíneas, paralelas y atravesando varios pisos, con descansillos intermedios. Las de subida y bajada en lados opuestos.

Representan una forma muy económica, por el racional aprovechamiento del sitio, las llamadas Rampas de Humy, en ellas, la mitad de cada piso está desplazada, respecto de la otra mitad, media altura de la que separa un piso de otro, con lo cual las rampas resultan muy cortas; ventaja que aún adquiere más eficacia si al propio tiempo se evitan largos recorridos de los coches por los pisos. Un ejemplo de estas rampas está en el estacionamiento del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México “Benito Juárez” (véase figuras 28, 29, 30 y 31).



Figura 28) Estacionamiento. Elaboración propia 2011.



Figura 29) Estacionamiento. Elaboración propia 2011.

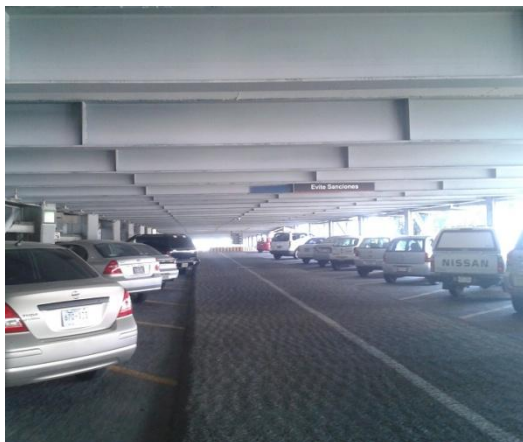


Figura 30) Estacionamiento. Elaboración propia 2011.

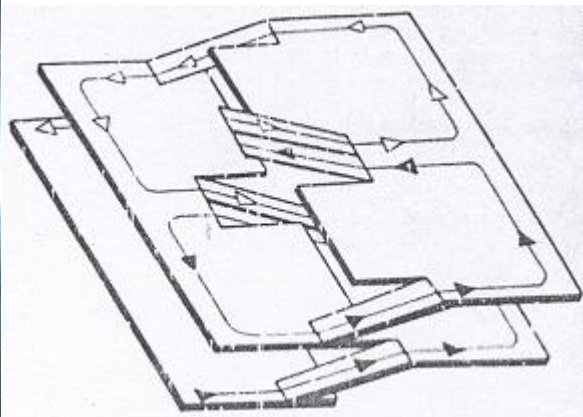


Figura 31) Medias rampas de “Humi” para plataformas de medio piso desplazadas la mitad de la altura de un piso unas de otras.



En general, hay que evitar rampas muy cortas y frecuentes cambios de dirección, así como largos recorridos por los pisos. Todo lo cual está de acuerdo con el deseo de dar facilidades al conductor a la vez que influye en la capacidad y rendimiento del servicio (número de coches por unidad de tiempo)<sup>v</sup>.

El trazado de las rampas en la planta debe ser lo más sencilla posible y con muy pocas curvas. De acuerdo con el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, en su Artículo 113 *“Las rampas tendrán una pendiente máxima de quince por ciento, con una anchura mínima, en rectas, de 2.50 m. y, en curvas, de 3.50 m. El radio mínimo en curvas, medido al eje de la rampa, será de siete metros cincuenta centímetros”*. Las rampas muy fuertes deben hacerse lo más cortas posible y han de contar con trayectos suficientes de entrada y salida<sup>vi</sup>.

### Instalaciones Mecánicas

En las instalaciones mecánicas, los automóviles son trasladados generalmente sin el conductor y con la ayuda de una fuerza ajena, desde la entrada al puesto de aparcamiento y asimismo en sentido inverso al abandonar el local. Si sólo se emplea la fuerza ajena para una parte del recorrido, la instalación se denomina semimecánica. En el caso de una instalación semimecánica uno o varios *montacargas estacionarios* (véase figura 32) sustituyen a las rampas en su cometido de levantar los coches a la altura de los distintos pisos<sup>vii</sup>.



Figura 32) Montacargas estacionario.

## **Instalaciones con características especiales**

Éstas son las construcciones que se combinan las rampas con las instalaciones mecánicas. En ellas, se tiene la opción de operar con montacargas cuando el tráfico sea leve, mientras que en los momentos de aglomeración, puede recurrirse a la rampa, de tal forma que las circunstancias locales o las personales de quienes dirigen el estacionamiento determinaran la forma en que operará el sitio (Sill, 1969).

### **4.1.1 Estacionamiento subterráneo**

Los garajes subterráneos o en sótanos son una solución lógica cuando son proyectados a propósito, de lo contrario la construcción de tales obras constituye un problema para el proyectista quien tendrá que tomar en cuenta que con frecuencia hay que cortar o interrumpir los servicios públicos y se presentan dificultades que tienen que solucionarse como por ejemplo: la contención de aguas subterráneas (hay que aislar las paredes del recinto y los pisos aislantes contra las aguas tanto subterráneas como superficiales), después vienen las medidas especiales para ventilación, el alumbrado y el saneamiento que es necesario tener en marcha de un modo continuo, por lo que las instalaciones subterráneas resultan más costosas en construcción y explotación que las levantadas por encima del nivel del suelo. Por el contrario cuando se trata de una nueva construcción, especialmente de oficinas, teatros o museos se tiene la ventaja de mantener completamente libre y despejada la superficie del terreno y no interferir en ningún sentido la línea arquitectónica de los edificios (Sill, 1969).

En la mayoría de los casos, en las instalaciones subterráneas se utilizan rampas para salvar la diferencia entre pisos, de las que resulta una entrada *cuesta abajo* agradable para los usuarios en general.

Ejemplos de este tipo de estacionamiento son el de Rectoría dentro de Ciudad Universitaria, que cuenta con rampas de entrada y salida un túnel que dirige a sus exclusivos usuarios al lugar de estacionamiento (véase figuras 33 y 34) y el de Plaza Universidad (véase figura 35).



Figura 33) Estacionamiento en Rectoría. Elaboración propia 2011.

Figura 34) Estacionamiento en Rectoría. Elaboración propia 2011.



Figura 35) Estacionamiento en Plaza Universidad.  
Elaboración propia 2011.

#### 4.1.2 Estacionamiento por encima del nivel del suelo

La construcción de estacionamientos por encima del nivel del suelo, bajo la forma de edificios de aparcamiento de los tipos más diversos, es la que ha encontrado mayor difusión, especialmente cuando se trata de instalaciones de gran capacidad.

Al presentarse los primeros problemas de estacionamiento, se recurrió en Estados Unidos de América y en otros países, a esa forma constructiva. Cuando aparecieron las primeras dificultades de estacionamiento en los distritos interiores de las poblaciones se empezaron a construir edificios destinados exclusivamente a parking, en los que merecieron especial atención los equipos, servicios y el diseño de las formas constructivas. Dado que el aumento de su altura no ofrece ningún obstáculo infranqueable (como habría sido un aumento considerable del costo) y los edificios de aparcamiento no requieren costosos dispositivos especiales (sólo en caso de instalaciones mecánicas), su construcción y explotación resultan más económicas que las instalaciones subterráneas (Sill, 1969).

En este prototipo instalaciones situadas por encima del nivel del suelo, predomina el sistema de rampas para salvar las diferencias de nivel, cuando menos hasta unos cuatro o cinco pisos. Estos edificios destinados a estacionamientos pueden ser abiertos o cerrados, en estos dos tipos se plantean diferentes exigencias de construcción y de explotación que pueden incluso repercutir en la economía y rentabilidad de los mismos.

#### **4.1.2.1 Edificios de estacionamientos abiertos**

El edificio de estacionamiento abierto u *open deck parking* es el tipo de instalación más frecuente en los Centros Comerciales de la Ciudad de México, carece total o parcialmente de paredes exteriores y las distintas plantas son únicamente placas de estacionamiento superpuestas a las que se accede por rampas o mediante montacargas en algunos casos (Sill, 1969).

Según la Ordenanza alemana para los garajes - que incluye también los edificios de parking- un garaje se considera abierto cuando en cada piso faltan las paredes exteriores, prescindiendo de los antepechos de la altura necesaria, por lo menos hasta la mitad del contorno y además está asegurada una ventilación o aeración transversal permanente en todas partes<sup>viii</sup>.

En su construcción, los edificios de estacionamiento abiertos se hacen sin ventilación especial ni calefacción, los gases que expulsan los automóviles se disipan gracias a la



circulación de aire. Para proteger a los coches contra una caída se colocan barandales, bordes, antepechos, guardachoques de cables u otros elementos que ocupan el puesto de las paredes exteriores (Sill, 1969), ya que usualmente los automóviles se disponen formando hileras perimetrales (Mc Cluskey 1990).

En conclusión, la realización de un edificio de estacionamiento abierto es más sencilla y menos costosa que la de una construcción con paredes de fachada sólidas y cerradas. Sin embargo, un edificio abierto puede ser adaptado a una urbanización existente, a pesar de la obligación de tener paredes abiertas disponiéndolas de manera que el conjunto arquitectónico encaje bien en el marco que está encuadrando<sup>ix</sup>.

Para ejemplificar este tipo de estacionamientos tenemos, el del AAPAUNAM<sup>1</sup> dentro de Ciudad Universitaria (véase figuras 36 y 37), el del CCP (véase figura 38) y el del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México “Benito Juárez” (véase figura 39).



Figura 36) Estacionamiento AAPAUNAM.  
Elaboración propia 2011.



Figura 37) Estacionamiento AAPAUNAM.  
Elaboración propia 2011.

<sup>1</sup> Acrónimo de Asociación Autónoma del Personal Académico de la Universidad Nacional Autónoma de México.



Figura 38) Estacionamiento del CCP. Elaboración propia 2011.



Figura 39) Entrada del Estacionamiento del Aeropuerto Internacional. Elaboración propia 2011.

#### 4.1.2.2 Edificios de estacionamientos cerrados

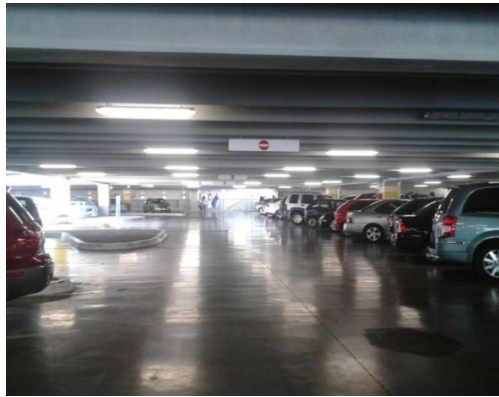
Los edificios cerrados presentan iguales características que un garaje normal o un local subterráneo. Desde los puntos de vista constructivos y de la protección contra el fuego hay que tener en cuenta una serie de precauciones, independientemente de que la edificación cuente con el equipo necesario para prevenir y combatir el fuego. En cuanto a lo referente a su construcción y servicio, raras veces podrá renunciarse a la aireación, calefacción y alumbrado eléctrico que a diferencia del edificio abierto se utiliza durante todo el día y no sólo por la noche (Sill, 1969).

En estas instalaciones es importante que la iluminación realce la calidad de los espacios interiores y anime al usuario a utilizar el estacionamiento al confiar en que las condiciones de luz inhibirán cualquier acto vandálico, cabe mencionar que para complementar la seguridad del lugar, los garajes deben tener personal suficiente que garantice la seguridad de los usuarios (Mc Cluskey, 1990).

#### 4.1.3 Estacionamiento mixto

Son aquellos que se encuentran situados por encima del nivel del suelo y se construyen con una o varias plantas subterráneas con el fin de aumentar su capacidad. En el estacionamiento del Centro Comercial Perisur podemos observar que existen por separado

un estacionamiento por encima del nivel del suelo y uno subterráneo (véase figura 40) que se construyó en 2010 por debajo del estacionamiento a nivel del suelo para satisfacer la demanda de clientes.



*Figura 40) Estacionamiento del CCP. Elaboración propia 2011.*

## **4.2 Justificación de la alternativa seleccionada**

Después de hacer un análisis de las opciones que existen para el diseño de un estacionamiento, elegimos una construcción por encima del nivel del suelo que conecte los niveles por medio de rampas rectilíneas por ser lo más conveniente para la optimización del espacio, debido a que se pueden construir tantos niveles como sean necesarios para cubrir la demanda. El proyecto se diseñará respetando la pendiente del terreno con lo que esta opción resulta también económica porque no será necesario hacer una excavación para nivelar el suelo.

## Capítulo 5. Desarrollo del proyecto

### 5.1. Diseño del estacionamiento

Al diseñar un sitio de estacionamiento es necesario tener en cuenta las posibles opciones para optimizar el espacio así como las circunstancias especiales que ofrece el sitio para desarrollar el proyecto, por ejemplo, en determinadas circunstancias una pendiente natural del terreno puede ser aprovechada ventajosamente para la entrada o la salida. Para el diseño de este lugar hemos de seguir los lineamientos establecidos en el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal<sup>1</sup> así como las Normas Técnicas Complementarias para el Proyecto Arquitectónico<sup>2</sup>.

A partir de la información del plano del estacionamiento de la Tienda UNAM y sus alrededores se planificó el nuevo estacionamiento con un software de diseño.

De acuerdo a la clasificación que hace el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, por construcción se trata de un estacionamiento abierto y por actividad se clasifica como alta. Es un edificio de 13132.15 m<sup>2</sup> de extensión que contará con planta baja, primero y segundo piso y que en lugar de paredes exteriores tendrá barandales, además de una Azotea Verde.

#### 5.1.1 Dimensiones de los coches proyecto

El tamaño y forma de la construcción en su conjunto y en sus especificaciones deben tomar como punto de partida las dimensiones de los coches. Este estacionamiento fue diseñado para coches pequeños y normales con las siguientes medidas:

---

<sup>1</sup> Publicado en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el 29 de enero de 2004.

<sup>2</sup> Publicada en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el 8 de Febrero de 2011.

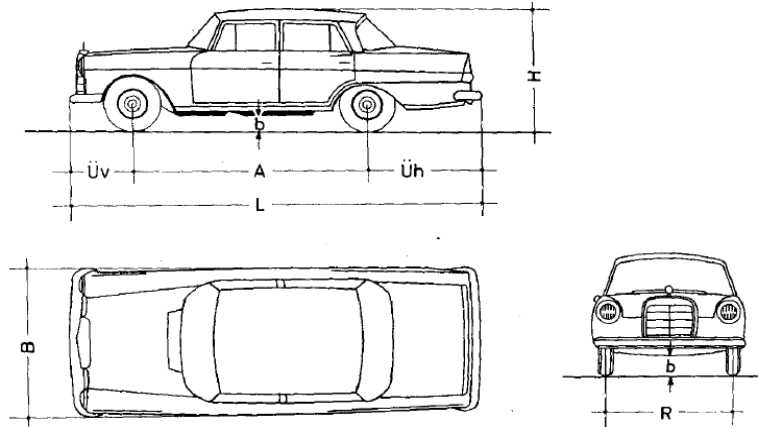


Figura 41) Dimensiones de los coches proyecto.

Características	Vehículo del proyecto	
	Coche normal	Coche pequeño
L= Longitud	4.5	3.6
B= anchura	1.8	1.6
H= altura	1.65	-
b = distancia al suelo	0.12	-
Üv= Vuelo delantero	0.85	-
Üh= Vuelo trasero	1.35	-
G = peso total	2000 kg	-
A= distancia entre ejes	1.5-3.15 m (2.3 m de media)	
R= distancia entre ruedas	1.02-1.56 m (1.3 m de media)	

Tabla 10) Características de los coches proyecto.

El radio de giro que se tomó en cuenta para el trazo de las curvas en el estacionamiento fue obtenido del Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, éste radio de giro mide 7.32 m y está diseñado para un coche más grande que el coche proyecto, por lo cual los carros no tendrán problema al girar bajando de las rampas o entre los callejones (véase figura 42):

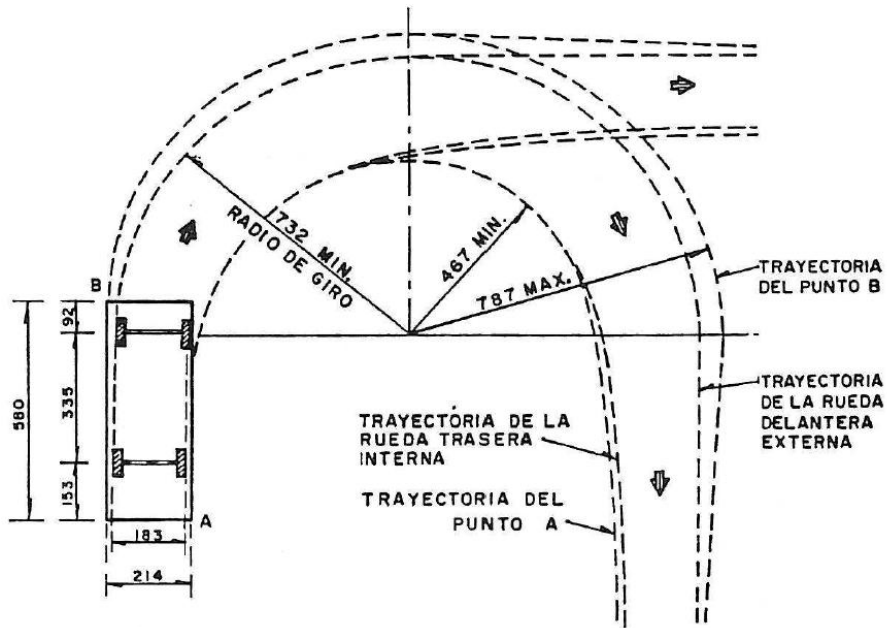


Figura 42) Radio de giro de los coches proyecto.

### 5.1.2 Cajones de estacionamiento

De acuerdo a las Normas Técnicas Complementarias para el Proyecto Arquitectónico, las medidas de los cajones de estacionamiento deben de ser de 5.00 x 2.40 m, permitiéndose hasta el 60% de los cajones para automóviles pequeños de 4.20 x 2.20 m. Para aprovechar al máximo el espacio el ángulo del cajón será de 45° (véanse figuras 43 y 44):

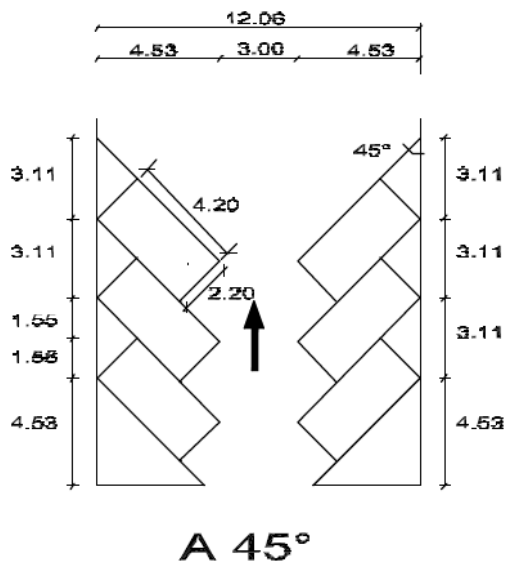


Figura 43) Dimensiones de los cajones de estacionamiento para autos pequeños.

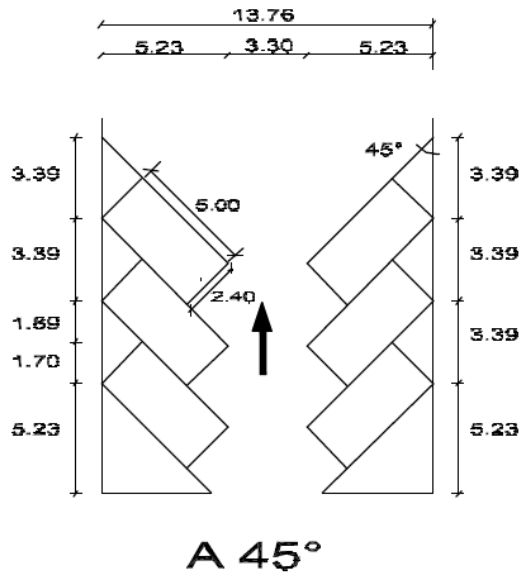


Figura 44) Dimensiones de los cajones de estacionamiento para autos normales.

Dentro de esta Norma Técnica también se menciona que se debe destinar un cajón con dimensiones de 5.00 x 3.80 m (véase figura 45) por cada 25 para uso exclusivo de personas con discapacidad, ubicado lo más cerca posible del edificio:

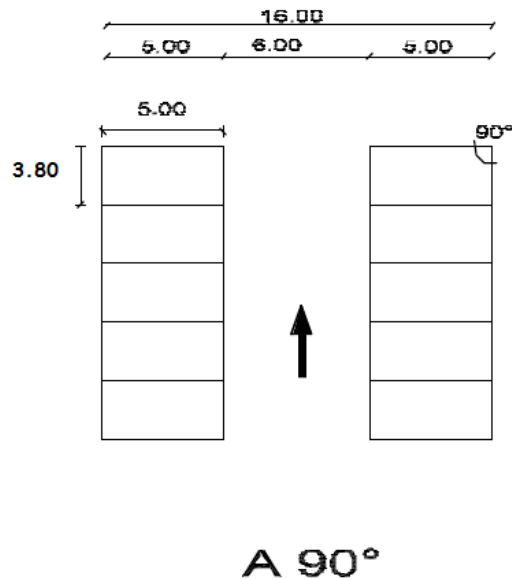


Figura 45) Dimensiones de los cajones de estacionamiento para personas con discapacidad.

Tomando en cuenta ésta condición, en planta baja se colocaron los lugares para personas con discapacidad debido a que el proyecto contempla escaleras y no elevadores para bajar y subir entre los niveles. En la siguiente tabla se enumeran los cajones por tipo y por piso:

	Tipo de cajón			Total
	Especiales	Pequeños	Normales	
Planta Baja	33	36	221	290
Piso 1	0	34	244	278
Piso 2	0	34	244	278
				<b>846</b>

Tabla 11) Número de cajones de estacionamiento por piso.

Como se puede observar aunque la Norma permite hasta sesenta por ciento de cajones para automóviles pequeños, sólo se designaron pocos lugares por piso, por el inconveniente que representa aparcar en un lugar pequeño para los automóviles normales, cuando ya se han ocupado todos los de este tamaño.

### 5.1.3 Rampas

Las rampas que tendrá el estacionamiento son rampas rectilíneas paralelas por pisos, en total son 4 rampas por cada piso 2 de subida y 2 de bajada, con una pendiente del 10%<sup>3</sup> y una longitud de 30 m, tal y como se muestran en la siguiente figura:

<sup>3</sup> Con base en la Norma Técnica Complementaria, las rampas para los vehículos tendrán una pendiente máxima de 15%.



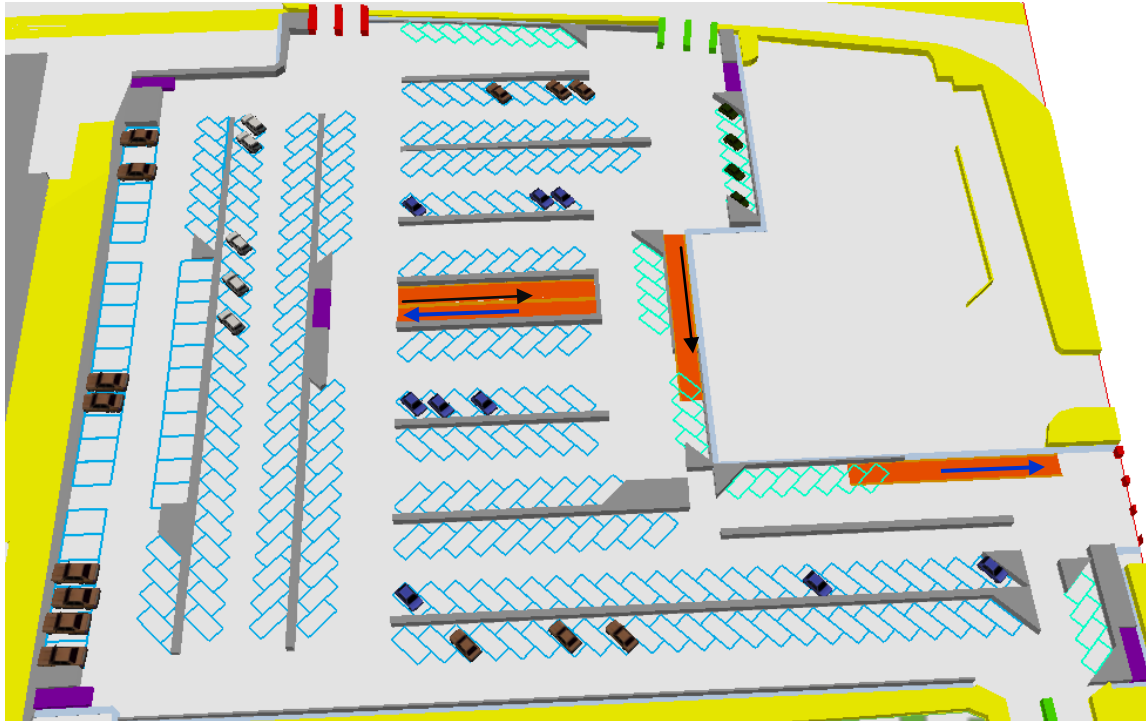


Figura 46) Ubicación de las rampas. Las flechas negras indican la subida y las azules la bajada.

### 5.1.4 Accesos y salidas vehiculares

El estacionamiento cuenta con 2 entradas y dos salidas, a continuación se muestra la ubicación de ellas:

	Ubicación	Número de carriles de acceso/salida
<b>Entrada 1</b>	Av. Delfín Madrigal	2
<b>Entrada 2</b>	Circuito Mario de la Cueva	2
<b>Salida 1</b>	Circuito Mario de la Cueva	2
<b>Salida 2</b>	Circuito Tienda-Paradero	3

Tabla 12) Número de cajones de estacionamiento por piso.

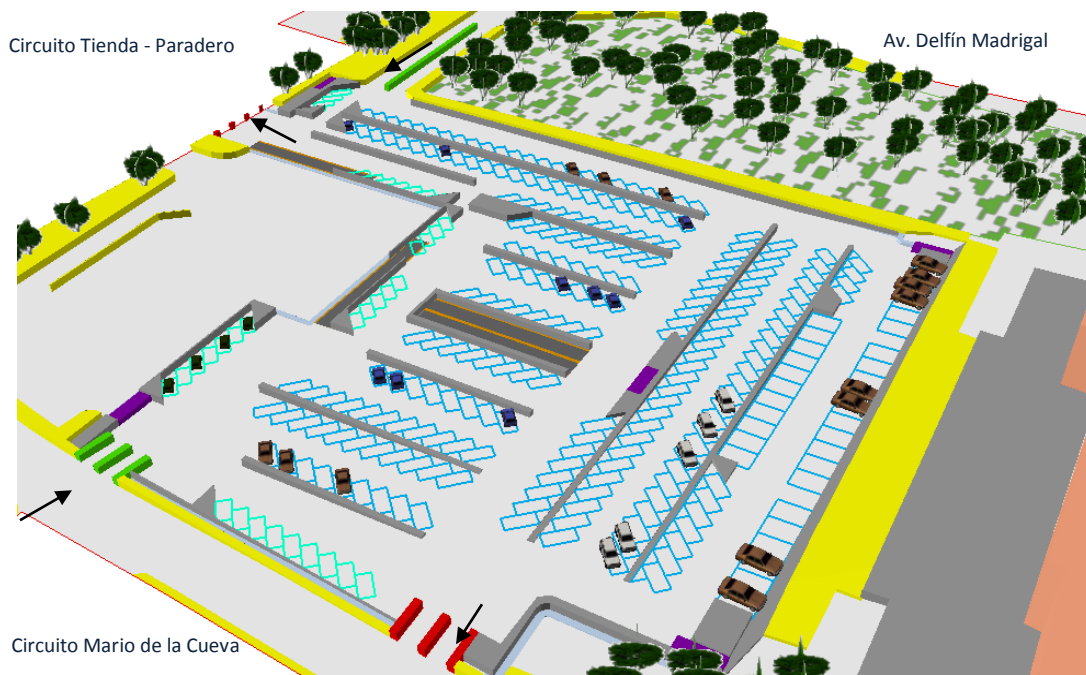


Figura 47) Entradas y Salidas del estacionamiento. Las entradas se encuentran en color verde y las salidas con rojo.

### 5.1.5 Accesos y salidas peatonales

El estacionamiento consta de 4 entradas/salidas para acceso peatonal, éstas se ubican en las entradas o salidas del mismo estacionamiento, como se indica en la siguiente figura:

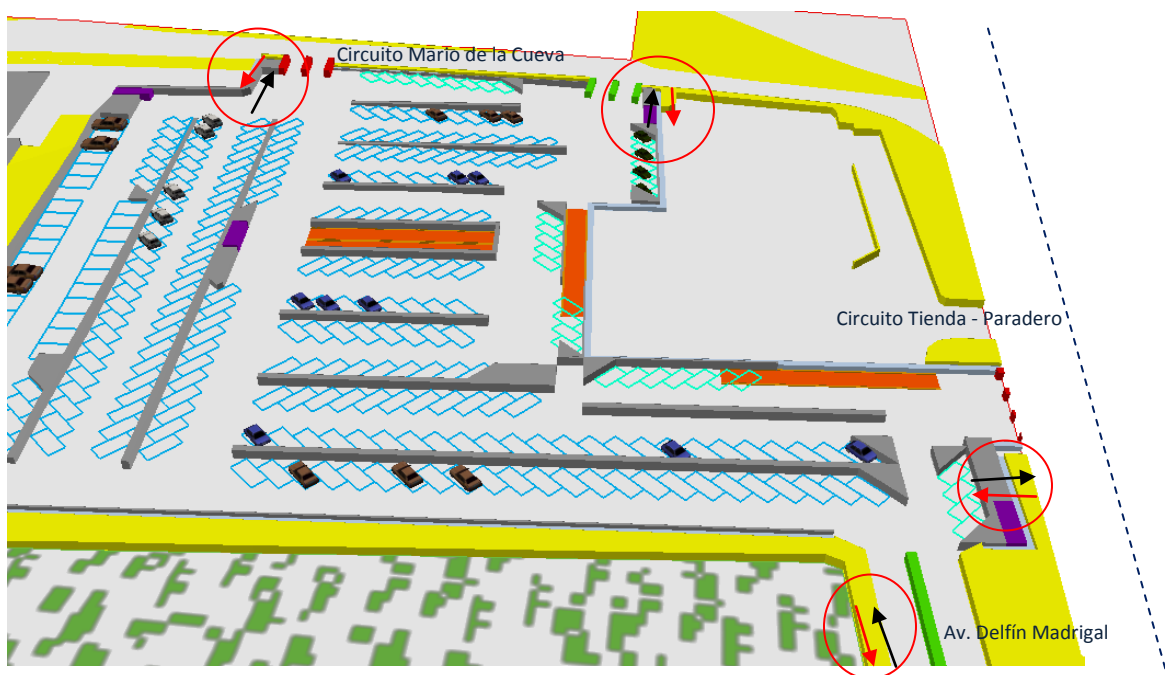


Figura 48) Entradas y Salidas peatonales.

Como se puede observar estas entradas/salidas se localizan en puntos específicos que permitirán al usuario trasladarse al paradero del PumaBús caminando o bien cruzar hacia el Circuito de Investigación Científica atravesando el Circuito Mario de la Cueva para llegar a la zona de Facultades e Institutos.

### 5.1.6. Costo estimado del estacionamiento

De acuerdo con especialistas en la materia<sup>4</sup>, el costo por m<sup>2</sup> para este proyecto se aproxima a \$10,000 pesos mexicanos, este valor incluye el costo de la estructura del edificio, así como el drenaje, la iluminación, las rampas, los barandales y las escaleras. En la siguiente tabla se muestra el costo total aproximado:

Costo por m <sup>2</sup>	Área m <sup>2</sup> por piso	Costo por piso	Número de pisos	Costo Total
\$10,000.00	13132.15	\$131,321,500.00	3	<b>\$393,964,500.00*</b>

\*No incluye el costo de la Azotea Verde.

Tabla 13) Costo estimado del estacionamiento.

A continuación se muestran las vistas de planta de la planta baja y el primer piso (el segundo piso conserva la misma geometría que el primero):

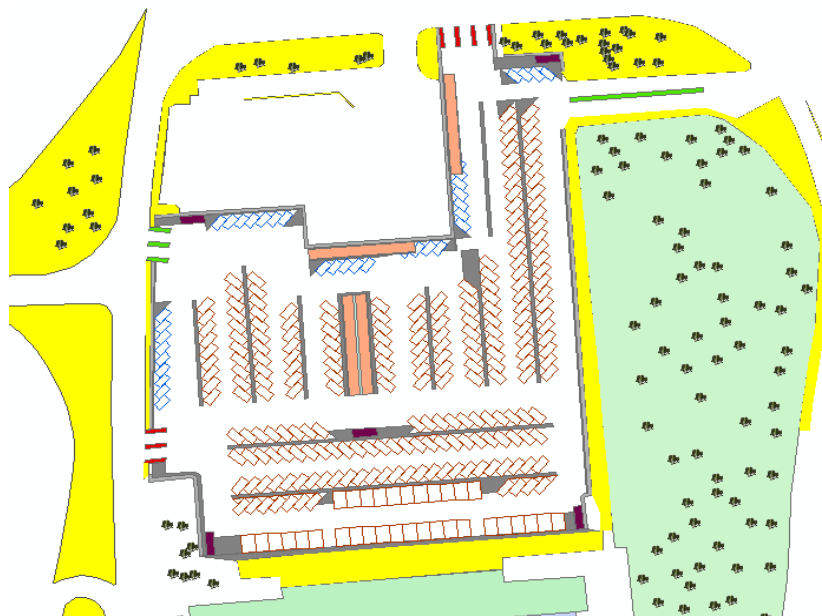


Figura 49) Vista de planta de planta baja.

<sup>4</sup> Ingenieros en Estructuras de la División de Ingenierías Civil y Geomática.

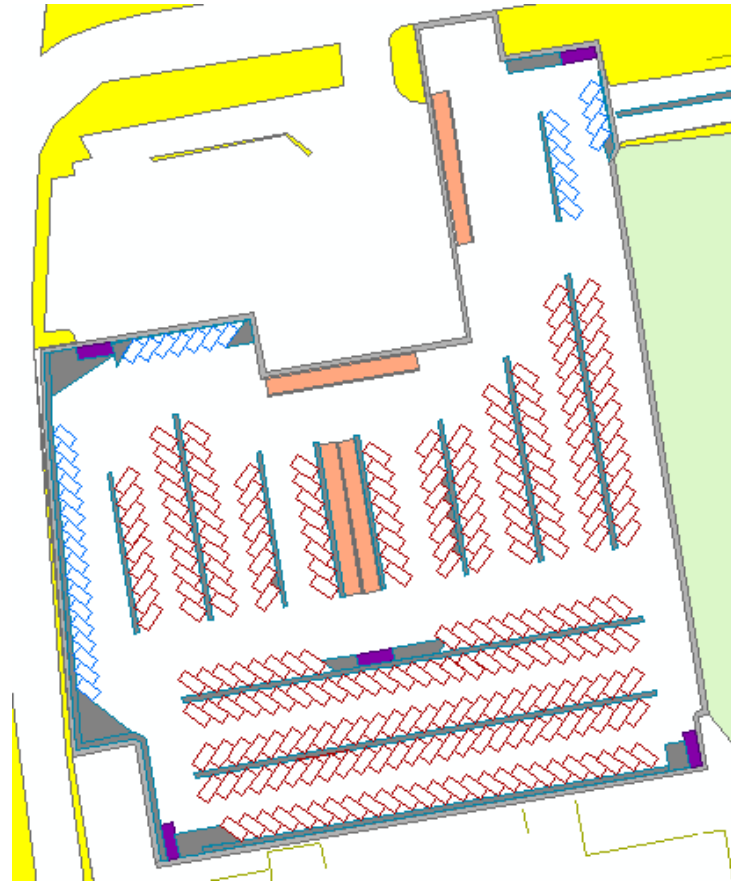


Figura 50) Vista de planta del primer piso.

## 5.2 Diseño de la Azotea Verde

La Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel (REPSA), es la primera reserva de la cuenca de México que permite no sólo la protección del ecosistema conocido como matorral de palo loco o xerófilo, sino también proteger a las especies silvestres que aún la habitan. Uno de los objetivos principales de la reserva es ser un área de conservación del ecosistema de matorral de palo loco.

La reserva nació en 1983, gracias al esfuerzo conjunto de autoridades, académicos y estudiantes de la UNAM. La REPSA se localiza al suroeste de la Ciudad de México, dentro de Ciudad Universitaria con las coordenadas 19°17' N, 99°11'O.

Hoy en día la demanda por espacios verdes de calidad aumenta en la mayoría de las ciudades, esto implica una gran inversión para el mantenimiento y la conservación de dichos espacios. En Ciudad Universitaria se gasta el 30% del agua potable que extrae de pozos propios para el riego de una parte del campus (fuente PUMAGUA); a esto se debería sumar las horas hombre que representan los trabajos de poda y conformación de setos, la cantidad de gasolina que emplean los equipos de corte como las desmalezadoras, motosierras y podadoras que trabajan durante todo el año y especialmente cuando crece el pasto en razón de 1cm/día promedio, en todas las zonas cubiertas con esta especie durante la época de lluvias (dato obtenido de los trabajadores de jardinería de la UNAM y del personal de Servicios Urbanos del GDF).

Para el diseño, como opción de jardinería se considerará un matorral xerófilo, a partir del Pedregal, para así rescatar el paisaje original de C.U. Con la poca disponibilidad de agua para el riego de las áreas verdes se vuelve necesario reconsiderar una adecuada selección vegetal para su diseño, que permita el establecimiento de masas de vegetación en condiciones de sequía y que requiera bajo mantenimiento.




Resulta de vital importancia saber cuántas y cuales planta se pueden usar en el diseño de espacios exteriores que no cuenten con la seguridad de un riego permanente. En un entorno natural de poco suelo y con baja capacidad de retención de agua, así como una alta exposición al sol y a vientos, las plantas que se adaptaron al pedregal de San Ángel (matorral xerófilo), resultan idóneos para ser utilizadas en el diseño de paisaje en escenarios como los pedregales al sur del D.F.; estos organismos han logrado sobrevivir en condiciones extremas durante muchos años y esto, además de garantizar su permanencia, ahorra importantes cantidades de recursos y agua para su establecimiento y manejo.

A partir del conocimiento que se tiene de la flora nativa con potencial de ornato, la REPSA ofrece una selección de plantas (paleta vegetal) con la cual trabajar en los diferentes diseños del espacio exterior de C.U. Algunas de estas especies de la






paleta vegetal han sido probadas con éxito en algunos proyectos, corroborando que el uso de estas plantas en los espacios abiertos no requiere más que el agua de las lluvias de verano para su establecimiento.



### 5.2.1 Descripción de la flora

A continuación se muestra una selección de plantas de la paleta vegetal existente en la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel (REPSA), que se recomienda para el diseño de la azotea verde.

<p><b>Nombre Común:</b> Agave</p>	
<p><b>Nombre Común:</b> Chilitos  <b>Nombre científico:</b> Bouvardia ternifolia  <b>Descripción:</b> Es un arbusto que llega a medir entre los 50 cm y tres metros de altura y medio. Presenta agrupaciones de flores tubulares de color rojo.  <b>Lugar donde habita:</b> Principalmente en bosques de encino, pino, pino-encino y de junípero.</p>	
<p><b>Nombre común:</b> Dalia</p>	



<p><b>Nombre común:</b> Estrellita  <b>Nombre científico:</b> Milla biflora  <b>Descripción:</b> Es una planta herbácea que mide entre 40 y 50 cm de altura. Presenta una aromática flor de color blanco en forma estrella.  <b>Lugar donde habita:</b> Pastizales, matorrales y encinares.</p>	
<p><b>Nombre común:</b> Flor Amarilla</p>	
<p><b>Nombre común:</b> Flor azul (Gallo)  <b>Nombre científico:</b> Commelina coelestis  <b>Descripción:</b> Es una planta herbácea que presenta un nudos tallo. Alcanza a medir entre los 40 cm hasta un metro 20 cm de altura. Presenta flores moradas.  <b>Lugar donde habita:</b> Principalmente en los bosques de encino y pino-encino.</p>	
<p><b>Nombre común:</b> Helecho</p>	
<p><b>Nombre común:</b> Nopal  <b>Nombre científico:</b> Opuntia sp  <b>Descripción:</b> Alcanza a medir de 3 a 5 m.  <b>Lugar donde habita:</b> Matorrales xerófilos.</p>	

<p><b>Nombre Común:</b> Oreja de Burro</p>	
<p><b>Nombre común:</b> Palo loco  <b>Nombre científico:</b> Senecio praecox  <b>Descripción:</b> Es un arbusto que alcanza a medir entre un y cuatro metros de altura. Presenta flores de color amarillo.  <b>Lugar donde habita:</b> Preferentemente matorrales xerófilos de lugares rocosos basálticos.</p>	

En la siguiente figura se presenta una propuesta para el diseño de la azotea verde que consta de jardineras de diferentes tamaños distribuidas a lo largo de toda el área; cuenta con 4 accesos, algunas bancas alrededor del perímetro y pasillos que se intersectan para poder recorrer el jardín:

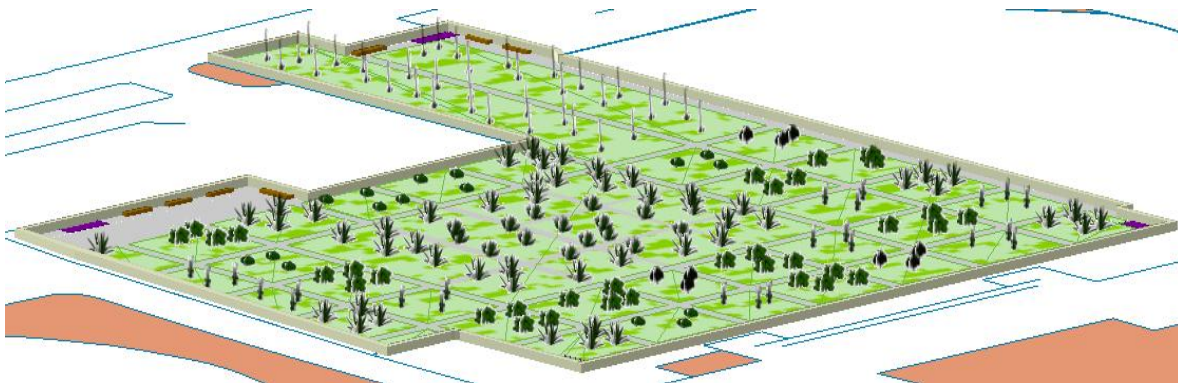


Figura 51) Propuesta de diseño para la Azotea Verde.



## **Capítulo 6. Consideraciones del proyecto propuesto**

### **6.1 Afectaciones administrativas**

Como hemos mencionado en capítulos anteriores, el estacionamiento de la Tienda UNAM se encuentra dividido en tres partes, la primera de ellas es utilizada para estacionar los camiones que pertenecen al Sistema de Transporte Interno de la UNAM (PumaBús) por lo que el proyecto contempla techar esta área a partir del segundo nivel del nuevo estacionamiento para permitirle una ampliación, el otro sitio pertenece a la Coordinación de Investigación Científica a la cual se le asignará un espacio especial para los académicos que utilizan el lugar, lo cual aplica también para los lugares reservados que tiene la Dirección General de Servicios Administrativos (DGSA) dentro del estacionamiento de clientes de la Tienda.

### **6.2 Restricciones legales**

En materia legal, el 28 de junio de 2007, durante su reunión en Nueva Zelanda; la UNESCO declaró Patrimonio de la Humanidad al campus principal o Ciudad Universitaria de la UNAM, destacándolo como "un conjunto monumental ejemplar del modernismo del siglo XX"; La categoría incluyó sólo el área comprendida dentro del primer Circuito Universitario inaugurado en 1952 y sus más de cincuenta edificios. Esta zona alcanza las 176.5 hectáreas, que significan el 25 por ciento de las 730 que en total conforman el Campus Universitario. Los límites de la circunscripción que señala la UNESCO son: hacia el poniente, el Estadio Olímpico; al sur, los frontones y la zona deportiva; al oriente, la Facultad de Medicina y al norte, los edificios de las facultades de Filosofía y Letras, Derecho, Economía y Odontología<sup>1</sup>.

Con lo citado anteriormente, se excluyen a la Tienda UNAM del Patrimonio de la Humidad, con lo que no existe ninguna restricción legal que impida modificar el

sitio. Sin embargo es necesario consultar con las Instituciones afectadas que actualmente hacen cupo de ese espacio como la DGSA, la Coordinación de Investigación Científica y el Sistema de Transporte Interno antes de llevar a cabo el proyecto, para establecer un acuerdo con ellos en orden de que todos salgan beneficiados.

Es importante aclarar que el diseño del estacionamiento se planeó de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal así como en su Norma Técnica Complementaria para el Proyecto Arquitectónico.

### **6.3 Mecánica de Suelos**

Esta zona que por su altitud relativa se denominará las Lomas, presenta generalmente condiciones favorables para cimentar estructuras; la capacidad de carga del terreno es elevada y no existen capas de arcilla compresibles que pueden ser causa de asentamientos diferenciales de gran magnitud. El Pedregal se conforma mayormente de basalto, una roca de alta capacidad portante, en el contacto de los distintos derrames se presentan cuevas o material fragmentado suelto, de manera que es posible una falla bajo la cimentación de columnas pesadas. Por esta razón, las estructuras principales de la ciudad Universitaria se ubicaron en las partes no invadidas por las lavas del Xitli. Es oportuno citar que en la cimentación del Multifamiliar de Maestros de la UNAM, se inyectaron alrededor de 800 m<sup>3</sup> de mortero de cemento para establecer la continuidad entre las capas de roca. Las oquedades en este caso tenían alturas variables entre el centímetro y un metro.

Como se ha mencionado anteriormente este es solo un proyecto, de concretarse, será necesario hacer estudios más profundos y con especialistas en la materia para evitar riesgos futuros.

## 6.4 Modificación a las rutas del transporte del campus

Existen 5 rutas que pasan por los alrededores de la Tienda UNAM y que tienen como punto final o de inicio, según sea el caso, el metro Universidad, para su análisis las dividiremos en dos grupos: en el primer grupo están las rutas 1, 4 y 5 que pasan frente a la entrada de la Tienda y provienen del Circuito de Investigación Científica (CIC), mientras que las rutas 3 y 12 que pertenecen al segundo grupo, recorren un segmento del Circuito Mario de la Cueva y rodean parte del perímetro de la Tienda (véase figura 52).

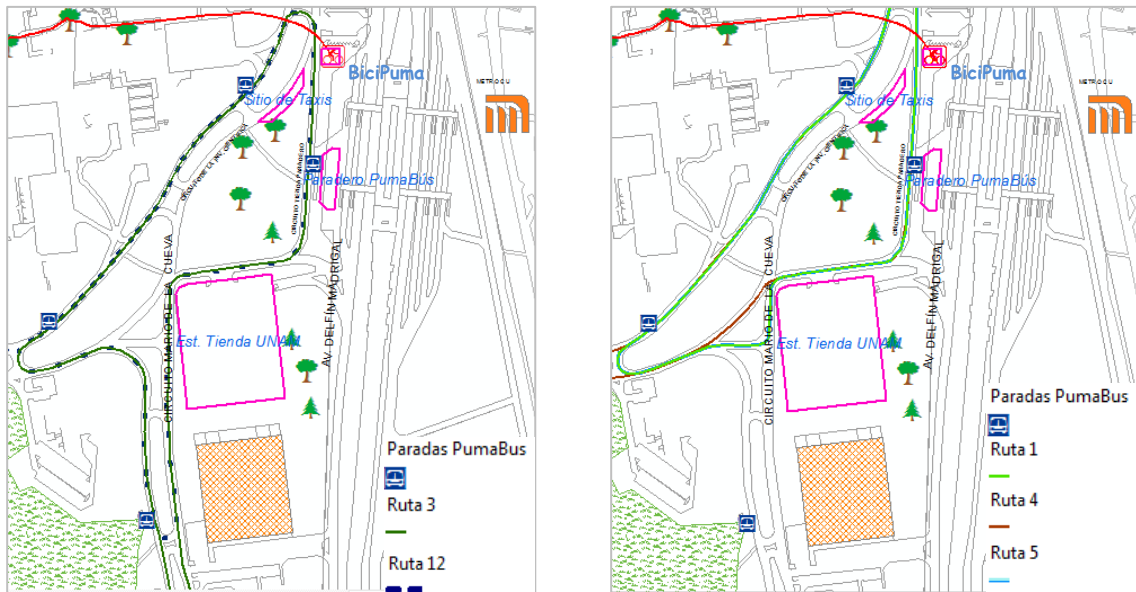


Figura 52) Rutas del PumaBús, (Segura, 2011).

Como podemos observar el paradero del PumaBús está relativamente cerca del estacionamiento, sin embargo, convendría que al menos dos o tres rutas pararan ahí para aquellos usuarios que quieran trasladarse a la base para conectar con otra ruta, acercarse a la estación Bicipuma que se encuentra a unos pasos del paradero, o bien, que tengan como destino el área norte del CIC donde se encuentra la Facultad de Veterinaria y Zootecnia y el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología o la Facultad de Ciencias en sus límites con el Circuito Exterior, porque de acuerdo con los resultados de las encuestas, los principales usuarios

del CIC son estudiantes o académicos que asisten a los Institutos o Facultades que se encuentran dentro de ésta área.

Con base en la demanda de las rutas del PumaBús, las rutas que deberían hacer parada en Tienda UNAM son 3, 5 y 12 por presentar baja demanda (véase tabla 6), ésta nueva parada no afectaría en el tiempo que tardan en hacer el recorrido, tomando en cuenta que al eliminar el estacionamiento sobre el CIC los camiones podrán circular de manera más fluida. Para las rutas 3 y 12 no es necesario modificar el trayecto, caso contrario es el de la ruta 5 que ahora se incorporará al Circuito Mario de la Cueva y dará vuelta en U frente a la DGSA para pasar a un costado de la Tienda sumando a su recorrido de 16 paradas una más, tal y como lo harán las rutas 3 y 12 con 15 y 6 paradas respectivamente (véase figura 53).

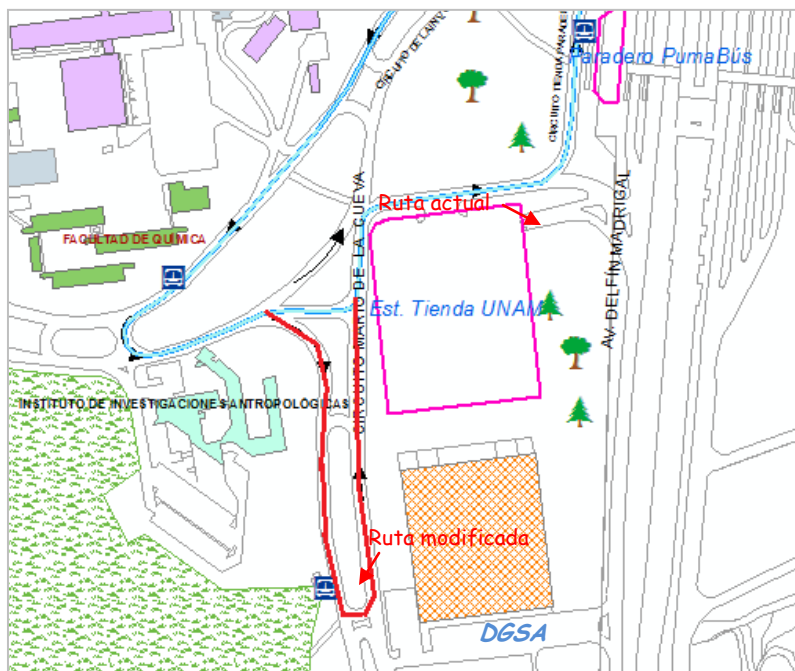


Figura 53) Modificación de la ruta 5, (Segura, 2011).

Las rutas pararán en la entrada a la Tienda sobre el Circuito Mario de la Cueva (véase figura 54), con lo cual los usuarios del estacionamiento tendrían la opción de tomar este medio de transporte si así lo desearan y sin necesidad de caminar a la base principal.

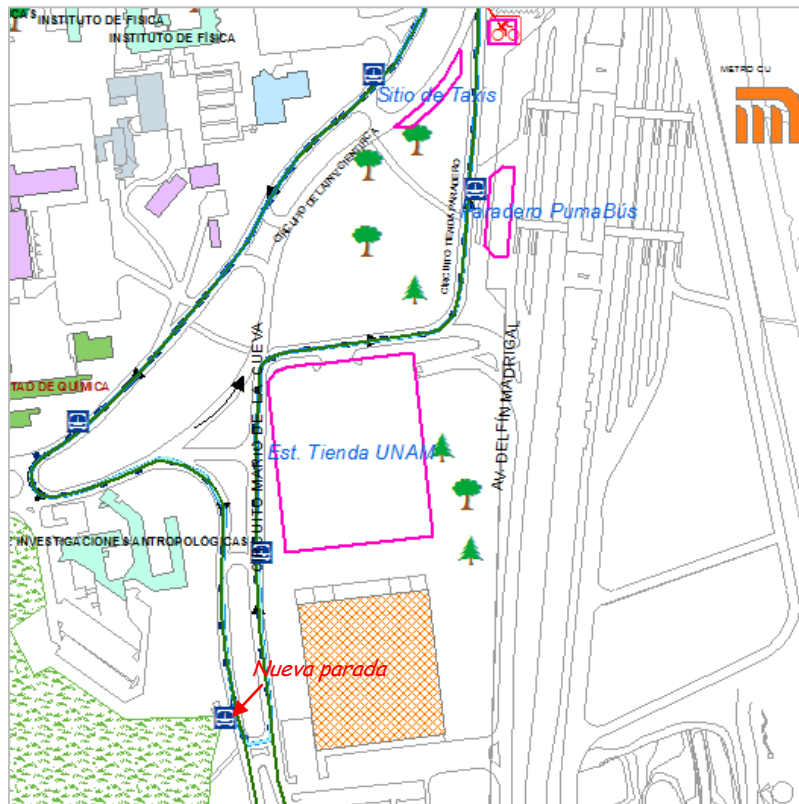


Figura 54) Modificación de la ruta 5, (Segura, 2011).

## 6.5 Impacto ambiental en el entorno del campus

Por impacto ambiental se entiende el efecto que produce una determinada acción humana sobre el medio ambiente en sus distintos aspectos. Las acciones humanas, motivadas por la consecución de diversos fines, provocan efectos colaterales sobre el medio natural o social. Mientras los efectos perseguidos suelen ser positivos, al menos para quienes promueven la actuación, los efectos secundarios pueden ser positivos y, más a menudo, negativos.

Al llevar a cabo la elaboración de éste proyecto de tesis, es oportuno aclarar que efectivamente, dicha obra ocasionará un impacto al medio ambiente en esa zona, ya que algunos árboles serán talados, por lo tanto la vegetación existente en donde se plantea la construcción del edificio elevado de estacionamiento se verá afectada.

Dentro del campus de Ciudad Universitaria (CU) de la UNAM se encuentra la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel (REPSA). La Ciudad Universitaria se construyó en la parte de menor altitud del derrame del volcán Xitle, en parte de la zona conocida como “Pedregal de San Ángel”. Las condiciones de esta zona permitieron que se estableciera una comunidad vegetal natural clasificada como matorral xerófilo dominada por arbustos y herbáceas y con pocos elementos arbóreos menores a 8 m de altura<sup>ii</sup>.

La REPSA se divide en zonas núcleo<sup>1</sup> (171 ha.) y zonas de amortiguamiento<sup>2</sup> (66 ha.) (véase anexo 1) y es uno de los últimos refugios que alberga a la biodiversidad silvestre del matorral, desafortunadamente en la actualidad libra dos batallas: coexistir con una metrópoli contaminada y en constante crecimiento y pelear por su lugar ante la constante invasión de semillas y fragmentos de órganos de especies exóticas propias de la paleta vegetal de los jardines y áreas verdes de CU, como consecuencia existe una creciente pérdida de la biodiversidad del ecosistema protegido, es por ello que la REPSA aconseja tomar en cuenta las siguientes medidas para mantener el equilibrio ecológico al llevar a cabo dicho proyecto:

1. Construir una “Azotea Verde”, la cual hemos contemplado en el diseño y
2. Proteger el área verde que está a un lado de la Tienda UNAM (véase figura 55) que aunque no es zona protegida, es pedregal y sirve como zona de recarga del acuífero de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.

---

<sup>1</sup> Son las áreas de la Reserva Ecológica que por su alto grado de conservación y diversidad están sujetas a protección estricta.

<sup>2</sup> Son las áreas de la Reserva Ecológica sujetas a uso restringido para protección ambiental cuya presencia permite reducir el efecto de la perturbación antrópica sobre las zonas núcleo.



Figura 55) Área bajo la Protección de la REPSA.

Con la construcción de ésta “Terraza Verde” añadiremos un nuevo pulmón para Ciudad Universitaria que además requerirá de muy poco cuidado porque la flora nativa del pedregal no requiere de riego, y de esta manera se empieza a reincorporar gradualmente el paisaje del pedregal propio del campus<sup>iii</sup>.

## 6.6 Impacto social en el entorno del campus

De acuerdo a las encuestas realizadas a la población para éste proyecto, se llega a la conclusión que la modificación del estacionamiento de la Tienda UNAM dentro del Campus de Ciudad Universitaria sería muy conveniente para las personas que usan el servicio de estacionamiento, ya que como se ha especificado la problemática del carecimiento de lugares para estacionarse en el campus es insuficiente. De tal forma el impacto social que ocasionaría la ampliación del estacionamiento en la Tienda UNAM sería totalmente positivo y aprobado por la población universitaria.

Dado que la ubicación de la ampliación del estacionamiento en la Tienda UNAM es muy conveniente, debido a la afluencia de los medios de transporte encargados de trasladar a los universitarios a sus respectivas facultades, escuelas e institutos, dicha obra es ideal para ofrecer una alternativa favorable a los conductores que ingresan al Campus de Ciudad Universitaria, que podrían contar con más lugares de estacionamiento, sobre todo contando con un lugar seguro y de fácil acceso para sus vehículos.



## Capítulo 7. Conclusiones

El desarrollo de éste proyecto responde a la problemática de espacio para los vehículos en el campus de Ciudad Universitaria, enfocándose a la carencia de lugares de estacionamiento y haciendo una propuesta que garantice una eficiencia al adaptarse al funcionamiento actual de Ciudad Universitaria.

Considerando diversos factores, se determina que la propuesta de la ubicación del estacionamiento en la Tienda UNAM, ampliando el existente, sea la más conveniente debido a que se localiza en uno de los principales accesos al campus, además de la concentración de diversas rutas del Sistema de Transporte Interno (PumaBús) que permiten el traslado de los usuarios a sus destinos.

Con esta propuesta se obtendrían 846 lugares totales en el estacionamiento, distribuidos 290 en la planta baja, ya existente, 278 en el primer piso y otros 278 lugares más en el segundo piso. Como se observa, es una cantidad considerable que favorecería en gran medida a los estudiantes y académicos de la zona del Circuito de Investigación Científica.

Además, otro gran beneficio de ésta propuesta es el rescate de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel (REPSA) al ser colocada una azotea verde en el último piso de este estacionamiento, no sólo ampliamos la flora existente en dicha reserva, sino que además llenaríamos de más espacios verdes el campus, con la ventaja de reducción en los costos de creación y mantenimiento de jardinería en Ciudad Universitaria.

## Anexos

### Anexo 1

#### Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel de Ciudad Universitaria



Zona	Superficie
<span style="color: red;">■</span> Núcleo	171 hectáreas
<span style="color: cyan;">■</span> Amortiguamiento	66 hectáreas
<b>Superficie total de la reserva</b>	<b>237 hectáreas</b>

**Anexo 2****ROTACIÓN EN EL CIC**

HORARIO : VESPERTINO (13:30 - 15:45 AM)

PLACA	PERMANENCIA	PLACA	PERMANENCIA	PLACA	PERMANENCIA
LXW-6528	√				
CRN-8963	-				

---

---

## Bibliografía

- ARGUMEDO, Marco. Análisis macroscópico del tráfico vehicular en Ciudad Universitaria [tesis]. México, Universidad Nacional Autónoma de México. 2006.
- CAMARENA Berruecos, Pedro. Xerojardinería; Guía para el diseño de los jardines de Ciudad Universitaria; Secretaría Ejecutiva REPSA; Facultad de Arquitectura.
- ING. NAVARRO H., Sergio Junio. Manual de Topografía-Poligonales, 2008. Disponible en <<http://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/modulo-v-poligonales.pdf>>. [Consulta: 2 Marzo 2012].
- SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES (SCT), Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras, 1991.
- MC CLUSKEY, Jim. Parking: Manual de diseño ambiental. Trad. Castan Santiago. Ed. Gustavo Gili, 1990, Barcelona. 279 pp.
- REPSA, Disponible en < <http://www.repsa.unam.mx/index.html>>. [Consulta: Marzo 2012].
- SILL, Otto. Construcción de aparcamientos: Manual para la planificación, construcción y explotación de edificios de aparcamiento y garajes subterráneos. Trad. Margarit Adrián. Ed. Blume, 1969, Barcelona. 271 pp.

## Índice de tablas e imágenes

### Tablas

1. Entradas y salidas de Ciudad Universitaria
2. Índice de rotación en el CIC
3. Resultados del O-D
4. Comparación de la congestión vial para el campus entre los panorama (Argumedo, 2006), acotado al sector de interés.
5. Preferencia de traslado dentro del campus
6. Porcentaje de uso de las rutas de acuerdo a su origen – destino:
7. Preferencias de la comunidad universitaria respecto al lugar de estacionamiento
8. División del estacionamiento de la Tienda UNAM
9. Registro de ocupación vehicular del estacionamiento de la Tienda UNAM
10. Características de los coches proyecto
11. Número de cajones de estacionamiento por piso
12. Número de cajones de estacionamiento por piso
13. Costo estimado del estacionamiento

### Imágenes

1. Imagen de Google Earth®. Disponible en Google Earth®.
2. Límites de Ciudad Universitaria. Disponible en Google Maps®. Disponible en <<http://maps.google.com.mx/>>. [Fecha de consulta: 29 febrero 2012].
3. Vista aérea de Ciudad Universitaria, Enero 1952. Colección Universidad. Doc. 4029. Disponible en <[http://www.100.unam.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=76&Itemid=111&lang=es](http://www.100.unam.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=76&Itemid=111&lang=es)>. [Fecha de consulta: 20 de febrero de 2012].
4. Mapa de Ciudad Universitaria. Disponible en <<http://www.global.unam.mx/es/cu/mapa%20cu.pdf>>. [Fecha de consulta: 20 de febrero de 2012].

5. Zonas de conflicto vehicular en la parte noreste del campus. Disponible en <<http://www.global.unam.mx/es/cu/mapa%20cu.pdf>>. [Fecha de consulta: 20 de febrero de 2012].
6. Zonas de conflicto vehicular en accesos de entrada y salida del campus. Disponible en Google Maps®. Disponible en < <http://maps.google.com.mx/>>. [Fecha de consulta: 29 febrero 2012].
7. Imagen de Google Earth®. Disponible en Google Earth®.
8. Circuito de Investigación Científica y rutas del PumaBús. SEGURA Gutiérrez, Jesús Jovan. Mapa Inteligente de Ciudad Universitaria. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 2011.
9. Mapas de asignación de tráfico para el campus (Argumedo, 2006).
10. Mapa de asignación de tráfico para el campus (Argumedo, 2006). Panorama Matutino real
11. Mapa de asignación de tráfico para el campus (Argumedo, 2006). Panorama Vespertino real.
12. Imagen de Google Earth®. Disponible en Google Earth®.
13. Estacionamiento Tienda UNAM, SEGURA Gutiérrez, Jesús Jovan. Mapa Inteligente de Ciudad Universitaria. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 2011.
14. Imagen de Google Earth®. Disponible en Google Earth®.
15. Ortofoto del estacionamiento y trazo en un software de diseño.
- 16 y 17. Vistas del Estacionamiento en 3D.
18. Vista de planta del perfil.
19. Vista lateral del perfil.
20. Perfil del Eje.
21. Mapa de asignación de tráfico para el campus (Argumedo, 2006). Panorama Matutino real.
22. Mapa de asignación de tráfico para el campus (Argumedo, 2006). Panorama Vespertino real.
23. Vistas del estacionamiento de Tienda UNAM. Elaboración propia 2011.
24. Estacionamiento del CCP. Elaboración propia 2011.
25. Estacionamiento del CCP. Elaboración propia 2011.

26. Rampa de Caracol estacionamiento Telmex esq. Av. Universidad y Río Churubusco. Elaboración propia 2011.
27. Rampas rectilíneas, paralelas y atravesando varios pisos, con descansillos intermedios. Las de subida y bajada en lados opuestos. Sill Otto.
28. Estacionamiento. Elaboración propia 2011.
29. Estacionamiento. Elaboración propia 2011.
30. Estacionamiento. Elaboración propia 2011.
31. Medias rampas de “Humy” para plataformas de medio piso desplazadas la mitad de la altura de un piso unas de otras. Sill Otto.
32. Montacargas estacionario. Disponible en <http://www.deautomoviles.com.ar/articulos/tecnologia/estacionamiento-ascensor.html>. [Consulta: 12 Enero 2012].
33. Estacionamiento en Rectoría. Elaboración propia 2011.
34. Estacionamiento en Rectoría. Elaboración propia 2011.
35. Estacionamiento en Plaza Universidad. Elaboración propia 2011.
36. Estacionamiento AAPAUNAM. Elaboración propia 2011.
37. Estacionamiento AAPAUNAM. Elaboración propia 2011.
38. Estacionamiento del CCP. Elaboración propia 2011.
39. Entrada del Estacionamiento del Aeropuerto Internacional. Elaboración propia 2011.
40. Estacionamiento del CCP. Elaboración propia 2011.
41. Dimensiones de los coches proyecto.
42. Radio de giro de los coches proyecto.
43. Dimensiones de los cajones de estacionamiento para autos pequeños.
44. Dimensiones de los cajones de estacionamiento para autos normales.
45. Dimensiones de los cajones de estacionamiento para personas con discapacidad.
46. Ubicación de las rampas. Las flechas negras indican la subida y las blancas la bajada.
47. Entradas y Salidas del estacionamiento. Las entradas se encuentran en color verde y las salidas con rojo.
48. Entradas y Salidas peatonales.



49. Vista de planta de planta baja.
50. Vista de planta del primer piso.
51. Propuesta de diseño para la Azotea Verde
52. Rutas del PumaBús, (Segura, 2011).
53. Modificación de la ruta 5, (Segura, 2011).
54. Modificación de la ruta 5, (Segura, 2011).
55. Área bajo la Protección de la REPSA.

---

---

## Referencias

### Capítulo 1

<sup>i</sup> NO DISPONIBLE. Ciudad Universitaria de la UNAM [en línea]. Wikipedia, la Enciclopedia libre. Disponible en <[http://es.wikipedia.org/wiki/Ciudad\\_Universitaria\\_de\\_la\\_UNAM](http://es.wikipedia.org/wiki/Ciudad_Universitaria_de_la_UNAM)>. [Fecha de consulta: 10 Enero 2012].

<sup>ii</sup> NO DISPONIBLE. Sistema de transporte PUMABÚS [en línea]. México, Cal y Mayor Asociados, 2008. Disponible en <[http://calymayor.com.mx/website/proyectos\\_pumabus.html](http://calymayor.com.mx/website/proyectos_pumabus.html) >. [Fecha de consulta: 13 Enero 2012].

<sup>iii</sup> UNAM. Series Estadísticas / Área construida asignada por función (m<sup>2</sup>) [descarga en formato. xls]. Portal de estadística universitaria, UNAM, 2008 – 2011. Disponible en <[http://www.estadistica.unam.mx/series\\_inst/xls/c36superficeconstruida.xls](http://www.estadistica.unam.mx/series_inst/xls/c36superficeconstruida.xls) > [Fecha de consulta: 14 de Enero de 2012].

<sup>iv</sup> HORTELANO M., Yolanda, et al. Mamíferos silvestres de la Reserva Ecológica del Pedregal de San ángel en Ciudad Universitaria, Universidad Nacional Autónoma de México, D.F. [en línea]. México, Departamento de Zoología e Instituto de Biología, UNAM, 2009. Disponible en <<http://www.ejournal.unam.mx/bio/BIO80-02/BIO0800000221.pdf> >. [Fecha de consulta: 23 enero 2012].

<sup>v</sup> INEGI. Información geográfica / Mapa de Fisiografía. Disponible en <<http://mapserver.inegi.org.mx/geografia/espanol/estados/df/fisio.cfm?c=444&e=02>>. [Fecha de consulta: 29 de enero de 2012].

- 
- <sup>vi</sup> NO DISPONIBLE. Información general de Coyoacán – Hidrografía [en línea]. México, Sitio Oficial de la Delegación Coyoacán. Disponible en <<http://www.coyoacan.df.gob.mx/>>. [Fecha de consulta: 23 enero 2012].
- <sup>vii</sup> NO DISPONIBLE. Enciclopedia de los Municipios y delegaciones de México – Coyoacán [en línea]. México, Instituto para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED) y Secretaría de Gobernación (SEGOB), 2010. Disponible en <<http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/EMM09DF/>>. [Fecha de consulta: 27 enero 2012].
- <sup>viii</sup> CAMARENA B. Pedro, et al. Xerojardinería, Guía para el diseño de los jardines de Ciudad Universitaria. México, Universidad Nacional Autónoma de México, Coordinación de la Investigación Científica, 2010.
- <sup>ix</sup> NO DISPONIBLE. Pedregal de San Ángel [en línea]. Wikipedia, la Enciclopedia libre. Disponible en <[http://es.wikipedia.org/wiki/Pedregal\\_de\\_San\\_%C3%81ngel#La\\_Reserva\\_Ecol.C3.B3gica\\_del\\_Pedregal\\_de\\_San\\_.C3.81ngel\\_de\\_Ciudad\\_Universitaria](http://es.wikipedia.org/wiki/Pedregal_de_San_%C3%81ngel#La_Reserva_Ecol.C3.B3gica_del_Pedregal_de_San_.C3.81ngel_de_Ciudad_Universitaria)>. [Fecha de consulta: 2 febrero 2012].
- <sup>x</sup> NO DISPONIBLE. Datos generales de México y de la Ciudad de México. España, Sitio de la Instituto de Medio Ambiente (Oficina Verde) - Plan de ambientalización de la Universidad de Girona. Disponible en: <<http://insma.udg.es/ambientalitzacio/linies/curricular/webciutats/TEXTMEXI.HTM#geo>>. [Fecha de consulta: 29 enero 2012].
- <sup>xi</sup> MARSAL Raúl. y MAZARI Marcos. El subsuelo de la Ciudad de México. México, Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México. 1959. pp. 7 – 12, 14.
- <sup>xii</sup> PANI, Mario y DEL MORAI, Enrique. La construcción de la Ciudad Universitaria del Pedregal. México, Universidad Nacional Autónoma de México, 1979.

- <sup>xiii</sup> NO DISPONIBLE. Ampliaciones y construcciones en C.U. [en línea]. Gaceta Oficial de la Universidad Nacional Autónoma de México No. 15 de 24 de marzo, 1967. Disponible en < <http://132.248.247.1> >, bajo la referencia: 'Ampliaciones y construcciones en CU'. [Fecha de consulta: 20 enero 2012].
- <sup>xiv</sup> FLORES Hernández, Nallely y GUADARRAMA De León, Alejandra D. Propuesta para mejorar la operación vehicular en el tramo norte del Circuito Interior de Ciudad Universitaria. México, Universidad Nacional Autónoma de México, 2004. 67 pp.
- <sup>xv</sup> *Ibídem.*
- <sup>xvi</sup> ROJAS, Pedro. La Ciudad Universitaria a la época de su construcción. México, Universidad Nacional Autónoma de México, 1979. pp. 34 – 39, 45.
- <sup>xvii</sup> NO DISPONIBLE. Solicitan trabajadores mayor vigilancia en estacionamientos [en línea]. Mayor vigilancia en la ciudad de la investigación en humanidades [en línea]. México, Gaceta Oficial de la Universidad Nacional Autónoma de México No. 0073 del 12 de noviembre, 1987. Disponible en: <<http://132.248.247.1>>, bajo la referencia: 'Solicitan trabajadores mayor vigilancia en estacionamientos' (fragmento). [Fecha de consulta: 20 febrero 2012]. p. 11.
- RUIZ, Mario. Mayor vigilancia en la ciudad de la investigación en humanidades [en línea]. México, Gaceta Oficial de la Universidad Nacional Autónoma de México No. 2313 del 25 de julio, 1988. Disponible en: <<http://132.248.247.1>>, bajo la referencia: 'Mayor vigilancia en la ciudad de la investigación en humanidades' (fragmento). [Fecha de consulta: 25 febrero 2012] p. 11.

---

<sup>xviii</sup> NO DISPONIBLE. Auxilio UNAM, Seguridad y servicios [en línea]. México, Gaceta Oficial de la Universidad Nacional Autónoma de México No. 2353 del 30 de enero, 1989. Disponible en: <<http://132.248.247.1>>, bajo la referencia: 'Auxilio UNAM, seguridad y servicios' (fragmento). [Fecha de consulta: 26 febrero 2012]. p. 15.

NO DISPONIBLE. Programa auxilio UNAM [en línea]. México, Gaceta oficial de la Universidad Nacional Autónoma de México No. 0062 del 28 de septiembre, 1987. Disponible en: <<http://132.248.247.1>>, bajo la referencia: 'programa auxilio UNAM' (fragmento). [Fecha de consulta: 26 enero 2012]. pp. 1, 4.

<sup>xix</sup> UNAM. PumaBús, una solución al caos vial [en línea]. México, Gaceta Oficial de la Universidad Nacional Autónoma de México No. 3960 del 12 de febrero; suplemento, 2007. Disponible en <<http://132.248.247.1>>, bajo la referencia: 'Suplemento PumaBús, una solución al caos vial' (fragmento). [Fecha de consulta: 20 febrero 2012]. p.1.

<sup>xx</sup> RAMÓN, Verónica. Brigada Vial en Ciudad Universitaria [en línea]. México, Gaceta Oficial de la Universidad Nacional Autónoma de México No. 3594 del 28 de noviembre, 2002. Disponible en <<http://www.dgcs.unam.mx/gacetaweb/2002/28nov02.pdf>>. [Fecha de consulta: 20 febrero de 2012]. p. 7.

<sup>xxi</sup> HERRERA, Pía. Pumas sobre ruedas recorre la Universidad [en línea], México, Gaceta Oficial de la Universidad Nacional Autónoma de México No. 3747 del 13 de septiembre, 2004. Disponible en <<http://www.dgcs.unam.mx/gacetaweb/2004/040913.pdf>>. [Fecha de consulta: 20 febrero 2012]. p. 3.

---

CHAIRES, Benjamín. Pumas sobre ruedas [en línea]. México, Gaceta Oficial de la Universidad Nacional Autónoma de México No. 3742 del 26 de agosto, 2004. Disponible en <<http://www.dgcs.unam.mx/gacetaweb/2004/040826.pdf>>. [Fecha de consulta: 20 febrero 2012]. p. 2.

<sup>xxii</sup> ZOZAYA, Roberto. Programa Bicipuma en Ciudad Universitaria [en línea]. México, Gaceta Oficial de la Universidad Nacional Autónoma de México No. 3789 del 3 de marzo, 2005. Disponible en <<http://www.dgcs.unam.mx/gacetaweb/2005/050303/gaceta.htm>>. [Fecha de consulta: 20 febrero 2012]. pp. 1, 4.

<sup>xxiii</sup> VÁZQUEZ, Rubén. Bicipuma, sexto aniversario funcionamiento [en línea]. México, Gaceta Oficial de la Universidad Nacional Autónoma de México No. 4333 del 5 de mayo, 2011. Disponible en <<http://www.dgcs.unam.mx/gacetaweb/2011/110505/gaceta.htm>>. [Fecha de consulta: 20 febrero 2012]. pp. 1, 3, 14 -15.

<sup>xxiv</sup> SSC y DGSG. Poster: Nueva ruta en el transporte interno [en línea]. México, Gaceta Oficial de la Universidad Nacional Autónoma de México No. 3815 del 9 de junio, 2005. Disponible en <<http://www.dgcs.unam.mx/gacetaweb/2005/050609/gaceta.htm>>. [Fecha de consulta: 20 febrero 2012]. p. 28.

<sup>xxv</sup> UNAM. Obras de infraestructura en Ciudad Universitaria [en línea]. México, Gaceta Oficial de la Universidad Nacional Autónoma de México No. 3781 del 3 de febrero, 2005. Disponible en <<http://www.dgcs.unam.mx/gacetaweb/2005/050203/gaceta.htm>>. [Fecha de consulta: 20 febrero 2012]. p. 6.

---

<sup>xxvi</sup> RAMÓN, Verónica. Nueva vialidad en el Centro Cultural [en línea]. México, Gaceta Oficial de la Universidad Nacional Autónoma de México No. 3825, del 4 de agosto, 2005. Disponible en <<http://www.dgcs.unam.mx/gacetaweb/2005/050804/gaceta.htm>>. [Fecha de consulta: 20 febrero 2012]. pp. 1, 8.

<sup>xxvii</sup> NO DISPONIBLE. Estacionamiento subterráneo [en línea]. México, sitio oficial de la Torre de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, 2004 – 2010. Disponible en <<http://www.torreingenieria.unam.mx/est.htm>>. [Fecha de consulta: 29 febrero 2012].

<sup>xxviii</sup> UNAM. Decreto: Lineamientos de seguridad para la operación del sistema de transporte y vialidad dentro de la Ciudad Universitaria [en línea]. México, Gaceta Oficial de la Universidad Nacional Autónoma de México No. 3959 del 8 de febrero, 2007. Disponible en <<http://www.dgcs.unam.mx/gacetaweb/2007/070208/gaceta.htm>>. [Fecha de consulta: 20 febrero 2012]. pp. 22 - 24.

<sup>xxix</sup> UNAM. Poster: credencial con código de barras [en línea] México, Gaceta Oficial de la Universidad Nacional Autónoma de México No. 3962, del 19 de febrero, 2007. Disponible en: <<http://www.dgcs.unam.mx/gacetaweb/2007/070219/gaceta.htm>>. [Fecha de consulta: 20 febrero 2012]. p. 32.

<sup>xxx</sup> ROMERO, Laura. Apoya Quimibús al reordenamiento vehicular en CU [en línea]. México, Gaceta Oficial de la Universidad Nacional Autónoma de México No. 3982 del 7 de mayo, 2007. Disponible en <<http://www.dgcs.unam.mx/gacetaweb/2007/070507/gaceta.htm>>. [Fecha de consulta: 20 febrero 2011]. p. 4.



---

<sup>xxx</sup> UNAM. PumaBús, una solución al caos vial [en línea]. México, Gaceta oficial de la Universidad Nacional Autónoma de México No. 3960 del 12 de febrero; suplemento, 2007. Disponible en: <<http://132.248.247.1>>, bajo la referencia: 'Suplemento. PumaBús, una solución al caos vial' (fragmento). [Fecha de consulta: 20 febrero 2012]. p. 1.

<sup>xxxii</sup> NO DISPONIBLE. Metrobús (Ciudad de México) [en línea]. Wikipedia, la enciclopedia libre, 2008. Disponible en <[http://es.wikipedia.org/wiki/Metrob%C3%BAs\\_\(Ciudad\\_de\\_M%C3%A9xico\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Metrob%C3%BAs_(Ciudad_de_M%C3%A9xico))>. [Fecha de consulta: 21 febrero 2012].

<sup>xxxiii</sup> ROMERO, Laura y SÁNCHEZ, Víctor. Sistema de semáforos en CU [en línea]. México, Gaceta Oficial de la Universidad Nacional Autónoma de México No. 4184 del 7 de septiembre, 2009. Disponible en: <<http://www.dgcs.unam.mx/gacetaweb/2009/090907/gaceta.htm>>. [Fecha de consulta: 20 febrero 2012]. pp. 1, 4 - 5 y 16 - 17.

<sup>xxxiv</sup> NO DISPONIBLE. Instalan semáforos en Ciudad Universitaria [en línea]. Agencia Estudiantil de Noticias Universitarias (AUNAM), 2009. Disponible en <<http://aunamnoticias.blogspot.com/2009/09/instalansemaforos-en-ciudad.html>>. [Fecha de consulta: 10 febrero 2012].

<sup>xxxv</sup> NO DISPONIBLE. Sistema de transporte Pumabús [en línea]. México, Cal y Mayor Asociados, 2008. Disponible en: <[http://www.calymayor.com.mx/website/proyectos\\_pumabus.html](http://www.calymayor.com.mx/website/proyectos_pumabus.html)>. [Fecha de consulta: 29 febrero 2012].

NO DISPONIBLE. Currículo 2006 - 2010. México, Cal y Mayor Asociados [en línea], 2011. Disponible en: <<http://www.calymayor.com.mx/website/documentos/curriculo.pdf>>. [Fecha de consulta: 29 febrero 2012].

---

<sup>xxxvi</sup> ROMERO, Laura. Inauguraron nueva sede del posgrado de derecho [en línea]. México, Gaceta Oficial de la Universidad Nacional Autónoma de México No. 4216 del 21 de enero, 2010. Disponible en <<http://www.dgcs.unam.mx/gacetaweb/2010/100121/gaceta.htm>>. [Fecha de consulta: 20 febrero 2012]. pp. 1, 3.

<sup>xxxvii</sup> ROMERO, Laura. Nueva aula-laboratorio para personas con discapacidad [en línea]. México, Gaceta Oficial de la Universidad Nacional Autónoma de México No. 4303 del 13 de enero, 2011. Disponible en <<http://www.dgcs.unam.mx/gacetaweb/2011/110113/gaceta.htm>>. [Fecha de consulta: 20 febrero 2012]. p. 3.

<sup>xxxviii</sup> DGSG. Estacionamientos controlados [en línea]. Sitio oficial de la Dirección General de Servicios Generales (DGSG). Disponible en <<http://www.dgsg.unam.mx/estcon.htm>>. [Fecha de consulta: 11 febrero 2012].

<sup>xxxix</sup> UNAM. Portal de Estadística Universitaria / Series estadísticas UNAM. Población escolar y personal académico por zona geográfica 2010 – 2011 [descarga en formato. xls]. Disponible en <[http://www.estadistica.unam.mx/series\\_inst/index.php](http://www.estadistica.unam.mx/series_inst/index.php)>. [Fecha de consulta: 29 Febrero 2012].

<sup>xl</sup> ARGUMEDO V., Marco A. Análisis Macroscópico del Tráfico Vehicular en Ciudad Universitaria. México, Universidad Nacional Autónoma de México, 2006. 101 pp.

<sup>xli</sup> *Ibíd.*

---

---

## Capítulo 2

<sup>i</sup> NO DISPONIBLE. Universidad Autónoma de México. Disponible en: <[http://www.elclima.com.mx/universidad\\_autonoma\\_de\\_mexico.htm](http://www.elclima.com.mx/universidad_autonoma_de_mexico.htm)>. [Fecha de consulta: 1° Marzo 2012].

<sup>ii</sup> ALONZO, Lauro y RODRÍGUEZ, Gabriel. Carreteras. México, Universidad Nacional Autónoma de Yucatán. 2005. pp.99-103.

<sup>iii</sup> ARGUMEDO, Marco. Análisis macroscópico del tráfico vehicular en Ciudad Universitaria [tesis]. México, Universidad Nacional Autónoma de México. 2006. pp. 15– 16.

<sup>iv</sup> Íbidem. pp. 49 – 54.

<sup>v</sup> Íbidem. pp. 80 y 94.

<sup>vi</sup> ALONZO, Lauro Y RODRÍGUEZ, Gabriel. Carreteras. México, Universidad Autónoma de Yucatán. 2005. pp. 74 - 79, 103.

## Capítulo 4

<sup>i</sup> Sill, Otto. Construcción de aparcamientos: Manual para la planificación, construcción y explotación de edificios de aparcamiento y garajes subterráneos. Trad. Margarit Adrián. Ed. Blume, 1969, Barcelona. 271 pp.

<sup>ii</sup> Mc Cluskey, Jim. Parking: Manual de diseño Ambiental. Trad. Castan Santiago. Ed. Gustavo Gili, 1990, Barcelona. 279 pp.

<sup>iii</sup> Op. Cit. Sill, p.71.

<sup>iv</sup> Op. Cit. Mc Cluskey, 279 pp.

<sup>v</sup> Sill, Otto. Contrucción de aparcamientos: Manual para la planificación, construcción y explotación de edificios de aparcamiento y garajes subterráneos. Trad. Margarit Adrián. Ed. Blume, 1969, Barcelona. p.77.

<sup>vi</sup> Íbidem p.95.

<sup>vii</sup> Íbidem p.78.

<sup>viii</sup> Íbidem p.72.

<sup>ix</sup> Íbidem p.72

## **Capítulo 6**

<sup>i</sup> NO DISPONIBLE. Universidad Autónoma de México. Disponible en <[http://www.elclima.com.mx/universidad\\_autonoma\\_de\\_mexico.htm](http://www.elclima.com.mx/universidad_autonoma_de_mexico.htm)>

<sup>ii</sup> LOT, Antonio. Biodiversidad del Ecosistema del Pedregal de San Ángel; Cano-Santana Editores.

<sup>iii</sup> CAMARENA Berruecos, Pedro. Xerojardinería; Guía para el diseño de los jardines de Ciudad Universitaria; Secretaría Ejecutiva REPSA; Facultad de Arquitectura.